

ISBN: 978-979-8510-59-5

KATALOG

JURNAL MAHASISWA PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG

VOLUME 2 NOMOR 1 TAHUN 2022



BUKU 3
FP



PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMPUNG
MEI 2022

TIM PENELAAH

PENANGGUNG JAWAB

Prof. Dr. Ahmad Saudi Samosir, ST., MT

PELAKSANA HARIAN

Dr. Maulana Mukhlis, S.Sos, M.IP

TIM PENELAAH

Prof. Rudy Situmeang, M.Sc
Prof. Drs. Simon Sembiring, Ph. D
Hari Kaskoyo, S.Hut., M.P., Ph.D
Hasan Azhari Nawi, S.Kom
Hernadi Susanto, S.H
Ahyani, S.I.Kom
Haidawati, S.T.P., MSi.
Hardian Sanjaya, S.Pd.

Desain Cover dan Tata Letak

Tim Aura Publishing

ISBN

978-979-8510-59-5

Penerbit

Pascasarjana Universitas Lampung

Alamat Redaksi

PASCASARJANA

UNIVERSITAS LAMPUNG

Jalan Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro, No. 1 Gedong Meneng
Bandar Lampung, 35145
Telp (0721) 783682
e-mail: pasca@kpa.unila.ac.id

SAMBUTAN DIREKTUR PASCASARJANA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabaraakatuh



Segala puji dan syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Kuasa atas keberhasilan Pascasarjana Universitas Lampung menerbitkan "Katalog Jurnal Mahasiswa Pascasarjana Universitas Lampung Volume 2 Nomor 1 Tahun 2022" ini. Melalui penerbitan katalog ini, diharapkan dapat menjadi informasi dan membuka jalan interaksi yang lebih intens antara Pascasarjana Universitas Lampung dengan stakeholders di luar kampus. Katalog Jurnal Mahasiswa Pascasarjana ini dimaksudkan sebagai upaya penyebarluasan hasil penelitian mahasiswa Magister (S2) sehingga pemanfaatan hasil-hasil penelitian tersebut dapat dioptimalkan dalam meningkatkan kontribusi Universitas Lampung terhadap pembangunan daerah, bangsa, negara, serta bagi kemanusiaan, dan peradaban.

Saat ini, Pascasarjana sedang bertransformasi baik pada aspek kelembagaan, penjaminan mutu maupun aspek tridarma perguruan tinggi sebagai core business utamanya. Pada aspek kelembagaan, Pascasarjana sedang berupaya untuk meningkatkan status menjadi sekolah yang secara teknis berimplikasi terhadap skenario pembukaan program studi baru baik pada jenjang magister maupun jenjang doktor. Pada aspek penjaminan mutu, Pascasarjana sedang mendesain sistem penjaminan mutu internal yang lebih relevan dan aplikatif sehingga target peningkatan jumlah program studi magister dan doktor yang terakreditasi unggul dapat dicapai. Adapun pada aspek tri dharma, sistem pembelajaran yang relawan dengan dunia kerja terus dikembangkan termasuk di dalamnya penelitian, pengabdian, dan publikasi ilmiah dosen maupun mahasiswa.

Atas nama pimpinan Pascasarjana Universitas Lampung, saya menyampaikan ucapan terima kasih kepada Tim Penelaah, para mahasiswa Pascasarjana di lingkungan Universitas Lampung, dan seluruh pihak yang telah berkontribusi dan bekerja keras sehingga Katalog Jurnal Mahasiswa Pascasarjana Universitas Lampung Volume 2 Nomor 1 Tahun 2022 ini dapat diterbitkan. Semoga Allah SWT; Tuhan Yang Maha kuasa senantiasa memberikan kemudahan dan petunjuk-Nya untuk kita semua.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Bandar Lampung, 16 Mei 2022
Direktur.

Prof. Dr. Ahmad Saudi Samosir, ST, MT
NIP. 197104151998031005

DAFTAR ISI

UJI STABILITAS POTENSI HASIL GENOTIP TANAMAN PADI (<i>ORYZA SATIVA L.</i>) PADA DUA MUSIM TANAM YANG BERBEDA Ardi Yuda Depriansyah, Kukuh Setiawan, Erwin Yulaidi, Syamsoel Hadi, Dwi Hapsoro dan Nyimas sa'diah.....	1
PENGARUH PUPUK HARA MIKRO DAN UKURAN UMBI BIBIT TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI KENTANG (<i>SOLANUM TUBEROSUM L.</i>) Chatya Novtri Anisa, Agus Karyanto, Agustiansyah, Paul Benyamin Timotiwu, dan Darwin Habinsaran Pangaribuan	11
TINGKAT KINERJA PENYULUH PERIKANAN DI WILAYAH PESISIR KOTA BANDAR LAMPUNG Helvi Yanfika, Sumaryo Gitasaputro, Dwi Arianti	17
ANALISIS RISIKO DAN EFISIENSI TEKNIS USAHATANI BAWANG MERAH DI KABUPATEN LAMPUNG SELATAN Fembriarti Erry Prasmatiwi, Dyah Aring Hepiana Lestari, Intan Andya Bellapama ...	28
PENGARUH BEBERAPA METODE RECOVERY DADIH TERHADAP KARAKTERISTIK KEJU KRIM (CREAM CHESEE) TERBUAT DARI SUSU SAPI ASAL PETERNAK BERBEDA Iyan Indrawan, Neti Yuliana, Chandra Utami Wirawati, Sumardi	39
PENGARUH SERANGAN LALAT BUAH TERHADAP PRODUKSI BUAH BELIMBING DAN PENGGUNAAN DNA DARI LARVA UNTUK IDENTIFIKASI LALAT BUAH SECARA MOLEKULER Lily Agustini Waruwu, Hasriadi Mat Akin, Yuyun Fitriana, Radix Suharjo, Kuswanta Futas Hidayat	56
KEMAMPUAN ISOLAT BAKTERI TERPILIH DALAM MENGHAMBAT TINGKAT SERANGAN PHYTOPHTHORA SP. SECARA INPLANTA DAN PEMACU PERTUMBUHAN TANAMAN NANAS (<i>ANANAS COMOSUS L.</i>) Mufti Ali, Dermiyati, Radix Suharjo, Suskandini Ratih Dirmawati	77
EFFECT OF LONG-TERM TILLAGE AND NITROGEN FERTILIZATION RESIDUE ON SOIL BIOCHEMICAL PROPERTIES AND CROP YIELD Rizki Afriliyanti, Sri Yusnaini, Agus Karyanto, Dwi Hapsoro, Ainie Niswati	88
IDENTIFIKASI KERAGAMAN FISIK BENIH KENARI (<i>CANARIUM INDICUM L.</i>) ASAL MALUKU UTARA Alkadrin Manui, Kukuh Setiawan, Eko Pramono, Agustiansyah dan Dwi Hapsoro....	98

VALUE ADDED ANALYSIS SOME PROCESSED PRODUCTS OF SWEET POTATO (IPOMOEA BATATAS L)	
Fusi Anita, Neti Yuliana, Hanung Ismoyo, Murhadi, Tanto P.Utomo	109
THE EFFECT OF WAXY SIGER RICE ON LIPID PROFILE DIABETIC MICE INDUCED BY ALLOXAN	
Lola Anandya Inke, Subeki, Sri Hidayati, Tanto Pratondo Utomo, and Sussi Astuti ..	122
GENETIC VARIATION AND GENETIC ADVANCE OF THREE ELITE CASSAVA (MANIHOT ESCULENTA CRANTZ) CLONES UNDER WET DRY CLIMATE OF LAMPUNG	
K Setiawan, R Paresta, MS Hadi, SD Utomo, A Karyanto, MF Najib	130
DETEKSI TINGKAT KEMATANGAN BUAH JAMBU BIJI (PSIDIUM GUAJAVA L.) KRISTAL SECARA TAK MERUSAK DENGAN METODE THERMAL IMAGE	
Soesiladi Esti Widodo, Riska Avinda Putri, Sri Waluyo, Zulferiyenni.....	140
THERMAL IMAGE METHOD TO DETECT FRUIT MATURITY OF 'RED' GUAVA (PSIDIUM GUAJAVA L.)	
Sri Waluyo, Sari Oktavia, Soesiladi Esti Widodo, and Zulferiyenni.....	146
HUBUNGAN ANTARA PELAKSANAAN PROGRAM HUTAN KEMASYARAKATAN DENGAN KINERJA PENYULUH KEHUTANAN DI PROVINSI LAMPUNG	
Yulistia Elena	150

UJI STABILITAS POTENSI HASIL GENOTIP TANAMAN PADI (*ORYZA SATIVA L*) PADA DUA MUSIM TANAM YANG BERBEDA

POTENTIAL STABILITY TEST OF RICE (*ORYZA SATIVA L*) GENOTYPE RESULTS IN TWO DIFFERENT PLANTING SEASONS

Ardi Yuda Depriansyah¹, Kukuh Setiawan^{1*}, Erwin Yulaidi¹, Syamsoel Hadi¹,
Dwi Hapsoro¹ dan Nyimas sa'diah¹

¹Universitas Lampung
*Email : kukuhssetiawan38@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan genotip yang memiliki stabilitas hasil pada musim tanam yang berbeda. Penelitian ini dilakukan di daerah Trimurjo, Lampung Tengah yang ditanam secara faktorial (13x2). Perlakuan pertama terdiri dari 13 genotip yaitu RP1, RP2, RP3, RP4, RP5, RG1, RG2, RG3, RG4, RG5, Gilirang, Pandan Wangi, dan Rojolele. Sedangkan perlakuan kedua terdiri dari dua musim tanam dalam 1 tahun. Dari penelitian tersebut dianalisis menggunakan BNT 5% dan menggunakan Program Stabilitysoft online untuk analisis stabilitas hasil Produksi. Stabilitas yang diuji menggunakan stabilitas pendekatan parametrik. Hasil penelitian menunjukkan genotip RG5 yang memiliki stabilitas hasil pada dua musim tanam dengan hasil produksi rata-rata 7,40 ton per ha.

Kata kunci : daya hasil, musim tanam, stabilitas, padi sawah

ABSTRACT

This study aims to determine genotypes that have yield stability in different growing seasons. This research was conducted in the area of Trimurjo, Central of Lampung which was planted in factorial (13x2). The first treatment consisted of 13 genotypes, namely RP1, RP2, RP3, RP4, RP5, RG1, RG2, RG3, RG4, RG5, Gilirang, Pandan Wangi, and Rojolele. While the second treatment consisted of two growing seasons in 1 year. From this research, it was analyzed using 5% BNT and using the online Stabilitysoft Program for stability analysis of Production results. The results showed that the RG5 genotype had yield stability in two growing seasons with an average yield of 7.40 tons per ha. Stability tested using the stability of the parametric approach.

Keywords : yield, planting season, stability, of lowland rice

Disubmit : Diterima: Disetujui :

PENDAHULUAN

Padi merupakan tanaman yang memerlukan banyak air dan sangat peka terhadap perubahan iklim yang sangat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi padi. Menurut Ishaq dkk. (2017) Produksi padi secara signifikan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu variabel luas wilayah produksi padi (ha) dan variabel curah hujan (mm). Curah hujan berkaitan erat dengan musim sedangkan di Indonesia memiliki 2 musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Dampak perubahan iklim terhadap produksi padi dari sawah beririgasi disebabkan oleh kenaikan suhu dan curah hujan dihitung berdasarkan penurunan hasil dan luas panen setelah terjadi perubahan iklim (Ruminta, 2016).

Respon Tanaman sangat beragam terhadap lingkungan. Adanya interaksi antara genotip dan lingkungan ($G \times L$) menyebabkan tanaman yang spesifik memiliki respon yang beragam terhadap lingkungan yang berbeda (Dulbari, 2012). Dengan adanya interaksi antara genotip dan lingkungan menyebabkan sebagian pengembangan untuk mendapatkan varietas unggul yang memiliki daya adaptasi dan stabil terhadap berbagai lingkungan berbeda.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan perlakuan faktorial (2 musim tanam x 13 genotip). Faktor pertama terdiri dari berbagai macam genotip padi yang berisikan 10 galur harapan padi dan 3 varietas pembanding. Galur harapan padi berasal dari hasil persilangan Rojolele X Pandan Wangi (RP1, RP2, RP3, RP4 dan RP5) pada tanaman F5 dan hasil persilangan dari Rojolele X Gilirang (RG1, RG2, RG3, RG4 dan RG5) pada tanaman F5, sedangkan varietas pembanding diambil dari varietas induk persilangan yaitu Rojolele, Pandan Wangi dan Gilirang. Faktor kedua perlakuan musim tanam padi yang berbeda.

Penelitian ini disusun menggunakan rancangan split-plot (petak terpisah) dengan 3 ulangan yang digunakan sebagai blok. Perlakuan musim tanam digunakan sebagai petak utama penelitian sedangkan perlakuan genotip padi digunakan sebagai anak petak. Masing-masing petak percobaan berukuran 1x3 m dan jarak antar petak 50 cm sedangkan jarak tanam padi yang digunakan 25x25 cm.

Data sampel dari masing-masing variabel pengamatan dilakukan analisis sidik ragam. Analisis sidik ragam diproses menggunakan program Statistical Analysis System (SAS). Nilai korelasi (hubungan kedekatan) antara variabel pengamatan dianalisis menggunakan korelasi regresi dengan bantuan program SAS. Nilai korelasi antara variabel dapat dinilai dalam rentang negatif satu (-1) sampai positif satu (+1), nilai korelasi tersebut dibagi menjadi 3 point yaitu positif, negatif dan netral.

Estimasi stabilitas hasil tanaman padi berdasarkan hasil Stabilitysoft : program online terbaru untuk menghitung statistik stabilitas parametric dan non-parametric dari sifat tanaman (Pour-Abaoughadareh dkk, 2019). Hasil stabilitas digunakan untuk menganalisis pengaruh genotip tanaman padi yang ditanam terhadap musim tanam padi. Analisis stabilitas yang digunakan meliputi analisis wricke ekovalens, analisis shukla, analisis penyimpangan regresi, dan analisis varian. Analisis stabilitas tersebut menggunakan nilai yang lebih kecil sebagai dasar penilaian genotip yang paling stabil. Nilai stabilitas yang paling kecil ditandai dengan peringkat 1 lalu semakin besar nilai maka peringkat akan semakin besar. Selain analisis stabilitas diatas menggunakan Analisis koefisien regresi. Analisis koefisien regresi menilai genotip yang stabil di semua lingkungan apabila memiliki nilai yang tidak berbeda nyata dengan 1. Nilai koefesien regresi yang kurang dari satu memiliki genotip yang tahan terhadap perubahan lingkungan sehingga dengan peningkatan lingkungan yang lebih baik tidak banyak berpengaruh terhadap hasil. Namun, nilai koefisien regresi yang lebih dari 1 memiliki genotip yang sensitif terhadap perubahan lingkungan sehingga hasil dari genotip akan meningkat seiring dengan perubahan lingkungan yang lebih baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter tinggi tanaman pada beberapa genotip yang ditanam memiliki variasi antara musim tanam pertama dan musim tanam kedua. Musim tanam pertama dan musim tanam kedua memiliki perbedaan lingkungan seperti curah hujan. Curah hujan pada musim tanam pertama memiliki rata-rata berkisar 239-442 mm perbulan sedangkan curah hujan pada musim tanam kedua rata-rata berkisar 24-113 mm per bulan. Menurut Sution dkk. (2019) tinggi tanaman padi yang ditanam pada musim yang banyak hujan memiliki pertumbuhan yang relatif tinggi dibandingkan musim yang sedikit hujan. Yang ditunjukkan dengan tinggi tanaman padi pada varietas batu tegi di tanam musim hujan berbeda nyata dengan pada perlakuan pada tanam musim kemarau.

Tabel 1. Nilai tengah jumlah tunas produktif, panjang malai, dan bobot 1000 butir pada uji BNT 5% pada perlakuan musim tanam

Musim Tanam	Jumlah Tunas Produktif		Panjang Malai		Bobot 1000 Butir	
Pertama	17.8	b	24.7	a	27.9	a
Kedua	20.8	a	22.9	b	27.3	b
BNT	1.5		0.5		0.6	

Keterangan : Nilai tengah diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT pada taraf 5%.

Menurut Departemen Pertanian (2003) tinggi tanaman padi dibagi menjadi 3 kategori yaitu tinggi (> 130 cm), sedang (110 cm -130 cm), dan rendah (< 110 cm). Pada Tabel 3 nilai tengah tinggi tanaman sangat berpengaruh terhadap musim tanam. Musim tanam padi pada musim tanam pertama memiliki nilai tengah yang lebih tinggi dibandingkan musim tanam kedua. Tinggi tanaman pada musim tanam pertama dan kedua masing-masing memiliki kategori sedang dan rendah yang memiliki ketahanan tanaman roboh. Sedangkan tanaman kategori tinggi akan sangat rawan roboh. Tinggi tanaman memiliki pengaruh ke tingkat kereahan (daya tahan) dan tidak memiliki pengaruh secara langsung pada produktivitas produksi padi. Hal ini dibuktikan pada Tabel 7 nilai korelasi antara tinggi tanaman dan bobot gabah per ha memiliki nilai korelasi netral yang berarti tidak saling mempengaruhi satu sama lainnya. Sejalan dengan penelitian Kartina dkk. (2017) hasil korelasi antara tinggi tanaman dan hasil produksi tidak memiliki hubungan.

Tabel 2. Nilai tengah tinggi tanaman, jumlah gabah total, jumlah gabah hampa, bobot gabah per rumpun dan bobot gabah per ha pada uji BNT 5% pada interaksi antara perlakuan genotip dan musim tanam

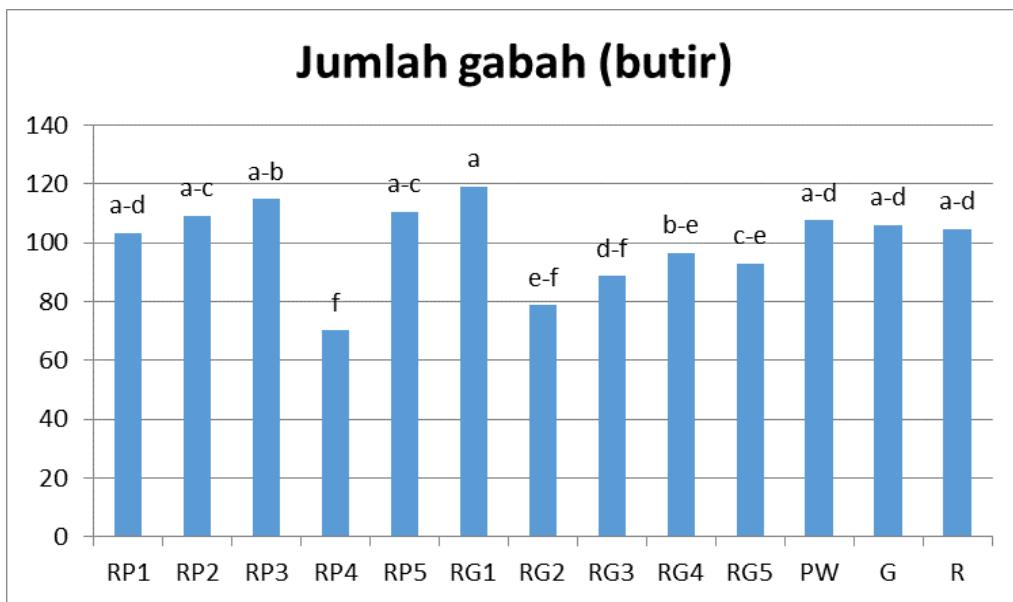
Musim Tanam	Genotip	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah gabah total (buah)	Jumlah gabah hampa (buah)	Bobot gabah per rumbun (gram)	Hasil gabah per hektar (ton)
Pertama	RP1	116,7 b-e	166,4 b-d	60,4 c-d	58,0 a-e	11,3 a
	RP2	116,3 b-e	172,1 a-c	51,0 c-g	68,7 a	11,5 a
	RP3	124,0 a-d	191,8 a	63,6 b-c	57,9 a-e	10,9 a-b
	RP4	126,0 a-c	165,4 b-d	104,6 a	39,0 f	4,3 f
	RP5	112,7 e-f	140,2 e-h	42,3 d-h	45,7 d-f	8,1 a-e
	RG1	127,1 ab	183,7 ab	54,9 c-f	44,9 d-f	9,3 a-e
	RG2	130,9 a	165,1 b-e	83,9 a-b	44,1 ef	6,0 e-f
	RG3	115,6 c-e	142,0 d-g	55,0 c-f	39,1 f	6,8 c-f

	RG4	128,0	a	135,4	f-j	39,3	e-h	48,9	b-f	9,4	a-e
	RG5	123,8	a-d	147,7	c-g	63,0	c	38,9	f	6,7	c-f
	PW	124,8	a-d	147,5	c-g	35,9	f-i	45,8	d-f	8,1	a-e
	Gilirang	115,8	c-e	158,5	c-f	61,5	cd	43,5	ef	6,4	d-f
	Rojolele	116,8	b-e	158,7	c-f	59,1	c-e	43,5	ef	6,9	c-f
Kedua	RP1	98,3	hi	116,6	h-l	15,7	i-k	57,3	a-e	9,1	a-e
	RP2	101,7	g-i	112,3	j-l	15,0	jk	49,6	b-f	8,3	a-e
	RP3	107,2	e-h	113,4	i-l	12,0	k	47,9	c-f	7,5	b-f
	RP4	100,2	g-i	113,1	i-l	33,6	g-j	56,5	a-e	8,5	a-e
	RP5	101,1	g-i	131,4	g-k	7,9	k	62,2	a-c	10,0	a-c
	RG1	107,6	e-h	131,9	g-k	22,7	h-k	57,4	a-e	10,7	a-b
	RG2	96,3	i	101,6	l	25,4	h-k	54,4	a-e	7,7	b-e
	RG3	110,3	e-g	109,0	kl	18,6	i-k	60,9	a-c	9,5	a-d
	RG4	116,3	c-e	113,6	i-l	16,7	i-k	47,8	c-f	7,6	b-f
	RG5	101,7	g-i	113,9	i-l	12,6	k	55,6	a-e	8,7	a-e
	PW	114,6	de	123,1	g-l	19,5	h-k	61,0	a-c	9,6	a-d
	Gilirang	103,1	f-i	137,6	f-i	22,3	h-k	58,8	a-d	10,8	a-b
	Rojolele	108,4	e-h	127,8	g-k	17,9	i-k	63,2	a-b	9,9	a-d
	BNT		10,7		24,9		20,7		14,7		3,4

Keterangan : Nilai tengah diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT pada taraf 5%.

Jumlah Tunas total merupakan jumlah Anakan keseluruhan dari serumpun tanaman padi yang memiliki potensi untuk menghasilkan malai padi. Semakin banyak tunas terbentuk akan meningkatkan hasil produksi padi sejalan dengan hasil nilai korelasi positif (Tabel 7) antara jumlah tunas total dengan bobot gabah per rumpun dan bobot gabah per ha. Hal ini dapat dikaitkan dengan proses fotosintesis. Proses fotosintesis berlangsung pada daun dengan meningkatnya jumlah daun seiring dengan bertambahnya tunas tanaman padi. Dengan kontribusi peningkatan fotosintesis akan mempercepat perbaikan sel-sel tanaman dan menghasilkan sink yang lebih banyak untuk disimpan dalam bulir gabah. Sejalan dengan penelitian Faizal dkk. (2017) cahaya ditangkap oleh klorofil di daun untuk proses fotosintesis. Setiap tunas padi memiliki daun dengan meningkatnya jumlah tunas maka jumlah daun akan meningkat. Hal ini akan meningkatkan fotosintat yang akan menunjang pembentukan organ vegetatif dan memaksimalkan hasil produksi. Komponen lingkungan sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman terutama pada fase vegetatif. Pertumbuhan, hasil tanaman dan reproduksi dipengaruhi penyinaran matahari melalui proses fotosintesis (Susilawati dkk., 2016).

Gambar 1. Nilai tengah jumlah gabah isi pada uji BNT 5% pada perlakuan genotip



Keterangan : Nilai tengah diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT pada taraf 5%.

Jumlah tunas dilihat dari pembentukannya terbagi menjadi 4 yaitu primer, sekunder, tersier dan quartet. Primer terjadi pembentukan tunas dari batang utama tanaman padi, sedangkan sekunder terjadi pembentukan tunas dari batang primer begitu pula halnya dengan tersier yang terjadi pembentukan tunas dari batang sekunder. Adapun tunas quartet terbentuk dari tunas-tunas tersier menjadi tunas baru. Tunas-tunas primer dan sekunder yang berproduksi secara pasti menghasilkan malai padi sedangkan tunas tersier ataupun tunas quartet terlambat tumbuh dan butuh waktu lama. Hal ini membuktikan beberapa tunas padi tidak menghasilkan malai padi. Jumlah tunas produktif berbanding lurus dengan bobot gabah per rumpun dan bobot gabah per ha. Hal ini dapat dibuktikan hasil korelasi yang bernilai positif antara variabel tersebut yang dapat dilihat pada Tabel 7. Dengan meningkatnya jumlah malai yang diproduksi akan meningkat bobot gabah baik dari setiap rumpun maupun akumulasi total per ha.

Malai padi merupakan tempat cabang yang digunakan untuk menopang gabah padi. Ukuran panjang pendeknya malai padi akan mempengaruhi jumlah gabah yang dapat ditopang. Hal ini dapat dibuktikan dari nilai korelasi pada Tabel 7 yang menjelaskan nilai korelasi positif antara panjang malai dengan jumlah gabah total, jumlah gabah isi, dan jumlah gabah hampa. Akan tetapi panjang malai tidak memiliki korelasi yang tetap terhadap hasil produksi baik pada variabel bobot gabah per rumpun maupun bobot gabah per ha sesuai Tabel 6. Pada musim pertama memiliki nilai korelasi netral karena peningkatan jumlah gabah tinggi seiring peningkatan panjang malai tetapi tidak diimbangi dengan jumlah gabah hampa yang tinggi dan beragam dari masing-masing genotip. Berbeda halnya pada musim tanam kedua karena jumlah gabah hampa yang terbentuk sedikit sehingga panjang malai berkorelasi positif terhadap bobot gabah per ha.

Jumlah gabah hampa akan meningkat dengan kondisi curah hujan yang tinggi ketika pada musim hujan. Peningkatan jumlah curah hujan ketika fase generatif terutama pembungaan akan menyebabkan penundaan atau kegagalan dalam penyerbukan akibat dari penggumpalan serbuk sari oleh air hujan. Pembuahan yang gagal akan menyebabkan gabah menjadi hampa jika penyerbukan tidak terlaksanakan. Rasio curah hujan yang

lebih banyak terjadi ketika waktu bunga mekar dapat menyebabkan kondisi gabah hampa lebih banyak. Hal ini sejalan dengan penelitian Samrin dan Amirullah (2018) pada tanaman padi genotip inpari 30, mekongga dan ciherang yang memiliki gabah hampa yang banyak pada musim hujan dan berbeda nyata dengan jumlah gabah hampa pada musim kemarau.

Tabel 3. Korelasi antara variabel komponen hasil dan hasil di musim tanam pertama dan kedua.

	tt	jtt	jtp	Bsb	pm	jgt	jgi	Jgh	Bgpr
jtt	0,08								
jtp	-0,23*	0,76*							
bsb	0,25*	0,05	-0,01						
pm	0,68*	0,11	-0,23*	0,30*					
jgt	0,65*	-0,06	-0,33*	0,27*	0,64*				
jgi	0,08	-0,05	-0,04	0,27*	0,26*	0,42*			
jgh	0,61*	-0,02	-0,30*	0,07	0,47*	0,70*	-0,34*		
bgpr	-0,26*	0,42*	0,67*	0,18	-0,22*	-0,05	0,46*	-0,41*	
bgph	-0,04	0,37*	0,53*	0,39*	0,08	0,18	0,73*	-0,39*	0,77*

Keterangan: tt : tinggi tanaman
jtt : jumlah tunas total
jgt : jumlah gagah total per-malai
jgi : jumlah gabah isi per-malai
jgh : jumlah gabah hampa per-malai
bgpr : bobot gabah per-rumpun
bgph: bobot gabah per-hektar
bsb : bobot seribu butir
pm : panjang malai
jtp : jumlah tunas produktif

Peningkatan jumlah gabah hampa akan berbanding lurus dengan peningkatan jumlah gabah total hal ini dibuktikan pada Tabel 7 memiliki nilai korelasi positif pada kedua variabel tersebut. Namun, jumlah gabah hampa akan berbanding terbalik dengan jumlah gabah isi. Hal ini dibuktikan pada nilai korelasi negatif sehingga peningkatan jumlah gabah hampa akan menurunkan jumlah gabah isi yang akan berdampak juga pada penurunan hasil produksi. Komponen dari hasil produksi salah satunya gabah isi, dengan meningkatkan jumlah gabah isi dapat menunjang peningkatan pada hasil produksi.

Gabah merupakan hasil produk akhir yang dapat dipanen dan dimanfaatkan dari tanaman padi untuk konsumsi. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, hasil produksi memiliki pengaruh terhadap semua perlakuan yang diberikan yaitu perlakuan genotip, musim tanam dan interaksi antara genotip dan musim tanam. Dari perlakuan genotip tanaman padi memiliki genetik yang berbeda sehingga kemungkinan hasil produksi yang beragam akan besar, sedangkan pada perlakuan musim tanam keragaman diakibatkan perbedaan lingkungan seperti curah hujan, kelembapan, suhu, lama penyinaran dan lain-lainnya. Musim tanam pertama yang dilakukan pada bulan januari – april 2019 memiliki nilai tengah curah hujan yang tinggi sehingga nilai tengah lama penyinaran matahari menjadi lebih pendek kurang dari enam jam. Pada musim tanam pertama penurunan nilai tengah hasil produksi karena tanaman memerlukan intensitas cahaya yang cukup untuk proses fotosintesis (sherly, 2013). Berbeda dengan musim tanam kedua yang memiliki kondisi yang sebaliknya, curah hujan yang rendah sehingga lama penyinaran menjadi maksimal.

Lingkungan yang berpengaruh pada masing-masing musim tanam berupa iklim seperti curah hujan, lama penyinaran, suhu dan kelembapan udara. Curah hujan yang cukup akan membantu proses pertumbuhan tanaman terutama fase generatif pada pembentukan gabah pada malai. Curah hujan yang cukup akan memberikan persedian air yang cukup untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman menurut Solichatus dkk., (2005). Air memiliki peran yang penting dalam mengikat dan menyalurkan unsur hara sebagai nutrisi yang dibutuhkan dari dalam tanah untuk masuk kedalam tanaman.

Potensi hasil pada beberapa genotip diuji pada dua musim tanam memiliki hasil beragam mulai dari 4,3 – 11,5 ton per ha. Keragaman potensi hasil yang dihasilkan suatu genotip terhadap lingkungan yang berbeda akan menentukan kemampuan adaptasi genotip. Kemampuan ini dapat dibagi menjadi empat klasifikasi yaitu : a) genotip tidak responsif, b) genotip toleran, c) genotip stabil, d) genotip adaptasi luas (Pramadio dkk., 2018).

Analisis Koefisien Varian (CVi) atau koefisien keragaman yang diusulkan oleh Francis dan Kanneberg (1978) sebagai statistik stabilitas yang menentukan genotip dengan nilai koefisien ragam rendah. ragam lingkungan rendah dan hasil rata-rata yang tinggi merupakan genotip yang diharapkan. Nilai yang didasarkan dari koefisien keragaman dan nilai ragam lingkungan untuk menentukan stabilitas suatu genotip tergolong stabilitas statis (Becker dan Leon dalam Purbokurniawan dkk., 2014). Analisis stabilitas statis tidak bergantung dengan genotip lainnya untuk menentukan stabilitas suatu genotip. Genotip RG5 merupakan genotip yang paling stabil sesuai Tabel 8 pada kolom koefisien varian memiliki nilai 15,50 dengan nilai tengah produksi sebesar 7,71 ton per ha. Namun, genotip yang tidak stabil pada genotip RP4 memiliki nilai 48,41 dengan nilai tengah produksi 6,38 ton per ha.

Tabel 4. Nilai tengah hasil produksi, hasil analisis stabilitas dan peringkat menggunakan parametrik untuk hasil gabah 13 genotip padi di dua musim tanam.

Genotype	Y	P_y	W_i^2	$P_{W_i^2}$	σ^2_i	$P_{\sigma^2_i}$	S^2d_i	$P_{S^2d_i}$	b_i	CVi	P_{CVi}
RPI	10,16	1	20,41	5	4,30	5	1,40	3	-1,30	15,99	3
RP2	9,86	3	64,03	13	14,61	13	7,63	13	-1,31	34,18	11
RP3	9,19	4	48,66	12	10,98	12	4,02	11	-2,20	29,94	8
RP4	6,38	13	33,48	11	7,39	11	2,11	6	4,06	48,41	13
RP5	9,03	5	20,90	6	4,42	6	2,95	7	1,36	24,44	5
RG1	9,98	2	24,29	8	5,22	8	3,13	9	2,08	24,81	6
RG2	6,89	12	21,61	7	4,59	7	3,00	8	1,55	33,00	10
RG3	8,17	10	17,42	4	3,60	4	2,08	5	2,20	26,94	7
RG4	8,50	8	17,34	3	3,58	3	1,82	4	-0,51	19,18	4
RG5	7,71	11	2,13	1	-0,02	1	0,14	1	1,75	15,50	1
PW	8,84	6	7,60	2	1,27	2	1,08	2	0,98	15,59	2
Gilirang	8,62	7	33,02	10	7,28	10	3,34	10	3,19	34,32	12
Rojolele	8,36	9	32,84	9	7,24	9	4,68	12	1,15	31,85	9
Rataan	8,59								1		

- Ket : Y = nilai tengah hasil produksi dari genotip
 P_y = peringkat hasil produksi dari nilai tertinggi ke rendah
 W_i^2 = wricke ekovalen
 $P_{W_i^2}$ = peringkat wricke ekovalens dari nilai terendah ke tertinggi
 σ^2_i = variasi stabilitas shukla
 $P_{\sigma^2_i}$ = peringkat variasi stabilitas shukla dari nilai terendah ke tertinggi
 S^2d_i = penyimpangan regresi
 $P_{S^2d_i}$ = peringkat penyimpangan regresi dari nilai terendah ke tertinggi
 b_i = koefisien regresi
Cvi = koefesien varian
 P_{CVi} = peringkat koefisien varian dari nilai terendah ke tertinggi

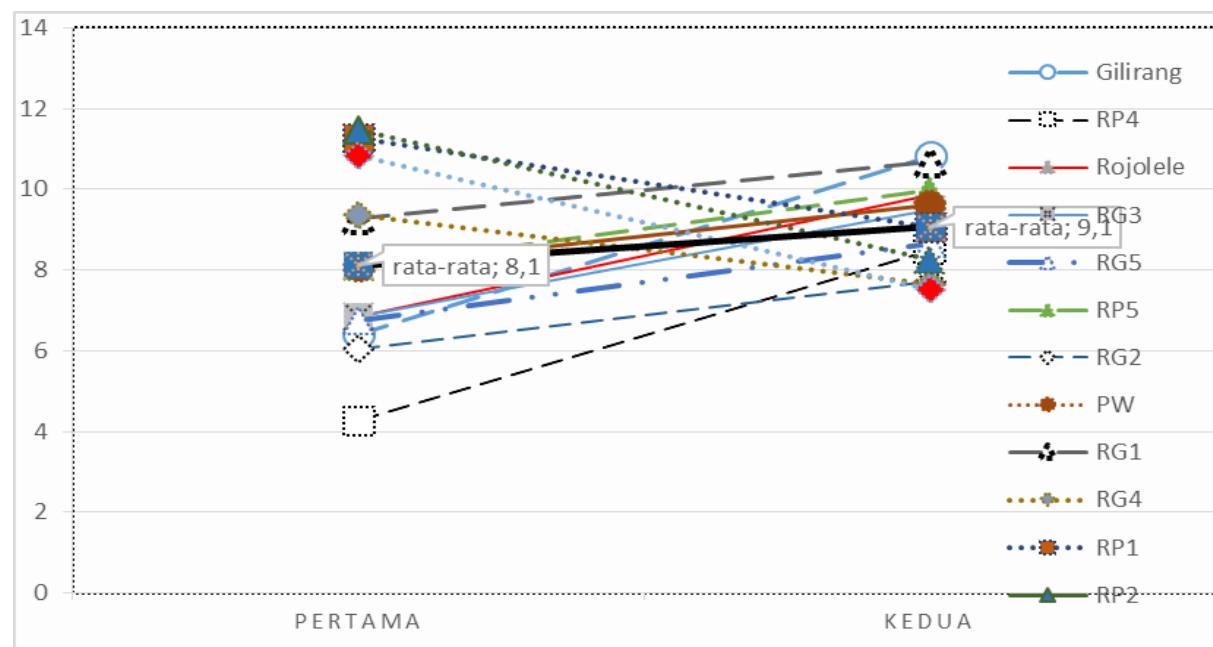
Metode Wricke ekovalen telah ditemukan oleh Wricke (1962) yang mengusulkan konsep ekovalensi sebagai kontribusi setiap genotip ke jumlah kotak interaksi genotip dan lingkungan. Jadi, genotip dengan nilai rendah memiliki deviasi yang lebih kecil dari nilai tengah lintas lingkungan dan lebih stabil. Genotip yang paling stabil menurut metode ini adalah RG5 dengan nilai 2,13 diperkuat dengan peringkat 1 dari 13 genotip yang di uji. Meskipun genotip tersebut memiliki genotip stabil di dua musim tanam

tetapi memiliki hasil produksi yang cukup rendah yaitu 7,71 ton per ha dibandingkan dengan nilai tengah genotip keseluruhan yang diuji yaitu 8,59 ton per ha. Hasil analisis ini Genotip RP2 merupakan yang paling tidak stabil karena memiliki nilai yang cukup tinggi yaitu 64,03 dan diperjelas dengan peringkat 13 dari 13 genotip. Namun, genotip ini memiliki nilai tengah produksi yang tinggi sebesar 9,86 ton per ha yang memiliki peringkat ke 3.

Variasi stabilitas shukla yang dikemukakan oleh Shukla (1962) yang menyarankan keragaman stabilitas genotip ke-i sebagai keragaman lintas lingkungan setelah efek utama sarana lingkungan dihilangkan. Genotip dengan nilai minimum adalah genotip yang stabil. Hasil analisis stabilitas menurut variasi stabilitas Shukla dapat dilihat pada Tabel 4 yang menunjukkan genotip RG5 paling stabil dibandingkan dengan genotip lainnya. Genotip ini memiliki nilai variasi stabilitas Shukla sebesar -0.02 dan diikuti peringkat 1 dari 13 genotip yang diuji. Namun, genotip tidak stabil ditunjukkan pada genotip RP2 yang memiliki nilai sebesar 14.61 dengan peringkat ke 13 dari 13 genotip.

Penvimpangan regresi dari deviasi sebagai salah pemilihan genotip yang stabil diusulkan oleh Eberhart dan Russel (1966). Nilai $S^2_{di} = 0$ maka genotip tersebut dikatakan paling stabil, sedangkan nilai $S^2_{di} > 0$ maka menunjukkan nilai stabilitas yang lebih kecil di semua lingkungan. Genotip dengan nilai yang lebih rendah merupakan yang diinginkan yaitu stabil disemua lingkungan. Nilai S^2_{di} terkecil yang mendekati 0 adalah 0.14 pada genotip RG5 pada Tabel 4. Hal ini diberielaas genotip tersebut memiliki peringkat S^2_{di} yang menunjukkan 1 dari 13 genotip yang diuji.

Analisis koefisien regresi yang dikemukakan oleh Finlay dan Wilkinson (1963) merupakan ukuran stabilitas dari suatu genotip. Suatu genotip memiliki nilai b_i yang tidak berbeda nyata dengan nilai 1 maka genotip yang paling stabil disemua lingkungan. Genotip Pandan Wangi dan Rojolele memiliki nilai koefisien regresi sebesar 0,99 dan 1,15 dan rata-rata hasil produksi sebesar 8,85 dan 8,36 ton per ha. Genotip tersebut menunjukkan paling beradaptasi disemua musim tanam. Hasil analisis koefisien regresi dapat diibarkan dan digambarkan dengan gambar 4. Genotip tersebut seiring dan sejajar dengan nilai tengah keseluruhan genotip dari masing masing musim tanam.



Gambar 2. Grafik hasil produksi masing-masing genotip pada dua musim tanam

Gambar 2 menunjukkan genotip RP1, RP2, RP3 dan RG4 memiliki nilai tengah produksi yang tinggi pada musim tanam pertama berturut-turut yaitu 11.3: 11.5: 10.9 dan 9.4 ton per ha. sedangkan pada musim tanam kedua genotip tersebut memiliki potensi hasil produksi yang menurun berturut-turut yaitu 9.0: 8.2: 7.5 dan 7.6 ton per ha. Genotip tersebut menunjukkan nilai negatif pada nilai stabilitas analisis koefisien regresi sehingga nilai $b_i < 1$ yang berarti genotip tersebut adaptasi terhadap lingkungan sub optimal. Hal ini membuktikan genotip tersebut mengalami penurunan hasil produksi pada musim tanam kedua yang memiliki lingkungan kurang mendukung terutama intensitas curah hujan. Genotip tersebut akan tetap beradaptasi dengan perubahan lingkungan yang kurang mendukung.

Genotip pada Tabel 4 analisis koefisien regresi memiliki nilai positif > 1 terdapat pada genotip RP4, RP5, RG1, RG2, RG3, RG5 dan Gilirang. Jika nilai b_i lebih dari nilai 1 maka menunjukkan genotip dengan kepekaan yang lebih tinggi terhadap perubahan lingkungan dan spesifitas yang lebih besar dari kemampuan beradaptasi terhadap lingkungan dengan hasil tinggi. Genotip tersebut pada Gambar 2 memiliki nilai tengah produksi yang lebih rendah pada musim tanam pertama dibandingkan musim tanam kedua. Genotip tersebut akan mengalami perubahan sesuai kondisi lingkungan, adapun lingkungan yang sesuai akan memaksimalkan potensi hasil.

Genotip RP1 memiliki hasil produksi yang tertinggi pada dua musim tanam dengan hasil produksi 10,16 ton per ha, dan memiliki stabilitas yang sedangkan RP2 memiliki hasil produksi tinggi tapi memiliki stabilitas yang rendah karena perbedaan hasil produksi antara musim pertama dan kedua terlalu jauh. Genotip RG5 merupakan genotip stabil sesuai analisis wricke ekoivalen, variasi stabilitas Shukla, penyimpangan regresi yang memiliki nilai tengah produksi sebesar 7,71 ton per ha. Genotip tersebut pada analisis koefisien regresi menunjukkan nilai lebih dari 1 yang membuktikan peningkatan akan terjadi pada lingkungan yang mendukung. Adapun analisis stabilitas diatas merupakan analisis stabilitas dinamis yang pengukuran analisis akan bergantung terhadap genotip lain pada pengujian.

KESIMPULAN

Interaksi antara perlakuan genotip dan musim tanam mempengaruhi karakter pertumbuhan tanaman meliputi tinggi tanaman, jumlah gabah total per-malai, jumlah gabah hampa per-malai, bobot gabah per-rumpun dan bobot gabah per-hektar.

Peningkatan hasil produksi tanaman padi (karakter bobot gabah per hektar) berkorelasi positif dengan beberapa karakter agronomi meliputi karakter jumlah tunas total, jumlah tunas produktif, bobot seribu butir, bobot gabah per rumpun dan jumlah gabah isi per-malai. Karakter jumlah gabah hampa memiliki korelasi negatif dengan peningkatan hasil produksi sedangkan karakter tinggi tanaman dan panjang malai memiliki nilai korelasi netral terhadap hasil produksi.

Genotip RG5 memiliki genotip paling stabil dengan hasil produksi rendah sebesar 7,70 ton per ha sedangkan genotip RP2 memiliki hasil produksi yang tinggi dan tidak stabil untuk dua musim tanam. Namun, RP1 memiliki produksi paling tinggi dan stabil, yaitu 10,16 ton per ha.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pertanian. 2003. *Panduan Sistem Karaterisasi dan Evaluasi Tanaman Padi*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Komisi Nasional Plasma Nutfah.
- Dulbari. 2012. Uji Daya Hasil Beberapa Genotipe Padi Sawah (*Oryza sativa L.*) Pada Dua Lokasi Berbeda. Universitas Lampung : Magister Agronomi Fakultas Pertanian.
- Eberhart, S. A. T., dan Russell, W. A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science* 6: 36-40.

- Faizal, R., Seodradjad, R., dan Seoparjono, S. 2017. Karakter Fisiologis dan Produksi Padi Ratun yang diaplikasi *Synechococcus* sp. dan Pupuk Organik. *Agritrop*, 15 (2) : 162-180.
- Finlay, K. W. dan Wilkinson, G. N. 1963. Adaptation in a plant breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research*, 14: 742-754.
- Francis, T. R. dan Kannenberg, L. W. 1978. Yield stability studies in short-season maize: I. A descriptive method for grouping genotypes. *Canadian Journal of Plant Science* 58: 1029-1034.
- Ishaq, I., Rumiati, A.T. dan Permatasari, E. O. 2017. Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Padi di Provinsi Jawa Timur Menggunakan Regresi Semiparametrik Spline. *Jurnal Sains Dan Seni Its*, 6 (1) : D101-D107 , ISSN: 2337-3520
- Kartina, N., Wibowo, B.P., Rumanti, I.A. dan Satoto. 2017. Korelasi Hasil Gabah dan Komponen Hasil Padi Hibrida. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 1(1) : 11-20.
- Nassar, R., dan Huehn, M. 1987. Studies on Estimation of Phenotypic Stability : Test of Significance for Non-parametric Measures of Phenotypic Stability. *Biometrics* 43: 45-53.
- Pour-Abaoughadareh, A., Yousefian, M., Moradkhani, H., Poczai, P. dan Siddique, K. H. M. 2019. Stabilitysoft : A new online program to calculate parametric and non parametric stability statistics for crop traits. *Applications in plant sciences*, 7 (1) : e1211. Doi : 10.1002/aps.3.1211
- Prabowo, H., Djoar, D. W. dan Pardjanto. 2014. Korelasi Sifat-Sifat Agronomi dengan Hasil dan Kandungan Antosianin Padi Beras Merah. *Jurnal Agrosains* 16(2): 49-54; ISSN: 1411-5786
- Ruminta. 2016. Analisis penurunan produksi tanaman padi akibat perubahan iklim di Kabupaten Bandung Jawa Barat. *Jurnal Kultivasi*, 15(1) : 37-45.
- Solichatun., Anggarwulan, E. dan Mudyantini, W. 2005. Pengaruh Ketersediaan Air terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Bahan Aktif Samponin Tanaman Ginseng Jawa (*Talinum paniculatum Gaertn.*) Biofarmasi, 3 (2): 47-51.
- Susilawati, Wardah, dan Irmasari. 2016. Pengaruh Berbagai Intensitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan Semai Cempaka (*Michelia champaca* L.) Di Persemaian. *J. ForestSains* 14 (1) : 59 - 66.
- Syukur, M., Sujiprihati, S. dan Yunianti, R. 2015. *Teknik Pemuliaan Tanaman* Edisi Revisi. Jakarta : Penebar Swadaya, 2015. Iv + 348 hlm
- Shukla, G. K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. *Heredity* 29: 237-245.
- Sution., Sugiarti, T., Hartono., dan Lehar, L. 2019. Pengaruh Dua Musim Tanam Berbeda dan Beberapa varietas Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Padi Gogo. *Jurnal Agriekstensia* 18 (1) : 24-31.
- Thennarasu, K. 1995. On certain non-parametric procedures for studying genotype-environment interactions and yield stability. PhD thesis, PJ School, IARI, New Delhi, India.
- Wricke, G. 1962. Übereine Methode zur Erfassung der ökologischen Streubreite in Feldversuchen. *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung* 47: 92-96.

PENGARUH PUPUK HARA MIKRO DAN UKURAN UMBI BIBIT TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI KENTANG (SOLANUM TUBEROSUM L.)

Chatya Novtri Anisa^{1*}, Agus Karyanto^{2*}, Agustiansyah², Paul Benyamin Timotiwu², dan Darwin Habinsaran Pangaribuan²

¹Mahasiswa Program Magister Agronomi (Universitas Lampung)

²Dosen Jurusan Agronomi dan Hortikultura (Univeritas Lampung)

*Korespondensi: chatyanovtrianisa@gmail.com / karyanto.agus20@gmail.com

ABSTRACT

The potato is a food source that has a potential to support food security. However, potato productivity is still low due to the limited availability of quality potato seed. This research was conducted at the Horticultural Seed Center, Sekincau, West Lampung (December 2019 - March 2020). This study aimed to evaluate the effect of seed size and micronutrients on the growth and yield of potato. The treatments were three sizes of G2 seed (small, medium, and large) and five doses of micro-compound fertilizer (0, 10, 20, 30, and 40 kg ha⁻¹). The experiment was arranged in a strip plot design with seed size as mainplot and micronutrient as subplot, and replicated three times. Data were analyzed using R Studio. The results showed that micro fertilizer at the rate of 40 kg ha⁻¹ produced better growth and yield of potato. This was indicated by the highest value of plant height (71.44 cm), fresh leaf weight (12.67 g), dry leaf weight (3.78 g), and the number of tubers (29 tuber). The combination of micro fertilizer at the rate of 40 kg ha⁻¹ and seed size yielded 0.516 kg/plant (small seed), 0.517 kg/plant (medium seed) and 1,155 kg/plant (large seed).

Key words : micronutrients, potato, seed size, yield.

ABSTRAK

Kentang merupakan sumber makanan yang berpotensi sebagai pendukung ketahanan pangan karena umbi kentang memiliki nilai gizi yang tinggi. Namun nilai produktivitas kentang masih terbilang cukup rendah yang disebabkan oleh salah satu faktor yaitu ketersediaan sumber bibit yang digunakan untuk produksi. Penelitian dilakukan di lahan Balai Benih Induk Hortikultura, Sekincau, Lampung Barat (Desember 2019 - Maret 2020). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pertumbuhan dan produksi umbi kentang kultivar Granola G2 terhadap tiga ukuran bobot umbi dan pemberian pupuk mikro majemuk menggunakan rancangan strip plot tiga kali ulangan. Faktor satu yaitu ukuran umbi berdasarkan bobot terdiri dari tiga kelompok umbi (besar, sedang, dan kecil). Faktor dua yaitu pupuk mikro majemuk terdiri dari lima dosis (0, 10, 20, 30, dan 40 kg ha⁻¹). Penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan terbaik ditunjukkan perlakuan pupuk mikro 40 kg ha⁻¹, hal ini ditunjukkan berdasarkan pengamatan tinggi tanaman (71.44 cm), bobot basah daun (12.67 g), bobot kering daun (3.78 g), jumlah umbi (29 umbi), bobot umbi berdasarkan kelompok kecil (0.516 kg/tanaman), sedang (0.517 kg/tanaman), dan besar (1.155 kg/tanaman).

Kata Kunci: kentang, pupuk mikro, ukuran umbi, produksi.

PENDAHULUAN

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) memiliki potensi sebagai pendukung ketahanan pangan karena memiliki kandungan gizi seperti karbohidrat, protein, vitamin, mineral, dan antioksidan yang tinggi. Pada tahun 2018 Indonesia memiliki nilai produktivitas kentang sebesar 18,71 ton ha⁻¹ dari potensi produksi kentang granola antara 35-50 ton ha⁻¹. Nilai produktivitas di provinsi Lampung masih tergolong rendah yaitu 10,70 ton ha⁻¹ (BPS, 2018). Rendahnya produktivitas kentang di Indonesia yaitu sumber bibit yang digunakan untuk pertumbuhan dan produksi yang kurang optimal.

Direktorat Perbenihan Hortikultura (2007) mengelompokkan lima kelas sistem perbenihan kentang. G0, G1, G2, dan G3 termasuk benih sumber sedangkan, G4 termasuk benih sebar. Namun demikian, petani belum banyak memahami adanya pengelasan benih tersebut.

Sebagian besar petani masih belum memerhatikan mutu bibit yang akan dibudidayakan karena umumnya sebagian besar petani menggunakan bibit dari hasil seleksi sendiri karena merasa jika menggunakan bibit yang bermutu dan bersertifikat memerlukan biaya tambahan untuk pengadaannya. Di lain pihak, keterkaitan sumber bibit dan budidaya sangat erat karena sumber bibit akan memengaruhi produksi tanaman.

Upaya yang dapat dilakukan untuk mencapai nilai produktivitas kentang yang lebih tinggi selain selain sumber bibit adalah pemupukan.

Pemupukan merupakan pemberian nutrisi ke dalam tanah dan/atau tanaman untuk memenuhi kebutuhan hara tanaman. Pemberian nutrisi tersebut dikelompokkan menjadi dua (hara makro dan hara mikro). Unsur hara makro umumnya sering digunakan, akan tetapi tidak dengan unsur mikro. Padahal, unsur hara mikro dibutuhkan oleh tanaman walaupun tidak banyak tetapi, harus tetap ada. Hara makro yang digunakan pada penelitian ini N, P, dan K. Naumann et al. (2020) menjelaskan bahwa N dalam bentuk amonium dan nitrat pada tanaman akan mempengaruhi fisiologis. Koch et al. (2019) menyatakan P yang diberikan ke kentang akan mempengaruhi kandungan amilosa yang berperan sebagai penunjang viskositas pada pati sehingga akan mempengaruhi ukuran umbi sedangkan K, berperan penting pada kualitas umbi sebagai osmotik aktif sehingga mampu meningkatkan turgor sel.

Pada penelitian ini menggunakan hara mikro majemuk Fe, Mn, Zn, B, Cu, Mo dengan cara disemprotkan ke permukaan daun. Menurut Singh dan Khusbo (2018) aplikasi pupuk mikro disemprotkan ke daun merupakan bagian manajemen strategi untuk mengefesiensikan mampu meningkatkan serapan hara makro esensial yang akan menunjang proses pengisian umbi sehingga hasil menjadi meningkat. Hal ini didukung Noaema dan Barbara (2018) menyatakan, pemupukan yang dilakukan secara disemprot memiliki kelebihan dibandingkan dengan aplikasi tanah karena pupuk mikro yang digunakan dalam jumlah sedikit selain itu secara disemprot memiliki nilai 6-20 kali lebih efisien. Tingginya nilai efisien tersebut sangat memengaruhi laju fotosintesis dan transpirasi dalam kondisi lapangan, yang juga akan mempengaruhi produktivitas umbi.

Chatterjee et al., (2006) Fe berperan penting terhadap proses fotosintesis, jika konsentrasi Fe kurang atau berlebih maka akan menghambat proses fotosintesis, seperti akan mempengaruhi pengurangan biomassa kentang jika kurang dan menyebabkan gangguan metabolisme protein jika berlebih. Singh dan Singh (2019) pupuk mikro majemuk akan meningkatkan produktivitas kentang seperti Mangan (Mn) sebagai penggerak banyak reaksi enzimatik. Mangan akan mengaktifkan dekarboksilase dan dehidrogenase dan konstituen kompleks PSII-protein, SOD dan fosfatase yang berperan penting dalam fotosintesis. Seng (Zn) merupakan hara mikro yang berperan penting sebagai kofaktor 300 enzim yang terlibat pada metabolisme sel, hal ini berperan penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Boron (B) berperan penting terhadap perkembangan sel kemudian, Tembaga (Cu) berperan sebagai fungisida yang mampu

mengendalikan penyakit busuk daun pada kentang sehingga akan meningkatkan peran daun sebagai organ penting dan Molibdenum (Mo) berperan untuk translokasi Fe dari bagian bawah ke bagian atas tanaman. Pemberian hara makro dan mikro ditujukan agar nutrisi yang dibutuhkan tanaman cukup. Birch *et al.* (2012) menyatakan, upaya dalam peningkatkan produktivitas sangat diperlukan karena beberapa tahun ke depan tanaman ini akan menjadi tanaman terpenting di dua puluh tahun ke depan.

METODE

Penelitian dilaksanakan di lahan Balai Benih Induk Hortikultura (BBIH), Sekincau, Lampung Barat (Desember 2019 - Maret 2020). Percobaan dilakukan dengan rancangan strip plot tiga kali ulangan. Faktor pertama, pemupukan dengan menggunakan pupuk mikro terdiri dari dosis 0, 10, 20, 30, dan 40 kg ha⁻¹. Faktor kedua, kelompok ukuran umbi berdasarkan bobot yang terdiri dari umbi besar (16.03 g), sedang (10.11g), dan kecil (8.06 g). Homogenitas ragam diuji dengan uji Bartlett selanjutnya diuji dengan uji Tukey. Apabila asumsi terpenuhi, data dianalisis dengan sidik ragam Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) 5%. Analisis data ini menggunakan software R studio. Pemberian pupuk kandang ayam dilakukan saat persiapan lahan yaitu saat satu minggu sebelum dilakukan penanaman. Pupuk dasar NPK Mutiara 300 kg ha⁻¹ diberikan di hari yang sama saat penanaman kentang. Bahan tanam yang digunakan yaitu kentang kultivar Granola G2 sesuai dengan kelompok kelas masing-masing. Umbi ditanam dengan jarak dalam baris 30 cm dengan antar baris 60 cm dan pupuk mikro majemuk yang memiliki kandungan Fe 7.50%, Mn 1.50%, Zn 1.65%, Cu 1.65%, B 1.00%, dan Mo 0.25%.

Pemberian pupuk mikro majemuk dilakukan setelah tanaman berumur 4 minggu. Pupuk mikro berbentuk serbuk, setiap dosis pupuk mikro dilarutkan dengan aquades sebanyak 1 L dan ditambahkan surfaktan 1 ml, kemudian pupuk diaplikasikan ke tanaman dengan cara disemprotkan ke permukaan daun. Kemudian, pemeliharaan tanaman yang dilakukan meliputi pembumbunan tanaman. Pengendalian organisme pengganggu tanaman juga dilakukan secara manual, dan penyemprotan herbisida. Pemanenan dilakukan setelah 3 bulan tanam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan dilakukan terhadap beberapa variabel yaitu tinggi tanaman, bobot basah daun, bobot kering daun, jumlah umbi dan bobot umbi tanaman.

Tabel 1. Pengaruh pemberian pupuk hara mikro dan ukuran umbi terhadap tinggi tanaman, bobot basah daun, bobot kering daun, dan jumlah umbi

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	Bobot Basah Daun (g)	Bobot Kering daun(g)	Jumlah Umbi (umbi)
Dosis Pupuk Mikro (kg ha⁻¹)				
0	60.78 c	6.89 c	2.22 b	16 d
10	63.44 bc	6.89 c	2.55 b	17 cd
20	63.78 bc	8.67 bc	3.33 a	19 c
30	66.11 b	10.56 ab	3.33 a	23 b
40	71.44 a	12.67 a	3.78 a	29 a
BNT 5%	0.92	2.73	0.66	2.9
Ukuran Umbi				
Kecil	62.00 c	7.80 b	2.73 b	19 c
Sedang	65.86 b	8.46 b	2.80 b	21 b
Besar	67.46 a	11.13 a	3.60 a	23 a
BNT 5%	3.91	1.85	0.6	1.56

Tabel 1 menunjukkan, pupuk mikro majemuk dan ukuran umbi nyata berpengaruh di variabel pengamatan tinggi tanaman, bobot basah daun, bobot kering daun, dan jumlah umbi. Berdasarkan uji BNT 5% menunjukkan bahwa dosis pupuk mikro majemuk 40 kg ha⁻¹ merupakan perlakuan dengan nilai rata-rata tertinggi pada seluruh variabel pengamatan sedangkan, pada kelompok ukuran umbi ditunjukkan pada ukuran umbi besar yang memiliki nilai rata-rata tertinggi dibanding perlakuan lainnya.

Tabel 2. Pengaruh pemberian pupuk hara mikro dan ukuran umbi terhadap bobot umbi

Dosis Pupuk Mikro (kg)	Ukuran umbi	Bobot Umbi (kg)
0	Kecil	0.200 f
10		0.299 ef
20		0.419 cde
30		0.475 cd
40		0.516 c
0	Sedang	0.265 ef
10		0.265 ef
20		0.320 def
30		0.393 cde
40		0.517 c
0	Besar	0.492 c
10		0.542 bc
20		0.513 c
30		0.689 b
40		1.155 a
BNT 5% pupuk mikro		157.56
BNT 5% ukuran umbi		41.43
BNT 5% pupuk mikro x ukuran umbi		165.21

Tabel 2 menjelaskan bahwa pada variabel bobot umbi menunjukkan adanya interaksi antara perlakuan pupuk mikro dan ukuran umbi pada variabel bobot umbi. Perlakuan dosis 40 kg ha⁻¹ dan kelompok ukuran umbi besar merupakan perlakuan yang paling baik karena menghasilkan bobot umbi tertinggi pertanaman.

Pemberian unsur hara mikro 40 kg ha⁻¹ menunjukkan pengaruh nyata lebih tinggi terhadap tanaman ketang pada fase pertumbuhan. Pupuk mikro sangat dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang sangat kecil, tetapi sangat efektif untuk membantu pertumbuhan tanaman (Kumar et al., 2017). Tripathi et al. (2015) menambahkan bahwa hara mikro memberikan peranan penting terhadap metabolisme pertumbuhan tanaman, pertumbuhan reproduksi, sintesis klorofil, produksi karbohidrat, pengembangan buah dan benih. Penelitian Kamil et al. (2014) juga menyatakan bahwa pemberian pupuk mikro majemuk Zn, Mn, Fe, dan Cu dapat meningkatkan semua komponen yang menunjang hasil produksi. Namun, jika pemberian pupuk mikro tidak terpenuhi maka pertumbuhan tidak maksimal yang menjadikan produk tanaman menjadi abnormal. Pemberian pupuk mikro yang mengandung boron digunakan untuk mengoptimalkan pemanfaatan kalsium sehingga dibutuhkan dalam jumlah besar, kekurangan tembaga jarang terlihat namun tetap dibutuhkan untuk mengatur pertumbuhan, mangan dan seng berkaitan dengan produktivitas karena akan memengaruhi metabolisme dan pembentukan pati sedangkan molibdenum berperan aktif dalam translokasi Fe dari bagian bawah ke bagian atas tanaman (Yara, 2021).

Pada penelitian ini, pupuk mikro berpengaruh nyata dalam meningkatkan tinggi tanaman. Berdasarkan penelitian Jafari-Jood et al. (2013) pemberian pupuk mikro memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Tinggi tanaman akan mencerminkan pertumbuhan tanaman, menurut Iqbal et al. (2017) adanya pengaruh terhadap peningkatan tinggi tanaman yang akan mencerminkan pertumbuhan tanaman yang normal, hal ini berkaitan dengan adanya peningkatan metabolisme yang akan memenuhi nutrisi tanaman.

Pada variabel pengamatan bobot basah daun dan bobot kering daun menunjukkan bahwa pemberian pupuk mikro majemuk 40 kg ha^{-1} menunjukkan hasil tertinggi dibanding perlakuan lainnya. Daun merupakan suatu organ yang penting bagi tanaman, salah satu faktor yang memengaruhi tingginya nilai bobot daun yaitu banyaknya jumlah daun. Hal ini akan memengaruhi nilai fotosintat. Fotosintat berfungsi sebagai sumber energi sejak masa pertumbuhan tanaman sedangkan, pada bobot kering daun menunjukkan indikator kemampuan tanaman dalam menghasilkan asimilat. Pada umbi-umbian, hasil dari fotosintat akan disimpan sebagian dalam umbi. Suminarti (2010). Hal ini didukung penelitian Wulandari et al. (2014) laju fotosintesis yang berlangsung dengan baik maka akan menghasilkan biomassa yang banyak sehingga, akar, daun, dan batang yang dihasilkan juga semakin banyak.

Pada pengamatan bobot umbi yang disertai dengan adanya peningkatan jumlah umbi menunjukkan bahwa adanya peningkatan signifikan dari dosis perlakuan kontrol 0 sampai dengan 40 kg ha^{-1} pupuk mikro majemuk. Hal ini didukung Bari et al. (2010) bahwa pemberian pupuk mikro pada tanaman kentang merupakan cara terbaik untuk meningkatkan produksi. Umbi kentang adalah organ penyimpanan non-fotosintetik dan oleh karena itu pertumbuhan dan perkembangannya tergantung terutama pada efisiensi fotosintesis dan pasokan karbon dari daun sehingga, bobot umbi sangat dipengaruhi dengan adanya aktivitas dari daun. Selain itu, menurut Wulandari et al. (2014), fase vegetatif sangat mempengaruhi produksi. Apabila pertumbuhan berlangsung baik maka umbi yang dihasilkan juga akan menghasilkan ukuran umbi yang lebih besar.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pupuk hara mikro majemuk berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, bobot basah daun, bobot kering daun, jumlah umbi, dan bobot umbi per tanaman.
2. Ukuran umbi berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, bobot basah daun, bobot kering daun, jumlah umbi, dan bobot umbi per tanaman.
3. Kombinasi ukuran umbi dan pemberian pupuk mikro berpengaruh terhadap produksi pada variabel bobot umbi per tanaman perlakuan umbi besar dan pupuk mikro 40 kg ha^{-1} .

SARAN DAN UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kami ucapan kepada pimpinan dan karyawan BBIH Sekincau yang telah memfasilitasi percobaan di lapang.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik (BPS). 2018. *Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-buahan Semusim Indonesia*. Badan Pusat Statistika. Jakarta. Hlm. 27.
- Bari,M.S., Rabbani, M.G., Rahman.M., Islam, M.J., dan Hoque, A.T.M.R. 2001. Effect of Zinc, Boron, Sulphur and Magnesium on The Growth and Yield of Potato. *Pakistan Journal of Biological Science*. Vol.4 (9): 1090-1093.
- Birch, P. R. J., Bryan, G., Fenton, B., Gilroy, E. M., Hein, I., Jones, J. T., Prashar, A., Taylor, M. A., Torrance, L., & Toth, I. K. 2012. Crops That Feed The World 8: Potato: Are

- The Trends of Increased Global Production Sustainable? In Food Security. Vol. 4(4):477-508.
- Chatterjee. C., Goncal. R., & Dube. B. K. 2006 . Impact of iron stress on biomass, yield, metabolism and quality of potato (*Solanum tuberosum L.*). *Scientia horticulturae*. Vol.108(1):1-6.
- Direktorat Perbenihan Hortikultura. 2007. *Sertifikasi Benih Sayuran*. Direktorat Perbenihan dan Sarana Produksi. Direktorat Jenderal Hortikultura. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Iqbal, M. M.. Murtaza, G.. Mehdi, S. M.. Naz, T.. Farooq, O.. Ali, M.. & Du Laing, G. 2017. Evaluation of Phosphorus and Zinc Interaction Effects on Wheat Grown in Saline-Sodic soil. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*. 54(3):532-537.
- Kamil MM, Jobori AL, Saifedin A, Hadithy AL. 2014. Response of Potato (*Solanum tuberosum*) to Foliar Application of Iron, Manganese, Copper and Zinc. *Intl J Agri Crop Sci*. 7(7):358-363.
- Koch, M.. Naumann, M.. Pawelzik, E.. Gransee, A.. & Thiel, H. 2020. The importance of Nutrient Management for Potato Production Part I: Plant nutrition and yield. *Potato research*. Vol.63(1):97-119.
- Jafari-Jood, S., Amir, H., Jahanfar, D., dan Asad, R. 2013. Effects of Nitrogen Application and Spraying of Boron and Manganese on Growth Traits of Two Potato Cultivars. *International Journal of Biosciences*. Vol. 3(9): 298-303
- Kumar, N., Rajangam, J., Balakrishnan, K., dan Bora, L. 2017. Influence of Foliar Fertilization of Micronutrients on Leaf Micro Nutrient Status of Mandarin Orange (*Citrus reticulata Blanco.*) in Lower Pulney Hills. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*.Vol. 6(5): 516-522.
- Naumann. M.. Koch. M.. Thiel. H.. Gransee. A.. & Pawelzik. E. 2020. The importance of nutrient management for potato production part II: Plant nutrition and tuber quality. *Potato research*. Vol.63(1): 121-137.
- Noaema, A.H., dan Barbara, S. 2018. *Using the Spray of Macro and Micronutrients of Fertilizers to Increase the Productivity of Potato Tubers (*Solanum tuberosum l.*)*. Agricultural Mechanization Book: ISSUE 2.
- Singh, N., dan Khushboo, K. 2018. Integrated Application of Micronutrients to Improve Growth, Yield, Quality and Economic Yield in Potato. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*. Vol.7(8): 2930-2935.
- Singh, P., & Singh, K. 2019. Role of Micronutrients in Potato Cultivation. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. SP4:128-130.
- Suminarti, N.E. 2010. Pengaruh Pemupukan N dan K Pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Talas yang Ditanam di Lahan Kering. *Jurnal Akta Agrosia* Vol. 13(1): 1-7.
- Tripathi, D.K., Shweta, S., Swati, S., Sanjay, M., dan Dubey, N.K. 2015. Micronutrients and Their Diverse Role in Agricultural Crops: Advances and Future Prospective. *Acta Physiologiae Plantarum*. Vol.37(7):1-14.
- Wulandari. A. N.. Heddv. S.. & Survanto. A. 2014. Penggunaan Bobot Umbi Bibit pada Peningkatan Hasil Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum L.*) G3 dan G4 varietas Granola. *Jurnal Produksi Tanaman*, 2(1): 65-72.
- YARA. 2021. POTATO NUTRITIONAL SUMMARY. YARA EAST AFRICA. KENYA NAIROBI. [[HTTPS://WWW.YARA.CO.KE/CROP-NUTRITION/POTATO/POTATO-NUTRITIONAL-SUMMARY/](https://www.yara.co.ke/crop-nutrition/potato/potato-nutritional-summary/), DIAKSES PADA 2 JULI 2021].

TINGKAT KINERJA PENYULUH PERIKANAN DI WILAYAH PESISIR KOTA BANDAR LAMPUNG

THE LEVEL OF PERFORMANCE THE FISHERY INSTRUCTOR IN THE COASTAL AREA OF THE CITY BANDAR LAMPUNG

Helvi Yanfika^{1*}, Sumaryo Gitasaputro^{1*}, Dwi Arianti ^{2*}

1),2) Program Studi Magister Penyuluhan dan Komunikasi Pertanian,
Universitas Lampung
*e-mail: dwiarianti0801@gmail.com

Diterima: , Disetujui: , Dipublish:

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui tingkat kinerja penyuluhan perikanan di Kota Bandar Lampung, Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu wawancara, observasi, dan dokumentasi. Responden yang digunakan yaitu penyuluhan perikanan di Kota Bandar Lampung dan nelayan tangkap di wilayah pesisir Kota Bandar Lampung berjumlah 12 orang penyuluhan dan 80 nelayan tangkap. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian dijabarkan secara deskriptif menggunakan nilai modus atau frekuensi jawaban dari kuisioner yang paling banyak muncul. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa tingkat kinerja penyuluhan perikanan di wilayah pesisir Kota Bandar Lampung dalam kategori tinggi. Hal ini didukung oleh kemampuan penyuluhan dalam mempersiapkan kegiatan penyuluhan dan melaksanakan kegiatan serta mengevaluasi dan membuat laporan sudah sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Kata kunci: Kinerja, Penyuluhan Perikanan, Pesisir

Abstract

This study aims to determine the level of performance of fisheries instructors in the city of Bandar Lampung. This study uses a quantitative approach. The data collection techniques used were interviews, observation, and documentation. The respondents used were fisheries extension workers in Bandar Lampung City and catch fishermen in the coastal areas of Bandar Lampung City. The results of the research are described descriptively using the mode value or the frequency of answers from the most frequent questionnaires. The results obtained indicate that the performance level of fisheries instructors in the coastal area of Bandar Lampung City is in the high category. This is supported by the extension's ability to prepare extension activities and carry out activities as well as evaluate and make reports in accordance with applicable regulations.

Keywords: Coastal, Performance, Fisheries Extension

PENDAHULUAN

Perikanan merupakan salah satu subsektor pertanian yang beberapa tahun belakangan ini mendapatkan perhatian dari pemerintah. Hal ini karena 60 persen wilayah Indonesia merupakan wilayah pesisir yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan. Sektor perikanan mampu memproduksi ikan dalam jumlah tinggi sepanjang tahun. Salah satu daerah penyumbang produksi perikanan nasional yaitu wilayah pesisir lampung yaitu kota bandar lampung. Kota Bandar Lampung memiliki produksi perikanan tangkap kedua terbesar setelah lampung timur yaitu sebesar 31.320 ton atau 18,7 persen dari produksi total kabupaten / kota di Provinsi Lampung pada tahun 2018 (BPS, 2019). Akan tetapi pada produksi perikanan tidak terlepas dari adanya dukungan pemerintah dalam penyedia tenaga ahli (penyuluhan) dalam bidang perikanan.

Penyuluhan merupakan proses pembelajaran bagi pelaku utama serta pelaku usaha agar mau dan mampu menolong dan mengorganisasikan dirinya dalam mengakses informasi, pasar, teknologi, permodalan dan sumber daya lainnya sebagai upaya untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi usaha, pendapatan dan kesejahteraannya serta meningkatkan kesadaran dalam pelestarian fungsi lingkungan hidup (Undang-undang Nomor 16 Tahun 2006). Hal ini termasuk dalam kegiatan penyuluhan perikanan. Perikanan merupakan salah satu subsektor pertanian yang mendapatkan perhatian penting dari Pemerintah karena 60 persen wilayah Indonesia merupakan wilayah lautan.

Berdasarkan definisi diatas, kegiatan penyuluhan perikanan merupakan kegiatan yang mampu memberdayakan nelayan agar bisa melaksanakan kegiatan usahanya dan pada akhirnya nelayan lebih sejahtera. Maka dari itu, dalam pembangunan, kegiatan penyuluhan berperan menjadi jembatan penghubung antara perkembangan dan kemajuan teknologi di bidang perikanan dengan praktik perikanan yang dijalankan oleh nelayan. Teknologi yang terus berkembang harus mampu diikuti oleh nelayan agar tidak tertinggal dan melaksanakan kegiatan penangkapan yang selalu terbaru. Apabila nelayan tidak mampu mengikuti, maka nelayan tidak berkembang dan akhirnya tidak terjadi peningkatan kesejahteraan sehingga nelayan harus mendapatkan penyuluhan perikanan yang baik dan berkualitas.

Pelaksanaan kegiatan penyuluhan perikanan tidak terlepas dari adanya dukungan pemerintah dalam penyediaan tenaga penyuluhan. Hal utama yang dibutuhkan agar dapat menggerakkan penyuluhan yang efektif dan efisien adalah ketersediaannya tenaga-tenaga penyuluhan yang profesional. Kinerja penyuluhan merupakan kriteria penilaian atas keseluruhan kegiatan kerja yang telah dilakukan untuk kemudian dibandingkan dengan kesesuaian target yang ingin dicapai melalui indikator-indikator yang telah ditetapkan.

Kinerja para penyuluhan lapang pertanian yang tercantum dalam Peraturan Menteri Pertanian Nomor. 91/Permentan/OT.140/9/2013 dapat dinilai melalui tiga indikator utama antara lain, persiapan kegiatan penyuluhan, pelaksanaan penyuluhan dan evaluasi penyuluhan. Ketiga indikator tersebut dinilai mampu memberi gambaran mengenai kinerja penyuluhan dan memberi masukan mengenai poin-poin yang menjadi kelemahan penyuluhan pertanian. Kinerja penyuluhan pada umumnya berhubungan dengan karakteristiknya, kompetensi dan motivasi yang dimilikinya. Berdasarkan uraian diatas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana tingkat kinerja penyuluhan perikanan di wilayah pesisir Kota Bandar Lampung.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Kota Bandar Lampung Provinsi Lampung. Pemilihan lokasi dilakukan secara sengaja dengan pertimbangan Kota Bandar Lampung merupakan lokasi dengan jumlah industri pengolah ikan terbesar di Provinsi Lampung. Penentuan sampel penyuluhan perikanan ini dilakukan dengan metode sengaja. Jumlah responden

terdapat 12 orang penyuluhan dan 80 nelayan yang dijadikan sampel penelitian. Waktu pengambilan data penelitian dilakukan pada bulan Februari 2020.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif kuantitatif. variabel yang digunakan dalam peneltiain ini yaitu karakteristik penyuluhan dan kinerja penyuluhan (Permentan 2013). Indikator dalam penelitian diukur dengan menggunakan skala likert yaitu berupa kuesioner yang berisikan pertanyaan dengan lima tingkat alternatif jawaban. Tingkat kinerja penyuluhan perikanan dinilai berdasarkan pendapat dari penyuluhan dan nelayan tangkap yang menjadi binaan dari penyuluhan. Metode analisis data yang digunakan berfungsi mendeskripsikan variabel-variabel yang diteliti dan memberikan interpretasi sesuai tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

Analisis deskriptif digunakan untuk mengetahui kinerja penyuluhan perikanan yang diukur menggunakan rumus interval (I). Menurut Djarwanto (1996) rumus interval (I) adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{\Sigma \text{skor tertinggi} - \text{skor terendah}}{\Sigma \text{kelas}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Penyuluhan Perikanan

Karakteristik Penyuluhan Perikanan di Kota Bandar Lampung meliputi umur, tingkat pendidikan, jenjang kepegawaian, pendapatan dan jarak ke lokasi binaan. Sebaran nilai dan klasifikasi penyuluhan perikanan disajikan pada Tabel 1.

Umur responden adalah umur responden dari awal kelahiran sampai pada saat penelitian ini dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa umur responden berkisar antara 32–58 tahun, dengan rata-rata umur responden 42 tahun. Tingkatan umur menurut BKKBN (2013) yakni kategori usia muda (0-14 tahun), usia produktif (15-64 tahun), dan usia lanjut (+65 tahun). Hal ini menunjukkan bahwa nelayan dalam kategori berumur produktif. Umur responden tersebut menunjukkan bahwa responden sudah matang dalam merencanakan dan melaksanakan kegiatan penyuluhan, dan melaksanakan kegiatan penyuluhan, karena semakin tua umur penyuluhan maka akan semakin baik tingkat kreativitasnya dalam merencanakan program penyuluhan dan lebih mudah membangun komunikasi dengan sasaran penyuluhan. Produktif tidaknya bekerja dan banyak tidaknya pengalaman seseorang, dapat dilihat dari umurnya. Semakin tua umur responden maka dimungkinkan semakin banyak pengalamannya dan semakin puas dengan apa yang didapat.

Tingkat pendidikan formal penyuluhan perikanan akan menunjukkan perbedaan tingkat pengetahuan, sikap dan keterampilan penyuluhan dalam melaksanakan tugas, sehingga yang berpendidikan lebih tinggi mampu berpikir lebih abstrak dan memiliki wawasan lebih luas. Pendidikan akan berpengaruh pada tingkat adaptasi dan mempunyai pilihan yang lebih luas dalam kehidupannya, termasuk dalam melaksanakan penyuluhan. Berdasarkan hasil penelitian, tingkat pendidikan formal penyuluhan perikanan di Kota Bandar Lampung terdiri dari SMK, Diploma (D3), Sarjana (S1), Magister (S2) dan Doktor (S3). Tabel 1 menunjukkan bahwa 75 persen tingkat pendidikan formal penyuluhan perikanan di Kota Bandar Lampung adalah Sarjana yang termasuk dalam klasifikasi cukup tinggi. Selain pendidikan formal, pendidikan bagi PPL diperoleh melalui pendidikan non formal seperti pelatihan, magang, workshop dan lain sebagainya. Menurut Listiana (2018) jenjang pendidikan yang lebih tinggi umumnya akan lebih cepat menyerap dan menguasai serta menerapkan setiap informasi yang disampaikan.

Jenjang kepegawaian adalah posisi penyuluhan pada pekerjaannya yang dinilai dari awal bekerja sebagai penyuluhan hingga diadakan penelitian. Masa kerja penyuluhan sebagai salah satu faktor penting karena semakin lama masa kerja, maka penyuluhan akan semakin menguasai bidang pekerjaannya yang menjadi tanggungjawabnya. Berdasarkan hasil

penelitian, jenjang kepegawaian penyuluh perikanan di Kota Bandar Lampung terdiri dari swadaya hingga PNS Golongan IVa. Tabel 20 menunjukkan bahwa 75 persen berstatus PNS dari golongan IIIa – IVa dengan klasifikasi cukup tinggi.

Tabel 1. Sebaran nilai dan klasifikasi karakteristik Penyuluh Perikanan di Kota Bandar Lampung

No	Karakteristik (X1)	Jumlah Responden	Persentase (%)	Rata-rata	Klasifikasi
1	Umur (tahun) (X1.1)			41,3	Produktif
	32 - 37,2	2	25		
	37,3 - 42,4	2	25		
	42,5 - 47,6	2	25		
	47,7 - 52,8	1	12,5		
	52,9 - 58	1	12,5		
2	Tingkat pendidikan (X1.2)			S1	Cukup Tinggi
	SMK	0			
	D3	1	12,5		
	Sarjana	6	75		
	Magister	1	12,5		
	Doctor	0			
3	Jenjang Kepegawaian (X1.3)			IIIb	Cukup Tinggi
	Swadaya	0	0		
	THL	2	25		
	PNS Gol < IIIA	2	25		
	PNS Gol III A - III D	2	25		
	PNS Gol ≥ IVa	2	25		
4	Pendapatan (Bulan) (X1.4)			4000000	Tinggi
	2500000 - 3000000	2	25		
	> 3000000 - 3500000	0	0		
	> 3500000 - 4000000	1	12,5		
	> 4000000 - 4500000	3	37,5		
	> 4500000 - 5000000	2	25		
5.	Jarak yang ditempuh ke wilayah binaan (km) (X1.5)			20,2	Sangat Jauh
	5 - 8,4	3	37,5		
	8,5 - 11,8	1	12,5		
	11,9 - 15,2	1	12,5		
	15,3 - 18,6	1	12,5		
	18,7 - 22	2	25		

Sumber : Data primer, hasil olahan penelitian, 2020.

Pendapatan adalah Jumlah uang yang diterima setelah dikurangi pengeluaran. Tingkat pendapatan penyuluh perikanan dalam waktu satu bulan terakhir yang diukur dalam rupiah. Pendapatan dinilai mampu membuat penyuluh perikanan lebih giat dalam bekerja karena akan memudahkan dan meringkan penyuluh melakukan kunjungan ke lapangan atau wilayah binaan. Berdasarkan hasil penelitian, pendapatan penyuluh perikanan di Kota Bandar Lampung berkisar antara 250000 – 5000000 rupiah. Pada tabel 20 menunjukkan 75 persen penyuluh perikanan berpendapatan kurang dari 4500000 dengan kategori tinggi. Menurut Lita (2016) pemberian insentif yang lebih mampu meningkatkan motivasi penyuluh untuk memberikan kinerja yang lebih baik.

Jarak tempat tinggal adalah rentang jarak tempat tinggal seorang penyuluh dengan wilayah nelayan binaan penyuluh perikanan yang diukur dalam satuan Kilometer. Berdasarkan hasil penelitian, jarak yang ditempuh penyuluh perikanan di Kota Bandar Lampung terdiri dari 5 – 22 Km dengan rata-rata jarak yang ditempuh sekitar 20,2 Km.

Pada tabel 15 menunjukkan bahwa 75 % jarak yang ditempuh penyuluhan perikanan menuju lokasi binaan yaitu kurang dari 20 Km yang termasuk dalam klasifikasi jauh. Lita dan Zaidy (2016) yang menyatakan bahwa jarak tempat tinggal (keterjangkauan) tidak memberikan pengaruh terhadap kinerja penyuluhan. Demikian, tidak ada jaminan bahwa hadirnya seorang penyuluhan yang bertempat tinggal dengan penerima manfaatnya maka kinerjanya akan semakin baik.

Kinerja Penyuluhan Perikanan

Kinerja Penyuluhan Perikanan dalam melaksanakan tugas pokoknya merupakan sekumpulan dari penilaian tingkat kinerja dalam melaksanakan persiapan penyuluhan, pelaksanaan, dan evaluasi dan pelaporan penyuluhan perikanan sebagai tugas pokok sebagai penyuluhan pertanian. Kinerja penyuluhan perikanan di Kota Bandar Lampung diukur dengan menggunakan tiga indikator yaitu persiapan penyuluhan perikanan, pelaksanaan penyuluhan perikanan dan evaluasi dan pelaporan penyuluhan perikanan. Kinerja penyuluhan perikanan dinilai berdasarkan pendapat dua kelompok responden yaitu penyuluhan perikanan dan nelayan tangkap. Berikut ini hasil adalah distribusi hasil tingkat kinerja penyuluhan perikanan di Kota Bandar Lampung.

Tabel 2. Tingkat kinerja penyuluhan perikanan di Kota Bandar Lampung

No.	Indikator Kinerja Pendamping PKH	Modus	Klasifikasi
1	Persiapan Penyuluhan Perikanan	5	Sangat Tinggi
2	Pelaksanaan Penyuluhan Perikanan	4	Tinggi
3	Pelaporan dan Evaluasi Penyuluhan	4	Tinggi
	Modus	4	Tinggi

Sumber : Data primer, hasil olahan penelitian, 2020.

Tabel 2 menunjukkan bahwa penyuluhan perikanan di Kota Bandar Lampung pada persiapan penyuluhan perikanan berada pada klasifikasi sangat tinggi, pada pelaksanaan penyuluhan perikanan, dan pelaporan dan evaluasi penyuluhan perikanan berada pada klasifikasi tinggi. Tabel 2 juga menunjukkan bahwa secara keseluruhan tingkat kinerja penyuluhan perikanan di Kota Bandar Lampung berada pada klasifikasi tinggi. Berikut ini uraian masing-masing indikator tingkat kinerja

Persiapan Penyuluhan Perikanan

Persiapan penyuluhan perikanan adalah tindakan menyiapkan hal-hal yang menunjang proses penyuluhan perikanan. Persiapan penyuluhan perikanan diukur menggunakan empat indikator yaitu membuat data potensi wilayah dan agroekosistem, Memandu (pengawalan & pendampingan) penyusunan RDKK, penyusunan program penyuluhan pertanian desa dan kecamatan, dan membuat Rencana Kerja Tahunan Penyuluhan perikanan (RKTTP).

Tujuan persiapan penyuluhan perikanan yaitu sebagai acuan dalam penyelenggaraan penyuluhan perikanan, sebagai acuan bagi penyuluhan dalam menyusun rencana kerja dan menyiapkan bahan penyusunan perencanaan penyuluhan sebagai landasan pelaksanaan kegiatan penyuluhan. Sebaran tingkat kinerja penyuluhan perikanan dalam persiapan penyuluhan perikanan menurut PPL dan nelayan dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Sebaran tingkat kinerja penyuluhan perikanan pada persiapan penyuluhan perikanan menurut penilaian penyuluhan

No	Sub Indikator	Jumlah Penyuluhan (Orang)					Modus	Klasi-fikasi
		Sangat Tinggi (5)	Tinggi (4)	Sedang (3)	Rendah (2)	Sangat Rendah (1)		
1	Membuat data potensi wilayah dan Agroekosistem	8	0	0	0	0	5	Sangat Tinggi
2	Memandu (Pengawalan & Pendampingan penyusunan RDKK)	8	0	0	0	0	5	Sangat Tinggi
3	Penyusunan program penyuluhan perikanan desa dan kecamatan	8	0	0	0	0	5	Sangat Tinggi
4	Membuat rencana kerja tahunan penyuluhan perikanan (RKTTP)	5	3	0	0	0	5	Sangat Tinggi
		Modus				5	Sangat Tinggi	

Sumber : Data primer, hasil olahan penelitian, 2020.

Tabel 4. Sebaran tingkat kinerja penyuluhan perikanan pada persiapan penyuluhan perikanan menurut penilaian nelayan

No	Sub Indikator	Jumlah Nelayan Tangkap (Orang)					Modus	Klasi-fikasi
		Sangat Tinggi (5)	Tinggi (4)	Sedang (3)	Rendah (2)	Sangat Rendah (1)		
1	Membuat data potensi wilayah dan Agroekosistem	27	38	15	0	0	4	Tinggi
2	Memandu (Pengawalan & Pendampingan penyusunan RDKK)	20	47	13	0	0	4	Tinggi
3	Penyusunan program penyuluhan perikanan desa dan kecamatan	46	17	17	0	0	5	Tinggi
4	Membuat rencana kerja tahunan penyuluhan perikanan (RKTTP)	18	50	12	0	0	4	Tinggi
		Modus					4	Tinggi

Sumber : Data primer, hasil olahan penelitian, 2020.

Terdapat perbedaan penilaian tingkat kinerja penyuluhan perikanan dalam mempersiapkan program penyuluhan perikanan antara penyuluhan perikanan dan nelayan dikarenakan tidak semua nelayan yang termasuk dalam kelompok usaha bersama (KUB) ikut serta dalam mempersiapkan program penyuluhan. Selain itu, koordinasi antara penyuluhan dan nelayan terkadang hanya diterapkan pada ketua kelompok atau sekretaris saja sedangkan pada anggota KUB hanya menerima informasi yang diteruskan dari ketua atau sekertaris KUB. Menurut Penelitian Santi, Nikamtullah dan Prayitno (2016) persiapan penyuluhan pertanian termasuk akan dalam klasifikasi tinggi jika penyuluhan pertanian senantiasa berkoordinasi dengan pengurus kelompok tani untuk mempersiapkan penyuluhan pertanian.

Kinerja penyuluhan dalam mempersiapkan program penyuluhan perikanan meliputi : 1) membuat data potensi wilayah dan agroekosistem; 2) Memandu (pengawalan & pendampingan) penyusunan RDKK; 3) Penyusunan program penyuluhan pertanian desa dan kecamatan; 4) Membuat Rencana Kerja Tahunan Penyuluhan perikanan (RKTTP). Berdasarkan hasil penelitian, mekanisme yang digunakan untuk menggali informasi dalam persiapan penyuluhan perikanan yaitu menggunakan metode pengumpulan data

PRA (*Participatory Rurai Appraisal*). Unsur yang terdapat dalam program telah lengkap dan tahan persiapan penyuluhan perikanan telah dilaksanakan dengan menyeluruh. Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penyuluhan perikanan di Kota Bandar Lampung telah mempersiapkan program penyuluhan perikanan dengan baik dan sesuai prosedur.

Persiapan dari kegiatan penyuluhan telah dilakukan dengan matang oleh setiap penyuluhan. Pada tahap persiapan, pengetahuan penyuluhan sangat dibutuhkan. Pengetahuan penyuluhan umumnya berasal dari pendidikan yang ditempuh. Persiapan penyuluhan termasuk di dalamnya terdapat penyusunan rencana kegiatan penyuluhan harus dikelola sedemikian rupa agar sesuai dengan kebutuhan petani. Pendidikan penyuluhan diketahui beragam dari D3 sampai pendidikan magister (S2) dengan basis utama perikanan. Pendidikan berbasis perikanan sangat membantu penyuluhan karena penyuluhan dapat lebih mengerti unsur pertanian dan cara menyiasati kondisi di Lapangan.

Menurut Reza (2016) menyatakan bahwa perencanaan memiliki peran penting dalam proses pembangunan. Hal yang sama juga terjadi pada penelitian ini sehingga secara keseluruhan indikator perencanaan memiliki skor tinggi. Pada subindikator skor terbesar adalah pada parameter pembuatan data potensi wilayah dan agro ekosistem. Hal ini disebabkan hampir seluruh penyuluhan telah melaksanakan pembuatan data potensi wilayah yang berisi peta wilayah kerja, peta potensi wilayah kerja, monografi wilayah dan rencana kegiatan penyuluhan desa (RKPD). Keadaan di lapangan yaitu penyuluhan menyadari bahwa untuk menyelenggarakan penyuluhan dengan lancar dibutuhkan persiapan yang baik. Persiapan penyuluhan merupakan bagian penting sebelum pelaksanaan penyuluhan diselenggarakanguna mencapai tujuan penyuluhan yaitu perubahan perilaku, keterampilan dan pengetahuan petani (Mursalahuddin, Melisasmi dan Vermila, 2019).

Pelaksanaan Penyuluhan Perikanan

Pelaksanaan Penyuluhan perikanan merupakan tindakan dari beberapa rencana yang sudah disusun secara matang dan terperinci, biasanya dilaksanakan setelah persiapan dan perencanaan sudah dianggap siap. Tujuan dari pelaksanaan penyuluhan perikanan yaitu sebagai bentuk tindakan dari persiapan program penyuluhan yang sebelumnya telah disusun. Pelaksanaan penyuluhan perikanan diukur menggunakan lima indikator yaitu melaksanakan desiminasi/penyebaran materi penyuluhan sesuai kebutuhan nelayan, melaksanakan penerapan metoda penyuluhan pertanian di wilayah binaan, melakukan peningkatan kapasitas nelayan terhadap akses informasi, meningkatkan kelas kelompok, dan menumbuhkan dan mengembangkan kelembagaan ekonomi petani dari aspek jumlah dan kualitas.

Tabel 5. Distribusi tingkat kinerja penyuluhan perikanan pada pelaksanaan penyuluhan perikanan menurut penilaian penyuluhan

No	Sub Indikator	Jumlah Penyuluhan (Orang)					Modus	Klasifikasi
		Sangat Tinggi (5)	Tinggi (4)	Sedang (3)	Rendah (2)	Sangat Rendah (1)		
1	Melaksanakan desiminasi / penyebaran materi penyuluhan	8	0	0	0	0	5	Tinggi
2	Melaksanakan penerapan metoda penyuluhan	3	5	0	0	0	4	Tinggi
3	Melakukan peningkatan kapasitas petani terhadap akses informasi	4	4	0	0	0	4	Tinggi
4	Menumbuhkan & mengembangkan kelembagaan ekonomi nelayan dari aspek jumlah dan kualitas	2	4	2	0	0	4	Tinggi
	Modus						4	Tinggi

Sumber : Data primer, hasil olahan penelitian, 2020.

Tabel 6. Distribusi tingkat kinerja penyuluhan perikanan pada pelaksanaan penyuluhan perikanan menurut penilaian nelayan

No	Sub Indikator	Jumlah nelayan Tangkap (Orang)					Modus	Klasifikasi
		Sangat Tinggi (5)	Tinggi (4)	Sedang (3)	Rendah (2)	Sangat Rendah (1)		
1	Melaksanakan desiminasi / penyebaran materi penyuluhan	43	22	15	0	0	5	Tinggi
2	Melaksanakan penerapan metoda penyuluhan	26	48	15	0	0	4	Tinggi
3	Melakukan peningkatan kapasitas petani terhadap akses informasi	22	41	17	0	0	4	Tinggi
4	Menumbuhkan dan mengembangkan kelembagaan ekonomi nelayan dari aspek jumlah dan kualitas	18	39	23	0	0	4	Tinggi
	Modus						4	Tinggi

Sumber : Data primer, hasil olahan penelitian, 2020.

Berdasarkan Tabel 5, diketahui bahwa secara umum tingkat kinerja penyuluhan perikanan pada pelaksanaan penyuluhan berdasarkan jawaban penyuluhan perikanan memiliki modus 4 dan termasuk dalam klasifikasi tinggi. Hal tersebut diperkuat dengan data penilaian nelayan tangkap terhadap kinerja penyuluhan (Tabel 6) yang juga menyatakan bahwa tingkat kinerja penyuluhan perikanan pada pelaksanaan penyuluhan memiliki modus dan klasifikasi yang sama yaitu 4 dan klasifikasi tinggi.

Persamaan penilaian kinerja penyuluhan perikanan dalam mempersiapkan program penyuluhan perikanan antara penyuluhan perikanan dan nelayan yaitu dalam klasifikasi tinggi berarti penyuluhan sudah melakukan kegiatan penyuluhan sesuai dengan aturan yang direncanakan.

Hasil penelitian di lapaangan, mekanisme yang dilakukan penyuluhan dalam melaksanakan diseminasi informasi mengenai teknologi perikanan bersumber dari media elektronik, media cetak, nelayan perintis, lembaga penelitian, dan instansi terkait. Penerapan metoda penyuluhan perikanan di wilayah binaan biasanya terkait penyebaran informasi secara langsung kepada nelayan dan melalui perwakilan kelompok nelayan menggunakan media cetak dan elektronik, ke perangkat desa dan dari satu nelayan ke nelayan lainnya. Beragamnya metode penyuluhan yang diterapkan membuat nelayan

mampu meningkatkan kompetensinya dengan baik. Menurut Yanfika H, et al (2019) menyatakan efektivitas penyuluhan yang masih rendah disebabkan oleh metode penyuluhan yang terbatas pada metode ceramah, oleh karena itu penting untuk melakukan kegiatan penyuluhan dengan metode yang bervariasi sesuai kebutuhan sasaran dan dapat meningkatkan kompetensi pengolah perikanan tradisional.

Pelaksanaan penyuluhan terkait juga dengan melakukan peningkatan kapasitas nelayan terhadap akses informasi. Berdasarkan hasil peneltian, nelayan secara umum sudah bisa mengakses informasi secara mandiri sehingga nelayan mampu mencari solusi terhadap permasalahan yang berkaitan dengan kegiatan penangkapan ikan. Hal tersebut dikarenakan sebagian besar kegiatan penyuluhan sudah mengimplementasikan *cyber extension* sehingga nelayan terbiasa dengan teknologi yang berkembang melalui internet. Menurut pendapat Gitosaputro dan Listiana (2020) mengatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan informasi petani pada *cyber extension* adalah motivasi petani dalam bertani, faktor lingkungan, dan keberadaan media informasi konvensional. Selain itu, pelaksanaan penyuluhan melakukan pembentukan dan peningkatan kelas kelompok nelayan (KUB). Berdasarkan pendapat dari penyuluhan perikanan, peningkatan kelas nelayan di Kota Bandar Lampung terjadi pada semua wilayah binaan penyuluhan dengan minimal 2 KUB yang mengajukan peningkatan kelas KUB. Peningkatan kelas seluruhnya yaitu pada kelas pemula ke swadaya. Tingginya minat kelompok untuk mengajukan peningkatan kelas yaitu didasari oleh semakin intensifnya aktivitas penyuluhan yang dilakukan penyuluhan perikanan selama beberapa tahun terakhir.

Penilaian terakhir mengenai pelaksanaan penyuluhan perikanan yaitu menumbuhkan dan mengembangkan kelembagaan ekonomi nelayan dari aspek jumlah dan kualitas. Lembaga ekonomi nelayan sangat dibutuhkan nelayan untuk keberlanjutan penangkapan ikan. Berdasarkan hasil penelitian, akses yang sudah terbentuk yaitu dengan lembaga sarana produksi dengan informasi yang disampaikan adalah harga, ketersediaan barang, jenis komoditas dan cara penggunaannya. Selain itu, penyuluhan sudah membentuk / mewujudkan akses antara nelayan dengan lembaga keuangan dan lembaga informasi. Hal ini disebabkan karena banyaknya dukungan dan mudahnya akses dari lembaga keuangan dan penyedia informasi yang tersedia di seluruh wilayah binaan. Apabila para penyuluhan mampu membantu petani dalam meningkatkan pengetahuan, memotivasi petani, memperluas wawasan, serta membantu petani dalam memfasilitasi bantuan sumber daya, maka petani akan terus mencari penyuluhan dan berhubungan dengannya. Hal ini sebaiknya digunakan sebagai suatu kesempatan untuk terus menyampaikan inovasi baru dan juga untuk membimbing petani binaan dengan lebih intensif (Hernanda et al, 2015). Berdasarkan beberapa hal diatas, menunjukkan bahwa penyuluhan telah melaksanakan penyuluhan perikanan dengan baik.

Evaluasi dan Pelaporan Penyuluhan Perikanan

Evaluasi dan pelaporan merupakan salah satu cara untuk menilai apakah suatu kebijakan atau program yang sudah direncanakan atau disiapkan berjalan sesuai rencana atau tidak. Evaluasi dan Pelaporan penyuluhan perikanan diukur menggunakan dua indikator yaitu melakukan evaluasi pelaksanaan penyuluhan pertanian dan membuat laporan pelaksanaan penyuluhan pertanian. Sebaran klasifikasi evaluasi dan pelaporan kegiatan penyuluhan dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Distribusi Tingkat Kinerja penyuluhan perikanan pada evaluasi dan pelaporan penyuluhan perikanan menurut penilaian penyuluhan

No	Sub Indikator	Jumlah Penyuluhan (Orang)					Modus	Klasifikasi
		Sangat Tinggi (5)	Tinggi (4)	Sedang (3)	Rendah (2)	Sangat Rendah (1)		
1	Melakukan evaluasi pelaksanaan penyuluhan perikanan	3	5	0	0	0	4	Tinggi
2	Membuat laporan pelaksanaan penyuluhan pertanian	2	6	0	0	0	4	Tinggi
	Modus						4	Tinggi

Sumber : Data primer, hasil olahan penelitian, 2020.

Tabel 8. Distribusi Tingkat Kinerja penyuluhan perikanan pada evaluasi dan pelaporan penyuluhan perikanan menurut penilaian nelayan

No	Sub Indikator	Jumlah Nelayan (Orang)					Modus	Klasifikasi
		Sangat Tinggi (5)	Tinggi (4)	Sedang (3)	Rendah (2)	Sangat Rendah (1)		
1	Melakukan evaluasi pelaksanaan penyuluhan perikanan	13	47	20	0	0	4	Tinggi
2	Membuat laporan pelaksanaan penyuluhan pertanian	13	36	22	9	0	4	Tinggi
	Modus						4	Tinggi

Sumber : Data primer, hasil olahan penelitian, 2020.

Tabel 7 menunjukkan bahwa secara umum tingkat kinerja penyuluhan perikanan pada evaluasi dan pelaporan memiliki modus 4 dan diklasifikasikan menjadi tinggi. Tingkat kinerja penyuluhan perikanan pada evaluasi dan pelaporan juga diukur berdasarkan pendapat dari nelayan tangkap yang menyatakan bahwa tingkat kinerja penyuluhan perikanan pada evaluasi dan pelaporan memiliki modus 4 dan diklasifikasikan menjadi tinggi.

Evaluasi merupakan kegiatan yang tidak terpisahkan dalam proses penyuluhan, evaluasi penyuluhan sangat penting untuk mengukur/menilai sejauh mana tingkat keberhasilan kegiatan penyuluhan yang telah dilaksanakan (Mursalahuddin, Melissasmi dan Vermila, 2019). .Evaluasi dapat terkait dengan analisis masalah yang berkaitan dengan lingkungan program atau kondisi obyektif yang akan dilaksanakan. Dalam proses evaluasi, ada beberapa aspek yang perlu diperhatikan seperti apakah ada perubahan pengetahuan, perilaku dan sikap petani, bagaimana sarana dan prasarana yang tersedia, sudah tepatkah metode penyuluhan yang digunakan dan lain sebagainya. Selain itu, kegiatan evaluasi harus menyertakan seluruh anggota kelompok tani yang bisa dilakukan setiap bulan (Santi, Nikmatullah,Prayitno, 2016).

Berdasarkan hasil penelitian di lapangan menunjukkan skor yang tergolong tinggi. Pengevaluasian dan pelaporan kegiatan penyuluhan telah dilakukan secara rutin beberapa kali dalam setahun. Hal ini sudah memenuhi syarat evaluasi adalah dilakukan secara berkala dan secara berkelanjutan. Hasil yang diperoleh dari evaluasi dan pelaporan akan berguna bagi penyuluhan dan instansi terkait dalam menentukan apakah program dapat diteruskan, dimodifikasi atau diberhentikan. Akan tetapi, seperti pada tahap persiapan penyuluhan hal yang sama juga terjadi dimana tidak semua nelayan mengikuti kegiatan pelaporan dan evaluasi penyuluhan. Hal ini diakibatkan beberapa nelayan memiliki kesibukan lain atau masih dalam keadaan di laut ketika ada kegiatan evaluasi dan pelaporan penyuluhan sehingga informasi mengenai evaluasi dan pelaporan mereka

dapatkan melalui informasi yang diteruskan oleh ketua dan sekretaris pada masing-masing KUB

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa tingkat kinerja penyuluhan perikanan di wilayah pesisir Kota Bandar Lampung dalam kategori tinggi. Hal ini didukung oleh kemampuan penyuluhan dalam mempersiapkan kegiatan penyuluhan dan melaksanakan kegiatan serta mengevaluasi dan membuat laporan sudah sesuai dengan peraturan yang berlaku.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Propinsi Lampung. 2019. Produksi Perikanan Tangkap Propinsi Lampung 2018. <http://lampung.bps.go.id/> [05 September 2019].
- BKKBN. 2013. Pemantauan Pasangan Usia Subur Melalui Mini Survei Indonesia. Jakarta: BKKBN.
- Gitosaputro, S dan Listiana, I. 2020. Influenced Factors in Agricultural Sector, Lampung, Indonesia. *Plant Archive* 20(2): 4455-4461.
- Hernanda TAP. 2015. Tingkat Kinerja Penyuluhan Pertanian di Kabupaten Ogan Komering Ulu (OKU) Selatan. *Jurnal Penyuluhan* Vol. 11 (1).
- Listiana, I. 2018. Pengaruh Pemanfaatan Teknologi Informasi terhadap Kapasitas Penyuluhan di Provinsi Lampung. [Disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Lita dan Zaidy. 2016. Kinerja Penyuluhan Perikanan Swadaya di Kabupaten Bogor. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan* 10(3):150–63.
- Musalahuddinm, T., Melisasmi, Vermila, C, WM. 2019. Manejemen Kinerja Penyuluhan Pertanian Dinas Pertanian dan Perikanan Kabupaten Indragiri Hulu. *Jurnal Agri Sains* Vol 3 (1).
- Reza, M. 2016. Proses Perencanaan Program Penyuluhan Pertanian Tingkat Nagari di Kabupaten Lima Puluh Kota. *Jurnal Menara Ilmu* Vo 10(63).
- Santi, Nikamtullah, D dan Prayitno, R.T. 2016. Tingkat Kinerja Penyuluhan Pertanian Tanaman Pangan di BP3K Kecamatan Gadingrejo Kabupaten Pringsewu. *JIAA* Vol 4(3).
- Van den Ban, Hawkins HS. 1999. Penyuluhan Pertanian. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Yanfika, H., dkk. 2019. The Influence Of Extension Activities on The Competencies of Traditional Fisheries Processing In Lampung Province. *JPHPI* Vol 23 (1).

ANALISIS RISIKO DAN EFISIENSI TEKNIS USAHATANI BAWANG MERAH DI KABUPATEN LAMPUNG SELATAN

RISK ANALYSIS AND TECHNICAL EFFICIENCY OF ONION FARMING IN LAMPUNG SELATAN DISTRICT

Fembriarti Erry Prasmatiwi¹, Dyah Aring Hepiana Lestari², Intan Andya Bellapama³

Program Studi Magister Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

Jl. Soemantri Brojonegoro No 1, Bandar Lampung

*E-mail: fembriarti.erry@fp.unila.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko produksi, harga dan pendapatan, efisiensi teknis dan faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi teknis usahatani bawang merah. Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Penengahan dan Kecamatan Ketapang Kabupaten Lampung Selatan. Pemilihan lokasi penelitian dilakukan secara sengaja (purposive) dengan pertimbangan daerah ini merupakan sentra produksi bawang merah di Provinsi Lampung. Responden sampel sebanyak 63 orang dengan total populasi petani bawang merah di lokasi penelitian sebanyak 323 orang. Pengambilan data dilakukan pada bulan Januari-Februari 2021. Analisis yang digunakan untuk menghitung risiko yaitu rumus coef varian (CV), analisis efisiensi teknis menggunakan model persamaan produksi frontier, dan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi teknis menggunakan analisis regresi berganda (OLS). Hasil yang didapatkan bahwa usahatani bawang merah di Kabupaten Lampung Selatan memiliki risiko pendapatan yang tinggi, usahatani yang dilakukan belum efisien secara teknis dengan faktor yang mempengaruhi produksi bawang merah adalah bibit, luas lahan, pupuk kandang, pupuk ZA, pupuk TSP/SP36, pupuk NPK, dan pestisida, serta faktor yang mempengaruhi efisiensi teknis usahatani bawang merah adalah luas lahan, biaya usahatani bawang merah dan perilaku petani terhadap risiko.

Kata kunci : Risiko, Efisiensi Teknis, Bawang Merah.

ABSTRACT

This study aims to analyze the risk of production, price and income, technical efficiency and the factors that affect the technical efficiency of shallot farming. This research was conducted in Penengahan District and Ketapang District, South Lampung Regency. The location of the research was chosen purposively with the consideration that this area is the center of shallot production in Lampung Province. The sample respondents were 63 people with a total population of shallot farmers at the study site as many as 323 people. Data collection was carried out in January-February 2021. The analysis used to calculate the risk is the coefficient of variance (CV) formula, technical efficiency analysis using the frontier production equation model, and to analyze the factors that affect technical efficiency using multiple regression analysis (OLS). The results showed that shallot farming in South Lampung Regency has a high risk of income, the farming carried out is not technically efficient with the factors that affect

the production of shallots are seeds, land area, manure, ZA fertilizer, TSP/SP36 fertilizer, NPK fertilizer, and pesticides, as well as factors that affect the technical efficiency of shallot farming are land area, shallot farming costs and farmer's behavior towards risk.

Keywords: Risk, Technical Efficiency, Onion.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris yang berarti bahwa sektor pertanian memegang peranan penting bagi perekonomian nasional. Subsektor hortikultura menempati urutan kedua setelah tanaman pangan dalam struktur pembentukan Produk Domestik Bruto (PDB) sektor pertanian (Romadona, 2015). Menurut BPS (2017), PDB subsektor hortikultura mencapai Rp196,132 miliar meningkat dengan laju pertumbuhan sebesar 4,66 persen.

Provinsi Lampung merupakan salah satu daerah yang membudidayakan bawang merah. Produktivitas bawang merah di Provinsi Lampung mengalami peningkatan dari tahun 2017-2019 (BPS, 2019). Sentra produksi bawang merah di Provinsi Lampung yaitu Kabupaten Lampung Selatan dengan total luas lahan sebesar 241 ha dan produksi pada tahun 2018 sebesar 2.460,4 ton. Menurut BPS Lampung Selatan (2019) bahwa produksi bawang merah terbesar di Kabupaten Lampung Selatan terletak pada Kecamatan Penengahan dan Kecamatan Ketapang. Produktivitas yang dihasilkan sebesar 10,32 ton/ha dan 10,11 ton/ha. Menurut Balai Penelitian Tanaman Sayuran (2018) produktivitas potensial bawang merah dapat dicapai hingga 23 ton/ha. Artinya bahwa produktivitas bawang merah di Kabupaten Lampung Selatan masih dibawah produktivitas potensialnya, hal tersebut dapat dipengaruhi oleh serangan hama dan penyakit, pengaruh iklim yang tidak menentu, dan alokasi penggunaan faktor produksi usahatani yang belum maksimal, sehingga usahatani yang dilakukan belum efisien.

Harga jual bawang merah menjadi masalah lain selain produktivitas yang masih rendah di Kabupaten Lampung Selatan. Berdasarkan Kementerian (2018) bahwa pada tahun 2018 harga bawang merah berfluktuasi, harga tertinggi pada harga Rp24.750,00/kg dan terendah pada bulan Oktober yaitu Rp13.524,00/kg. Sehingga hal tersebut menjadi salah satu risiko usahatani bawang merah yang harus dihadapin oleh petani. Fluktuasi harga bawang merah dan produktivitas yang rendah akan menyebabkan pendapatan yang didapatkan oleh petani bawang merah akan semakin turun. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis risiko usahatani bawang merah yang terdiri dari risiko produksi, harga, dan pendapatan usahatani bawang merah serta mengetahui tingkat efisiensi teknis dan faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi teknis usahatani bawang merah di Kabupaten Lampung Selatan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Penengahan dan Kecamatan Ketapang Kabupaten Lampung Selatan. Pemilihan lokasi penelitian dilakukan secara sengaja (*purposive*) dengan pertimbangan daerah ini merupakan sentra produksi bawang merah di Provinsi Lampung. Total populasi petani bawang merah di lokasi penelitian sebanyak 323 orang. Penentuan jumlah sampel menggunakan rumus Sugiarto (2003) sehingga didapatkan jumlah petani sampel sebanyak 63 petani. Penentuan sampel petani bawang merah dipilih dengan metode acak sederhana. Pengambilan data dilakukan pada bulan Januari-Februari 2021.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari wawancara langsung dengan responden menggunakan kuesioner. Data sekunder diperoleh dari lembaga-lembaga, instansi terkait, pustaka-

pustaka lain dan internet yang berkaitan dengan tujuan penelitian. Varietas bawang merah yang digunakan adalah varietas Bima Brebes.

Penelitian ini menghitung pendapatan usahatani bawang merah, menghitung risiko produksi, harga, dan pendapatan usahatani, serta mengukur efisiensi teknis. Menurut Soekartawi (1985), pendapatan usahatani adalah selisih penerimaan dengan semua biaya produksi. Perhitungan risiko produksi, harga dan pendapatan usahatani bawang merah menggunakan rumus CV (Coef Varian) yang sejalan dengan penelitian Saputra, Prasmatiwi dan Ismono (2017), Ekaria, dan Muahmmad (2018) Apriadi, Rusman, dan Hardiyanto (2016), Mutisari (2019) dan Putri (2017) namun berbeda dengan penelitian Mamondol (2017) yang menggunakan analisis SRI pada penelitiannya. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut (Sudjana, 2005).

Rumus varian :

$$s^2 = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n(n-1)}$$

Rumus simpangan baku :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Rumus koefisien variasi:

$$KV = \frac{s}{\bar{X}} \times 100\%$$

Rumus batas bawah:

$$L = \bar{X} - (2s)$$

Keterangan:

s^2 = Varian

s = Standar deviasi (simpangan baku)

KV = Koefisien variasi

L = Batas bawah

x_i = Nilai x ke- i

\bar{x} = Rata-rata

N = Ukuran sampel

Risiko yang tinggi ditandai dengan nilai CV lebih dari 0,5 dan risiko yang rendah memiliki nilai CV kurang dari 0,5. Analisis efisiensi teknis menggunakan model fungsi produksi frontier cobb-douglas. Variabel yang digunakan adalah benih (X_1), luas lahan (X_2), pupuk kandang (X_3), pupuk ZA (X_4), pupuk TSP (X_5), pupuk NPK (X_6), pestisida (X_7), dan tenaga kerja (X_8). Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

$$Q_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_8 X_8 + e_i$$

Keterangan:

Q_i = Produksi bawang merah aktual ke- i (kg)

X_1 = Benih (g)

X_2 = Luas lahan (ha)

X_3 = Pupuk kandang (kg)

X_4 = Pupuk ZA (kg)

- X_5 = Pupuk TSP (kg)
 X_6 = Pupuk NPK (kg)
 X_7 = Pestisida (gba)
 X_8 = Tenaga kerja (HOK)
 β_0, β_1 = Parameter penduga

Seluruh variabel ditransformasikan ke dalam bentuk logaritma. Produksi frontier diperoleh dengan cara memasukkan penggunaan input ke dalam fungsi produksi frontier.

$$Q_f = \beta_0 + \prod_{j=1}^8 \beta_j X_{ij} + \epsilon_i$$

Keterangan:

- Q_f = Log Q frontier
 β_0 = Konstanta
 β_j = Elastisitas produksi untuk produksi ke-i
 X_{ij} = Jumlah penggunaan input ke-j untuk usahatani ke-i
 ϵ_i = Kesalahan (error)
 I = Produksi ke- 1,2,3,...
 j = Faktor produksi 1,2,3, ...

Dikatakan efisien apabila nilai ET > 0,70 dan tidak efisien apabila kurang dari 0,70. Efisiensi teknis masing-masing dihitung dengan rumus sebagai berikut (Soekartawi, 2002).

$$ET = \frac{Q_i}{Q_f} \times 100\%$$

Keterangan:

- ET = Efisiensi Teknis
 Q_i = Produksi aktual ke-i
 Q_f = Produksi potensial/frontier

Kemudian untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi teknis menggunakan regresi linear berganda (OLS). Sebelum dilakukan regresi maka dilakukan uji asumsi klasik meliputi uji multikolineritas dan uji heteroskedastisitas. Secara matematis variabel yang digunakan dalam model dapat ditulis sebagai berikut.

$$ET = \alpha_0 + \alpha_1 Z_1 + \dots + \alpha_4 Z_4 + \alpha_5 D_1 + \alpha_6 D_2 + \epsilon_i$$

Keterangan:

- ET = Efisiensi teknis usahatani bawang merah
 α_0 = Koefisien regresi
 Z_1 = Luas lahan bawang merah (ha)
 Z_2 = Tingkat pendidikan petani (tahun)
 Z_3 = Pengalaman usahatani bawang merah (tahun)
 Z_4 = Biaya usahatani (Rp)
 D_1 = Risiko produksi (1 = risiko tinggi dan 0 = risiko rendah)
 D_2 = Perilaku Petani (1 = netral dan 0 = enggan)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Risiko Produksi, Harga dan Pendapatan Usahatani Bawang Merah

Menurut Apriadi (2016) usahatani memiliki banyak faktor yang dapat mengakibatkan risiko atau kerugian diantaranya seperti serangan organisme pengganggu tanaman, perubahan iklim dan cuaca, modal, pengalaman, kemampuan menejerial, keterbatasan informasi, biaya produksi, dan juga harga sarana produksi dan produk berusahatani. Berikut tabel perhitungan risiko usahatani bawang merah disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Risiko produksi, harga dan pendapatan usahatani bawang merah di Lampung Selatan

Uraian	Risiko produksi	Risiko harga	Risiko pendapatan
Simp Baku (V)	2.214,18	1.992,26	70.166.343,03
Koef Variasi (CV)	0,43	0,10	0,66
Bts Bawah (L)	2.292,71	16.831,34	(63.914.307,31)

Sumber: olah data, 2021.

Pendapatan yang didapatkan oleh petani bawang merah sebesar Rp142.765.702,72/ha berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan. Berdasarkan Tabel 1 bahwa didapatkan hasil nilai CV terbesar berada pada risiko pendapatan sedangkan nilai CV terendah pada risiko harga. Sehingga berdasarkan nilai tersebut bahwa risiko usahatani bawang merah yang paling tinggi yang harus dihadapi oleh petani adalah risiko pendapatan. Hasil ini memiliki persamaan dengan penelitian Lawalata (2017) dan Nadhilah (2019) yang meneliti risiko usahatani bawang merah, dengan hasil yaitu risiko pendapatan lebih tinggi dibandingkan risiko produksi. Namun tidak sejalan dengan penelitian Ghozali (2019) yang mendapatkan hasil bahwa risiko produksi usahatani bawang memiliki nilai risiko yang tinggi. Risiko pendapatan yang dihadapi oleh petani disebabkan oleh biaya usahatani yang dikeluarkan oleh petani tetap dan besar, namun harga dan produksi berfluktuasi.

Efisiensi Teknis Usahatani Bawang Merah

Nilai efisiensi teknis berkisar antara 0-1, semakin mendekati angka 1 maka usahatani bawang merah semakin efisien secara teknis. Penyelesaian model produksi frontier menggunakan aplikasi lindo. Berikut hasil pendugaan koefisien regresi fungsi produksi frontier bawang merah.

Tabel 2. Hasil pendugaan koefisien regresi fungsi produksi frontier bawang merah di Lampung Selatan

Variabel	Koefisien
Konstanta	1,433211
Log X ₁ (Bibit)	0,811395
Log X ₂ (Luas lahan)	0,041640
Log X ₃ (Pupuk kandang)	0,033351
Log X ₄ (Pupuk ZA)	0,022205
Log X ₅ (Pupuk TSP/SP36)	0,029765
Log X ₆ (Pupuk NPK)	0,008270
Log X ₇ (Pestisida)	0,088127
Log X ₈ (Tenaga Kerja)	0,000000

Sumber: olah data, 2021.

Tabel 2 menunjukkan bahwa koefisien regresi variabel tenaga kerja bernilai nol, artinya apabila penggunaan input variabel tersebut ditambah maka tidak akan meningkatkan produksi bawang merah. Berikut penjelasan masing-masing variabel.

- a) Variabel bibit memiliki nilai koefisien regresi sebesar 0,811395, artinya apabila bibit ditambahkan satu persen maka akan meningkatkan produksi sebesar 0,811395 persen.
- b) Variabel luas lahan memiliki nilai koefisien regresi sebesar 0,041640, artinya apabila luas lahan ditambahkan satu persen maka akan meningkatkan produksi sebesar 0,041640 persen.
- c) Variabel pupuk kandang memiliki nilai koefisien regresi sebesar 0,033351, artinya apabila pupuk kandang ditambahkan satu persen maka akan meningkatkan produksi sebesar 0,033351 persen.
- d) Variabel pupuk ZA memiliki nilai koefisien regresi sebesar 0,022205, artinya apabila pupuk ZA ditambahkan satu persen maka akan meningkatkan produksi sebesar 0,022205 persen.
- e) Variabel pupuk SP36/TSP memiliki nilai koefisien regresi sebesar 0,029765, artinya apabila SP36/TSP ditambahkan satu persen maka akan meningkatkan produksi sebesar 0,029765 persen.
- f) Variabel pupuk NPK memiliki nilai koefisien regresi sebesar 0,008270, artinya apabila pupuk NPK ditambahkan satu persen maka akan meningkatkan produksi sebesar 0,008270 persen.
- g) Variabel pestisida memiliki nilai koefisien regresi sebesar 0,088127, artinya apabila pestisida ditambahkan satu persen maka akan meningkatkan produksi sebesar 0,088127 persen.

Hasil pendugaan fungsi produksi frontier dan interpretasi di atas menunjukkan bahwa petani bawang merah dapat untuk meningkatkan produksinya dengan melakukan intensifikasi pertanian. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menambahkan penggunaan bibit, pupuk kandang, pupuk ZA, pupuk SP36/TSP, pupuk NPK, dan pestisida. Hal ini sejalan dengan penelitian Nurjati (2018), Lawalata (2015), Mutiasari (2019), Ghazali (2019), namun tidak sejalan dengan penelitian Hasan (2019).

Hasil yang diperoleh berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan yaitu rata-rata produksi potensial atau frontier (Y_f) sebesar 9.900,21 kg/0,69 ha atau 14.348,13kg/ha dan rata-rata produksi aktual (Y_{aktual}) sebesar 6.496,83kg/0,69 ha atau 9.415,69kg/ha. Berdasarkan hasil tersebut diperoleh rata-rata tingkat efisiensi teknis usahatani bawang merah yaitu sebesar 0,6860 atau 68,60 persen. Artinya tingkat efisiensi teknis usahatani bawang merah masih dapat ditingkatkan sebesar 0,3140 atau 31,40 persen dengan cara menambahkan penggunaan bibit, pupuk kandang, pupuk ZA, pupuk SP36/TSP, pupuk NPK, dan pestisida sesuai dengan dosis dan anjuran. Efisiensi teknis untuk petani berkisar antara $0 \leq ET \leq 1$ yang artinya satu menunjukkan suatu usahatani sepenuhnya efisien secara teknis. Nilai efisiensi teknis petani dikategorikan belum efisien jika bernilai $< 0,70$, cukup efisien jika bernilai $0,70 \leq ET < 0,90$, dan sudah efisien jika bernilai $\geq 0,90$ (Coelli dan Battese, 1998). Sebaran petani berdasarkan tingkat efisiensi usahatani bawang merah dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Sebaran petani berdasarkan tingkat efisiensi teknis usahatani bawang merah di Lampung Selatan.

Klasifikasi (%)	Jumlah (orang)	Persentase (%)	Keterangan	Rata-Rata Efisiensi Teknis (%)
< 70,00	33	52,38	Belum Efisien	68,60
70,00 - 89,99	19	30,16	Cukup Efisien	
90,00 - 100,00	11	17,46	Sudah Efisien	
Jumlah	63	100,00		

Sumber: olah data, 2021.

Tabel 3 menunjukkan bahwa tingkat efisiensi teknis petani berada pada kategori belum efisien secara teknis dengan nilai efisiensi rata-rata sebesar 68,60 persen. Sebanyak 33 orang (52,38 persen) tergolong belum efisien sedangkan petani yang termasuk kedalam kategori cukup efisien dan sudah efisien sebanyak 19 orang dan 11 orang. Hal ini sejalan dengan penelitian Lawalata (2015) yang mendapatkan hasil tingkat efisiensi teknis usahatani bawang merah di Kabupaten Bantul belum efisien secara teknis. Tidak sejalan dengan penelitian Nurjati (2018) yang mendapatkan hasil penelitian efisiensi teknis usahatani bawang merah sebesar 86,83 persen di Kabupaten Pati, penelitian Mutiarasari (2019) dengan efisiensi teknis yang didapatkan sebesar 84,2 persen untuk usahatani bawang merah di Jawa Barat. Kemudian penelitian Minarsih (2019) tingkat efisiensi teknis usahatani bawang merah di Kabupaten Bantul sebesar 90,3 persen. Artinya usahatani bawang merah yang dilakukan oleh petani di Lampung Selatan secara efisiensi teknis berada di bawah kabupaten-kabupaten di pulau jawa.

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Efisiensi Teknis Usahatani Bawang Merah

Nilai efisiensi teknis berkisar antara 0-1, artinya jika efisiensi teknis yang didapatkan kurang dari satu maka terdapat faktor lain yang mempengaruhi usahatani bawang merah belum mencapai efisien secara teknis. Faktor inefisiensi teknis merupakan faktor yang dapat berpengaruh pada usahatani yang secara tidak langsung akan berpengaruh pada prilaku petani dalam berusahatani, seperti umur petani, Pendidikan petani, jumlah anggota keluarga dan yang lainnya. Sebelum melakukan uji regresi faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi teknis usahatani bawang merah maka dilakukan uji asumsi klasik yang terdiri dari uji normalitas, uji multikolinearitas, dan uji heteroskedastisitas.

Uji multikolinearitas bertujuan untuk melihat ada atau tidak adanya hubungan linear yang sempurna di antara variabel-variabel bebas dalam model regresi. Uji multikolinearitas dilakukan dengan cara melihat nilai Tolerance $< 0,1$ dan nilai VIF > 10 , maka terdapat gejala multikolinearitas antar variabel independen. Hasil analisis regresi pada menunjukkan bahwa variabel yang diduga berpengaruh terhadap efisiensi teknis usahatani bawang merah memiliki nilai Tolerance $> 0,1$ dan nilai VIF < 10 , sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi multikolinearitas antar variabel independent. Uji heteroskedastisitas bertujuan untuk melihat apakah seluruh faktor gangguan tidak memiliki atau memiliki varian yang sama dengan cara uji visual dan uji White. Hasil uji White dengan melihat nilai Prob. Chi-Square = 0,2251 $> 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi heteroskedastisitas pada variabel independent.

Berdasarkan uji asumsi klasik yang dilakukan maka model yang digunakan tidak terdapat penyakit dan dapat dilakukan uji regresi berganda (OLS). Variabel yang diduga berpengaruh terhadap efisiensi teknis usahatani bawang merah yaitu luas lahan, pendidikan, pengalaman usahatani bawang merah, biaya usahatani, risiko produksi sebagai dummy 1 (1 = tinggi, 0 = rendah), dan perilaku terhadap risiko sebagai dummy 2 (0= enggan, 1 = netral). Variabel tersebut dipilih berdasarkan dengan kondisi dilapangan dan referensi jurnal terkait dengan penelitian yang dilakukan. Berikut adalah tabel hasil

analisis regresi faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi teknis usahatani bawang merah.

Tabel 4. Hasil analisis regresi faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi teknis usahatani bawang merah di Lampung Selatan.

Variable	Coefficient	Prob.
C	50,3468***	0,0000
Z1 (Luas lahan)	18,1310**	0,0398
Z2 (Tingkat pendidikan)	0,1918	0,7579
Z3 (Pengalaman usahatani)	0,0124	0,9525
Z4 (Biaya usahatani)	-0,0000***	0,0035
D1(Risiko produksi)	1,7563	0,6840
D2 (Perilaku terhadap risiko)	-13,1506***	0,0003
R-squared	0,303979	42,3265
Adjusted R-squared	0,229405	14,7188
S.E. of regression	12,92067	8,05997
Sum squared resid	9348,847	8,2981
Log likelihood	-246,889	8,15363
F-statistic	4,076219	1,31671
Prob(F-statistic)***	0,001844	

Sumber: olah data, 2021.

Keterangan:

- *** = Nyata pada taraf kepercayaan 99 persen
- ** = Nyata pada taraf kepercayaan 95 persen
- * = Nyata pada taraf kepercayaan 90 persen

Nilai R-Squared sebesar 0,3039 yang berarti bahwa sebesar 30,39 persen variasi efisiensi teknis usahatani bawang merah dapat dijelaskan oleh variabel luas lahan, pendidikan, pengalaman usahatani, biaya usahatani, risiko produksi, dan perilaku terhadap risiko yang dimasukkan kedalam model, sedangkan sisanya sebesar 69,61 persen dapat dijelaskan oleh variabel lain yang tidak dimasukkan kedalam model. Uji simultan digunakan untuk menentukan besaran F (F-hitung) menggunakan Analysis of Variance (ANOVA). Nilai F-hitung sebesar 4,076219 dengan nilai Sig. sebesar 0,001844 yang berarti bahwa secara bersama-sama variabel luas lahan, pendidikan, pengalaman usahatani, biaya usahatani, risiko produksi, dan sumber modal berpengaruh nyata terhadap efisiensi teknis bawang merah dengan tingkat kepercayaan 99 persen.

Uji parsial (t-hitung) digunakan untuk mengetahui pengaruh antar variabel independen terhadap variabel dependen. Interpretasi hasil uji parsial (t-hitung) adalah sebagai berikut.

1. Variabel luas lahan berpengaruh nyata dengan tingkat kepercayaan sebesar 95 persen terhadap efisiensi teknis usahaatani bawang merah. Nilai koefisien sebesar 18,1310 menunjukkan bahwa jika luas lahan ditambah satu hektar maka akan meningkatkan efisiensi teknis usahatani bawang merah sebesar 18,1310 persen.
2. Variabel pendidikan tidak berpengaruh nyata terhadap efisiensi teknis usahatani bawang merah. Mayoritas pendidikan petani bawang merah hanya tamat SD sederajat sebesar 41,27persen dan pendidikan formal yang ditempuh petani tidak mendukung kompetensi dalam berusahatani bawang merah. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Ambarita, Prasmatiwi, dan Nugraha (2014) yang menyatakan bahwa

- pendidikan yang diikuti petani secara formal tidak mendukung kompetensi berusahatani.
3. Variabel pengalaman usahatani tidak berpengaruh nyata terhadap efisiensi teknis usahatani bawang merah karena tingkat kepercayaan kurang dari 90 persen. Nilai koefisien yang didapatkan sebesar 0,9525. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Misgiantoro, Prasmatiwi, dan Nurmayasari (2017).
 5. Variabel biaya usahatani berpengaruh nyata terhadap efisiensi teknis bawang merah dengan tingkat kepercayaan 99 persen. Nilai koefisien biaya usahatani bertanda negatif (-0,00000) yang berarti bahwa apabila biaya usahatani ditambahkan satu persen maka akan mengurangkan efisiensi teknis usahatani bawang merah sebesar 0,0000 persen. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Misgiantoro, Prasmatiwi, dan Nurmayasari (2017) dan penelitian Chonani, Prasmatiwi, dan Santoso (2014) bahwa semakin besar biaya yang dikeluarkan maka efisiensi teknis akan menurun. Kondisi ini apabila petani mengeluarkan biaya tidak tepat sasaran seperti penggunaan pupuk yang sudah lebih dari anjuran akan tetapi petani menambahkan penggunaan pupuk, penggunaan obat-obatan yang tidak tepat sasaran dan berlebihan, dan penggunaan tenaga kerja yang tidak disesuaikan dengan ukuran atau keadaan lahan.
 6. Variabel risiko produksi tidak berpengaruh nyata terhadap efisiensi teknis usahatani bawang merah karena tingkat kepercayaan kurang dari 90 persen. Hal tersebut dikarenakan variabel risiko yang digunakan menggunakan dummy variable yang diberi koding angka 1 = risiko tinggi dan 0 = rendah, sedangkan berdasarkan hasil penelitian bahwa petani yang memiliki risiko produksi tinggi hanya empat orang petani bawang merah.
 6. Variabel perilaku petani terhadap risiko berpengaruh nyata terhadap efisiensi teknis usahatani bawang merah dengan tingkat kepercayaan sebesar 99 persen. Nilai koefisien yang didapatkan adalah sebesar -13,1506. Hal tersebut berarti apabila petani memiliki perilaku netral terhadap risiko maka akan dapat menurunkan efisiensi teknis sebesar 13,1506 persen. Hal tersebut dikarenakan petani harus berani dalam menghadapi risiko usahatani agar usahatani yang dilakukan dapat mencapai efisiensi secara teknis, ekonomis, dan harga.

KESIMPULAN

Usahatani bawang merah di Kabupaten Lampung Selatan memiliki risiko pendapatan yang tinggi, usahatani yang dilakukan belum efisien secara teknis dengan faktor yang mempengaruhi produksi bawang merah adalah bibit, luas lahan, pupuk kandang, pupuk ZA, pupuk TSP/SP36, pupuk NPK, dan pestisida, serta faktor yang mempengaruhi efisiensi teknis usahatani bawang merah adalah luas lahan, biaya usahatani bawang merah dan perilaku petani terhadap risiko.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarita. M. M.. Prasmatiwi. F. E.. & Nugraha. A. (2014). Analisis Efisiensi Produksi Frontier Dan Pendapatan Usahatani Kedelai Sekolah Lapangan Pengelolaan Tanaman Terpadu (SI-PTT) Di Kabupaten Lampung Selatan. *Jurnal Ilmu Ilmu Agribisnis: Journal of Agribusiness Science*, 2(4), 348-355.
- Apriadi I, Rusman Y dan Hardiyanto T. 2016. Analisis risiko usahatani ubi kayu di Desa Gorua Kecamatan Tobelo Utara. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa AGROINFO GALUH*, 2(3): 189-194. <https://jurnal.unigal.ac.id/index.php/agroinfogaluh/article/view/279>. [17 September 2020].
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Lampung Selatan. 2019. *Kabupaten Lampung Selatan dalam Angka 2019*. BPS Kabupaten Lampung Selatan. Lampung
- Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung. 2017. *Lampung dalam Angka 2019*. BPS Provinsi Lampung. Lampung.

- Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung. 2019. *Lampung dalam Angka 2019*. BPS Provinsi Lampung, Lampung.
- Balai Penelitian Tanaman Sayuran (BALITSA), Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2018. Potensi Produksi Varietas Bawang Merah. <http://balitsa.litbang.pertanian.go.id/index.php/varietas/bawang-merah> Diakses pada tanggal 3 Desember 2019
- Chonani, S. H., Prasmatiwi, F. E., & Santoso, H. (2014). Efisiensi produksi dan pendapatan usahatani cabai merah di Kecamatan Metro Kibang Kabupaten Lampung Timur: pendekatan fungsi produksi frontier. *Jurnal Ilmu Ilmu Agribisnis: Journal of Agribusiness Science*, 2(2), 95-102.
- Ekaria, dan Muhammad M. 2018. Analisis risiko usahatani ubi kayu di Desa Gorua Kecamatan Tobelo Utara. *Jurnal Agribisnis Perikanan*, 11(2): 9-14. DOI: 10.29239/j.agrikan.11.2.9-14 <https://ejournal.stipwunaraha.ac.id/index.php/AGRIKAN/>. [17 September 2020].
- Ghozali, MR., dan Wibowo, R. 2019. Analisis risiko produksi usahatani bawang merah di Desa Petak Kecamatan Bagor Kabupaten Nganjuk. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis (JEPA)*. 3(2) : 294-310. <https://jepa.ub.ac.id/index.php/jepa/article/view/176>
- Hasan, F. 2019. Efisiensi keuntungan usahatani bawang merah di Kabupaten Nganjuk: pendekatan stokastik frontier. *Jurnal Social Economic of Agriculture*. 8(1): 94-103. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jsea/article/view/41701>.
- Kurniawan I., ernawati., & Fitri Y. 2015. Analisis risiko usahatani tanaman pangan di Desa Mekar Sari Kecamatan Kumpeh Kabupaten Muaro Jambi. *Jurnal Ilmiah Sosio-Ekonomika Bisnis*, 18(1). <https://doi.org/10.22437/jiseb.v18i1.2822>. <https://online-journal.unja.ac.id/jseb/article/view/2822>. [17 September 2020].
- Lawalata, M., Darwanto., dan Hartono, S. 2015. Efisiensi relatif usahatani bawang merah di Kabupaten Bantul dengan pendekatan Data Envelopment Analysis (DEA). *Ilmu Pertanian* 18(1) : 1-8. <https://jurnal.ugm.ac.id/jip/article/view/6169>.
- Mamondol MR., dan Sopani D. 2017. Analisis risiko usahatani padi sawah metode system of rice intensification (sri) dan tanam benih langsung (tabela) di Desa Tonusu Kecamatan Pamona Puselemba. *Jurnal ENVIRA*, 2(1) : 28-37. <https://osf.io/preprints/inarxiv/dkg6b/>. [17 September 2020].
- Minarsih, I., dan Waluyati, LR. 2019. Efisiensi produksi pada usahatani bawang merah di Kabupaten Madiun. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*. 3(1) : 128-137. <https://jepa.ub.ac.id/index.php/jepa/article/view/162>.
- Misgiantoro, R., Prasmatiwi, F. E., & Nurmavasari, I. 2017. Analisis Efisiensi Produksi dan Pendapatan Usahatani Jahe di Kecamatan Penengahan Kabupaten Lampung Selatan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Agribisnis*, 5(1), 22-30.
- Mutisari R., dan Meitasari D. 2019. Analisis risiko produksi usahatani bawang merah di Kota Batu. *JEPA UB*, 3(3) : 655-662. DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2019.003.03.21>. <https://jepa.ub.ac.id/index.php/jepa/article/view/369/153>. [17 September 2020].
- Naftaliasari T., Abidin Z., dan Kalsum U. 2015. Analisis risiko usahatani kedelai di Kecamatan Raman Utara Kabupaten Lampung Timur. *JIIA*, 3(2): 148-156. <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JIA/article/view/1033>. [17 September 2020].
- Nurjati, E., Fahmi, I., dan Jahroh, I. 2018. Analisis efisiensi produksi bawang merah di Kabupaten Pati dengan fungsi produksi frontier stokastik cobb-douglas. *Jurnal Agro Ekonomi*. 36(1) :15-29. DOI: <http://dx.doi.org/10.21082/jae.v36n1.2018.15-29>. <http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/jae/article/view/8343>.

- Putri E., Tarigan K., dan Salmiah. 2017. Analisis risiko produksi, harga dan pendapatan pada usahatani labu siam (*sechium edule*) dan kubis (*brassica oleracea*). JOURNAL ON SOCIAL ECONOMIC OF AGRICULTURE AND AGRIBUSINESS, 6(2). <https://jurnal.usu.ac.id/index.php/ceress/article/view/17573/0>. [17 September 2020].
- Rohmadona, L., Fariyanti, A., dan Burhanuddin. 2015. Analisis pendapatan usahatani bawang merah di Kabupaten Majalengka. AGRISE. 25(2) 72-84. <https://agrise.ub.ac.id/index.php/agrise/article/view/164>.
- Sari N., dan Pardian P. 2018. Analisis risiko usahatani kopi specialty java Preanger. *Jurnal Agrisep.* 17(1) : 79-94. DOI : 10.31186/jagrisep.17.1.79-94. <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/agrisep/article/view/1452>. [17 September 2020].
- Soekartawi dan Soeharjo A. 1985. *Ilmu Usahatani dan Penelitian untuk Pengembangan Petani Kecil*. Dillon JL, Hardaker, penerjemah. UI-Press : Jakarta.
- Sudjana. 2005. *Metoda Statistika*. Tarsito:Bandung.
- Suharyanto, Suharyanto & Rinaldy, Jemmy & Arya, Nyoman. (2015). Analisis Risiko Produksi Usahatani Padi Sawah. AGRARIS: *Journal of Agribusiness and Rural Development Research*. DOI : 1. 70-77. 10.18196/agr.1210. https://www.researchgate.net/publication/313951040_Analisis_Risiko_Produksi_Usahatani_Padi_Sawah. [17 September 2020]
- Iyan Indrawan et al Keju Krim Dari Kualitas Segar Peternakan Lampung

PENGARUH BEBERAPA METODE RECOVERY DADIH TERHADAP KARAKTERISTIK KEJU KRIM (CREAM CHESEE) TERBUAT DARI SUSU SAPI ASAL PETERNAK BERBEDA

THE EFFECT OF SOME CURD RECOVERY METHODS ON THE CHARACTERISTICS OF CREAM CHEESE MADE FROM COW'S MILK OF DIFFERENT BREEDERS

Iyan Indrawan*Neti Yuliana* Chandra Utami Wirawati* Sumardi*

Jurusan Magister Teknologi Industri Pertanian Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145
Email Korespondensi: Iyaanindrawan@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of some curd recovery methods on the characteristics of cream cheese made from cow's milk of different breeders. Samples of fresh cow's milk came from farmers in Lampung Province, namely from Tanggamus, Metro, Gisting, and Pesawaran farms. The fresh milk samples were then tested for quality and applied as raw materials for making different curd recovery cheeses consisting of P1 (curd with added whey and stabilizer), P2 (curd without the addition of stabilizer), and P3 (curd without the addition of whey and added stabilizer). The observed characteristics of cream cheese consisted of fat, protein, water, total solids, yield, and sensory. The data obtained were tested for ANOVA and differences in treatment with the Least Significant Difference (BNT) test at the 5% level. The results showed that the quality of fresh milk, based on protein, fat, and pH levels, alcohol test, and antibiotic residues, had met the quality standards of fresh milk (SNI 31411 (2011)). The treatment of P1 had higher protein, fat, and water content than P2 and P3. In conclusion, the P1 treatment (curd with the addition of whey and stabilizer) resulted in the best quality cream cheese based on the spreadability, texture, and taste but still needs improvement in water content because it does not meet the standard requirements for cream cheese water content.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Pengaruh Beberapa Metode Recovery Dadih (Curd) Terhadap Karakteristik Keju Krim (Cream Chesee) Terbuat Dari Susu Sapi Asal Peternak Berbeda. Sampel susu sapi segar berasal dari peternak di Provinsi Lampung yaitu dari peternakan Tanggamus, Metro, Gisting dan Pesawaran. Sampel susu segar kemudian diuji kualitasnya dan diterapkan sebagai bahan baku pembuatan keju dengan metode recovery dadih berbeda yang terdiri dari P1 (dadih dengan penambahan whey dan penstabil), P2 (dadih tanpa penambahan penstabil), dan P3 (dadih tanpa penambahan whey dan ditambahkan penstabil). Karakteristik keju krim yang diamati terdiri dari kadar lemak, kadar protein, kadar air, total padatan, rendemen dan sensori. Data yang diperoleh diuji kesamaan ragam dengan uji Bartlet dan kemenambahan

dengan uji Tukey, serta perbedaan perlakuan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas susu segar berdasarkan kadar protein, lemak, dan pH, uji alkohol, residu antibiotik telah memenuhi standar kualitas susu segar berdasarkan SNI 31411 (2011). Perlakuan recovery berbeda P1 menghasilkan kadar protein, lemak dan juga kadar air lebih tinggi dari pada perlakuan P2 dan P3. Perlakuan P1(dadih dengan penambahan whey dan penstabil) menghasilkan kualitas keju krim terbaik berdasarkan daya oles, tekstur dan rasa, akan tetapi masih perlu perbaikan pada kadar air karena belum memenuhi syarat standar kadar air keju krim.

PENDAHULUAN

Mutu keju sangat dipengaruhi oleh jenis susu segar yang digunakan sebagai bahan baku, terutama kandungan protein, kandungan lemak, kadar air, dan kandungan casein dalam susu segar (Ratya dkk, 2017). Pembuatan keju tradisional pada umumnya menggunakan susu sapi (Queiroga, 2013). Salah satu faktor yang sangat menentukan kualitas susu dan arah pengembangannya adalah kandungan nutrisi. Kandungan nutrisi tersebut menjadi acuan tersendiri dalam menciptakan produk olahan susu (Oka et al, 2017). Secara umum kandungan nutrisi susu segar terdiri dari kandungan Air 85,5-89,5 %, Lemak 2,5-6,05 %, Protein 2,9-5,0 %, Laktosa 3,6-5,5 % dan Mineral 0,8-0,9 %. Standar kandungan protein untuk pembuatan keju adalah 2,8- 4,5% (Afiati, 2014).

Salah satu penghasil susu segar di Indonesia adalah Provinsi Lampung. Berdasarkan populasi sapi perah yang terdapat pada empat kabupaten/kota di Provinsi Lampung berjumlah 150 ekor pada skala usaha tani (UMKM) dengan rata-rata produksi susu 20-35 liter/ekor/hari dalam 2 kali produksi siang dan sore apabila pada saat kondisi laktasi, maka diperoleh kurang lebih 4950 liter/hari (Suwanto dkk., 2018). Kualitas susu sapi disentra peternakan di Provinsi Lampung belum diketahui, terutama bebas dari cemaran residu antibiotik yang terbawa pada susu segar karena hal ini sangat menentukan mutu produk keju lunak yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengujian mutu dalam susu segar. Pemeriksaan ini diharapkan dapat mengidentifikasi komposisi kimia susu, serta keamanannya untuk dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan keju krim. Kualitas produk olahan susu sangat dipengaruhi oleh kualitas bahan baku, pentingnya informasi kandungan bahan baku susu segar dalam pengembangan produk, maka dipandang perlu dilakukan pengkajian tentang karakteristik kimia susu sapi perah di Provinsi/Kota di Lampung.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Sampel yang digunakan berupa susu sapi segaryang berasal dari 4 peternakan di Provinsi Lampung diantaranya yaitu Kabupaten Pesawaran, Metro, Tanggamus, dan Gisting. Bahan dan alat yang digunakan berupa Media Plate Count Agar (PCA), NaCl, H₂SO₄, Larutan K-oksalat, Indikator phenoptelin, Larutan formaldehid, Katalisator, Aquadesh, Cawan kadar air (moisture dish), Tanur, Blank Cakram disk, Wadah sampel, Tisu, Kapas, Alkohol 70-95%, Cawan petri, Inkubator (Memmert), Tabung reaksi, Erlenmayer 250 ml, Vortex mixer (Thrmolyne), Neraca analitik (Mettler PJ 3000), Desikator, Hot plate, Soxhlet, Autoclave, pH meter (Hanna Instruments 8424) Thermometer, Panci, Cawan petri, Tabung reaksi, Erlenmeyer dan alat-alat gelas lainnya.

Metode Penelitian

Pengujian Mutu Susu Segar

Pengujian mutu susu segar merupakan tahap penelitian pertama yaitu dengan pengambilan sampel susu segar dari 4 peternakan sapi di Provinsi Lampung yaitu susu sapi dari peternakan Tanggamus, Metro, Gisting dan Pesawaran, sampel susu segar diambil dengan metode purposive sampling. Rancangan percobaan pada penelitian

pertama dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) non faktorial dengan faktor tunggal. Sampel susu segar dianalisis untuk mengetahui Total Plate Count, uji alkohol, uji pH, residu antibiotik, dan sensori berdasarkan syarat mutu susu segar menurut SNI (3141;2011). Selanjutnya data yang diperoleh diuji kesamaan ragam dengan uji Bartlet dan kemenambahan dengan uji Tukey apabila terdapat pengaruh perlakuan, data kemudian diuji lanjut dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

Pengujian Kualitas Keju Krim (*cream cheese*)

Pengujian kualitas keju lunak merupakan tahap penelitian kedua yaitu pembuatan keju lunak. Rancangan percobaan pada penelitian kedua dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) pola Faktorial. Faktor pertama yaitu asal susu segar dari 4 peternakan yang sudah dianalisis mutu susu segar pada tahap penelitian pertama. Faktor kedua yaitu metode *recovery* dadih yang terdiri dari 3 taraf yaitu P1 (dadih dengan penambahan *whey* dan penstabil), P2 (dadih tanpa penambahan penstabil), dan P3 (dadih tanpa penambahan *whey* dan ditambahkan penstabil). Kualitas keju krim kemudian dianalisis untuk mengetahui kadar lemak, kadar protein, kadar air, total padatan, rendemen dan sensori. Selanjutnya data yang diperoleh diuji kesamaan ragam dengan uji Bartlet dan kemenambahan dengan uji Tukey apabila terdapat pengaruh perlakuan, data kemudian diuji lanjut dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Pada penelitian ini terdapat sepuluh pengamatan yaitu ;

Rendemen :

$$\text{Rendemen (\% v/b)} = \frac{\text{Berat keju}}{\text{Volume susu}} \times 100\%$$

Kadar Lemak (Sudarmadji, 1989)

$$\% \text{ Kadar lemak} = \frac{\text{Berat Cawan Akhir} - \text{Berat Cawan Awal}}{\text{Berat Cawan Awal}} \times 100\%$$

Kadar Protein

$$(\% \text{ N}) = \frac{[(\text{ml HCl Sampel}) - (\text{ml HCl Sampel})]}{\text{gram sampel} \times 1000} \times \text{NHCL} \times 14,008 \times 100\%$$

Kadar Air (Sudarmadji et al, 1997)

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{\text{Berat Cawan B} - \text{Berat Cawan A}}{\text{Berat Cawan A}} \times 100\%$$

Total Padatan

$$\text{TDS} = [(A-B) \times 1000]/\text{ml sampel}$$

Nilai pH (Apriyantono et al. 1989)

Uji Alkohol

TPC (CFU/ml) (SNI 01-2897-2008)

$$\text{Koloni per gram} = \text{Jumlah Koloni} \times \frac{1}{\text{Faktor Pengenceran}}$$

Residu Antibiotika (Meutia dkk, 2016)

Uji Sensori

Parameter	Hasil FGD
Warna	Putih
Aroma	Sangat khas susu
Tampilan	Cair Bersih

- Keterangan (Skor Warna) : 1 = Kekuningan 2 = Putih Kekuningan 3 = Putih Agak Kekuningan 4 = Putih 5 = Putih Susu
- Keterangan (Skor Aroma) : 1 = Sangat Asam 2 = Agak Asam 3 = Agak/Sedikit Khas Susu Segar 4 = Khas Susu Segar 5 = Sangat Khas Susu Segar
- Keterangan (Skor Tampilan) : 1 = Menggumpal 2 = Membentuk Bulir 3 = Mengental 4 = Sedikit Kental 5 = Cair

Parameter	Hasil FGD
Warna	Putih Susu
Aroma	Khas Cream Cheese
Rasa	Khas Keju (Gurih)
Teksture	Lunak/ Cream
Daya Oles	Sangat mudah

- (Skor Warna) : 1 = Putih Pucat 2 = Putih Terang 3 = Putih Agak Kekuningan 4 = Putih Kekuningan 5 = Putih Kuning
- (Skor Aroma) : 1 = Asam 2 = Sedikit Asam 3 = Sedikit Khas Susu Segar 4 = Khas Susu Segar 5 = Sangat Khas Susu Segar
- (Skor Rasa) : 1 = Tidak Khas Keju 2 = Dominan Rasa Susu 3 = Menyerupai Rasa Susu 4 = Khas Susu Segar 5 = Khas Keju
- (Skor Daya Oles) : 1 = Tidak mudah 2 = Sedikit mudah 3 = Agak sangat mudah 4 = Mudah dioles 5 = Sangat mudah dioles
- (Skor Tekstur) : 1 = Tidak membentuk gel 2 = Membentuk gel 3 = Encer 4 = Sedikit Creamy 5 = Lunak/Creamy

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas susu segar berdasarkan uji protein, lemak dan pH dari beberapa peternak di Provinsi/Kota Lampung.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas susu segar dari ke-4 peternak bervariasi. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kualitas susu segar asal peternak yang berbeda berpengaruh nyata terhadap kadar protein, lemak dan pH. Hasil uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) pada kualitas susu segar dari ke-4 peternakan di Provinsi/Kota Lampung menunjukkan bahwa kadar protein peternak Gisting berbeda nyata dengan peternak Metro, tetapi tidak berbeda nyata dengan peternak Tanggamus dan Pesawaran. Kemudian pada kadar lemak susu segar dari peternak Pesawaran berbeda nyata dengan peternak Gisting, akan tetapi tidak berbeda nyata dengan peternak Tanggamus dan Metro. Kadar pH susu segar asal peternakan Pesawaran berbeda nyata dari ke-3 peternakan lainnya. Data rata-rata kadar protein, lemak dan nilai pH dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas susu segar berdasarkan kadar protein, lemak dan pH

Sampel susu segar	Pengamatan								
	Kadar protein			Kadar lemak			rerata	±	sd
	rerata	±	sd	rerata	±	sd			
Gisting	3,90	±	0,37 ^a	3,48	±	0,27 ^c	6,47	±	0,06 ^b
Tanggamus	3,05	±	0,06 ^b	4,35	±	0,48 ^{ab}	6,52	±	0,05 ^b
Pesawaran	2,73	±	0,19 ^{ab}	4,73	±	0,32 ^a	6,74	±	0,10 ^a
Metro	2,44	±	0,25 ^c	4,17	±	0,66 ^b	6,57	±	0,09 ^b
SNI (2011)			2,80 (%)			3,00 (%)			6,3-6,8

Keterangan : Angka yang disertai huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan uji BNT pada taraf nyata 5%. Tinggi rendahnya kandungan nutrisi pada susu segar diduga karena perbedaan teknik dan sistem pemeliharaan masing-masing peternak sapi perah yang berkaitan dengan pengetahuan yang dimiliki peternak sehingga kualitas susu segar yang dihasilkan beragam. Teknik dan sistem pemeliharaan tersebut antaralain jenis pakan yang diberikan dan umur sapi yang dipelihara oleh peternak hal tersebut sangat berpengaruh terhadap kualitas susu segar. Pemberian pakan pada umumnya dalam bentuk konsentrat, umumnya konsentrat yang diberikan untuk pakan sapi perah akan berpengaruh terhadap kadar protein, lemak serta yang lainnya. Hal tersebut menurut Saputra (2018), pemberian konsentrat dengan jumlah yang tepat akan meningkatkan kualitas susu segar yang dihasilkan.

Berdasarkan observasi dilapangan peternak Gisting memberikan hijauan rumput 30 %, fermentasi silase 10%, fermentasi (tetes tebu, bungkil kedelai dan ampas tahu) 40%, peternak Tanggamus memberikan pakan berupa hijauan 80% dan ampas tahu 20%, peternak Pesawaran memberikan hijauan yang di fermentasi 80 %, bungkil singkong 10%, ampas tahu 10%, peternak Metro memberikan pakan berupa hijauan 30%, silase 40%, konsentrat 20% dan soy bean meal 10 %. Selain pemberian pakan yang tepat umur sapi perah juga menjadi salah satu faktor penurunan kadar protein dan lemak susu serta lainnya. Menurut Legowo (2002), semakin bertambahnya umur sapi kualitas susu segar cenderung mengalami penurunan. Penurunan kadar protein dan lemak susu juga dipengaruhi oleh masa laktasi atau umur sapi perah (Oka, 2017).

Berdasarkan observasi dilapangan diketahui bahwa sapi perah di Peternakan Gisting berusia 3 - 5 tahun. Sapi perah di Peternakan Tanggamus berusia 4 - 8 tahun. Peternakan Pesawaran umur sapi perah berusia 3 - 5 tahun. Peternakan Metro umur sapi perah berusia 2 - 3 tahun, dengan batas masa laktasi 8 tahun. Sehingga berdasarkan pada kondisi dilapangan, perbedaan kualitas pada susu segar sangat dipengaruhi oleh proses penanganan sapi perah yang dilakukan oleh masing-masing peternak dan usia sapi perah yang sedang dipelihara. Hal ini disebabkan karena nutrisi diperlukan untuk sintesis air susu, semakin lama intensitas pemerasan akan semakin berkurang nutrisi pada susu segar sejalan dengan menurunnya produksi susu. Berdasarkan hasil susu segar yang telah diamati kualitas susu segar dari ke-4 peternakan yang berbeda (Gisting, Tanggamus, Pesawaran dan Metro) telah memenuhi syarat kadar lemak dan yang telah ditetapkan SNI 3141.1:2011 (minimum 3,0%) namun hanya susu segar dari peternakan Gisting dan Tanggamus yang memenuhi syarat kadar protein yang telah ditetapkan SNI 3141.1:2011 (minimum 2,80%).

Kualitas susu segar berdasarkan uji alkohol, residu antibiotik dan Total Plate Count, dari beberapa peternak di Provinsi/Kota Lampung.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas susu sapi dari ke-4 peternak berdasarkan Total Plate Count berkisar antara $1,79 \times 10^5$ - $7,05 \times 10^5$. Hasil analisis ragam dan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) menunjukkan bahwa Total Plate Count asal susu segar dari ke-4 peternakan tidak berbeda nyata.

Kemudian pada uji alkohol dan residu antibiotik seluruh sampel susu segar dari ke-4 peternak diketahui negatif. Data rata-rata Total Plate Count, uji alkohol, dan residu antibiotik.

Tabel 2. Kualitas susu segar berdasarkan Total Plate Count, uji alkohol, dan residu antibiotik dengan perbandingan SNI 3141.1: 2011

Pengamatan	Gisting	Tanggamus	Pesawaran	Metro	SNI
Total Plate Count	$1,79 \times 10^5$ a	$1,85 \times 10^5$ a	$7,05 \times 10^5$ a	$5,68 \times 10^5$ a	1×10^6
Uji Alkohol	negatif	negatif	negatif	negatif	negatif
Residu Antibiotik					
Penicilins	negatif	negatif	negatif	negatif	negatif
Tetracycline	negatif	negatif	negatif	negatif	negatif
Macrolides	negatif	negatif	negatif	negatif	negatif
Aminoglicosida	negatif	negatif	negatif	negatif	negatif

Keterangan : Angka yang disertai huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan uji BNT pada taraf nyata 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas susu sapi dari ke-4 peternak berdasarkan Total Plate Count berkisar antara $1,79 \times 10^5$ - $7,05 \times 10^5$. Hasil analisis ragam dan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) menunjukkan bahwa Total Plate Count asal susu segar dari ke-4 peternakan tidak berbeda nyata.

Kemudian pada uji alkohol dan residu antibiotik seluruh sampel susu segar dari ke-4 peternak diketahui negatif. Data rata-rata Total Plate Count, uji alkohol, dan residu antibiotik Tabel 2 Perbedaan nilai Total Plate Count diduga disebabkan karena sanitasi tangan dan kandang belum dilakukan dengan baik sehingga menimbulkan sumber kontaminasi pada susu segar. Sumber kontaminasi pada susu segar disebabkan oleh kondisi tangan dan alat-alat yang tidak steril dan kondisi kandang yang tidak bersih hal tersebut akan menjadi sumber kontaminasi mikroba (Arifin dkk, 2016). Berdasarkan kondisi di lapangan sanitasi kandang telah dilakukan dengan baik hanya saja penanganan terhadap susu segar dari masing-masing peternak memiliki teknik yang berbeda pada saat melakukan proses pemerasan, sehingga tingkat kontaminasi pada susu segar juga berbeda. Pada uji alkohol sampel susu segar yang negatif menandakan bahwa susu segar dari masing-masing peternak masih dalam kondisi baik pengujian dengan alkohol ialah untuk mengetahui sifat kemasaman susu dan sifat koloidal protein apabila alkohol dicampurkan pada susu maka akan terjadi presipitasi kasein, indikator tersebut yang menandakan susu sapi dalam kondisi yang kurang baik, kemudian apabila tidak terjadi endapan maka menandakan susu sapi tersebut dalam kondisi baik.

Hasil pengujian residu antibiotik menggunakan metode screening test secara bioassay tidak terdapat zona bening yang terbentuk di sekeliling kertas cakram. Apabila pada pengujian disekitar kertas cakram terdapat zona bening maka susu yang diperiksa dinyatakan positif mengandung residu antibiotik. Hal tersebut mengindikasikan bahwa sampel susu yang diuji tidak mengandung residu antibiotik sehingga tidak menghambat pertumbuhan starter bakteri yang digunakan. Hasil ini sesuai dengan pendapat Zulfianti (2005), bahwa pada saat pengujian residu antibiotik pada susu segar menggunakan metode screening test secara bioassay apabila terdapat zona hambatan pada pertumbuhan bakteri, maka terdapat residu antibiotik yang terkandung dalam susu segar sehingga menunjukkan hasil positif. Sebaliknya, jika tidak ada hambatan pada pertumbuhan bakteri maka produk susu tersebut dinyatakan tidak mengandung residu antibiotika. Berdasarkan pengujian Total Plate Count, uji alkohol dan residu antibiotik dari susu segar yang diamati telah memenuhi standar menurut SNI 2011.

Mutu Sensory Susu Segar

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa skor warna susu segar dari 4 peternakan di Provinsi Lampung berkisar antara 3,47 (putih agak kekuningan) – 4,27 (putih), sedangkan skor aroma berkisar antara 3,93 (agak/sedikit khas susu segar) – 4,27 (khas susu segar), kemudian pada skor konsistensi berkisar antara 4,40 (cair sedikit kental)- 4,80 (cair). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa uji sensori susu segar berpengaruh nyata terhadap warna, aroma dan konsistensi susu segar. Selanjutnya hasil uji Beda Nyata Terkecil (BNT) skor sensori warna susu segar dari peternak Pesawaran menunjukkan berbeda nyata dibandingkan dengan ke-3 peternak lainnya. Kemudian pada skor sensori aroma dan konsistensi susu segar dari ke-4 peternakan di Provinsi/Kota Lampung tidak berbeda nyata. Data rata-rata skor sensori dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Skor sensori warna, aroma dan tampilan susu segar.

Sampel susu segar	Pengamatan								
	Warna			Aroma			Kosistensi		
	rerata	±	sd	rerata	±	sd	rerata	±	sd
	Gisting	3,93	±	0,41 ^b	4,27	±	0,64 ^a	4,80	±
Tanggamus	3,93	±	0,30 ^b	4,27	±	0,11 ^a	4,40	±	0,34 ^a
Pesawaran	4,27	±	0,11 ^a	4,13	±	0,11 ^a	4,53	±	0,34 ^a
Metro	3,47	±	0,11 ^c	3,39	±	0,11 ^a	4,60	±	0,30 ^a

Keterangan : Angka yang disertai huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan uji BNT pada taraf nyata 5%.

(Skor Warna) : 1 = Putih Pucat 2 = Putih Terang 3 = Putih Agak Kekuningan 4 = Putih Kekuningan 5 = Putih Kuning

(Skor Aroma) : 1 = Asam 2 = Sedikit Asam 3 = Sedikit Khas Susu Segar 4 = Khas Susu Segar 5 = Sangat Khas Susu Segar

(Skor Konsistensi) : 1 = Menggumpal 2 = Sedikit Menggumpal 3 = Mengental 4 = Sedikit Kental 5 = Cair.

Warna susu segar merupakan variabel utama dalam menentukan apakah layak atau tidak susu segar tersebut dijadikan bahan baku olahan terutama untuk pembuatan keju krim. Perbedaan warna pada susu segar kemungkinan disebabkan oleh jenis sapi perah yang dipelihara oleh peternak, selain itu pemberian pakan juga dapat mempengaruhi warna susu segar yang dihasilkan. Hadiwiyoto dan Soewedo (1982), menyatakan bahwa warna susu segar berkisar dari putih cerah dan kekuningan hal tersebut bergantung pada jenis hewan, pemberian pakan dan jumlah lemak atau padatan dalam susu segar. Penggunaan berbagai jenis susu segar dari beberapa tempat di Provinsi Lampung mempengaruhi kadar protein, lemak keju krim karena setiap susu segar memiliki kandungan gizi yang berbeda, diantaranya adalah kadar protein dan lemak semakin tinggi kadar protein maka protein keju krim juga semakin tinggi. Kemudian kadar lemak yang dimiliki keju maka semakin tinggi pula kadar lemak dalam keju. Kadar protein dan lemak mempengaruhi karakteristik produk. Oleh karena itu, penggunaan jenis susu segar yang berbeda mempengaruhi karakteristik akhir produk.

Hasil pengujian keju krim dari susu beberapa peternak di Provinsi/Kota Lampung.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kualitas keju krim dengan metode recovery berbeda menghasilkan kadar protein untuk semua perlakuan berkisar antara 12,55 % - 4,11 %. Kemudian pada kadar lemak untuk semua perlakuan berkisar antara 10,41 % - 0,57 %. Kadar garam untuk semua perlakuan berkisar antara 1,54 % - 0,72 %. Hasil analisis

ragam menunjukkan bahwa perlakuan dengan metode *recovery* dadih berpengaruh nyata terhadap kadar protein, lemak dan garam. Hasil uji Beda Nyata Terkecil (BNT) kualitas keju krim berdasarkan kadar protein dan lemak menunjukkan perlakuan P1 lebih tinggi dari perlakuan P2 dan P3 dan perlakuan P3 lebih tinggi dari perlakuan P2. Berdasarkan kadar garam menunjukkan perlakuan P2 lebih tinggi dari perlakuan P1 dan P3. Data rata-rata kadar protein, lemak dan garam dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kualitas keju krim

Perlakuan		Pengamatan								
		Kadar protein (dry%)			Kadar lemak (dry %)			Kadar garam (dry%)		
		rerata	±	sd	rerata	±	sd	rerata	±	sd
Gisting	P1	9,68	±	0,85 ^{abc}	4,63	±	2,07 ^{bcd}	0,85	±	0,04 ^e
	P2	4,64	±	0,97 ^d	0,61	±	0,10 ^d	1,38	±	0,08 ^c
	P3	7,01	±	0,80 ^{cd}	1,78	±	0,54 ^{cd}	1,09	±	0,09 ^e
Tanggamus	P1	12,55	±	1,96 ^a	7,91	±	5,83 ^{ab}	1,14	±	0,47 ^d
	P2	5,50	±	0,88 ^d	0,57	±	0,49 ^d	1,08	±	0,41 ^e
	P3	9,05	±	1,00 ^{bc}	1,09	±	0,77 ^d	1,03	±	0,29 ^e
Pesawaran	P1	12,37	±	1,39 ^a	10,41	±	3,70 ^a	0,80	±	0,12 ^e
	P2	5,18	±	0,87 ^d	0,60	±	0,06 ^d	1,97	±	0,20 ^a
	P3	10,24	±	0,81 ^{ab}	3,46	±	3,21 ^{bcd}	1,22	±	0,17 ^d
Metro	P1	10,54	±	2,93 ^{ab}	8,67	±	4,76 ^a	0,72	±	0,06 ^e
	P2	4,11	±	0,89 ^d	0,81	±	0,17 ^d	1,54	±	0,05 ^b
	P3	10,48	±	4,05 ^{ab}	2,03	±	0,58 ^{cd}	1,18	±	0,35 ^d

Keterangan : Angka yang disertai huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan uji BNT pada taraf nyata 5%

P1 (dadih dengan penambahan *whey* dan penstabil)

P2 (dadih tanpa penambahan penstabil)

P3 (dadih tanpa penambahan *whey* dan ditambahkan penstabil)

Berdasarkan hasil penelitian dengan metode *recovery* dadih pada perlakuan P1 dan P3 mempengaruhi kadar protein, hal ini diduga karena penambahan *gelatin* dan *whey* yang ditambahkan memiliki kandungan protein. Menurut Nurrachmawati (2015), menyatakan bahwa *gelatin* merupakan protein yang larut yang bisa bersifat sebagai *gelling agent* (bahan pembuat gel) atau sebagai *non gelling agent*. Bahan utama pengolahan *gelatin* adalah kolagen yaitu protein yang menyusun jaringan tubuh makhluk hidup. Perbedaan kualitas susu segar sebagai bahan baku pembuatan keju krim secara umum tidak mempengaruhi kadar protein. Pengujian awal dari kualitas susu segar dari peternakan Gisting lebih tinggi dibandingkan dengan kadar protein sampel lainnya, akan tetapi secara umum dari masing-masing perlakuan mengalami peningkatan kadar protein pada keju krim. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Yahdiyani dkk, 2015), bahwa penambahan *gelatin* pada konsentrasi tertinggi 0,8 % berpengaruh terhadap peningkatan kadar protein pada keju lunak. Menurut Irvan dkk (2019), bahwa penambahan *gelatin* akan meningkatnya kadar protein terhadap produk pangan. Oleh sebab itu semakin tinggi pemberian konsentrasi *gelatin* berpengaruh terhadap peningkatan protein yang dihasilkan. Akan tetapi kadar protein dari keju krim yang dihasilkan belum memenuhi persyaratan berdasarkan Standar Keju Olahan (SNI 01-2980-1992) yaitu minimum 19,5%. Keju dalam penelitian ini tidak mengalami pemeraman/pematangan sehingga tergolong *unripened cheese*. Peningkatan kadar protein keju diperlukan pemeraman yang membutuhkan waktu lama sesuai dengan batas fermentasi yang diinginkan.

Pada pengujian kadar lemak P1 dan P3 lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa penambahan penstabil. Hal tersebut diduga *gelatin* dan *xantan gum* terdiri dari gugus hidrofilik dan lipofilik. Gugus hidrofobik ialah senyawa yang bersifat dapat mengikat air dan bahan yang bersifat polar. Sedangkan gugus lipofik merupakan senyawa yang dapat berikatan dengan minyak atau lemak suatu bahan. Dengan demikian penambahan penstabil mampu meningkatkan kadar lemak pada keju krim. Sehingga *gelatin* dan *whey* yang ditambahkan bersumbangsi dalam meningkatkan kadar lemak keju krim. Kandungan yang terdapat dalam *whey* terdiri dari komponen karbohidrat (4,7 gram/100ml) dan protein (0,9 gram/100ml), dan lemak (0,3 gram/100ml) (Nurminambari dkk, 2018).

Hal ini sesuai dengan penelitian Yahdiyani dkk, (2015) bahwa penambahan penstabil dapat meningkatkan kadar lemak pada keju krim. Perbedaan kualitas susu segar sebagai bahan baku pembuatan keju krim secara umum tidak mempengaruhi kadar lemak keju krim. Pengujian susu segar dari peternakan Pesawaran menunjukkan kadar lemak lebih tinggi dibandingkan dengan kualitas susu segar lainnya, akan tetapi secara umum perlakuan dengan penambahan *whey* dan penambahan penstabil mengalami peningkatan kadar lemak. Kadar garam pada keju krim cenderung mengalami penurunan dengan penambahan penstabil *gelatin*, *xantan gam* dan penambahan *whey* pada perlakuan P1 dan P3. Hal ini diduga karena *whey* mengandung air sehingga apabila ditambahkan *gelatin* dan *xantan gam* akan membentuk gel. Pembentukan gel terjadi karena kemampuan bahan penstabil yang mengikat air dan memiliki sifat emulsi yang dapat mengikat bahan yang ditandai dengan terikatnya bahan yang larut air. *Gelatin* dan *xantan gum* merupakan bahan yang bersifat polar (*hidrofobik*) sehingga dapat menurunkan kadar garam. Garam merupakan senyawa polar mengakibatkan fraksi yang ditimbulkan antara molekul polar dari *gelatin* terhadap molekul polar dari garam semakin besar, sehingga dalam proses tersebut kemungkinan dapat menurunkan kadar garam pada keju krim. Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan bahwa kadar air keju krim dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi penstabil yang digunakan. Kadar air tertinggi pada perlakuan penambahan *gelatin* 0,1% yaitu 82,29% dan kadar air terendah yaitu 52,69 %. Penggunaan konsentrasi penstabil yang berbeda berpengaruh terhadap kadar air produk. Karena penstabil memiliki gugus hidrofilik dan hidrofobik, dimana gugus hidrofilik mengikat air dan gugus hidrofobik mengikat lemak. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Yahdiyani (2015), bahwa kadar air tertinggi pada perlakuan penambahan *gelatin* 0,8 % yaitu 55,19% dan kadar air terendah pada kontrol yaitu 43,46% menunjukkan bahwa kadar air jenis penstabil *gelatin* lebih tinggi daripada CMC. Oleh karena itu semakin tinggi konsentrasi penstabil, semakin banyak air yang terikat sehingga kadar air produk semakin berkurang. Selain itu, penggunaan *gelatin* dan *xantan* dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh terhadap kadar air produk. Karena pada beberapa perlakuan memiliki kadar air yang berbeda. Semakin tinggi konsentrasi penstabil yang ditambahkan maka kadar air semakin meningkat.

Kadar Air Dan Total Padatan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa menunjukkan bahwa kualitas keju krim dengan metode *recovery* dadih berbeda menghasilkan kadar air untuk semua perlakuan berkisar antara 82,42% - 52,70%.

Kemudian pada total padatan untuk semua perlakuan berkisar antara 47,32%-17,59%. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan dengan metode *recovery* dadih berbeda berpengaruh nyata terhadap kadar air dan total padatan keju krim.

Tabel 5. Kadar air dan Total padatan

Perlakuan		Pengamatan					
		Kadar air			Total padatan		
		rerata	±	sd	rerata	±	sd
Gisting	P1	82,42	±	2,19 ^a	17,59	±	1,60 ^d
	P2	66,92	±	3,63 ^d	33,11	±	3,10 ^c
	P3	71,94	±	3,08 ^c	27,64	±	4,60 ^c
Tanggamus	P1	80,12	±	1,32 ^a	21,52	±	5,00 ^c
	P2	63,59	±	4,87 ^d	37,11	±	11,00 ^b
	P3	71,94	±	1,32 ^c	33,99	±	10,20 ^b
Pesawaran	P1	79,36	±	1,67 ^c	20,68	±	5,80 ^d
	P2	52,70	±	8,73 ^d	47,32	±	3,60 ^a
	P3	58,37	±	4,87 ^d	42,05	±	4,80 ^a
Metro	P1	80,98	±	2,50 ^a	19,39	±	1,90 ^d
	P2	68,98	±	5,81 ^d	41,68	±	12,40 ^a
	P3	62,36	±	2,51 ^d	39,13	±	11,30 ^b

Keterangan : Angka yang disertai huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan uji BNT pada taraf nyata 5%

P1 (dadih dengan penambahan whey dan penstabil)

P2 (dadih tanpa penambahan penstabil)

P3 (dadih tanpa penambahan whey dan ditambahkan penstabil)

Hasil uji Beda Nyata Terkecil (BNT) kualitas keju krim berdasarkan kadar air menunjukkan bahwa perlakuan P1 lebih tinggi dari perlakuan P2 dan perlakuan P2 lebih tinggi dari perlakuan P3. Sedangkan pada total padatan perlakuan P2 lebih tinggi dari perlakuan P1 dan P3. Data rata-rata kadar air dan total padatan dapat dilihat pada Tabel 12. Pengujian kadar air pada keju krim dilakukan untuk mengetahui kadar air yang terkandung didalam hasil keju krim setelah dilakukan penambahan penstabil dan penambahan whey dari hasil fermentasi. Penambahan whey tentu saja akan meningkatkan kadar air keju krim, manun penambahan whey bertujuan untuk memanfaatkan hasil samping dari proses fermentasi susu sehingga tidak banyak terbuang. Kadar air pada suatu produk pangan berfungsi sebagai parameter kesegaran dan tingkat keawetan. Hasil penelitian menunjukan bahwa penambahan penstabil dan penambahan whey meningkatkan kadar air dan terdapat intraksi antara perlakuan penambahan penstabil terhadap kadar air keju krim.

Kadar air pada keju krim cenderung mengalami peningkatan diduga dengan penambahan bahan penstabil terjadi peningkatan kadar air. Penambahan whey diperlukan dalam melarutkan gelatin dan xantan gum apabila bahan tersebut dihomogenkan maka akan saling mengikat antara whey, Bahan penstabil yang ditambahkan pada produk setengah jadi dalam pembuatan keju (dadih) dapat mengentalkan dan juga membentuk gel sehingga whey yang ditambahkan menjadi terikat dengan demikian akan mempengaruhi peningkatan kadar air keju krim. Meningkatnya kadar air tersebut tentunya dapat menurunkan mutu baik dari segi organoleptik maupun mikrobiologisnya, akan tetapi dalam pembentukan tekstur krim pada produk yang berbentuk krim, seperti yogurt dan keju krim diperlukan penambahan air sebagai bahan pengental dan pengikat bahan tambahan lainnya yang dibutuhkan. Kandungan kadar air pada keju krim dapat mempengaruhi terhadap peningkatan kadar protein dan kadar lemak, akan tetapi untuk tingkat keawetan selama penyimpanan produk keju krim belum dapat diperkirakan.

Kadar air pada keju krim mempunyai persyaratan tersendiri berdasarkan Standar Keju Olahan (SNI 01-2980-1992) yaitu maksimum 45 %. Berdasarkan hasil penelitian pada perlakuan metode recovery dadih P1 menghasilkan total padatan keju krim tertinggi dari perlakuan P2. Hal ini diduga penambahan whey dapat mempengaruhi total padatan karena semakin banyak whey di tambahkan maka nilai kadar air akan meningkat, meningkatnya kadar air mengakibatkan konsentrasi bahan yang larut meningkat. Sehingga semakin banyak partikel yang larut maka total padatan juga akan semakin menurun karena mengurangi endapan yang terbentuk. Keju krim dengan total padatan yang tinggi memiliki tekstur yang kurang baik dibandingkan dengan keju krim yang total padatannya rendah. Tingginya total padatan berpengaruh terhadap kemampuan daya oles keju krim.

Rendemen Awal

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rendemen fermentasi susu segar dari ke-4 peternak bervariasi. Rendemen hasil dari fermentasi berkisar antara 16,57 - 22,31 %. Kemudian Rendemen awal berkisar antara 33,18 - 37,85 %. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa hasil dari fermentasi berpengaruh nyata terhadap rendemen awal. Hasil uji Beda Nyata Terkecil (BNT) menunjukkan rendemen hasil fermentasi susu segar asal peternakan Gisting menghasilkan rendemen awal lebih tinggi dari ke-3 peternakan lainnya yaitu Tanggamus, Pesawaran dan Metro. Data rendemen awal dari sampel susu segar ke-4 peternakan di Provinsi/Kota Lampung dapat dilihat pada Tabel 6.Tabel 6. Rendemen awal

Sampel susu segar	Pengamatan		
	Rendemen hasil fermentasi (curd) (%)		
	rerata	±	sd
Gisting	22,31	±	3,36 ^a
Tanggamus	20,39	±	3,75 ^b
Pesawaran	18,00	±	6,61 ^b
Metro	16,57	±	2,19 ^b

Keterangan : Angka yang disertai huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan uji BNT pada taraf nyata 5%.

Hasil fermentasi susu segar asal sampel peternakan Gisting lebih tinggi dibandingkan dengan peternakan Pesawaran, Tanggamus dan Metro. Keberhasilan fermentasi pada susu faktor utama adalah kondisi susu. Perbedaan rendemen hasil fermentasi diduga terjadi karena perbedaan kualitas susu, berdasarkan kualitas protein susu segar dari peternakan Gisting lebih tinggi sehingga hasil dari rendemen dadih menjadi lebih tinggi. Menurut Juniawati et al (2015),kandungan protein merupakan faktor utama yang berpengaruh terhadap rendemen dadih. Selain itu mekanisme fermentasi juga menjadi faktor penting terhadap hasil fermentasi yang optimal. Mekanisme fermentasi diantaranya yaitu, suhu, substrat bahan, sterilisasi, pH, dan waktu fermentasi.Peningkatan rendemen dipengaruhi oleh substrat yang ada di dalam bahan yang digunakan sebagai sumber nutrisi sebagaimana energi untuk pertumbuhan dan perkembangan mikroba, aktifitas pada fermentasi mikroorganisme akan memetabolisme gula sederhana seperti laktosa. Laktosa merupakan komponen gula yang terdapat dalam susu kemudian dirubah menjadi asam organik yaitu asam laktat sehingga pada proses tersebut terjadi penurunan pH. Saat susu yang di fermentasi menjadi asam maka akan terjadi penguraian protein. Protein yang terurai akan terjadi proses pembekuan dan pembekuan protein tersebut merupakan dadih hasil dari proses fermentasi susu.

Semakin tinggi rendemen pada susu segar menunjukkan bahwa kandungan yang terdapat pada susu segar yang digunakan semakin efisien (Sugita, 2016).

Rendemen Keju Krim

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kualitas keju krim dengan metode *recovery* menghasilkan rendemen keju krim pada semua perlakuan berkisar antara 28,03 % - 58,67 %. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan metode *recovery* dadih berbeda berpengaruh nyata terhadap rendemen keju krim. Tabel 7. Rendemen keju krim

Perlakuan		Pengamatan Rendemen keju krim (%)		
		rerata		sd
Gisting	P1	39,86	±	12,26 ^b
	P2	28,03	±	0,89 ^e
	P3	30,80	±	0,08 ^c
Tanggamus	P1	53,08	±	12,26 ^a
	P2	35,13	±	1,08 ^c
	P3	31,63	±	13,62 ^c
Pesawaran	P1	48,52	±	12,85 ^b
	P2	30,33	±	3,21 ^e
	P3	47,15	±	16,86 ^b
Metro	P1	58,67	±	12,85 ^a
	P2	31,99	±	5,01 ^c
	P3	36,21	±	5,71 ^c

Keterangan : Angka yang disertai huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan uji BNT pada taraf nyata 5%.

P1 (dadih dengan penambahan *whey* dan penstabil)

P2 (dadih tanpa penambahan penstabil)

P3 (dadih tanpa penambahan *whey* dan ditambahkan penstabil)

Hasil uji Beda Nyata Terkecil (BNT) menunjukkan perlakuan P1 (dadih dengan penambahan *whey* dan penstabil) lebih tinggi dari perlakuan P2 (tanpa penambahan penstabil). Perlakuan P3 (dadih tanpa penambahan *whey* dan ditambahkan penstabil) sedikit lebih tinggi dari perlakuan P2 (dadih tanpa penambahan penstabil). Data rata-rata rendemen keju krim dapat dilihat pada Tabel 7.

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa rendemen keju krim cenderung mengalami peningkatan dengan penambahan penstabil dengan perlakuan yang berbeda. Hal ini diduga disebabkan oleh penambahan *whey*, *gelatin*, dan *xantan gum*, dengan *recovery* dadih berbeda dapat meningkatkan rendemen keju krim. Juniawati et al (2015), menyatakan bahwa kandungan protein merupakan faktor utama yang berpengaruh terhadap rendemen keju.

Peningkatan rendemen dipengaruhi oleh molekul protein yang terdapat didalam susu segar dan lama koagulasi protein sehingga pemanjangan dadih dapat diperoleh hasil yang maksimal. Rendemen merupakan rasio antara volume/berat keju yang dihasilkan dengan jumlah susu segar yang digunakan dalam proses pembuatan keju. Bahan penstabil membentuk pada *gelatin* dan gel pada *xantan gum*. Semakin tinggi konsentrasi penstabil, pada *gelatin* dan gel pada *xantan gum* sehingga kemampuan untuk mengikat

dadih kedalam gel, menjadi meningkat dan menyatu membentuk krim, oleh sebab itu maka dapat meningkatkan rendemen keju krim.

Mutu Sensori Keju Krim

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa skor warna keju krim dari semua perlakuan berkisar antara 4,0 – 4,3 , skor aroma keju krim berkisar antara 3,67 – 4,33, skor rasa keju krim 1,00 – 3,67, skor daya oles keju krim 1,67 – 5,00 dan skor tekstur keju krim antara 1,67 – 4,00. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan metode *recovery* berbeda berpengaruh nyata terhadap skor sensori warna, aroma, rasa, daya oles dan tekstur. Hasil uji Beda Nyata Terkecil (BNT) skor sensori warna menunjukkan perlakuan P1 lebih tinggi dari perlakuan P2 dan perlakuan P3. Skor sensori aroma menunjukkan perlakuan P2 susu segar asal peternakan Gisting dan Tanggamus lebih tinggi dengan skor aroma lainnya. Skor daya oles menunjukkan perlakuan P1 keju krim dari susu segar asal peternakan Pesawaran dan perlakuan P3 keju krim dari susu segar asal peternakan Gisting dan Metro kemudian perlakuan P3 keju krim dari susu segar asal peternakan Metro. Data rata-rata skor sensori keju krim dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Skor sensory keju krim

Kontrol (keju krim kiri)		Warna	Aroma	Rasa	Daya Oles	Tekstur
		4	5	4	4	5
Gisting	P1	4,00 ± 0,01 ^a	4,00±0,01 ^a	3,00±0,01 ^b	2,33±0,58 ^b	2,33±0,58 ^c
Tanggamus		4,00 ± 0,01 ^a	4,00±0,01 ^a	3,33±0,58 ^a	2,33±0,58 ^b	3,00±0,01 ^b
Metro		4,33 ± 0,57 ^a	4,33±0,58 ^a	3,67±0,58 ^a	2,33±0,58 ^b	3,00±0,01 ^b
Pesawaran		4,00 ± 0,01 ^a	4,00±0,01 ^a	3,00±0,01 ^b	5,00±0,01 ^a	4,00±0,01 ^a
Gisting	P2	4,00 ±0,57 ^a	3,67±0,58 ^b	3,33±0,58 ^a	1,67±0,58 ^{cd}	3,00±0,01 ^b
Tanggamus		4,00 ±0,57 ^a	3,67±0,58 ^b	2,33± 0,58 ^d	2,33±0,58 ^b	2,67±1,15 ^c
Metro		4,00 ±0,01 ^a	4,00±0,01 ^a	3,00±0,01 ^b	2,00±0,01 ^c	2,67±0,58 ^c
Pesawaran		4,00 ±0,01 ^a	4,33±0,58 ^a	3,00±0,01 ^b	2,33±1,15 ^b	1,67±1,15 ^d
Gisting	P3	4,00 ±0,01 ^a	4,00±0,01 ^a	2,67±0,58 ^b	2,67±0,58 ^b	3,00±0,01 ^b
Tanggamus		4,00 ±0,01 ^a	4,00±0,01 ^a	3,00±0,01 ^a	3,00±1,00 ^b	2,33±0,58 ^c
Metro		4,33 ±0,57 ^a	4,33±0,58 ^a	3,33±0,58 ^a	2,00±0,01 ^c	3,00±0,01 ^c
Pesawaran		4,00 ±0,01 ^a	4,00±0,01 ^a	1,00±0,01 ^e	4,00±0,01 ^a	2,00±0,01 ^d

Keterangan : Angka yang disertai huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan uji BNT pada taraf nyata 5%.

- (Skor Warna) : 1 = Putih Pucat 2 = Putih Terang 3 = Putih Agak Kekuningan 4 = Putih Kekuningan5 = Putih Kuning
- (Skor Aroma) : 1 = Asam 2 = Sedikit Asam 3 = Sedikit Khas Susu Segar 4 = Khas Susu Segar 5 = Sangat Khas Susu Segar
- (Skor Rasa) : 1 = Tidak Khas Keju 2 = Dominan Rasa Susu 3 = Menyerupai Rasa Susu 4 = Khas Susu Segar 5 = Khas Keju
- (Skor Daya Oles) : 1 = Tidak mudah 2 = Sedikit mudah 3 = Agak sangat mudah 4 = Mudah dioles 5 = Sangat mudah dioles
- (Skor Tekstur) : 1 = Tidak membentuk gel 2 = Membentuk gel 3 = Encer 4 = Sedikit Creamy 5 = Lunak/Creamy

Skor warna keju krim cenderung mengalami peningkatan dengan penambahan penstabil. Hal ini disebabkan *gelatin* yang diencerkan dengan air hangat akan berwarna kecoklatan sedangkan dengan penambahan *xantan gum* yang dilarutkan dengan air hangat akan berwarna jernih, tingkat kejernihan *xantan gam* lebih tinggi dibandingkan dengan *gelatin* sehingga memberi kesan warna keju krim lebih cerah. Menurut Pundrinagasaki (2011), penambahan penstabil menjadikan bahan yang tidak larut air dan minyak akan tercampur dan membentuk koloid sehingga menghasilkan keseragaman warna. Pada skor warna keju krim hasil penelitian menyerupai kontrol keju krim komersial. Pada skor aroma keju krim tidak mengalami peningkatan dengan penambahan penstabil. Hal ini diduga *gelatin* dan *xantan gum* tidak terdapat komponen volatile yang dapat menguap oleh sebab itu tidak memberikan pengaruh nyata terhadap aroma keju krim. Hasil ini sesuai dengan penelitian Yahdiyani dkk (2015), bahwa penambahan konsentrasi penstabil tidak menunjukkan adanya pengaruh terhadap aroma keju lunak. Skor rasa keju krim cenderung mengalami peningkatan dengan penambahan penstabil. Hal ini diduga penambahan *gelatin* dan *xantan gam* tidak berkontribusi terhadap perubahan rasa pada keju krim karena rasa asam pada keju tidak berubah. Bahan penstabil tidak memberikan perubahan rasa yang dominan kerena bahan penstabil tersebut tidak memiliki rasa (Gelatin Manufacturing Institute of America, 2012; Indriyati et al., 2006; Yahdiyani dkk, 2015). Pada skor rasa keju krim hasil penelitian belum mendekati kontrol keju krim komersial.

Pada skor daya oles keju krim tidak mengalami peningkatan dengan penambahan penstabil. Hal ini diduga daya oles dan tekstur yang baik didapatkan apabila keju krim tidak mengental setelah dilakukan pencampuran *gelatin* dan *xantan gum*. Hal ini disebabkan karena *gelatin* memiliki kemampuan mengikat air yang lebih tinggi sedangkan *xantan gum* sebagai emulsi sehingga apabila *xantan gum* tidak larut sempurna maka akan mengental dan menyatu dengan keju krim sehingga memudahkan terhadap daya oles dan merubah tekstur dari dadih yang lunak menjadi krim. Skor warna keju krim tertinggi terdapat pada perlakuan P1 asal susu segar peternakan Metro dan Perlakuan P3 asal susu segar peternakan Metro. Skor aroma keju krim tertinggi terdapat pada perlakuan P1 dan P3 asal susu segar peternakan Metro dan Perlakuan P2 asal susu segar peternakan Pesawaran. Skor rasa keju krim tertinggi terdapat pada perlakuan P1 dan P3 asal susu segar peternakan Metro.

Kesimpulan Dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Kualitas susu segar berdasarkan kadar protein, lemak, dan pH, uji alkohol, residu antibiotik telah memenuhi standar kualitas susu segar berdasarkan SNI 31411 (2011). Kadar protein tertinggi berasal dari susu dari segar peternakan Gisting yaitu (3,90 %) diikuti oleh susu segar yang berasal dari Tanggamus (3,05%), Pesawaran (2,73%), dan Metro (2,44%). Sementara untuk kadar lemak tertinggi ada pada susu segar dari peternakan Pesawaran yaitu 4,73 % diikuti berturut-turut oleh susu segar dari Tanggamus (4,35%), Metro (4,17%) dan Gisting (3,48 %).
2. Perlakuan recovery dadih berbeda pada perlakuan P1 (dadih dengan penambahan *whey* dan penstabil) lebih dominan dalam meningkatkan kadar protein dan lemak namun juga meningkatkan kadar air. Perlakuan P1(dadidh dengan penambahan *whey* dan penstabil) menghasilkan kualitas keju krim terbaik berdasarkan daya oles, tekstur dan rasa akan tetapi masih perlu perbaikan kadar air yang belum memenuhi syarat standar kadar air keju krim.

Daftar Pustaka

- Afiati, F.,Yopi., Rarah R.A.M. 2014. Pemanfaatan Bakteri Probiotik Indigenus Dalam Pembuatan Keju Lunak. Depatermen Ilmu dan Teknologi Peternakan. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Jurnal Teknologi Industri Pangan, Februari 2014, Hal 7-12 Vol.25 No.1 ISSN: 1979-7788.
- Andika, R.,2017. Pengaruh Penambahan Sari Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi) Terhadap Nilai Total Titratable Acidity, Kadar Air, Protein Dan Nilai Organoleptik Keju Mozzarella. Fakultas Peternakan Universitas Andalas Padang. Published 27 April 2017.
- Apriyantono, A., Fardiaz, D., Puspitasari, N. L., Sedarnawati, Budiyanto, S. 1989. Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2011. SNI 3141.1:2011 tentang Susu Segar Bagian-1: Sapi. Jakarta (ID): BSN.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1998. SNI 01-2782-1998 tentang Metode Pengujian Susu Segar. Jakarta (ID): BSN.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2009. SNI 3148.1: 2009 tentang Standar Pakan Sapi Perah. Jakarta (ID): BSN.
- Daulay, D. 1991. Fermentasi Keju. PAU Pangan dan Gizi IPB. Bogor.
- El-Bakry, M., F. Beninati, E. Duggan, E. D. O'Riordan, M. O'Sullivan 2011. Reducing salt in imitation cheese: effects on manufacture and functional properties. *J. Food Res. Int.* 44: 589-596.
- Hadiwiyoto, Soewedo. 1982. Teori dan Prosedur Pengujian Mutu Susu dan Hasil Olahannya. Yogyakarta: Liberty.
- Hadiwiyoto, Soewedo. 1983. Hasil Olahan Susu, Ikan, Daging, dan Telur. Liberty. Yogyakarta.
- Hasan,A.E.Z, A. Yulianto, I.M.P Noviana, S.P Andini. 2018. Produksi Xanthan Gum Skala Pengembangan Menggunakan Limbah Padat Tapioka. Departemen Biokimia, FMIPA-IPB Bogor. Kepala Balai Besar Teknologi Pati, BPPT. Jurnal Ilmiah Teknik Industri Vol. 6 (2) 97-105. Diakses tanggal 23 September 2021
- Hui, Y. H. 1993. *Dairy Science and Technology Hand Book 1 Principles and Properties*. VCH Publishers. Inc. New York USA.
- Irvan, M., S. Darmanto., Lukita. P., 2019. Pengaruh Penambahan Gelatin Dari Kulit Ikan Yang Berbeda Terhadap Karakteristik Chikuwa. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan. Jurusan Perikanan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.Universitas Diponegoro. Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian. Vol. 3 (1) . <http://journal.upgris.ac.id/index.php/jiphp>.
- Juniawati., S. Usmiati., E. Damayanthi. 2015. Karakter/Sifat Fisik Kimia Keju Rendah Lemak Dari Berbagai Bahan Baku Susu Modifikasi. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. Depatermen Gizi Masyarakat. Fakultas Ekologi Manusia. Institut Pertanian Bogor. Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian Vol 12 (2) : 28-36 .
- Legowo, A., M. 2002. Sifat Kimiawi, Fisik dan Mikrobiologi Susu. Diklat Kuliah. Semarang: Program Studi Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro.
- Lestari, D.A. 2019. Pengaruh Perbandingan Jenis Keju dan Konsentrasi Penstabil Terhadap Karakteristik Cheese Spread. Program Studi Teknologi Pangan. Fakultas Teknik Universitas Pasundan. Bandung.
- Lukman, D.W. 2010. Residu antibiotika dalam pangan asal hewan. http://Penelitian Kesehatan Masyarakat Veteriner/residu-antibiotik-dalam-pangan-asal_16.html [13 April 2020].
- M. Arifin, A. Y. Oktaviana, R. R. S. Wihansah, M. Yusuf, Rifkhan, J. K. Negara, A. K. Sio. 2016. Kualitas Fisik, Kimia dan Mikrobiologi Susu Kambing pada Waktu

- Pemerasan yang Berbeda di Peternakan Cangkurawok, Balumbang Jaya, Bogor. Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Vol 04 (2) : 2016.
- Murti, T. W. 2004a. Tahap Pembuatan Keju. Fakultas Peternakan Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Murti, T. W. 2004b. Aneka Keju. Fakultas Peternakan Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Nurrachmawati, F. 2015. Mengenal Gelatin, Kegunaan dan Pembuatanya, <http://kesmavet.ditjenpkh.pertanian.go.id>, diakses pada tanggal 23 juni 2021
- Oka, B., Mohammad, W., Kardiman. 2017. Karakterisasi Kimia Susu Sapi Perah di Kabupaten Sinjai. Program Studi Pendidikan Teknologi Pertanian. Universitas Negeri Makassar.
- Purwoko, T., Sutarno., Solikah A.S., 2018. Pembuatan Keju (Unripened Cheese) Dengan Starter Campuran *Streptococcus Lactis* dan *Rhizopus Oryzae*. Departement of Biolog. Faculty of Mathematics and Natural Sciences. Sebelas Maret University. Surakarta.
- Pundrianagari. 2011. Peranan Lemak dalam Mayonnase. <http://pundrianagarimagisterilmugiziundip.com>. [Diakses tanggal 15 oktober 2020]
- Queiroga, RCRE, Santos, BM, Gomes, AMP, Monteiro, MJ, Teixeira, SM, Souza, EL, Pereira, CJD, & Pintado, MME (2013). Nutrisi, Tekstur dan Sifat Sensoris Keju Coalho Yang Terbuat Dari Susu Kambing, Sapi, dan Campurannya. Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie, Vol 50 (2) : 538-54 <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2012.08.011>.
- Rachmawan, O. 2001. Penanganan Susu Segar. Proyek Pengembangan Sistem dan Standar Pengolahan SMK. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Jakarta. Modul SMKP2/3L01/U01THP.
- Rahman, A. S. Fardiaz., W. P., Rahayu Suliantari dan C.C. Nurwitri,. 1992. Teknologi Pengolahan Susu. Depdikbud Dirjen PT. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB. Bogor.
- Rahayu, W.P., Kusnandar, F., Prayitno, W.E., 2011. Stability of viable counts of lactic acid bacteria during storage of goat milk soft cheese. Microbial. 5(4) : 149-153.
- Rahmat, Dedi. 2010. Kelenturan Fenotif Bakteri *Streptococcus lactis* Pada Berbagai Kondisi Lingkungan. Bandung: Fakultas Peternakan, Universitas Negeri Padjajaran.
- Rati, R.L, E. Sulistiowati.,E. Soetrimo. 2017. Kualitas dan Kesukaan Keju Lunak Terbuat Dari Susu Sapi Fries Holland Dengan Penambahan Pasta Buah Stroberi (*Fragaria virginiana*) Selama Penyimpanan 2 Minggu. Jurusan Peternakan. Fakultas Pertanian. Universitas Bengkulu. Bengkulu. ISSN 2088-5399. Jurnal Agroindustri, Vol 7 (1) 27-36.
- Ratya, N., E. Taufik., I.I. Arief,. 2017. Karakteristik Kimia, Fisik dan Mikrobiologis Susu Kambing Peranakan Etawa di Bogor. Program Studi Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Sekolah Pascasarjana. Teknologi Hasil Ternak, Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan. Institut Teknologi Bandung. Bandung. ISSN 2303-2227.
- Saputra., T.F. 2019. Evaluasi Total Solid Susu Segar Peternak Tawang Agro Berdasarkan Standar Nasional Indonesia. Jurusan Produksi Ternak. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Jurnal of Tropical Animal Production.Vol 19 (1) 22-26.
- Sato KP, Bartlett PC and Saaed MA. 2005. Antimicrobial Susceptibility of *E. Coli* Isolates from Dairy Farms Using Organic vs. Conventional Methods. J Am Vet Med Assoc 226:589-594.
- Setiaji, P.W., Heni R., Nurwantoro. 2019. Aktivitas Antioksidan, Nilai pH, Kemuluran dan Uji Hedonik Keju Mozzarella dengan Penambahan Jus Umbi Bit (*Beta vulgaris L*). Sudarmadji S. (1989). Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Yogyakarta. Liberty.

- Suwanto., Hartono, M., Purnama, E.S., Sri S., Hindun, L., Muhammad, M.P.S. 2018 . Prevalensi Cacing Hati Sapi Perah Pada Peternakan Rakyat di Provinsi Lampung . Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, Lampung University.
- Sughita., I.M., Ni Nyoman, P., AAI. Sri, W. 2016 . Optimasi Pembuatan Keju Lunak Tradisional (Soft Cheese) Dengan Penggunaan Kulit Batang Tanaman Rampelas (*Ficus ampelas*) dan Bakteri Asam Laktat Sebagai Koagulan Alami. Program Studi Ilmu Dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertania. Univeritas Udayana.
- Thompson., John. 1979. Lactose Metabolism in *Streptococcus lactis*: Phosphorylation of Galactose and Glucose Moieties In Vivo. Journal of Bacteriology. Vol 140 (03) . ISSN: 774-785. Palmerston North: New Zealand Dairy Research Institute.
- Udin, U.N.. 2014. Mekanisme peran *Streptococcus lactis* dalam olahan makanan. Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Malang. Artikel Ilmiah.
- United States Departement of Agriculture.1994 . USDA Spesification for Cream Cheese and Dry Curd Cream Cheese. <http://www.ams.usda.gov>.
- Widyaningrum., A.C.. 2009. Pembuatan Keju Peram (Ripened Cheese) Menggunakan Starter Kombinasi *Rhizopus Oryzae* dan *Rhizopus Oligosporus* [skripsi]. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Widodo. 2003. *Mikrobiologi Pangan dan Industri Hasil Ternak*. Lacticia Press. Yogyakarta.
- Yahdiyani., H., Choirul, A., Esti, W.. 2015. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Penstabil Terhadap Karakteristik Fisikokomia dan Organoleptik Chili Cream Cheese [skripsi]. Jurusan Ilmu Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian Unversitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Zulfianti W. 2005. Penentuan kadar residu antibiotik dalam susu menggunakan metode bioassay [skripsi]. Jakarta: Program Sarjana, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.

PENGARUH SERANGAN LALAT BUAH TERHADAP PRODUKSI BUAH BELIMBING DAN PENGGUNAAN DNA DARI LARVA UNTUK IDENTIFIKASI LALAT BUAH SECARA MOLEKULER

Lily Agustini Waruwu^{1*}, Hasriadi Mat Akin^{2*}, Yuyun Fitriana^{2*}, Radix Suharjo^{2*}, Kuswanta Futas Hidayat^{3*}

¹Program Studi Magister Agronomi, ²Program Studi Proteksi Tanaman, ³Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
Jl. Prof. Soemantri Brodjonegoro, No. 1 Bandar Lampung 35145
E-mail : lilyagustiniwaruwu123@gmail.com

Abstrak

Lalat buah merupakan hama polifag dan sangat invasive. Pada populasi yang tinggi, intensitas serangan lalat buah dapat mencapai 100%. Serangan ini menyebabkan turunnya kualitas dan kuantitas buah seperti kerusakan buah, penurunan produksi, hilangnya pasar ekspor yang terkait dengan pembatasan karantina, dan kerugian ekonomi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi penggunaan DNA dari larva lalat buah untuk identifikasi lalat buah secara molekuler. DNA larva yang digunakan diambil dari buah jambu biji (LJB), jambu air (LJA), belimbing (LB), dan melinjo (LM). Untuk metode ekstraksi metode TNES dapat digunakan untuk mengestraksi larva lalat buah. Primer yang digunakan adalah F-LCO1490 dan R-HCO2198 dengan suhu annealing 48 dan 52 °C. yang teramplifikasi pada 712 bp. Hasil penelitian menunjukkan serangan lalat buah menyebabkan berat total buah belimbing menjadi menurun. Pada proses ekstraksi DNA larva lalat buah, metode TNES dapat digunakan sebagai metode ekstraksi larva lalat buah dengan kualitas DNA yang murni. Spesies lalat buah pada jambu biji dan jambu air adalah *Bactrocera albistrigata*, pada belimbing adalah *Bactrocera dorsalis*, sedangkan larva yang diambil dari melinjo belum diketahui.

Kata Kunci : Larva lalat buah, DNA, metode TNES, sekuen nukleotida, enzim restriksi

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan suatu negara yang menghasilkan buah-buahan tropika eksotik. Lebih dari 329 jenis buah-buahan dapat ditemukan di Indonesia. Buah-buahan tersebut terdiri atas jenis asli Indonesia maupun introduksi (Hermanto et al., 2013). Tingginya keragaman buah berpotensi untuk dipasarkan baik di dalam maupun di luar negeri. Namun, buah-buahan tropika mudah rusak (perishable) dan menjadi inang bagi lalat buah (*fruit fly*).

Lalat buah merupakan hama polifag dan sangat invasive (Ardiyanti dan Pudjianto, 2019). Menurut Prastowo dan Siregar (2014), pada populasi yang tinggi, intensitas serangan lalat buah pada belimbing dapat mencapai 100%. Serangan ini menyebabkan turunnya kualitas dan kuantitas buah seperti kerusakan buah dan penurunan produksi. Serangan lalat buah juga menyebabkan hilangnya pasar ekspor yang terkait dengan pembatasan karantina dan kerugian ekonomi (Martiningsia et al., 2017).

Buah-buahan yang merupakan hasil panen berpotensi terinfestasi larva lalat buah di dalamnya. Larva di dalam buah akan merusak daging buah, sehingga buah menjadi busuk dan gugur. Penyebaran lalat buah juga cukup tinggi sehingga sulit untuk dikendalikan. Pada pasar domestik, buah yang terinfestasi larva lalat buah memberi andil yang cukup besar dalam penyebaran hama lalat buah. Begitu pula dalam pasar internasional, sehingga negara pengimpor menerapkan prosedur karantina yang sangat ketat untuk mencegah penyebaran lalat buah (Badan Karantina Pertanian, 2015).

Badan karantina telah melakukan beberapa langkah untuk mencegah introduksi lalat buah ke wilayah Indonesia. Langkah tersebut yaitu penyusunan daftar Organisme Pengganggu Tumbuhan Karantina (OPTK), pemeriksaan lalat buah yang kemungkinan terbawa melalui media pembawa yang di lalulintaskan, pemantauan rutin tahunan terhadap keberadaan OPTK khususnya lalat buah di Indonesia, serta pemantauan dini terhadap keberadaan lalat buah (Pusat Karantina Tumbuhan dan Keamanan Hayati Nabati, 2015).

Kegiatan rearing (pembiakan/perbanyakan) larva lalat buah yang didapatkan cukup reliable. Namun, metode ini memerlukan waktu yang cukup lama. Pertama-tama buah yang terinfestasi lalat buah diinkubasi sampai larva keluar dan berpupa. Kemudian pupa tersebut dikumpulkan dan dibiakkan hingga menjadi imago (Pusat Karantina Tumbuhan dan Keamanan Hayati Nabati, 2015). Selain waktu, suhu dan kelembaban perlu diatur agar pemberiakan larva hingga menjadi imago dapat berhasil.

Badan karantina membutuhkan metode cepat untuk dapat mengidentifikasi larva lalat buah yang ditemukan pada buah. Menurut Jiang et al. (2014), identifikasi spesies dalam kisaran yang luas dapat menggunakan barcoding DNA. Oleh karena itu pada penelitian ini, penggunaan DNA larva lalat buah digunakan sebagai objek identifikasi secara molekuler dengan teknik PCR. Diharapkan hasil dari penelitian ini menjadi dasar atau informasi dalam melakukan identifikasi terhadap larva lalat buah yang ditemukan pada buah.

METODE PENELITIAN

Hubungan Tingkat Serangan Lalat Buah terhadap Produksi Belimbing

Dilakukan dengan menggunakan metode survei. Survei dilakukan di Desa Muara Putih Kecamatan Natar. Belimbing yang diamati memiliki panjang buah 10 - 15 cm dengan warna buah kuning atau mulai menguning. Sari et al., (2017) menyatakan bahwa lalat buah suka meletakkan telurnya pada buah berwarna kuning, hijau, kulit buah kuning dengan sedikit hijau. Persentase serangan hama yang disebabkan oleh lalat buah dan berat total buah dihitung. Keterjadian hama (KH) merupakan persentase jumlah buah yang terserang hama (n) dari total buah yang diamati (N), seperti dinyatakan dalam rumus berikut :

$$KH = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Mengetahui hubungan antar variabel keterjadian hama dan berat total buah yang bersifat kuantitatif dapat menggunakan teknik analisis korelasi (r). Koefisien korelasi menghasilkan persamaan garis lurus ($y = ax + b$). Nilai r berkisar dari -1 sampai +1 tergantung kemiringan garis yang dihasilkan. Nilai +1 menunjukkan hubungan linier sempurna dan garis memiliki kemiringan positif. Karena nilai x meningkat maka nilai y juga meningkat. Nilai -1 menunjukkan hubungan linier sempurna dan garis memiliki kemiringan negatif. Karena nilai x meningkat maka nilai y menurun. Rumus korelasi diyatakan sebagai berikut :

$$r = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2} \sqrt{\sum(y - \bar{y})^2}}$$

Ekstraksi DNA

Perlakuan larva lalat buah sebelum ekstraksi DNA. Ekstraksi larva lalat buah akan dilakukan dengan metode TNES dan Alkali. Prosedur percobaan adalah perlakuan larva satu dan dua ekor. Dengan alkohol 70% terdiri atas dua perlakuan larva, yaitu direndam alkohol selama satu menit dan tidak direndam.

Ekstraksi menggunakan metode TNES

Metode ekstraksi dilakukan berdasarkan metode Sunnucks dan Hales (1996) (Lampiran 3). Pertama larva lalat buah dimasukkan ke dalam tube 1,5 mL. Kemudian ditambahkan 5 μ l Proteinase K (10 mg/mL) dan sampel dihancurkan dengan blue tip mikropipet yang ujungnya sudah dibakar dalam tube. Selanjutnya 300 μ l buffer TNES (Tris HCl 1 M, NaCl 5 M, EDTA 0,5 M, SDS ph 7, dan aquades steril) ditambahkan, dengan mengalirkannya di bawah blue tip mikropipet untuk mencuci sampel yang menempel. Suspensi kemudian dihomogenkan dan diinkubasi dalam waterbath pada 60 °C selama 3 jam dan ditambahkan 85 μ l 5 M NaCl. Setelah itu, sampel disentrifuse selama 10 menit dengan kecepatan 14.000 rpm (Microspin 12 High-speed Mini-centrifuge, Latvia). Supernatan diambil dan dimasukan ke dalam tube yang baru dan ditambahkan 400 μ l isopropanol dan diinkubasi di -40 °C selama 20 menit. Setelah diinkubasi kemudian disentrifuse selama 5 menit dengan kecepatan 14.000 rpm (Microspin 12 High-speed Mini-centrifuge, Latvia). Secara perlahan supernatan dibuang kemudian ditambahkan 500 μ l alkohol 70 % dan disentrifuse selama 5 menit dengan kecepatan 14.000 rpm (Microspin 12 High-speed Mini-centrifuge, Latvia). Supernatan kemudian dibuang dan dikeringanginkan pada suhu kamar dengan ditutup tisu agar terhindar dari kontaminan. Setelah kering kemudian ditambahkan 25 μ L 1X TE buffer pH 8 (1st base Malaysia) dan disimpan di -40 °C untuk pengujian lebih lanjut.

Ekstraksi menggunakan metode alkali

Pertama larva lalat buah dimasukkan ke dalam tube 1,5 mL kemudian ditambahkan 50 μ l NaOH 50 mM. Selanjutnya, larva digerus menggunakan blue tip mikropipet yang ujungnya sudah dibakar. Hasil gerusan dipindahkan ke dalam tube 0,2 mL dan diinkubasi pada suhu 95 °C selama 15 menit dan 4 °C selama 30 detik menggunakan mesin PCR (SensoQuest, Jerman). Selanjutnya ditambahkan 50 μ l Tris HCl 0,2 M. Setelah itu larutan divortex dan didiamkan untuk mengendapkan pellet. Supernatan yang didapatkan digunakan sebagai DNA template untuk PCR.

Kemurnian DNA

Kemurnian larutan DNA diukur menggunakan spektrofotometer dengan rasio A260 nm dengan A280 nm. Nilai A260 nm merupakan puncak gelombang pada kemurnian DNA. sedangkan A280 nm merupakan puncak gelombang pada protein. Dalam analisis molekuler, nilai dari rasio kemurniannya adalah 1,8-2,0 (Sambrook et al., 1989).

Amplifikasi DNA

Amplifikasi DNA menggunakan mesin Thermal cycle (Sensoquest, Jerman). Sebanyak 25 μ l komponen PCR dimasukkan ke dalam tube 0,2 mL. komponen tersebut terdiri atas 12,5 μ l Master Mix MyTaq™ Red Mix (Meridian Bioscience Inc., Amerika Serikat) primer forward dan reverse masing-masing 1 μ l, DNA template 1 μ l dan aquades steril 9,5 μ l. Primer yang digunakan tertera pada Tabel 1. Sementara setting program PCR untuk metode ekstraksi dengan TNES tertera pada Tabel 2.

Tabel 1. Primer yang digunakan

Nama Primer	Sekuen (5' - 3')	Suhu	Referensi
F-LCO 1490	GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG	48 - 55 °C	Folmer et al. (1994)
R-HCO 2198	TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA		

Tabel 2. Tahapan PCR yang digunakan

Tahapan	Siklus	Suhu	Waktu
Inisiasi	1	95 °C	5 menit
Denaturasi	30	95 °C	1 menit
Annealing	30	48 dan 52 °C	1 menit
Ekstensi	30	72 °C	1 menit
Elongasi	1	72 °C	5 menit

Elektroforesis dan Visualisasi Hasil PCR

Elektroforesis dilakukan dengan menggunakan gel agarose 0,5 % yang sudah ditambah 1 µl ETBr dan dituangkan pada cetakan dengan sisir. Pada sumur pertama, diisi dengan 3 µl Marker DNA Ladder (1 Kb DNA Ladder, Taiwan). Selanjutnya, setiap sumur diisi 3 µl ekstraksi DNA dan 1 µl *loading dye* (DNA Loading Dye (6X), Taiwan) sebagai pemberat. Selanjutnya, elektroforesis dihidupkan pada tegangan 55 volt selama 60 menit. Ditunggu hingga DNA bergerak sampai ke baris 3 atau 4 dari ujung lawan. Visualisasi dilakukan dengan sinar UV pada UV-transiluminator (DigiBox7000, Kanada). Hasil deteksi didokumentasikan.

Sekuensing dan Analisis Hasilnya

Hasil PCR kemudian akan dikirim ke PT Genetika Science Jakarta untuk proses sekuensing. Sekuen DNA kemudian dialignment dengan program Bioedit Kemudian hasil sekuens DNA dicocokkan dengan memanfaatkan informasi sekuen DNA yang tersedia dalam *GeneBank* (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>). Hasil alignment yang disequensing kemudian dibuat pohon filogenetiknya dengan program Mega 7 for window (Kumar et al., 2016) menggunakan metode Maximum Likelihood.

Sampel yang digunakan

Larva lalat buah diambil dari 4 jenis buah yang terserang lalat buah. Buah yang akan digunakan adalah jambu biji, jambu air, melinjo, dan belimbing.

Pembuatan pohon filogenetik

Hasil alignment yang didapatkan setelah analisis sekuensing kemudian dibuat pohon filogenetiknya dengan program Mega 6 for windows (Kumar et al., 2016) menggunakan metode Maximum Likelihood.

Analisis Keragaman Genetik

Analisis untuk mengetahui variasi pada tingkat sekuen DNA menggunakan enzim restriksi. Enzim restriksi yang digunakan merupakan enzim bakteri yang dapat memotong molekul DNA di lokasi yang diketahui. Pada penelitian ini visualisasi penggunaan enzim restriksi dilakukan secara *in silico*. Dengan menggunakan program pDRAW32 yang dikembangkan oleh AcaClone Software dan dapat diakses melalui

www.acaclone.com. Penggunaan enzim restriksi secara *in silico* merupakan percobaan atau uji yang dilakukan dengan metode simulasi komputer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

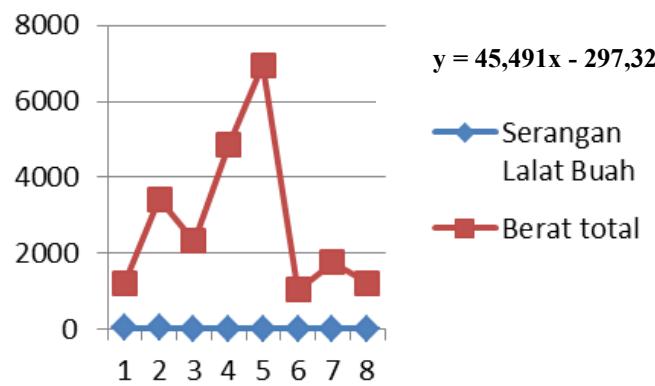
Hubungan Tingkat Serangan Lalat Buah terhadap Produksi Belimbing

Korelasi antara serangan lalat buah dengan berat total pada buah belimbing ditentukan oleh dua variabel yaitu berat total pada buah belimbing sebagai variabel bebas (x) dan serangan lalat buah sebagai variabel tidak bebas (y). Survei data serangan lalat buah pada belimbing dilakukan di beberapa titik lokasi di Desa Muara Putih Kecamatan Natar Kabupaten Lampung Selatan (Tabel 3).

Tabel 3.Titik Lokasi pengambilan sampel, nilai keterjadian, dan berat total buah

Titik Lokasi	Pohon	Serangan lalat buah (%)	Berat total (g)
$5^{\circ}18'25.6''S\ 105^{\circ}12'56.3''E$	1	61,54	1.208,33
	2	56,76	3.427,11
$5^{\circ}18'24.2''S\ 105^{\circ}13'21.4''E$	1	68,00	2.334,67
$5^{\circ}17'40.5''S\ 105^{\circ}13'37.7''E$	1	71,15	4.867,22
$5^{\circ}17'16.9''S\ 105^{\circ}13'45.6''E$	1	77,03	6.955,89
$5^{\circ}16'45.8''S\ 105^{\circ}14'17.9''E$	1	81,82	1.037,56
	2	68,42	1.774,89
	3	69,23	1.215,11

Berdasarkan analisis excel (=correl) nilai koefisien korelasi dari data keterjadian dan berat total buah adalah -0,17. Hal tersebut menunjukkan korelasi negatif antara serangan lalat buah dengan berat total buah belimbing. Korelasi negatif berarti jika nilai x meningkat maka nilai akan y menurun. Sehingga meningkatnya serangan lalat buah maka akan menurunkan produksi (berat total) belimbing (Gambar 1).

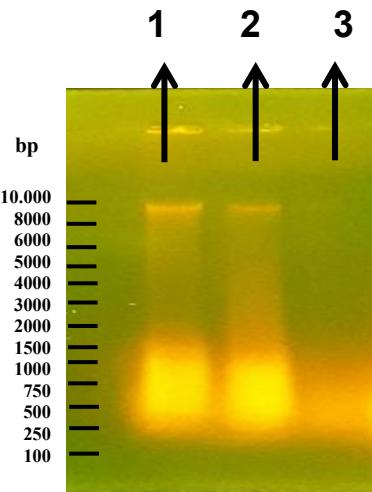


Gambar 1. Korelasi berat total (x) dan serangan lalat buah (y)

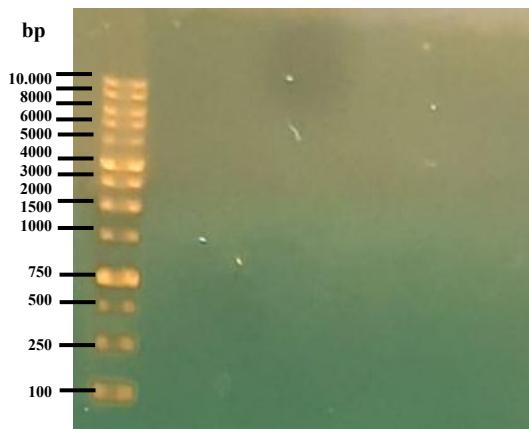
Metode TNES dan Alkali untuk ekstraksi DNA dari larva lalat buah

Penelitian menggunakan DNA yang diambil dari larva lalat buah. Ekstraksi DNA dilakukan terhadap satu dan dua ekor larva lalat buah yang menyerang jambu biji. Sebelum diekstraksi, larva lalat buah dikelompokkan menjadi dua perlakuan. Perlakuan pertama terdiri atas satu dan dua ekor larva yang tidak direndam alkohol 70 %. Perlakuan kedua satu ekor larva direndam dalam alkohol 70 % (satu menit). Hasil ekstraksi DNA divisualisasi dengan elektroforesis. Hasil percobaan menunjukkan bahwa ekstraksi dengan metode TNES berhasil didapatkan (Gambar 2). Sebaliknya ekstraksi menggunakan metode alkali tidak berhasil didapatkan DNA dari larva lalat buah (Gambar 3).

Penggunaan larva yang tidak direndam ataupun direndam memiliki pengaruh pada hasil ekstraksi larva lalat buah. Hasil ekstraksi menunjukkan bahwa larva lalat buah yang direndam di dalam alkohol memiliki konsentrasi yang rendah dibandingkan larva yang tidak direndam di alkohol (Gambar 2). Oleh karena itu penelitian selanjutnya ekstraksi DNA larva lalat buah dapat menggunakan satu ekor larva lalat buah dengan metode TNES.



Gambar 2. Hasil Ekstraksi larva lalat buah jambu biji menggunakan metode TNES
 Sumur 1 satu ekor larva jambu biji tidak direndam alkohol (LJB1t) ;
 Sumur 2 dua ekor larva jambu biji tidak direndam alkohol (LJB2t) ;
 Sumur 3 satu ekor larva jambu biji direndam alkohol (LJB1d)



Gambar 3. Hasil Ekstraksi larva lalat buah jambu biji menggunakan metode alkali

Kemurnian DNA hasil ekstraksi dinilai dengan membandingkan absorbansi pada 260 nm dan 280 nm. Sambrook et al.. (1989) menyatakan jika nilai kemurniannya berkisar 1,8 – 2,0 maka DNA tersebut murni. Berdasarkan nilai kemurnian, sampel DNA satu ekor larva jambu biji tidak direndam alkohol (LJB1t), dua ekor larva jambu biji tidak direndam alkohol (LJB2t), dan satu ekor larva jambu biji direndam alkohol (LJB1d), masing-masing 1.96, 2.08, dan 2.00. DNA yang diekstraksi dari larva lalat buah dengan metode TNES termasuk dalam kategori murni (1,8 – 2,0) (Tabel 4). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan metode TNES untuk ekstraksi larva lalat buah tepat untuk digunakan untuk metode identifikasi secara molekuler larva lalat buah.

Tabel 4. Kemurnian hasil ekstraksi DNA larva lalat buah pada jambu biji menggunakan metode TNES

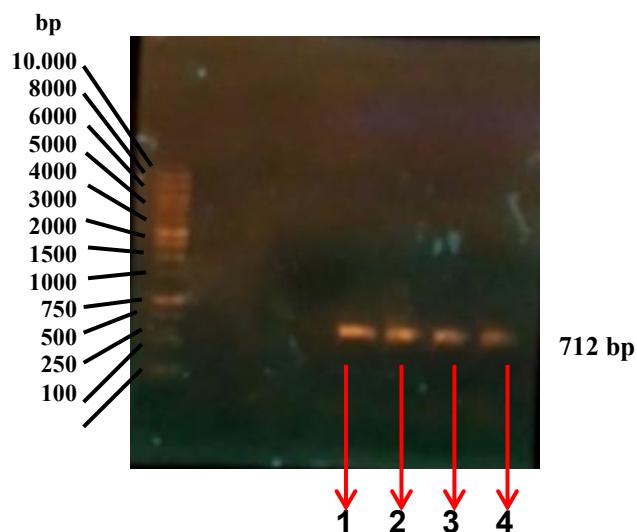
Sampel	Perlakuan	A260 (nm)	A280 (nm)	Kemurnian (A260/A280)	Kemurnian
Satu ekor	-	0,055	0,028	1,96	Murni
Dua ekor	-	0,048	0,023	2,08	Murni
Satu ekor	+	0,014	0,007	2,00	Murni

Keterangan: + direndam alkohol - tidak direndam alkohol

Jika nilai kemurnian 1,8 – 2,0 maka sampel tersebut murni (Sambrook et al., 1989)

Amplifikasi DNA pada larva lalat buah jambu biji dilakukan pada sampel satu ekor dan dua ekor larva dengan tingkat kemurnian 1,96 – 2,0 (Tabel 4). Amplifikasi DNA menggunakan primer universal yaitu LCO 1490 dan HCO 2198 dengan teknik PCR. Komposisi PCR yang digunakan pada satu tube (25 μ l) terdiri atas PCR Kit (Red Mix) 12,5 μ l , air steril 9,5 μ l, DNA template 1 μ l, LCO 1490 (Forward) 1 μ l dan HCO 2198 (Reverse) 1 μ l.

Prosedur menggunakan suhu annealing 48 °C dan 52 °C. Hasil amplifikasi DNA menunjukkan bahwa suhu annealing 48 °C dan 52 °C berhasil mengamplifikasi sampel ekstraksi satu ekor dan dua ekor larva lalat buah yang tidak direndam alkohol (Gambar 4). Hal ini menunjukkan bahwa larva lalat buah dapat teramplifikasi pada suhu 48 °C dan 52 °C. Jika hasil kedua suhu tersebut berhasil mengamplifikasi DNA, maka suhu annealing 52 °C paling tepat digunakan untuk proses sekuensing. Manurung et al., (2020) menggunakan primer LCO1490 dan HCO2198 pada identifikasi imago lalat buah dengan suhu annealing 52 °C.



Gambar 4. Amplifikasi cDNA larva lalat buah jambu biji pada suhu annealing yang berbeda

- (1) satu ekor larva jambu biji tidak direndam alkohol suhu annealing 48 °C
- (2) dua ekor larva jambu biji tidak direndam alkohol suhu annealing 48 °C
- (3) satu ekor larva jambu biji tidak direndam alkohol suhu annealing 52 °C
- (4) dua ekor larva jambu biji tidak direndam alkohol suhu annealing 52 °C

DNA yang diamplifikasi dengan metode TNES disequensing di PT Genetika Science Jakarta. Hasil sekuensing berupa file ekstensi .ab1 dari mesin sekuensing kemudian di analisis menggunakan program BioEdit. Hasil analisis kemudian dimasukkan ke dalam blast.ncbi.nlm.nih.gov untuk menemukan daerah yang memiliki kemiripan diantara

sekuens DNA. Program ini bertujuan untuk membandingkan sekuens DNA dengan sekuens yang terdapat di database GeneBank. Hasil analisis blast menunjukkan bahwa sampel larva jambu biji adalah *Bactrocera albistrigata*

Berdasarkan hasil analisis blast spesies *B. albistrigata* memiliki kemiripan yang tinggi dengan sekuen larva lalat buah pada jambu biji. Hal tersebut menunjukkan bahwa sekuen larva lalat buah pada jambu biji memiliki homogenitas yang paling mirip dengan sekuen *B. albistrigata*. *Query coverage* (persentasi dari panjang nukleotida yang selaras dengan database yang terdapat pada blast) pada spesies *B. albistrigata* menunjukkan nilai hingga 100% terhadap sekuen larva lalat buah pada jambu biji. Nilai E-value dari sekuen larva lalat buah pada jambu biji bernilai 0, artinya sekuen tersebut identik dengan sekuen *B. albistrigata*. Selain itu, nilai identifikasi tertinggi yang menunjukkan kecocokan antara sekuen query dengan sekuen database yang tersejajarkan dimiliki oleh *B. albistrigata* dengan kisaran sebesar 95%. Hal ini menunjukkan bahwa larva lalat buah yang ditemukan menyerang buah jambu biji merupakan spesies *B. albistrigata*.

Penggunaan DNA dari larva untuk identifikasi lalat buah jambu air, jambu biji, belimbing dan melinjo

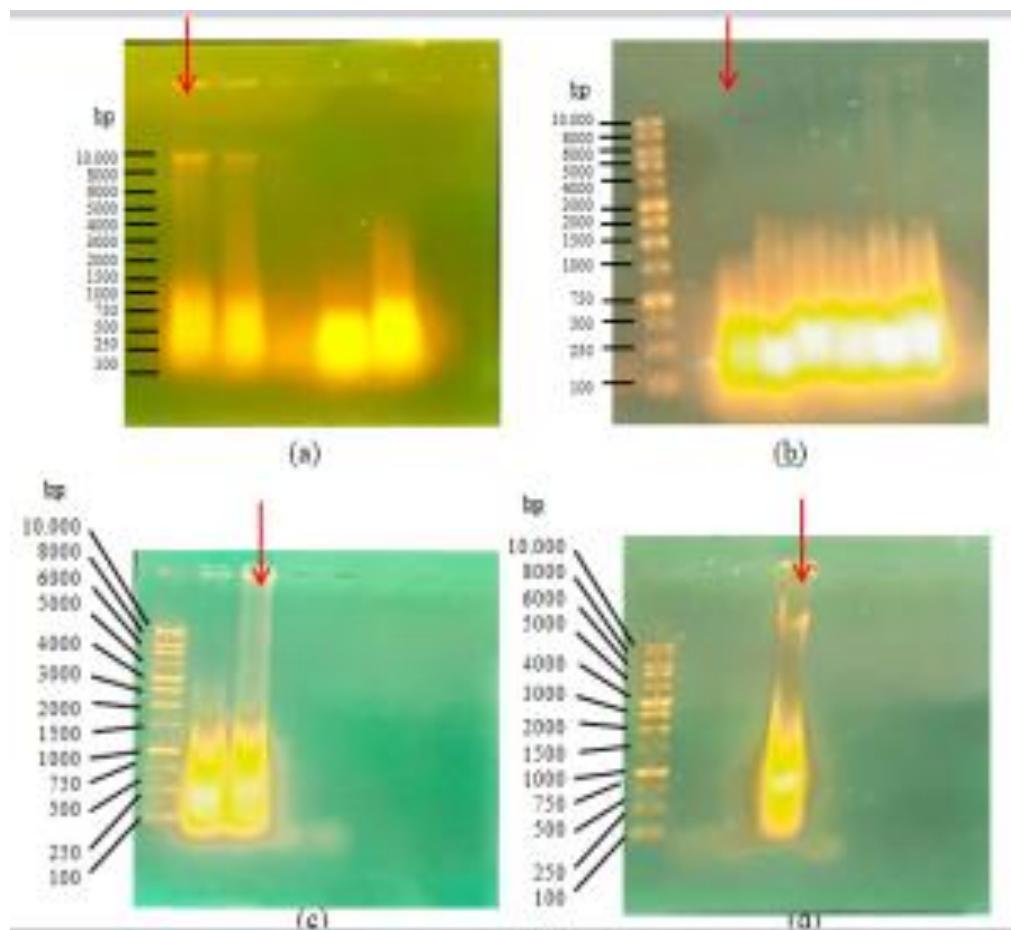
Hasil ekstraksi larva dari jambu biji, jambu air, melinjo, dan belimbing menggunakan metode ekstraksi TNES, setelah divisualisasi menunjukkan adanya pita DNA (Gambar 5). Hal itu menunjukkan bahwa hasil ekstraksi menggunakan metode TNES menghasilkan konsentrasi DNA yang sama. Pita DNA yang terlihat pada gel elektroforesis berada pada posisi 1000 bp pada larva di jambu biji, 1000 bp pada larva di jambu air, 1500 bp pada larva di belimbing, dan 10.000 bp pada larva di melinjo. Hasil kemurnian DNA sampel larva lalat buah di jambu biji, larva lalat buah di jambu air, larva lalat buah di belimbing, dan larva lalat buah di melinjo setelah dihitung ratio absorbannya, termasuk dalam kategori murni (Tabel 5).

Tabel 5. Kemurnian DNA hasil ekstraksi larva lalat buah di jambu biji, jambu air, belimbing, dan melinjo

Nama Sampel	A260 (nm)	A280 (nm)	Kemurnian (A260/A280)	Keterangan
Larva lalat buah di jambu biji	0,055	0,028	1,96	Murni
Larva lalat buah di jambu air	0,114	0,061	1,86	Murni
Larva lalat buah di belimbing	0,050	0,027	1,85	Murni
Larva lalat buah di melinjo	0,013	0,007	1,85	Murni

Keterangan : Jika nilai kemurnian 1,8 – 2,0 maka sampel tersebut murni (Sambrook et al., 1989)

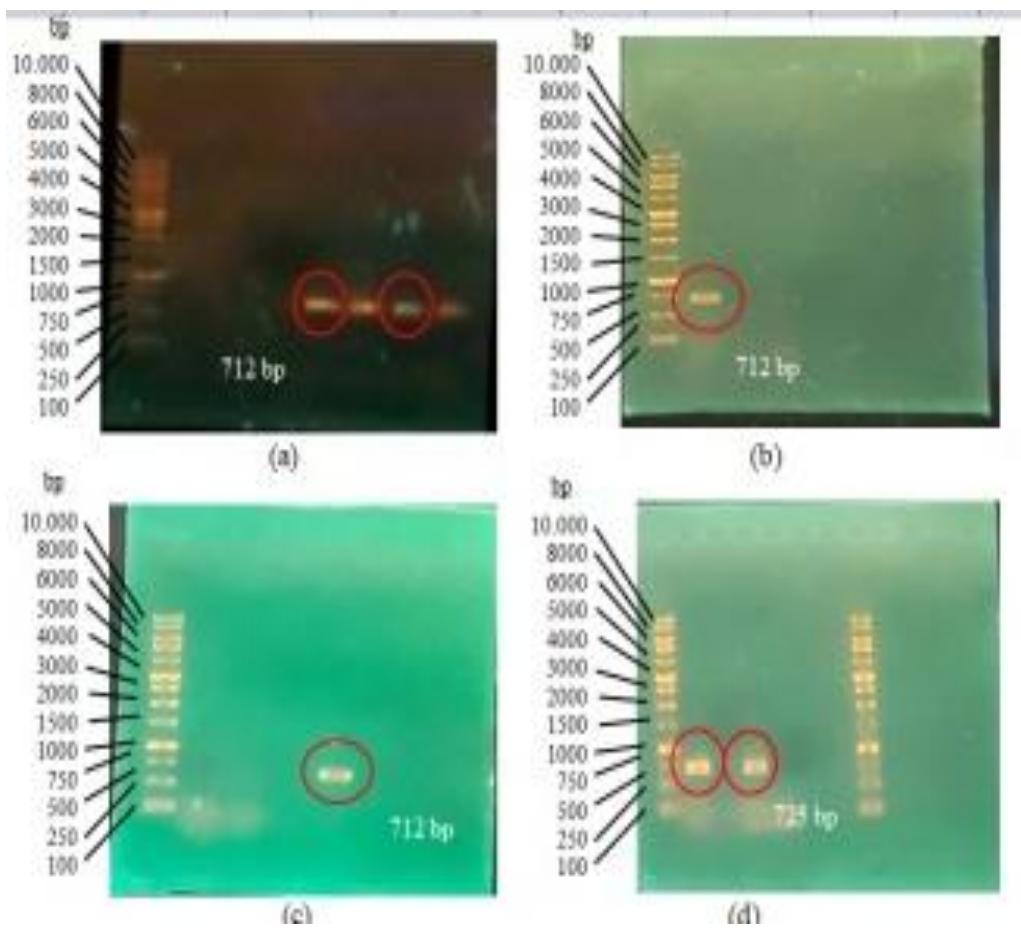
Hasil ekstraksi larva lalat buah pada jambu biji (LJB), jambu air (LJA), belimbing (LB), dan melinjo (LM) kemudian diamplifikasi dengan menggunakan primer *forward* LCO2198 dan primer *reverse* HCO1490. Amplifikasi DNA pada masing-masing sampel menunjukkan adanya pita DNA dimana pola pita DNA yang dihasilkan memiliki ketebalan yang sama. Pita DNA yang terlihat pada UV-transiluminator terlihat tebal dan bersih serta pita DNA yang menyala (Gambar 6). Hal ini menunjukkan bahwa ekstraksi DNA berkualitas baik.



Gambar 5. Hasil ekstraksi DNA dari larva lalat buah pada buah jambu biji, jambu air, belimbing, dan melinjo

- (a) Larva lalat buah di jambu biji (LJB)
- (b) Larva lalat buah di jambu air (LJA)
- (c) Larva lalat buah di belimbing (LB)
- (d) Larva lalat buah di melinjo (LM)

Suhu *annealing* yang digunakan saat amplifikasi larva lalat buah adalah 48°C dan 52°C . Setelah di visualisasi, hasil PCR menunjukkan adanya pita DNA target pada masing-masing sampel (Gambar 6). Larva pada buah jambu biji (LJB) suhu *annealing* yang didapatkan adalah 48°C dan 52°C . Larva pada jambu air (LJA) suhu *annealing* yang didapatkan adalah 48°C . Larva pada buah belimbing (LB) suhu *annealing* yang didapatkan adalah 48°C . Larva pada buah melinjo (LM) suhu *annealing* yang didapatkan adalah 48°C dan 52°C . Keempat sampel yang diamplifikasi menunjukkan adanya distribusi situs pengenalan *annealing* primer pada template DNA.



Gambar 6. Hasil PCR larva lalat buah pada jambu biji, jambu air, belimbing dan melinjo

- (a) Larva di jambu biji (LJB),
- (b) Larva di jambu air (LJA),
- (c) Larva di belimbing (LB),
- (d) Larva di melinjo (LM)

Sampel larva lalat buah pada jambu biji, jambu air, belimbing, dan melinjo yang berhasil teramplifikasi kemudian disequensing di PT Genetika Science Jakarta. Kemudian hasil sekuensing dianalisis dengan BioEdit. Panjang genom yang teramplifikasi pada tiap sampel berbeda. Sampel larva lalat buah pada jambu biji, jambu air, belimbing, dan melinjo masing-masing teramplifikasi pada 712 bp, 712 bp, 712 bp, dan 725 bp (Gambar 6).

Hasil sekuensing kemudian di analisis untuk merekonstruksi serangkaian bagian DNA yang saling tumpang tindih. Hal ini dilakukan untuk meminimalisasi kemungkinan kesalahan dalam proses sekuensing. Dengan dua arah menggunakan primer (F & R). Hasil analisis sekuensing dua arah tersebut selanjutnya dapat digabungkan (konsensus) untuk mendapatkan sebuah gen utuh. Proses sekuensing menghasilkan panjang sekuen 712 bp menandakan bahwa primer LCO1490 dan HCO2198 dapat bekerja dengan baik. Folmer *et al.* (1994) menyatakan bahwa primer LCO1490 dan HCO2198 dari gen subunit I sitokrom c oksidase mitokondria (COI) untuk amplifikasi reaksi berantai polimerase (PCR) terjadi pada fragmen 712 bp.

Berdasarkan hasil analisis terdapat perbedaan susunan basa nukleotida antara sampel. Susunan basa nukleotida antara larva pada buah jambu biji dan larva pada jambu air terdapat kesamaan (*similarity*) 99,85 %, larva pada buah jambu biji dan larva pada belimbing memiliki kesamaan 92,69 %, larva pada buah jambu biji dan larva pada melinjo memiliki kesamaan 23,45 %, antara larva pada buah jambu air dan larva pada belimbing

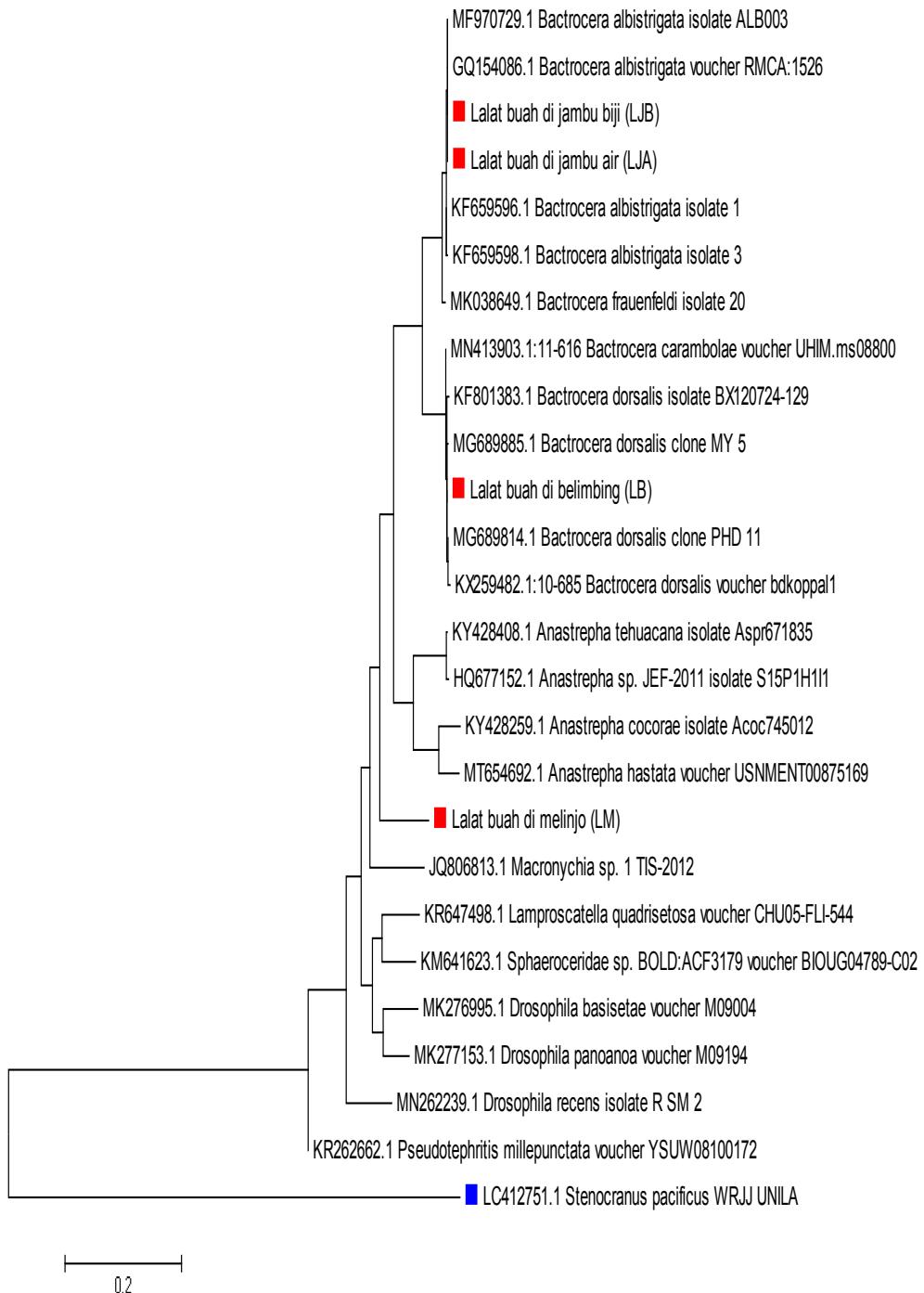
memiliki kesamaan 92,83 %, larva pada buah jambu air dan larva pada melinjo memiliki kesamaan 23,59 %, antara larva pada buah belimbing dan larva pada melinjo memiliki kesamaan 24,01% (Tabel 6).

Tabel 6. Kesamaan sekuen DNA dari larva di jambu biji, larva di jambu air, larva di belimbing, dan larva di melinjo

Sampel	Larva lalat buah di			
	Jambu biji	Jambu air	Belimbing	Melinjo
Larva lalat buah di jambu biji	100 %	99,85 %	92,69 %	23,45 %
Larva lalat buah di jambu air	99,85 %	100 %	92,83 %	23,59 %
Larva lalat buah di belimbing	92,69 %	92,83 %	100 %	24,01%
Larva lalat buah di melinjo	23,45 %	23,59 %	24,01 %	100 %

Hasil analisis homologi menunjukkan persamaan basa nukleotida pada larva lalat buah pada jambu biji, jambu air, dan belimbing, hal ini menunjukkan adanya hubungan kekerabatan yang sangat dekat. Sebaliknya larva lalat buah pada melinjo memiliki kesamaan basa nukleotida yang kecil dibandingkan larva lalat buah pada jambu biji, jambu air, dan belimbing. Menurut Matern *et al.* (2009) menyatakan bahwa terjadinya perbedaan variasi nukleotida adalah karena mutasi. Variasi yang kecil mempengaruhi susunan asam amino pada protein tertentu sehingga menyebabkan identitas spesifik suatu spesies. Untuk melihat hubungan kekerabatan keempat sampel kemudian hasil analisis filogenetik menggunakan ClustalX dan dikonstruksi dengan pohon filogenetik menggunakan MEGA6 metode Maximum Likelihood. Sekuen kerabat yang ditambahkan diambil dari BLAST dengan nilai *max score* dan *max identity* tertinggi. Sekuen *Stenocranus pacificus* WRJJ Unila ditambahkan sebagai pembanding (*outgrup*) dalam pohon filogenetik (Gambar 7).

Nukleotida DNA larva pada buah jambu biji, larva pada jambu air, larva pada buah belimbing, dan larva pada buah melinjo merupakan sekuen DNA yang digunakan sebagai unit dasar dalam mengkode organisme yang memiliki banyak kesamaan karakter atau ciri dengan spesies yang terdaftar dalam GeneBank. Jika membentuk klaster maka dianggap memiliki hubungan yang sangat dekat dan diperkirakan diturunkan dari satu nenek moyang. Berdasarkan hasil analisis filogenetik, terlihat bahwa larva lalat buah LJB dan LJA termasuk ke dalam klaster *Bactrocera albistrigata*. Hal ini menunjukkan bahwa identitas dari larva yang diambil dari buah jambu biji (LJB) dan buah jambu air (LJA) adalah *B. albistrigata*. Larva lalat buah di belimbing termasuk dalam kelompok *Bactrocera dorsalis* sehingga identitas dari larva yang diambil dari buah belimbing (LB) adalah *B. dorsalis*. Namun larva lalat buah di melinjo belum dapat dipastikan spesiesnya, karena dalam pohon filogenetik, sampel LM membentuk klaster sendiri.



Gambar 7. Pohon filogenetik larva lalat buah dengan beberapa kerabat terdekat berdasarkan runutan basa DNA daerah LCO1490 dan HCO2198

- Lalat buah di jambu biji
- Lalat buah di jambu air
- Lalat buah di belimbing
- Lalat buah di melinjo
- *Stenocranus pacificus* WRJJ Unila

Selain menggunakan pohon filogenetik, keragaman sampel larva pada buah jambu biji, larva pada jambu air, larva pada buah belimbing, dan larva pada buah melinjo dapat dianalisis dengan menggunakan enzim restriksi. Enzim-enzim tersebut memotong sampel DNA pada urutan basa tertentu yang spesifik, yang menghasilkan fragmen-fragmen seukuran gen yang dapat disambungkan kembali.

Hasil analisis enzim restriksi *in silico* pada program pDraw32 dari sampel lalat buah menunjukkan adanya 4 pola potongan fragmen DNA yang berbeda. Keempat pola ini diperoleh dari 4 sekuen DNA yang berbeda hasil dari sekvensing. Enzim restriksi digunakan sebagai pembeda dalam mengidentifikasi *Bactrocera albistrigata*, *Bactrocera dorsalis*, dan larva yang diambil dari melinjo.

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat 17 enzim restriksi yang memiliki situs pemotongan pada sekuen DNA *Bactrocera albistrigata*, *Bactrocera dorsalis*, dan larva yang diambil dari melinjo secara *in silico*. Enzim restriksi tersebut adalah AcuI, AseI, BsaI, BsaXI, BsaXI, BsII, BsmAI, Bsp1286I, BsrI, BstEII, HincII, HpyCH4III, MboI, PsiI, PspGI, TaqI, TaqII.

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa sekuen larva yang diambil dari melinjo (LM) memiliki perbedaan yang tinggi dengan sekuen *Bactrocera albistrigata* dan *Bactrocera dorsalis*. Terdapat 16 enzim restriksi yang memiliki situs pemotongan pada daerah sekuen *Bactrocera albistrigata* dan *Bactrocera dorsalis* (Tabel 7). Sebaliknya enzim restriksi yang hanya memiliki situs pemotongan pada sekuen larva yang diambil dari melinjo terdiri atas 27 enzim restriksi (Tabel 8).

Tabel 7. Enzim restriksi yang memiliki situs pemotongan pada *Bactrocera albistrigata* dan *Bactrocera dorsalis*

Enzim Restriksi	<i>Bactrocera albistrigata</i>	<i>Bactrocera dorsalis</i>	Larva yang diambil dari melinjo
TspGWI	+	+	-
AgSI	+	+	-
BsaJI	+	+	-
BseMII	+	+	-
BsiHKAI	+	+	-
BspCNI	+	+	-
BstNI	+	+	-
CviQI	+	+	-
EcoNI	+	+	-
Hpy188I	+	+	-
HpyAV	+	+	-
HpyCH4V	+	+	-
NlaIV	+	+	-
RsaI	+	+	-
SspI	+	+	-
TspDTI	+	+	-

Keterangan : Enzim restriksi diatas dapat digunakan sebagai pembeda antara *Bactrocera albistrigata* dan *Bactrocera dorsalis* dengan larva yang diambil dari melinjo

Tabel 8. Enzim restriksi yang memiliki situs pemotongan pada larva yang diambil dari melinjo

Enzim Restriksi	<i>Bactrocera albistrigata</i>	<i>Bactrocera dorsalis</i>	Larva yang diambil dari melinjo
<i>BsgI</i>	-	-	+
<i>BtsIMutI</i>	-	-	+
<i>EarI</i>	-	-	+
<i>EcoRI</i>	-	-	+
<i>Esp3I</i>	-	-	+
<i>FauI</i>	-	-	+
<i>GsaI</i>	-	-	+
<i>HpyCH4IV</i>	-	-	+
<i>HpyCH4V</i>	-	-	+
<i>HpyCH4IV</i>	-	-	+
<i>AciI</i>	-	-	+
<i>AleI</i>	-	-	+
<i>Apal</i>	-	-	+
<i>BanI</i>	-	-	+
<i>BccI</i>	-	-	+
<i>BceAI</i>	-	-	+
<i>BpuEI</i>	-	-	+
<i>BseYI</i>	-	-	+
<i>MsII</i>	-	-	+
<i>MspAII</i>	-	-	+
<i>PasI</i>	-	-	+
<i>PspOMI</i>	-	-	+
<i>SfcI</i>	-	-	+
<i>SmII</i>	-	-	+
<i>StyI</i>	-	-	+
<i>TaiI</i>	-	-	+
<i>TspRI</i>	-	-	+

Keterangan : Enzim restriksi diatas dapat digunakan sebagai pembeda antara larva yang diambil dari melinjo dengan *Bactrocera albistrigata* dan *Bactrocera dorsalis*

Pada sekuen *Bactrocera dorsalis* terdapat 13 enzim restriksi yang memiliki situs pemotongan DNA (Tabel 9). Sebalinya terdapat 8 enzim restriksi yang memiliki situs pemotongan pada daerah sekuen *Bactrocera albistrigata* dan larva yang diambil dari melinjo (Tabel 10).

Tabel 9. Enzim restriksi yang memiliki situs pemotongan pada *Bactrocera dorsalis*

Enzim Restriksi	<i>Bactrocera albistrigata</i>	<i>Bactrocera dorsalis</i>	Larva yang diambil dari melinjo
<i>BspMI</i>	-	+	-
<i>BtsCI</i>	-	+	-
<i>BpII</i>	-	+	-
<i>Bpu10I</i>	-	+	-
<i>BsiEI</i>	-	+	-
<i>Eco53KI</i>	-	+	-
<i>FokI</i>	-	+	-
<i>HpaII</i>	-	+	-
<i>Hpy166II</i>	-	+	-
<i>Hpy188III</i>	-	+	-
<i>PvuI</i>	-	+	-
<i>SacI</i>	-	+	-
<i>BfaI</i>	-	+	-

Keterangan : Enzim restriksi diatas dapat digunakan sebagai pembeda antara *Bactrocera dorsalis* dengan *Bactrocera albistrigata* dan larva yang diambil dari melinjo

Tabel 10. Enzim restriksi yang memiliki situs pemotongan pada *Bactrocera albistrigata* dan larva yang diambil dari melinjo

Enzim Restriksi	<i>Bactrocera albistrigata</i>	<i>Bactrocera dorsalis</i>	Larva yang diambil dari melinjo
<i>BaeGI</i>	+	-	+
<i>DpnI</i>	+	-	+
<i>DraI</i>	+	-	+
<i>HphI</i>	+	-	+
<i>MaeIII</i>	+	-	+
<i>SwaI</i>	+	-	+
<i>Tsp45I</i>	+	-	+
<i>DdeI</i>	+	-	+

Keterangan : Enzim restriksi diatas dapat digunakan sebagai pembeda antara *Bactrocera albistrigata* dan larva yang diambil dari melinjo dengan *Bactrocera dorsalis*

Selanjutnya, hasil analisis pada sekuen *Bactrocera dorsalis* dan larva yang diambil dari melinjo terdiri atas 7 enzim (Tabel 11). Sebaliknya enzim restriksi yang hanya memiliki situs pemotongan pada sekuen *Bactrocera albistrigata* ada 13 enzim (Tabel 12).

Tabel 11. Enzim restriksi yang memiliki situs pemotongan pada *Bactrocera dorsalis* dan larva yang diambil dari melinjo

Enzim Restriksi	<i>Bactrocera albistrigata</i>	<i>Bactrocera dorsalis</i>	Larva yang diambil dari melinjo
<i>CviAII</i>	-	+	+
<i>FatI</i>	-	+	+
<i>HinfI</i>	-	+	+
<i>NlaIII</i>	-	+	+
<i>ScrFI</i>	-	+	+
<i>StyD4I</i>	-	+	+
<i>TfiI</i>	-	+	+

Keterangan : Enzim restriksi diatas dapat digunakan sebagai pembeda antara *Bactrocera dorsalis* dan larva yang diambil dari melinjo dengan *Bactrocera albistrigata*

Tabel 12. Enzim restriksi yang memiliki situs pemotongan pada *Bactrocera albistrigata*

Enzim Restriksi	<i>Bactrocera albistrigata</i>	<i>Bactrocera dorsalis</i>	Larva yang diambil dari melinjo
<i>ApalI</i>	+	-	-
<i>AvaI</i>	+	-	-
<i>Bpu10I</i>	+	-	-
<i>BseRI</i>	+	-	-
<i>BstKTI</i>	+	-	-
<i>HpaII</i>	+	-	-
<i>MboII</i>	+	-	-
<i>MmeI</i>	+	-	-
<i>NciI</i>	+	-	-
<i>SmaI</i>	+	-	-
<i>SpeI</i>	+	-	-
<i>TatI</i>	+	-	-
<i>XmaI</i>	+	-	-

Keterangan : Enzim restriksi diatas dapat digunakan sebagai pembeda antara *Bactrocera albistrigata* dengan *Bactrocera dorsalis* dan larva yang diambil dari melinjo

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian, lalat buah yang menyerang buah belimbing di Desa Muara Putih Kecamatan Natar Kabupaten Lampung Selatan menyukai buah bewarna kuning dan masak. Menurut Sari et al. (2017), belimbing yang hampir masak sangat disukai oleh lalat buah, karena buah mengandung asam askorbat dan sukrosa dalam

jumlah maksimal. Akibatnya serangan lalat buah menurunkan berat total dari buah belimbing. Direktorat Perlindungan Tanaman Hortikultura (2006) menyatakan bahwa serangan lalat buah dapat menyebabkan buah target menjadi rusak dan busuk. Karena perilaku lalat buah betina yang meletakkan telur pada buah, kemudian telur menetas menjadi larva dan memakan daging buah. Akhirnya buah akan gugur sebelum waktunya.

Pada umumnya populasi lalat buah yang tinggi, menyebabkan intensitas serangannya juga tinggi. Pujiastuti (2009) menyatakan bahwa populasi yang tinggi berbanding lurus dengan tingkat serangan dari lalat buah, dan sebaliknya bila populasi rendah maka tingkat serangan akan menurun. Wijaya *et al.* (2018) menyatakan bahwa populasi lalat buah (*Bactrocera* sp.) berpengaruh positif dengan tingkat serangan, dimana semakin tinggi populasi lalat buah maka persentase serangan lalat buah juga semakin tinggi. Penelitian Putra *et al.* (2019) menunjukkan bahwa di Kabupaten Gianyar, persentase rata-rata serangan lalat buah *B. papayae* dan *B. carambolae* terhadap buah belimbing mencapai 86,33%. Sodiq (2004) juga menyatakan bahwa kerusakan pada belimbing akibat serangan lalat buah dapat mencapai 100%.

Metode ekstraksi menggunakan metode TNES pada larva lalat buah berhasil dilakukan dibandingkan dengan metode alkali. Hal ini dapat disebabkan karena metode TNES menggunakan buffer ekstraksi untuk mencegah DNA rusak sebaliknya metode alkali hanya melarutkan protein kemudian dilanjutkan dengan proses presipitasi. Menurut Fatchiyah, dkk. (2011) untuk mencegah DNA rusak saat proses pengeluaran DNA dari nukleus, mitokondria, maupun organel lain biasanya dilakukan dengan penambahan buffer ekstraksi. Selain itu pada metode TNES dilakukan presipitasi dengan menggunakan isopropanol untuk memisahkan antara supernatant dan pellet. Saat di sentrifugasi senyawa-senyawa lain yang tidak dibutuhkan akan menjadi supernatant, sebaliknya DNA akan mengendap membentuk pellet.

Saat proses ekstraksi, sampel yang digunakan ada yang fresh dan direndam di dalam alkohol. Berdasarkan hasil ekstraksi, baik larva yang direndam ataupun tidak direndam di dalam alkohol, berhasil di ekstraksi dengan metode TNES. Hariyadi *et al.* (2018) menyatakan bahwa jaringan hewan dapat membusuk dengan cepat dan menyebabkan kerusakan dalam jaringannya dalam waktu yang singkat, sehingga disarankan dalam proses isolasi DNA hewan digunakan sampel yang masih segar. Namun, jika penggunaannya dilakukan di lain hari, sampel harus disimpan dalam freezer dengan/tanpa direndam alkohol 70%.

Perendaman di dalam alkohol bertujuan untuk membunuh bahan lain yang tidak diinginkan. Namun perendaman yang dilakukan pada penelitian ini tidak terlalu lama. Perendaman di dalam alkohol digunakan untuk menhilangkan bahan lain yang mungkin masih tertinggal pada larva lalat buah. Marwayana (2015) menyatakan bahwa penggunaan alkohol 70% untuk tujuan menyimpan sampel organisme dalam waktu lama tidak direkomendasikan, karena kandungan airnya lebih besar (30 %) dan dapat memicu kerusakan sampel lebih cepat oleh bakteri yang resisten alkohol.

Penggunaan satu dan dua ekor larva lalat buah sebagai objek identifikasi dapat menghasilkan kualitas DNA ekstraksi yang murni. Namun untuk menghindari adanya kontaminan, baiknya ekstraksi larva lalat buah menggunakan satu ekor larva. Jika satu ekor larva dapat menunjukkan hasil ekstraksi, maka penggunaan dua ekor larva tidak perlu dilakukan. Hal ini juga dapat mengurangi penggunaan sampel sehingga lebih efisien. Selain itu, DNA hasil ekstraksi menjadi murni, karena hanya berasal dari satu sampel. Menurut Tenriulo *et al.* (2001), untuk memperoleh DNA hasil isolasi dengan kualitas yang baik memerlukan serangkaian proses isolasi yang baik dan bebas dari kontaminasi.

Keberhasilan isolasi DNA dapat diketahui melalui pita DNA. Hasil ekstraksi menunjukkan pita DNA terbentuk diatas marker, sebaliknya smear yang mengumpulkan di bagian bawah merupakan genom DNA yang terpotong menjadi bagian-bagian yang

lebih kecil karena ikatan antar molekul yang terputus. Semakin utuh pita DNA yang terbentuk, maka konsentrasi DNA yang diekstrak semakin tinggi. Farmawati *et al.* (2015) menyatakan bahwa analisis kualitas DNA dapat dilihat dari pita elektroforegram DNA dengan mengamati ketebalan dan ketajaman pitanya. Irmawati (2003) menyatakan bahwa pita DNA yang tebal dan mengumpul (tidak menyebar) menunjukkan konsentrasi yang tinggi dan DNA total yang diekstrak dalam kondisi utuh. Sedangkan pita DNA yang terlihat menyebar menunjukkan konsentrasi yang rendah.

Kemurnian DNA sangat mempengaruhi proses selanjutnya dalam identifikasi molekuler. Jika nilai kemurnian suatu sampel rendah atau terlalu tinggi, maka besar kemungkinan sampel tersebut kontaminan. Menurut Philips *et al.* (2012), kemurnian DNA berguna untuk mengetahui informasi mengenai derajat kontaminasi suatu sampel, sehingga menentukan dalam tahapan selanjutnya. Kualitas DNA diketahui dengan analisis kemurnian DNA hasil isolasi menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis yaitu melihat rasio Absorbansi $\lambda 260/\lambda 280$. Absorban $\lambda 260$ merupakan batas cahaya yang dapat diserap DNA. Absorban $\lambda 280$ merupakan batas cahaya yang dapat diserap residu protein.

Pada tahap amplifikasi suhu *annealing* sangat berpengaruh dalam proses penempelan primer yang digunakan. Primer yang digunakan akan menempel pada sekuen spesifik yang komplemen dengan sekuen nukleotida jika konsentrasi dan suhu *annealing*nya sesuai. Suhu annealing yang digunakan adalah 48 °C dan 52 °C. Folmer *et al.* (1994), menyatakan bahwa primer LCO1490 dan HCO2198 memiliki suhu annealing 48 - 55 °C. Muladno (2010) menyatakan bahwa semakin panjang ukuran primer maka semakin tinggi temperaturnya.

Primer LCO 1490 dan HCO 2198 merupakan salah satu primer universal yang dapat mengamplifikasi reaksi berantai polimerase (PCR) fragmen 710-bp dari gen subunit I sitokrom c oksidase mitokondria (COI). Primer COI menghasilkan urutan informatif untuk analisis filogenetik pada spesies dan tingkat taksonomi yang lebih tinggi (Folmer *et al.*, 1994). Menurut Brown (1985), gen COI merupakan salah satu gen penyandi protein yang paling konservatif dalam genom mitokondria hewan.

Optimasi suhu *annealing* menjadi bagian yang paling penting dalam proses amplifikasi. Jika suhu *annealing* terlalu rendah, maka primer akan menempel pada sisi lain genom karena memiliki spesifitas yang rendah. Sebaliknya, jika suhu *annealing* terlalu tinggi, maka penempelan primer pada daerah target tidak bisa terjadi. Namun, jika suatu sampel berhasil teramplifikasi pada dua suhu *annealing*, maka suhu tertinggi yang digunakan untuk proses sekruensi. Menurut Aris (2011), keberhasilan amplifikasi lebih didasarkan kepada kesesuaian primer serta efisiensi dan optimasi proses PCR. Suryanto (2003) menyatakan bahwa suhu yang terlalu rendah mengakibatkan primer menempel pada DNA genom yang bukan situsnya, sebaliknya suhu yang terlalu tinggi mengakibatkan proses amplifikasi tidak terjadi. Hal ini disebabkan karena suhu saat penempelan primer (*annealing*) dipengaruhi oleh panjang dan komposisi primer.

Variasi susunan basa antar larva lalat buah yang diambil dari beberapa buah menunjukkan adanya kesamaan (*similarity*). Nilai kesamaan sekuen DNA antar larva lalat buah di jambu biji, jambu air, dan belimbing sangat tinggi (Tabel 9). Namun, jika dibandingkan dengan larva lalat buah yang diambil dari melinjo, nilai kesamaan sekuen DNA sangat rendah. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan genus lalat buah yang ditemukan di jambu biji, jambu air, dan belimbing dengan di melinjo.

Pada pohon filogenetik, posisi sekuen lalat buah yang diambil dari jambu biji, jambu air, dan belimbing terletak pada genus *Bactrocera*, yaitu *Bactrocera albistrigata* dan *Bactrocera dorsalis*. Sehingga ketiga larva yang diambil dari jambu biji, jambu air, dan belimbing memiliki kekerabatan yang cukup dekat. Namun posisi sekuen larva lalat buah yang diambil dari melinjo membentuk kelompok sendiri. Oleh karena itu, larva lalat buah yang diambil dari melinjo merupakan spesies baru yang belum diketahui genusnya. Siwi

dan Hidayat (2004), melaporkan bahwa secara ekonomis genus lalat buah yang berperan sebagai hama, berasal dari genus *Bactrocera*, *Callantra*, dan *Rhagoletis*.

Berdasarkan hasil analisis pohon filogenetik, spesies larva lalat buah yang diambil dari melinjo tidak termasuk dalam genus *Bactrocera*, *Callantra*, maupun *Rhagoletis*. Hal ini menunjukkan bahwa ada kemungkinan larva yang ditemukan di melinjo bukan dari kelompok lalat buah. Selain itu sekuen nukleotida larva yang diambil dari melinjo dengan larva yang diambil dari jambu biji, jambu air, dan belimbing sangat jauh berbeda.

Siwi *et al.* (2004) melaporkan bahwa jambu biji dan jambu air merupakan tanaman inang dari lalat buah *B. albistrigata*. Penelitian Farida dan Susanto (2018) menunjukkan bahwa spesies *B. albistrigata* lebih sering menyerang tanaman jambu biji dan jambu air. Kehilangan hasil pada tanaman jambu biji yang disebabkan lalat buah dapat mencapai 100% (Astriani *et al.*, 2016).

Sari *et al.* (2017) pada penelitiannya melaporkan bahwa jenis lalat buah yang terperangkap pada pengamatan pertama hingga terakhir pada buah belimbing menggunakan perangkap lalat buah adalah *B. dorsalis*. Pada pertanaman belimbing di Kabupaten Blitar, buah belimbing diserang oleh lalat buah *B. dorsalis* (Muhlison *et al.*, 2016).

Suwarno *et al.* (2018) pada penelitiannya juga menunjukkan bahwa ada tiga jenis lalat buah yang menyerang tiga jenis buah di Kecamatan Kota Jantho. Lalat buah tersebut terdiri atas *Bactrocera carambolae*, *B. albistrigata* dan *B. dorsalis* terhadap buah jambu biji, jambu air, dan belimbing segi. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa dari 1.075 individu lalat buah yang ditemukan, *B. carambolae* hanya menyerang satu jenis buah yaitu belimbing segi dengan jumlah individu sebanyak 494 (46%). *B. albistrigata* menyerang dua jenis buah yaitu jambu air dan jambu biji sebanyak 396 individu (37%), dan *B. dorsalis* menyerang ketiga jenis buah dengan jumlah individu sebanyak 183 (17%).

Laporan DNA mengenai lalat buah pada melinjo, sampai saat ini belum dilaporkan. Dilihat dari analisis pohon filogenetik, bahwa sekuen nukleotida larva yang diambil dari melinjo membentuk kelompok sendiri. Namun, dalam penelitian Ranganath dan Veenakumari (1999) menemukan bahwa lalat buah yang menyerang buah melinjo di daerah Kepulauan Andaman dan Kepulauan Nicobar merupakan spesies *Bactrocera mcgregori*. Menurut Larasati *et al.* (2013), tumbuhan inang yang diserang oleh *B. mcgregori* adalah melinjo. Indriyanti *et al.* (2014) juga melaporkan *B. mcgregori* bersifat monofag karena hanya menyerang satu inang yaitu pohon melinjo.

Sekuen DNA *B. mcgregori* belum ada di GeneBank. Indriyanti *et al.* (2014) melaporkan bahwa secara morfologi *B. mcgregori* memiliki ukuran tubuh yang lebih kecil dibandingkan jenis *Bactrocera* yang lainnya. Pada thoraks hanya didominasi warna kuning, sedangkan pada abdomenya berwarna pucat kemerahan.

Berdasarkan hasil analisis enzim restriksi dengan simulasi komputer, antara sekuen DNA *Bactrocera albistrigata* dan *Bactrocera dorsalis* dengan larva lalat buah di melinjo memiliki enzim restriksi yang jauh berbeda. Jika dibandingkan dengan *Bactrocera albistrigata* dan *Bactrocera dorsalis* enzim restriksi terdiri atas 36 dan 37 enzim. Sebaliknya enzim restriksi yang memiliki situs pemotongan pada larva yang diambil dari melinjo adalah 42 enzim.

Menurut Fatchiyah, dkk. (2011) enzim restriksi memiliki sifat dapat berikatan, mengenal dan memotong DNA pada sekuen tertentu yang disebut *recognition site* atau *recognition sequence*. Jika suatu urutan nukleotida mengalami perubahan struktural akibat mutasi gen maka enzim restriksi tidak akan memotong sekuen tertentu. Mutasi gen dapat berupa penggantian (*substitution*) nukleotida penyusun DNA, penambahan nukleotida pada struktur DNA, penghilangan satu atau beberapa nukleotida (*deletion*), dan penyusunan kembali (*rearrangement*) urutan beberapa nukleotida (Yuwono, 2008).

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah Serangan lalat buah menyebabkan berat total buah belimbing menjadi menurun, Ekstraksi DNA larva lalat buah dapat menggunakan metode TNES dengan kualitas DNA yang murni, Spesies lalat buah pada jambu biji dan jambu air adalah *Bactrocera albistrigata*, pada belimbing adalah *Bactrocera dorsalis*, sedangkan larva yang diambil dari melinjo belum diketahui, dan Terdapat variasi genetik antara *Bactrocera albistrigata*, *Bactrocera dorsalis*, dan larva yang diambil dari melinjo.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiyanti, R.M. dan Pudjianto, N.M. 2019. Keanekaragaman lalat buah (Diptera: Tephritidae) dan parasitoidnya di Taman Buah Mekarsari, Cileungsi, Bogor. *Jurnal Entomologi Indonesia*. 6(2) : 65-74.
- Aris M. 2011. Identifikasi, patogenisitas bakteri dan pemanfaatan gen 16s-rrna untuk deteksi penyakit ice-ice pada budidaya rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*). *Disertasi*. Bogor.
- Astriani, N. K. N. K., Supartha, I. W., dan Sudiarta, I. P. 2016. Kelimpahan populasi dan persentase serangan lalat buah yang menyerang tanaman buahbuahan di Bali. *Journal of Agriculture Science and Biotechnology*. 5(1) : 19-27.
- Badan Karantina Pertanian. 2015. *Pedoman Pemantauan Dini Lalat Buah*. Badan Karantina Pertanian Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Brown, W. M. 1985. *The mitochondrial genome of animals*. In : *Molecular Evolutionary Genetics*. R. J. MacIntyre (ed.). Plenum Press. New York.
- Direktorat Perlindungan Tanaman Hortikultura. 2006. *Pedoman Penaelolaan Hama Lalat Buah*. Direktorat Jenderal Hortikultura. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Farida, N. dan Susanto. A. 2018. Uji Preferensi dan Ovinosisi *Bactrocera albistrigata* Pada Ekstrak Jambu. *Jurnal Penelitian Saintek*. 23(1) : 52-56.
- Farmawati. D.A.. Wirajana. I.N.. dan Yowani. S.C. 2015. Perbandingan Kualitas DNA dengan Menggunakan Metode Boom Original dan Boom Modifikasi Pada Isolat *Mycobacterium tuberculosis* 151. *Jurnal Kimia*. 9(1) : 41-46.
- Folmer. O.. Black. M.. Hoch. W.. Lutz. R.. and Vriienhoek. R. 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*. 3(5) : 294-299.
- Hariyadi, S., Narulita, E., Rais, M.A. 2018. Perbandingan Metode Lisis Jaringan Hewan dalam Proses Isolasi DNA Genom pada Organ Liver Tikus Putih (*Rattus norvegicus*). *Proceeding Biology Education Conference*. 15(1) : 689-692
- Hebert, P.D., Cywinska, A., and Ball, S.L. 2003. Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B : Biological Sciences*. 270 (151) : 313- 321.
- Hermanto, C., Indriani, N. L. P., dan Hadiati, S. 2013. *Keragaman dan Kekayaan Buah Tropika Nusantara*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian. Iaard Press. Jakarta Selatan.
- Indriyanti, D.R., Isnaini Y.N., dan Priyono, B. 2014. Identifikasi dan Kelimpahan Lalat Buah *Bactrocera* pada Berbagai Buah Terserang. *Biosaintifika Journal of Biology dan Biology Education*. 6(1) : 38-44. DOI : 10.15294/biosaintifika.v6i1.2933.
- Irmawati. 2003. Perubahan Keragaman Genetik Ikan Kerapu Tikus (*Cromileptes altivelis*) Generasi Pertama Pada Stok Hatchery. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor.
- Jiang, F., Jin, Q., Liang, L., Zhang, A.B., and Li, Z.H. 2014. Existences of species complex largely reduced barcoding success for invasive species of Tephritidae: a case

- study in *Bactrocera* spp. *Molecular Ecology Resources.* 14(6) : 1114–1128. DOI:10.1111/1755-0998.12259.
- Kumar, S., Stecher, G., and Tamura, K. 2016. Mega 7 : Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 7.0 for Bigger Datasets. *Molecular Biology and Evolution.* 33 : 1870–1874.
- Larasati, A., Hidayati, P., dan Buchori, D. 2013. Keanekaragaman dan Persebaran Lalat Buah Tribe datini (Diptera: Tephritidae) di Kabupaten Bogor dan Sekitarnya. *Jurnal Entomologi Indonesia.* 10(2) : 51-59.
- Manurung B., Ashar H., Puji P., Annisa F. A. 2020. Biological characters of fruit flies *Bactrocera umbrosa* (Fabricius) from north sumatera, Indonesia. *International Journal of Entomology Research.* 5(6) : 147-150.
- Martiningsia, D., Wijaya, I.N., dan Sudiarta, I.P. 2017. Karakteristik Molekuler dan Filogeni Lalat Buah *Bactrocera occipitalis* (Diptera:Tephritidae) dari Tarakan Berdasarkan Sekuen Nukleotida Gen COI. *Journal of Agricultural Science and Biotechnology.* 6(1) : 18-26.
- Marwayana, O.N. 2015. Ekstraksi Asam Deoksiribonukleat (DNA) dari Sampel Jaringan Otot. *Oseana.* 40(2) : 1-9.
- Matern, A., Desender, K., Drees, C., Gaublomme, E., Paill, W., and Assmann, T. 2008. Genetic diversity and population structure of the endangered insect species *Carabus variolosus* in its western distribution range: Implications for conservation. *Conservation Genetics.* 10(2) : 391–405. DOI:10.1007/s10592-008-9606-1.
- Muhlison, W., Triwidodo, H., dan Pudjianto. 2016. Hama Tanaman Belimbing di Wilayah Kabupaten Blitar Jawa Timur. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika.* 16(2) : 175–183.
- Muladno. 2010. *Teknologi Rekayasa Genetika Edisi Kedua.* IPB Press. Bogor.
- Pujiastuti, Y. 2009. Penggunaan Atraktan dalam Monitoring Keanekaragaman Spesies dan Sebaran Lalat Buah (Diptera : Tephritidae) pada Tanaman Buah di Berbagai Ketinggian Tempat. *Prosiding Semirata BKS PTN Wilayah Barat Bidang Ilmu Pertanian.* Universitas Sultan Agung Tirtayasa. Serang Banten.
- Pusat Karantina Tumbuhan dan Keamanan Hayati Nabati. 2015. *Pedoman Pemantauan Dini Lalat Buah.* Badan Karantina Pertanian Kementerian Pertanian.
- Putra, I. N. W., Susila, I. W., dan Bagus, I. G. N. 2019. Kelimpahan Spesies Lalat Buah (Diptera: Tephritidae) dan Parasitoidnya yang Berasosiasi pada Tanaman Belimbing (*Averrhoa carambola* L.) di Kabupaten Gianyar. *Agrotrop.* 9 (1) : 1 – 12.
- Prastowo, P. dan Siregar, P.S. 2014. Pengaruh waktu pembungkusan terhadap jumlah larva lalat buah (*Bactrocera* spp.) pada buah belimbing (*Averrhoa carambola*). *Prosiding Seminar Nasional Biologi.* hlm.104–110. USU Press. Medan.
- Ranganath, H. R. & Veenakumari, K. 1999. Notes on the dacine fruits flies (diptera : Tephritidae) of Andaman and Nicobar island. *Journal Rafles Bulletin of Zoologi.* (1) : 221-224.
- Sambrook, J., Fritsch, E.F., and Maniatis, T. 1989. *Molecular cloning: A Laboratory Manual.* Cold Spring Harbor Lab ress. USA.
- Sambrook, J., and Russel. 2001. *Molecular Cloning-A Laboratory Manual.* Cold Spring Harbor Laboratory Press. New York.
- Sari, D.W., Azwana, dan Erwin, P. 2017. Hama Lalat Buah (*Bactrocera dorsalis* Hendel) dan Preferensi Peletakan Telur Pada Tingkat Kematangan Buah Belimbing di Desa Tiang Layar Kecamatan Pancur Batu Sumatra Utara. *Agrotekma.* 1(2) : 102-110.
- Siwi, S.S. dan Hidayat, P. 2004. *Taksonomi dan Bioekologi Lalat Buah Penting Bactrocera spp. (Diptera: Tephritidae) di Indonesia.* Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. Bogor.

- Sodiq, M. 2004. Kehidupan lalat buah pada tanaman sayuran dan buah - buahan. *Prosiding Lokakarya masalah kritis pengendalian layu pisang, nematode sista kuning pada kentang dan lalat buah*. Puslitbang Hortikultura. Jakarta.
- Sunnucks, P., & Hales, D. F. 1996. Numerous transposed sequences of mitochondrial cytochrome oxidase I-II in aphids of the genus *Sitobion* (Hemiptera: Aphididae). *Molecular Biology and Evolution*. 13 (3) : 510–524. DOI :10.1093/oxfordjournals.molbev.a025612
- Suryanto, D. 2003. Melihat Keanekaragaman Organisme Melalui beberapa Teknik Genetika Molekuler. USU Digital Library.
- Suwarno, Lia, A., Saida R., Yekki Y., dan Muhammad N. 2018. Inventarisasi Lalat Buah (Diptera: Tephritidae) pada Buah-buahan di Kota Jantho, Aceh Besar. *Jurnal Boleuser*. 2(1) : 5-115.
- Tenriulo, A., Suryati, E., Parenregi, A., dan Rosmiat. 2001. Ekstraksi DNA Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* dengan Metode Fenol Kloroform. *Marina Chimica Acta*. 2 (2) : 6-10.
- Wijaya, I. N., Adiartayasa, W., dan Dwipananda, I.G.B. 2018. Kerusakan dan Kerugian Akibat Serangan Lalat Buah (Diptera: Tephritidae) pada Pertanaman Jeruk. *Agrotop*. 8 (1) : 65 – 70.
- Yuwono, T. 2008. *Bioteknologi Pertanian*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

KEMAMPUAN ISOLAT BAKTERI TERPILIH DALAM MENGHAMBAT TINGKAT SERANGAN PHYTOPHTHORA SP. SECARA INPLANTA DAN PEMACU PERTUMBUHAN TANAMAN NANAS (*Ananas comosus* L.)

Mufti Ali¹, Dermiyati², Radix Suharjo³, Suskandini Ratih Dirmawati³

¹Program Studi Magister Agronomi, ²Program Studi Ilmu Tanah,

³Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Jl. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar lampung 35145.

ABSTRAK

Kemampuan isolat bakteri terpilih dalam menghambat tingkat serangan *Phytophtthora* sp. secara *inplanta* dan pamacu pertumbuhan tanaman nanas (*Ananas comosus* L.). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kemampuan isolat bakteri terpilih asal ekstrak rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit dalam menghambat tingkat serangan *Phytophtthora* sp. dan meningkatkan pertumbuhan pada tanaman nanas (*Ananas comosus* L.). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Lapang Terpadu dan Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian berlangsung dari bulan Agustus 2019 sampai dengan Februari 2020. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yaitu 5 perlakuan dan 5 ulangan. Faktor pertama adalah jenis isolat bakteri asal rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit dan faktor kedua adalah inokulasi jamur *Phytophtthora* sp. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi isolat bakteri terpilih asal ekstrak rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit serta kombinasinya mampu menghambat perkembangan penyakit yang disebabkan oleh *Phytophtthora* sp. dan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman nanas. Namun, inokulasi *Phytophtthora* sp. tanpa adanya pemberian isolat bakteri terpilih menurunkan performa tanaman nanas.

Kata Kunci : Isolat bakteri terpilih, *Phytophtthora* sp., rimpang nanas, tanaman nanas, tandan kosong kelapa sawit.

PENDAHULUAN

Nanas (*Ananas comosus* L.) adalah salah satu komoditas buah unggulan di Indonesia. Provinsi Lampung merupakan sentra produksi nanas terbesar dengan produksi 30,92% dari total produksi nasional pada tahun 2017. Produksi nanas di Provinsi Lampung pada tahun 2017 mencapai 633.095 ton (Badan Pusat Statistik, 2017).

Semakin meningkatnya luas areal pertanaman nanas dari tahun ke tahun, menyebabkan limbah yang dihasilkan juga meningkat. Limbah tanaman perkebunan nanas terbesar berasal dari limbah hasil pengolahan nanas seperti daun, kulit luar, mata dan hati (bonggol) (Ketnawa et al., 2012). Saat limbah pertanian ini ditumpuk ataupun ditinggalkan di lahan mampu mengakibatkan masalah lingkungan yang kompleks. Untuk itu, teknologi pemanfaatan limbah menjadi produk bernilai ekonomi tinggi dan berpeluang untuk meningkatkan kualitas lahan perkebunan.

Seiring dengan meningkatnya produksi nanas, maka potensi produk sampingan yakni limbah juga semakin tinggi, salah satunya yaitu rimpang nanas. Rimpang nanas

memiliki sifat yang sulit untuk terdekomposisi. Menurut Liu *et al.* (2013) lebih dari 35 minggu waktu yang diperlukan untuk mendekomposisi limbah nanas apabila langsung diberikan pada tanah. Rimpang nanas yang ditumpuk dan dibiarkan dapat menjadi inang dari sumber penyakit. Salah satu penyakit pada tanaman nanas adalah penyakit busuk hati. Busuk hati disebabkan oleh patogen jamur *Phytophthora* sp. yang merupakan cendawan patogen mampu hidup di dalam tanah dengan waktu yang lama (Sari *et al.*, 2014).

Menurut Prasetyo dan Aeny (2014), salah satu permasalahan yang beberapa tahun terakhir ini merugikan petani nanas mencapai 50 % adalah adanya penyakit busuk pangkal atau busuk lunak yang disebabkan oleh bakteri *Erwinia chrysanthemi* (*Dickeya* sp.), sedangkan kerugian akibat penyakit bercak daun yang disebabkan oleh *Curvularia* sp. sebesar 41,73 %, penyakit busuk pangkal disebabkan oleh *Thielaviopsis paradoxa* sebesar 34,44% (Elfina dan Puspita, 2008), dan penyakit busuk hati yang disebabkan oleh *Phytophthora* sp. sebesar 90 % sehingga dibutuhkan pengendalian yang tepat (Purwantisari dan Hasturi, 2009).

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi limbah nanas adalah dengan penggunaan agen hidup dari bagian tanaman nanas, salah satunya adalah rimpang nanas. Isolat bakteri terpilih memiliki peranan sebagai perombak bahan organik dan pemanfaatan ketahanan tanaman terhadap patogen tanaman (Rani *et al.*, 2017). Isolat bakteri terpilih mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara dan mengandung bakteri yang memiliki peran sebagai perombak bahan organik, dan pemanfaatan pertumbuhan tanaman.

Bakteri pemanfaatan tumbuhan telah banyak yang diterapkan pada berbagai tanaman pangan. Bakteri pemanfaatan tumbuhan tersebut beberapa diantaranya berasal dari genus *Bacillus* dan *Pseudomonas*. *Bacillus* dan *Pseudomonas* diketahui mampu menghasilkan Indole Acetic Acid (IAA), melarutkan fosfat, dan menghambat pertumbuhan cendawan secara *in vitro* (Widyawati, 2008).

Hasil penelitian Suyanto dan Irianti (2015), mikroorganisme lokal mengandung bakteri yang berguna untuk tanaman dan kesuburan tanah seperti *Rhizobium* sp., *Azospirillum* sp., *Azotobacter* sp., *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp. Bakteri-bakteri tersebut mampu berperan sebagai pelarut fosfat, pereduksi kitin, antagonis, dan pemanfaatan pertumbuhan tanaman.

Hasil penelitian Sari (2020) menunjukkan bahwa bakteri hasil isolasi suspensi ekstrak rimpang nanas memiliki kemampuan sebagai antagonis dengan persentase penghambatan terhadap jamur *Phytophthora* sp. mencapai 90%. Ekstrak dari beberapa sumber bahan organik diperoleh suspensi mikroorganisme lokal yang memiliki potensi sebagai pelarut fosfat, pemanfaatan pertumbuhan tanaman (*plant growth promotion*), dan sebagai agensi pengendali hidup patogen tanaman (Nurmas, 2014).

Bakteri hasil isolasi suspensi ekstrak tandan kelapa sawit dengan spesies *Bacillus*, selain bersifat antagonis karena memiliki persentase penghambatan terhadap jamur *G. boninense* mencapai 90% juga memiliki potensi sebagai bakteri pemanfaatan pertumbuhan tanaman (PGPB) yang ditandai dengan peningkatan signifikan pada variabel panjang akar, bobot basah akar, dan bobot kering akar (Yosita, 2020). Esitken *et al.* (2010) juga melaporkan bahwa inokulasi bakteri PGPB pada akar dan penyemprotan daun serta bunga, dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman stoberi, hal tersebut ditunjukkan dengan meningkatnya jumlah buah per tanaman mencapai 81,58 lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol yang hanya 68,66, meningkat sebesar 12,91%.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Lapang Terpadu dan Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian berlangsung dari bulan Agustus 2019 sampai dengan Februari 2020. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yaitu 5 perlakuan

dan 5 ulangan. Faktor pertama adalah jenis suspensi MOL (rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit) dan faktor kedua adalah inokulasi jamur *Phytophthora* sp. Kombinasi kedua faktor tersebut tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Kombinasi perlakuan suspensi MOL dan Inokulasi *Phytophthora* sp.

Perlakuan	Jenis MOL	Aplikasi <i>Phytophthora</i> sp.
K ₀	-	-
K ₁	-	Inokulasi <i>Phytophthora</i> sp.
K ₂	TKKS	Inokulasi <i>Phytophthora</i> sp.
K ₃	Rimpang nanas	Inokulasi <i>Phytophthora</i> sp.
K ₄	TKKS+Rimpang nanas	Inokulasi <i>Phytophthora</i> sp.

Data hasil pengamatan diuji homogenitas dengan Uji Bartlett dan aktivitas data diuji dengan Uji Tukey. Data pengamatan kemudian dianalisis dengan analisis ragam. Jika asumsi terpenuhi maka dilanjutkan dengan perbandingan antar perlakuan dengan menggunakan Uji DMRT (Duncan's Multiple Range Test) pada taraf 5%. Varietas bibit nanas yang digunakan adalah varietas Smooth Cayenne klon GP3 yang diperoleh dari PT. Great Giant Pineapple Lampung.

Pengamatan dilakukan untuk mengetahui respon pertumbuhan tanaman nanas dari setiap perlakuan yang telah dilakukan. Dalam penelitian ini variabel yang diamati adalah : tinggi tanaman, jumlah daun, indeks luas daun, kandungan klorofil, panjang akar, bobot segar tajuk, bobot kering tajuk, bobot basah akar, bobot kering akar, Keparahan intensitas serangan pada tajuk

Pengamatan dilakukan dengan skoring dengan ketentuan sebagai berikut :

- 0 = tidak ada daun yang menunjukkan gejala layu dan kering.
- 1 = 25% daun menunjukkan gejala layu dan kering
- 2 = 50% daun menunjukkan gejala layu dan kering
- 4 = 75% daun menunjukkan gejala layu dan kering
- 4 = 100% daun menunjukkan gejala layu dan kering

Keparahan intensitas serangan pada akar

Pengamatan dihitung dengan menggunakan skoring mengacu pada sistem skoring. Menurut Idris et al. (2004) ketentuan dalam skoring antara lain sebagai berikut :

- 0 = sehat
- 1 = miselium mulai menempel dipermukaan kulit akar namun belum infeksi
- 2 = infeksi dikulit, akar belum membusuk
- 3 = akar mulai nekrosis/membusuk, tajuk belum tampak gejala
- 4 = sebagian besar akar nekrosis/membusuk, tajuk tampak gejala
- 5 = tanaman mati

Keparahan penyakit dihitung menggunakan metode Townsend dan Heuberger, dengan rumus sebagai berikut:

$$KP = \frac{\sum nVx}{zN} \times 100\%$$

Keterangan :

KP = keparahan penyakit

n = jumlah tanaman dalam setiap katagori

V = nilai numerik dari katagori serangan

z = katagori serangan dengan nilai numerik tertinggi

N = jumlah seluruh tanaman yang diamati

Penilaian keparahan dalam nilai numerik (skor) yang digunakan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Gejala pada daun dan nilai numerik penyakit nanas

Gejala pada daun (%)	Nilai numerik (skor)
0	0
0<x<20	1
20<x<40	2
40<x<60	3
60<x<80	4
80<x<100	5

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Ekstrak Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Tinggi Tanaman Nanas

Hasil uji DMRT pada taraf 5% (Tabel 3) terhadap seluruh variabel pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman, jumlah daun, indeks luas daun dan kehijauan daun) perlakuan K0 nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan yang lainnya. Pemberian inokulasi *Phytophthora* sp. (K1) menurunkan pertumbuhan tanaman dan memiliki pertumbuhan terendah, tetapi pemberian suspensi MOL pada perlakuan (K2,K3,K4) mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman nanas (tinggi tanaman, jumlah daun, indeks luas daun dan kehijauan daun) dibandingkan hanya pemberian inokulasi *Phytophthora* sp. (K1).

Tabel 3. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Ekstrak Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Pertumbuhan Tanaman Nanas

Perlakuan	Waktu Pengamatan			
	5 MST	10 MST	15 MST	20 MST
Tinggi Tanaman (cm)				
K0	19,46 a	40,62 a	52,38 a	60,44 a
K1	18,08 c	36,85 c	41,02 c	48,20 c
K2	19,15 ab	38,20 b	45,91 b	52,80 b
K3	19,41 a	38,65 b	45,42 b	52,50 b
K4	18,30 bc	38,11 b	45,96 b	52,84 b
Jumlah Daun (helai)				
K0	29,52 a	39,72 a	47,16 a	58,08 a
K1	27,20 b	32,44 c	36,04 c	43,44 c
K2	30,28 a	36,44 b	42,04 b	51,56 b
K3	31,00 a	36,96 b	42,60 b	51,80 b
K4	29,72 a	35,96 b	41,48 b	50,20 b
Indeks Luas Daun (cm ²)				
K0	47,76 a	61,64 a	94,93 a	98,74 a
K1	47,45 a	57,88 b	83,39 b	84,80 c
K2	47,7 a	58,24 b	88,77 b	91,11 b
K3	47,01 a	57,15 b	86,36 b	89,04 b
K4	46,5 a	57,43 b	86,79 b	89,28 b
Kehijauan Daun (cci)				
K0	64,28 a	74,25 a	74,41 a	86,64 a
K1	64,95 a	75,07 a	59,95 b	53,23 c
K2	65,03 a	74,88 a	67,05 ab	70,02 b
K3	65,98 a	76,24 a	67,78 ab	65,73 bc
K4	63,27 a	77,68 a	72,51 a	75,32 ab

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji DMRT taraf 5%. cci = chlorophyll content indeks: K0= kontrol; K1= inokulasi *Phytophthora* sp.; K2= isolat bakteri asal TKKS dan inokulasi *Phytophthora* sp.; K3= isolat bakteri asal rimpang nanas dan inokulasi *Phytophthora* sp.; K4= gabungan isolat bakteri asal TKKS, isolat bakteri asal rimpang nanas dan inokulasi *Phytophthora* sp.

Tabel 4. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Panjang Akar (cm), Bobot Basah Akar (g), Bobot Basah Tajuk (g), Bobot Kering Akar (g) dan Bobot Kering Tajuk (g).

Perlakuan	Panjang	Bobot Basah Akar (g)	Bobot Basah Tajuk (g)	Bobot Kering Akar (g)	Bobot Kering Tajuk (g)
	Akar				
	(cm)				
K0	55,34 a	42,62 a	555,3 a	10,38 a	65,03 a
K1	37,18 c	26,98 c	335,4 c	6,59 c	36,00 c
K2	43,22 b	32,51ab	431,4 b	7,23 bc	51,93 b
K3	43,41 b	33,48 b	416,9ab	8,92 ab	44,89bc
K4	44,20 b	35,43 b	447,2 b	8,73 ab	53,93 b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji DMRT taraf 5%. K0= kontrol; K1= inokulasi *Phytophthora* sp.; K2= MOL TKKS dan inokulasi *Phytophthora* sp.; K3= MOL rimpang nanas dan inokulasi *Phytophthora* sp.; K4= gabungan MOL TKKS, MOL rimpang nanas dan inokulasi *Phytophthora* sp.

Hasil uji DMRT pada taraf 5% (tabel 4) menunjukkan bahwa perlakuan isolat bakteri terpilih asal rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit tanpa perlakuan K0 nyata lebih banyak terhadap panjang akar dibandingkan perlakuan K1, K2, K3 dan K4. Pada bobot basah akar, tanpa perlakuan K0 memberikan hasil secara nyata lebih tinggi terhadap dibandingkan perlakuan K2, K3 dan K4, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan K2, sedangkan perlakuan inokulasi *Phytophthora* sp. (K1) menunjukkan hasil terendah.

Pada bobot basah tajuk, tanpa perlakuan K0 nyata lebih banyak dibandingkan perlakuan K2, K3 dan K4, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan K3, sedangkan perlakuan inokulasi *Phytophthora* sp. (K1) menunjukkan hasil paling rendah.

Pada bobot kering akar, tanpa perlakuan K0 nyata lebih banyak dibandingkan perlakuan K2, K3 dan K4, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan K3 dan K4, sedangkan perlakuan inokulasi *Phytophthora* sp. (K1) menunjukkan hasil terendah. Sedangkan pada bobot kering tajuk, tanpa perlakuan K0 nyata lebih banyak dibandingkan perlakuan K2, K3 dan K4, sedangkan perlakuan inokulasi *Phytophthora* sp. (K1) menunjukkan hasil terendah.

Berdasarkan hasil analisis ragam terhadap seluruh variabel pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman, jumlah daun, indeks luas daun dan kehijauan daun) perlakuan K0 nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan yang lainnya. Pemberian inokulasi *Phytophthora* sp. (K1) menurunkan pertumbuhan tanaman dan memiliki pertumbuhan terendah, tetapi pemberian suspensi MOL pada perlakuan (K2, K3, K4) mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman nanas (tinggi tanaman, jumlah daun, indeks luas daun dan kehijauan daun) dibandingkan hanya pemberian inokulasi *Phytophthora* sp. (K1). Hal tersebut diduga tandan kosong kelapa sawit dan rimpang nanas mengandung unsur hara makro dan mikro, mikroba pengurai dan zat pengatur tumbuh yang dibutuhkan oleh tanaman. Hasil penelitian Dermiyati et al. (2019) menunjukkan bahwa limbah rimpang nanas dan TKKS mengandung mikroorganisme dengan berbagai karakteristiknya. Selain

itu, Rani *et al.* (2020) melaporkan bahwa aplikasi suspensi MOL bonggol pisang, rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) memberikan pengaruh yang nyata terhadan pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah.

Pemberian pupuk kandang kotoran sapi pada semua perlakuan terbukti mampu meningkatkan seluruh variabel pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman, jumlah daun, indeks luas daun dan kehijauan daun). Hal ini disebabkan karena pupuk kandang kotoran sapi relatif lebih cepat terdekomposisi dan mempunyai kadar hara yang tinggi. Selain itu pupuk kandang sapi dapat mampu memperbaiki struktur tanah sebagai penyedia unsur hara makro dan mikro serta sebagai sumber energi bagi tanaman nanas. Menurut Sari *et al.* (2014), penambahan kompos dapat memperlambat munculnya gejala penyakit busuk hati (masa inkubasi penyakit busuk hati menjadi lebih panjang) dan terdapat hubungan antara pH, kandungan N-total, dan kandungan C/N rasio dalam tanah dengan persentase penyakit. Semakin tinggi populasi bakteri, pH dan C/N rasio, persentase penyakit semakin kecil. Sebaliknya semakin tinggi kandungan N-total tanah, semakin tinggi persentase perkembangan penyakit busuk hati.

Adanya penambahan bahan organik yang berasal dari pupuk kandang kotoran sapi dan suspensi MOL tentunya akan semakin banyak unsur hara makro dan mikro yang dimanfaatkan untuk perkembangan tanaman, sehingga dengan penambahan pupuk organik ini tanaman mampu tumbuh optimal dan berproduksi tinggi (Ruli *et al.*, 2014). Menurut Astriani dan Mukharomah (2017), penggunaan MOL dapat meningkatkan keanekaragaman biota tanah karena MOL mengandung unsur hara yang kompleks dan mikroba yang bermanfaat dalam membantu dekomposer bahan organik sehingga MOL dapat dijadikan sebagai pupuk hidup untuk memacu pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian suspensi MOL pada perlakuan (K2, K3, K4) mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman nanas (tinggi tanaman, jumlah daun, indeks luas daun dan kehijauan daun) dibandingkan hanya pemberian inokulasi *Phytophthora* sp. (K1). Hal tersebut diduga karena suspensi MOL yang diaplikasikan terdapat bakteri yang memiliki kemampuan melarutkan fosfat. Sesuai dengan pendapat Dermiyati *et al.* (2019) melaporkan bahwa terdapat 166 dari 30 isolat bakteri hasil isolasi MOL TKKS memiliki kemampuan sebagai pelarut fosfat, dan 269 dari 490 isolat bakteri yang diperoleh dari MOL rimpang nanas juga memiliki kemampuan melarutkan fosfat.

Hal ini juga diperkuat oleh hasil penelitian Dermiyati *et al.* (2019) yang melaporkan bahwa terdapat 7 isolat bakteri yang berasal dari MOL TKKS dan 4 isolat bakteri yang berasal dari MOL rimpang nanas memiliki kemampuan sangat tinggi melarutkan fosfat, namun isolat bakteri yang berasal dari MOL rimpang nanas memiliki indeks pelarutan fosfat lebih tinggi dibandingkan MOL TKKS. Mikroba pelarut fosfat mempunyai kemampuan melarutkan mineral fosfat yang berbeda-beda melalui sekresi asam organik, serta menghasilkan enzim fosfatase yang mampu membebaskan P dari P organik (Van *et al.*, 2005). Hal ini lah yang kemudian akan mempengaruhi performa tanaman baik pertumbuhan maupun produksinya.

Selain itu suspensi MOL yang diaplikasikan terdapat bakteri yang memiliki kemampuan sebagai antagonis. Sesuai dengan Dermiyati *et al.* (2019) melaporkan bahwa dari 61 (14,22 %) isolat bakteri menunjukkan persentase penghambatan yang tinggi yaitu sebesar 50-81 % dan 368 (85,78 %) isolat bakteri menunjukkan persentase penghambatan yang rendah yaitu <50 %. Dari 61 isolat bakteri, 15 berasal dari aerob, 16 berasal dari anaerob, dan 30 berasal dari semiaerob. Sedangkan 368 isolat bakteri, 98 isolat bakteri berasal dari aerob, 125 isolat bakteri berasal dari anaerob, dan 145 isolat bakteri semiaerob.

Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Ekstrak Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Keparahan Penyakit pada Tajuk dan Akar Tanaman Nanas

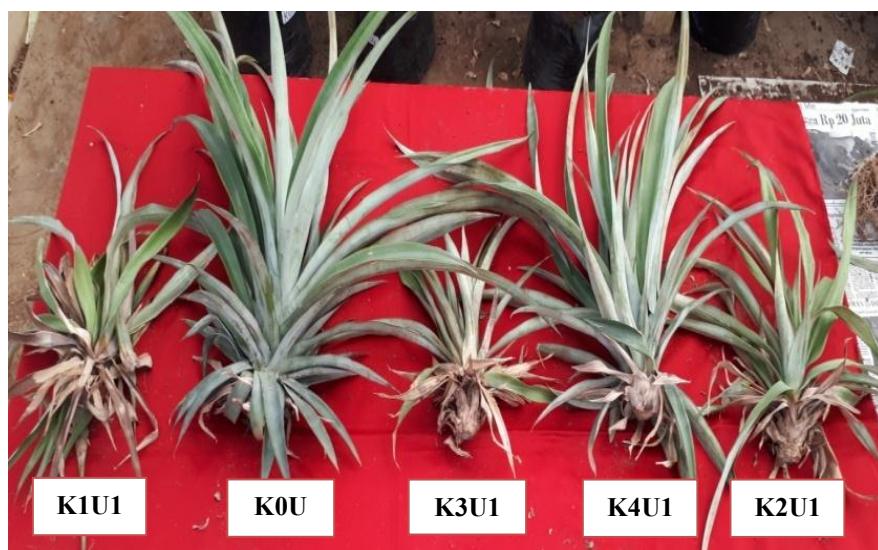
Tabel 5. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Keparahan Penyakit pada Tajuk dan Akar tanaman nanas

Perlakuan	Waktu Pengamatan				
	13 MST	15 MST	18 MST	20 MST	20 MST
	Keparahan Penyakit pada Tajuk (%)				Keparahan penyakit pada Akar (%)
K0	1,1 b	1,1 c	1,1 c	1,1 c	1,1 c
K1	1,78 a	2,26 a	2,37 a	2,42 a	2,33 a
K2	1,5 ab	1,73 b	1,75 b	1,77 b	1,74 b
K3	1,5 ab	1,95 ab	2,01 ab	2,03 ab	2,02 b
K4	1,33 b	1,58 b	1,62 b	1,64 b	1,62 bc

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji DMRT taraf 5%. K0= kontrol; K1= inokulasi *Phytophthora* sp.; K2= MOL TKKS dan inokulasi *Phytophthora* sp.; K3= MOL rimpang nanas dan inokulasi *Phytophthora* sp.; K4= gabungan MOL TKKS, MOL rimpang nanas dan inokulasi *Phytophthora* sp.

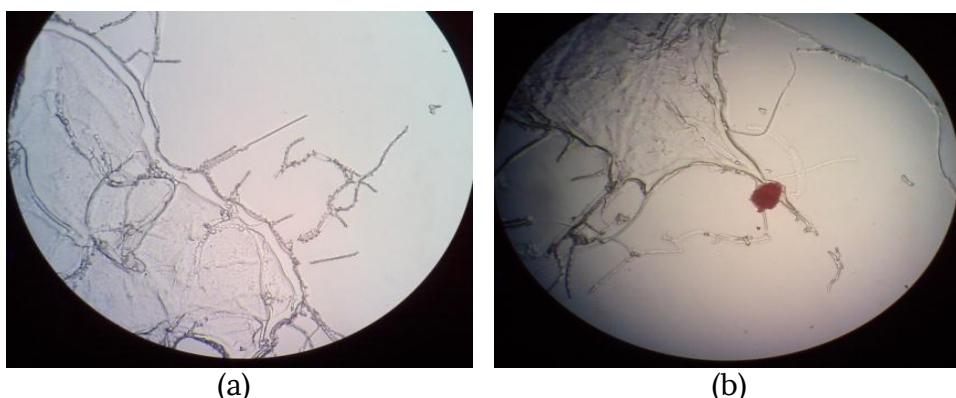
Hasil uji DMRT pada taraf 5% (Tabel 5) menunjukkan bahwa keparahan penyakit pada tajuk yang diberikan perlakuan inokulasi *Phytophthora* sp. (K1) secara nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan gabungan suspensi MOL rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit dan inokulasi *Phytophthora* sp (K4) dan tanpa perlakuan (K0), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan K2 dan K3 (Gambar 1).

Hasil uji DMRT pada taraf 5% (Tabel 5) menunjukkan keparahan penyakit akar nanas pada 20 MST perlakuan inokulasi *Phytophthora* sp. (K1) secara nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan (K0), (K2) dan (K3). sedangkan perlakuan (K4) tidak berbeda nyata dengan perlakuan (K2) dan (K3) dan pemberian konsorsium isolat bakteri asal rimpang nanas dan tandan kosong kepala sawit mampu menghambat pertumbuhan *Phytophthora* sp. (Gambar 2).



Gambar 1. Keparahan penyakit *Phytophthora* sp. pada tajuk tanaman nanas

Berikut pengamatan spora dan hifa hasil isolasi menggunakan mikroskop Olympus dengan pembesaran 40x optical zoom.



Gambar 2. Gambar spora *Phytophthora* sp. : (a) gambar spora *Phytophthora* sp. dari hasil isolasi daun nanas, (b) gambar hifa dari hasil isolasi (Martin, 2015)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat *Phytophthora* sp. diindikasikan merupakan jamur dengan tingkat virulensi lemah sehingga jamur tersebut dalam menginfeksi tanaman nanas tidak terjadi kematian hingga umur 20 MST. Tanaman nanas masih menunjukkan kebertahanan hidup walaupun diinfeksi oleh *Phytophthora* sp., bahkan karena adanya pemberian isolat bakteri terpilih asal rimpang nanas dan tanda kosong kelapa sawit maka ketahanan tanaman nanas terhadap serangan *Phytophthora* sp. menjadi meningkat.



Gambar 3. Keparahan penyakit *Phytophthora* sp. pada akar tanaman nanas

Hasil uji DMRT pada taraf 5% (Tabel 5) menunjukkan bahwa keparahan penyakit pada batang tanaman nanas (13 MST, 15 MST, 18 MST dan 20 MST) perlakuan inokulasi *Phytophthora* sp. (K1) nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal tersebut diduga karena penyakit busuk hati menyerang tanaman nanas terutama tanaman yang masih muda. Gejala awal serangan penyakit busuk hati terdapat pada pangkal daun berupa perubahan warna menjadi kuning atau coklat akibat gejala nekrotik pada pangkal daun dan bila daun dicabut mudah terlepas dari tanaman. Pangkal daun yang sudah berwarna coklat menjadi busuk dan berbau tidak sedap, sehingga tanaman menjadi mati

(Gambar 1). Hal ini sesuai dengan pendapat Hardininginh (2011) bahwa pada beberapa jenis tanaman gejala yang ditimbulkan oleh *Phytophthora* sp. dimulai dari pangkal batang atau daun. Seperti pada tanaman kacang hijau. Gejala serangan *Phytophthora* sp. berupa gejala hawar pada pangkal batang, kadang-kadang pada ujung batang, tanaman menjadi layu dan mati.

Hasil penelitian (Gambar 5) menunjukkan bahwa pemberian isolat bakteri terpilih asal rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit terhadap keparahan penyakit *Phytophthora* sp. pada seluruh pengamatan secara nyata mampu menekan serangan *Phytophthora* sp.. Hal tersebut diduga karena suspensi MOL mengandung mikroba yang bermanfaat yang mampu menghambat serangan patogen. akan tetapi pada tanaman yang terserang penyakit *Phytophthora* sp. tidak mengalami kematian. hal tersebut diduga isolat *Phytophthora* sp. yang dianplikasikan pada tanaman nanas tingkat virulensi (keganasan) patogen kurang optimal sehingga tanaman yang terserang *Phytophthora* sp. hanya mengalami keluvuan dan daun menguning.

Keparahan penyakit akar pada 20 MST menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi *Phytophthora* sp. (K1) secara nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan (K0), (K2) dan (K3), sedangkan perlakuan (K4) tidak berbeda nyata dengan perlakuan (K2) dan (K3). Pada perlakuan K1 diduga terdapat penyakit busuk hati yang menyerang tanaman nanas terutama tanaman yang masih muda (Gambar 2). Kemudian pada perlakuan K2, K3 dan K4 intensitas serangan tidak separah perlakuan K1, Hal ini diduga terdapat bakteri yang bersifat antagonis yaitu bakteri yang dapat menghambat atau mematikan patogen dengan metabolismik yang dihasilkannya. Salah satu bakteri antagonis yang bermanfaat untuk tanaman ialah *Bacillus subtilis*. Bakteri antagonis tersebut diketahui mampu menghambat jamur pathogen dengan menghasilkan senyawa yang diketahui sebagai antifungal. *B. subtilis* mampu menghasilkan senyawa *fengycin* dan *bacillomycin* yang diketahui sebagai antifungal, dan senyawa antibiotik lainnya seperti peptid (Stein, 2005).

Hasil penelitian Sari (2020) juga menunjukkan bahwa dari 61 isolat bakteri yang didapatkan dari suspensi ekstrak rimpang nanas memiliki sifat antagonis terhadap jamur *Phytophthora nicotianae* dengan persentase penghambatan yang tinggi yaitu sebesar 50-81 %. Selain itu, Suharjo et al. (2018) juga melaporkan bahwa beberapa bakteri endofit yang didapatkan dari hasil isolasi daun nanas yang sehat memiliki kemampuan menghambat *Phytophthora* sp. pada kisaran 5,13-72,48%, *Curvularia* sp. (2,33- 66,98% dan *Thielaviopsis* sp. (1,33-64,82%).

Menurut Gofar et al. (2014), mekanisme dari penghambatan atau penekanan pertumbuhan patogen oleh bakteri antagonis karena adanya kompetisi tempat tumbuh, dan antibiosis. Kompetisi tempat tumbuh ditunjukkan dengan adanya koloni bakteri yang tumbuh tersebar hampir di seluruh media. Kompetisi tempat tumbuh juga terjadi karena adanya persaingan antara bakteri antagonis dan patogen dalam memperebutkan kebutuhan nutrisi. Mekanisme antibiosis mengakibatkan terjadinya perusakan dan penghambatan pembentukan dinding sel. Perubahan permeabilitas sel patogen dan penghambatan kerja enzim yang berperan dalam pertumbuhan patogen (Tasnim et al., 2011).

KESIMPULAN

1. Aplikasi isolat bakteri terpilih asal ekstrak rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit serta kombinasinya mampu menghambat perkembangan penyakit yang disebabkan oleh *Phytophthora* sp. dan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman nanas.
2. Inokulasi *Phytophthora* sp. tanpa adanya pemberian isolat bakteri terpilih menurunkan performa tanaman nanas.

DAFTAR PUSTAKA

- Astriani, M., dan Mukharomah, E. 2017. Penggunaan Strategi Inkuiiri dalam Pembelajaran Isolasi Bakteri Asal Mol dan Penerapannya Sebagai Pupuk Hayati. *Jurnal Florea* 4(1): 17-23.
- Badan Pusat Statistik. 2017. *Produksi Buah Nanas di Lampung 2017*. Badan Pusat Statistik. Jakarta. <https://www.bps.go.id/>. Diakses pada tanggal 5 Maret 2020.
- Dermiyati, D., Suharjo, R., Telaumbanua, M., Ilmiasari, Y., Yosita, R., Annisa, R.M., Andayani, A.P and Yulianti, D.M. 2019. Population of phosphate solubilizing bacteria in the liquid organic fertilizer created from palm oil bunches and pineapple rhizome. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity* 20(11): 3315-3321.
- Dermiyati, Suharjo R., Telaumbanua M., Yosita, R., Sari, A.W., and Andayani,A.P. 2020. Abundance and characterization of microorganisms isolated from oil palm empty fruit bunches waste under aerobic, anaerobic, and facultative anaerobic conditions. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity* 21(9): 42137-4220.
- Elfina, Y., dan Fenti, P. 2008. Identifikasi Jamur pada Rizosfir Tanaman Nenas (*Ananas comosus* L.) dan Uji Indikasi Antagonisnya terhadap Patogen *Thielaviopsis paradoxa* di Desa Rimbo Panjang Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar. *Jurnal Sagu* 7(1):45-52.
- Esitken, A., Yildiz, H. E., Ercisli, S., Donmez, M. F., Turan, M., and Gunes, A. 2010. Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth, and nutrient contents of organically grown strawberry. *Scientia Horticulturae* 124: 62-65.
- Gofar, N., Munawar, Widjajanti, H., dan Mulya, A.P., 2014. Eksplorasi bakteri antagonis asal jaringan dan rizosfer tanaman karet untuk menekan pertumbuhan bakteri proteolitik pada bahan olahan karet (bokar). *Jurnal Tanah dan Lingkungan* 16(2): 61 – 66.
- Hardiningsih, S. 2011. *Phytophthora* sp. Penyebab Penyakit Rebah Semai pada Kacang Hijau dan Pengendaliannya. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang.
- Idris, A.S., Kushairi, A., Ismail, S., dan Ariffin, D. 2004. Selection for partial resistance in oil palm progenies to *Ganoderma* basal stem root. *Journal of Oil Palm Research* 16: 12-18.
- Ilmisari, Y. 2020. Kemelimpahan, karakterisasi, dan kemampuan mikroorganisme lokal asal rimpang nanas sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dan antagonis *Phytophthora* sp. Tesis. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 113 hlm.
- Ketnawa, S., Chaiwut, P. and Rawdkuen, S. 2012. Pineapple wastes: A potential source for bromelin extraction. *Food and Bioproducts Processing* 90: 385-391.
- Liu, C.H., Liu, Y., Fan, C., and Kuang, S.Z. 2013. The Effect of Composted Pineapple Residue Return on Soil Properties and Growth and Yield of Pineapple. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 13(2): 433-444.
- Martin, D. A. 2015. Hubungan sifat fisik dan kimia tanah terhadap penyebaran penyakit busuk hati yang disebabkan oleh *Phytophthora* sp. pada perkebunan nanas (*Ananas comusus*) di Provinsi Lampung. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 82 hlm.
- Nurmas, A., Nofianti, Rahman, A., dan Khaeruni, A. 2014. Eksplorasi dan Karakterisasi Azotobacter Indigenous untuk Pengembangan Pupuk Hayati Tanaman Padi Gogo Lokal di Lahan Marjinal. *Jurnal Agroteknologi* 4(2):128-134.
- Purwantisari, S., dan Hasturi, R.B. 2009. Uji Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang dengan Menggunakan *Trichoderma* spp. Isolat Lokal. *Jurnal Bioma* 11(1): 24-32.
- Rani, M.I., Lestari, R.P., Rahmayani, E.D., Asan, M., dan Astriani, M. 2017. Uji bakteri pelarut fosfat dan penghasil IAA pada MOL buah bintaro (*Cerbera manghas* L.). *Jurnal Florea* 4(2):11-21.

- Rani, I. D. 2020. Pengaruh aplikasi mikroorganisme lokal dan kompos terhadap aktivitas dan sifat biologi tanah serta performa tanaman bawang merah. Tesis. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 40-45 hlm.
- Ruli, J.P., Karlin, A., dan Yursida. 2014. Tanggap tanaman jagung terhadap aplikasi POC urin sapi dan pupuk anorganik di lahan pasang surut tipe luapan . *Jurnal Lahan Suboptimal* 3(2): 1327-137.
- Sari, D. V., Wurya, S. dan Sudirta. 2014. Identifikasi penyebab penyakit layu pada tanaman strawberry (*Fragaria sp.*) di Desa Pancasari dan potensi pengendaliannya dengan mikroba Antagonis. *Jurnal Agroteknologi Tropika* 7 (1): 104-112.
- Stein, T. 2005. *Bacillus subtilis* antibiotics: structures, syntheses and specific functions. *Molecular Microbiology*.56(4): 854 – 857.
- Suharjo, R., Aeny, TN., Hasanudin, U., Sumakatri, T., Krisno, R., Khoironi, T., Safitri, D.A. 2018. Potential of endophytic bacteria as plant growth promoter and antagonist against pineapple-fungal plant pathogen in Indonesia. *Proceedings of International Symposium on Innovatif*. Gifu University. Japan.
- Suyanto, A., dan Irianti, A.T.P. 2015. Efektivitas *Trichoderma* sp dan Mikroorganisme lokal (MOL) sebagai dekomposer dalam meningkatkan kualitas pupuk organik alami dari beberapa limbah tanaman pertanian. *Jurnal Agrosains* 12(2): 1-7.
- Tasnim, S., Retno, K., dan Astiti, N.P.A. 2011. Efektifitas daya hambat bakteri *Streptomyces* sp. terhadap *Erwinia* sp. penyebab penyakit busuk rebah padalidah buaya (*Aloe Barbadensis Mill*). *Jurnal Simbiosis* 1(1): 21 –27.
- Van, P.A.W., Jones, D.L., Jentschke, G and Godbold, D.L. 2005. Organic acid concentrations in soil solution: effects of young coniferous trees and ectomycorrhizal fungi. *Soil Biology and Biochemistry* 3 (7): 771-776.
- Widyawati A. 2008. *Bacillus* sp. Asal rizosfer kedelai yang berpotensi sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dan biokontrol fungi patogen akar. Tesis. Institut Pertanian Bogor. 68 hlm.
- Yosita, R. 2020. Kemelimpahan, karakterisasi, dan kemampuan mikroorganisme lokal asal tandan kosong kelapa sawit sebagai antagonis jamur *Ganoderma boninense* dan pemacu pertumbuhan tanaman. Tesis. Universitas Lampung. Lampung. 97 hlm.

EFFECT OF LONG-TERM TILLAGE AND NITROGEN FERTILIZATION RESIDUE ON SOIL BIOCHEMICAL PROPERTIES AND CROP YIELD

PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN RESIDU PEMUPUKAN NITROGEN JANGKA PANJANG TERHADAP SIFAT BIOLOGI DAN KIMIA TANAH SERTA HASIL TANAMAN

¹Rizki Afriliyanti, ²Sri Yusnaini, ³Agus Karyanto, ³Dwi Hapsoro, ⁴Ainin Niswati

¹Department of Master of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Lampung, Bandarlampung, Indonesia

²Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, University of Lampung, Bandarlampung, Indonesia

³Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Lampung, Bandarlampung, Indonesia

⁴Ainin Niswati, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Lampung, Bandarlampung, Indonesia

*email: afriliyanti.rizki@gmail.com

ABSTRACT (IN ENGLISH)

Sustainable soil management practices are necessary to enhance or maintain soil quality and crop yields. The objective of this experiment was to study the effect of long-term (32 years) tillage system and nitrogen fertilization residue on soil bacteria and fungi, growth and production of cowpea (*Vigna unguiculata*). This research was conducted using factorial experiment, arranged in a randomized block design with four replications. The first factor was tillage systems consisted of Intensive Tillage (T1) and No tillage(T2),the second factor was nitrogen fertilization residue (N) consisted of N1 (0 kg N ha⁻¹) and N2 (200 kg N ha⁻¹). Data were analyzed using analysis of variance, if there is a significant difference will be continued with Least Significant Difference (BNT) test at 5%. Soil bacteria and fungi data were used to figure out the Diversity Index (H'), Dominance Index (D) and the Evenness Index (e). Principal Component Anaysis (PCA) used to determined the relationship among observed variabels. The results showed that T2 could give better results on soil respiration, bacteria and fungi population than T1. Lower soil pH found at N2 compared to N1. Long term N1T2 was able to support cowpea growth and yield as high as N2T1. Principal component analysis showed that there was an interrelationship among soil biochemical properties, growth and yield of cowpea.

Keywords: Bacteria, fungi, long-term tillage, nitrogen fertilization residue, respiration.

ABSTRAK (IN INDONESIAN)

Praktik pengelolaan tanah yang berkelanjutan diperlukan untuk meningkatkan atau mempertahankan kualitas tanah dan hasil tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh sistem olah tanah jangka panjang (32 tahun) dan residu

pemupukan nitrogen terhadap bakteri dan fungi tanah serta pertumbuhan dan produksi kacang tunggak (*Vigna unguiculata*). Rancangan penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK), disusun secara faktorial dengan empat ulangan. Faktor pertama adalah sistem olah tanah yang terdiri dari olah tanah intensif (T1) dan tanpa olah tanah (T2), faktor kedua adalah residu pemupukan nitrogen (N) yang terdiri dari N1 (0 kg N ha⁻¹) dan N2 (200 kg N ha⁻¹). Analisis data dilakukan menggunakan analisis ragam, jika terdapat perbedaan nyata dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada 5%. Data bakteri dan fungi tanah digunakan untuk menghitung Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Dominasi (D) dan Indeks Kemerataan (e). Principal Component Analysis (PCA) digunakan untuk menentukan hubungan antar variabel yang diamati. Hasil penelitian menunjukkan bahwa T2 dapat memberikan hasil yang lebih baik pada respirasi tanah, populasi bakteri dan fungi dibandingkan dengan T1. Perlakuan N2 menghasilkan PH tanah yang lebih rendah dibandingkan dengan N1. N1T2 jangka panjang mampu mendukung pertumbuhan dan hasil kacang tunggak yang sama tingginya dengan N2T1. Principal Component Analysis menunjukkan bahwa terdapat hubungan timbal balik antara sifat biokimia tanah, pertumbuhan dan hasil tanaman kacang tunggak.

Kata Kunci: Bakteri, fungi, olah tanah jangka panjang, residu pemupukan nitrogen, respirasi tanah.

PENDAHULUAN

Pengolahan tanah yang dilakukan secara tidak tepat dalam jangka panjang dapat menyebabkan penurunan kualitas tanah dan berdampak pada penurunan produksi tanaman. Ramos et al. (2011) dan Hakim (2011) mengemukakan bahwa pengolahan tanah yang tidak tepat dan dalam jangka waktu yang panjang dapat menyebabkan erosi, penurunan porositas, kandungan bahan organik, dan unsur hara tanah yang mengakibatkan degradasi tanah serta penurunan produktivitas lahan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mempertahankan kualitas tanah secara berkelanjutan adalah dengan penerapan sistem olah tanah konservasi. Sistem olah tanah konservasi terdiri dari sistem tanpa olah tanah dan sistem olah tanah minimum. Menurut Aziz et al. (2013), Mathew et al. (2012), dan He et al. (2011), sistem tanpa olah tanah dapat meningkatkan kualitas biologi, kimia, dan fisika tanah sehingga menyebabkan pertumbuhan dan produksi tanaman menjadi lebih baik dibandingkan dengan sistem olah tanah konvensional (intensif).

Penelitian mengenai sistem olah tanah konservasi telah dilakukan selama 31 tahun di lahan Politeknik Negeri Lampung (Polinela). Penelitian ini berlangsung sejak Februari 1987 hingga sekarang. Pola rotasi tanaman yang diterapkan pada penelitian tersebut adalah tanaman cerealia (jagung/padi gogo) – legum (kedelai/kacang tunggak/kacang hijau) – bera (Utomo, 2015). Penelitian yang telah dilakukan meliputi sifat fisika, kimia dan biologi tanah serta produksi tanaman. Penelitian sifat fisika tanah telah meliputi struktur tanah, bobot isi, ruang pori total, kekerasan tanah, permeabilitas tanah, karbon tersimpan serta emisi karbon dioksida (Ardiansyah et al., 2015; Khair et al., 2017; Putri et al., 2020; Utomo et al., 2012). Selanjutnya, penelitian kimia tanah telah meliputi tingkat kemasaman tanah (pH), kandungan C-Organik, N total, asam humat, asam fulvat dan serapan hara (Andita et al., 2019 dan Yupiterius et al., 2018). Penelitian mengenai kualitas biologi tanah juga telah dilakukan dengan cara mengukur respirasi, mempelajari populasi cacing tanah dan nitrosomonas, serta melakukan analisis phospholipid fatty acid (PLFA) untuk mengetahui komunitas mikroorganisme tanah. Selain itu, indikator kualitas biologi tanah dapat diteliti dengan menghitung tingkat keanekaragaman serta populasi bakteri dan fungi tanah.

Bakteri dan fungi merupakan bagian dari mikroorganisme tanah yang memiliki peran penting di dalam tanah. Singh & Gupta (2018) menyatakan bahwa keanekaragaman dan populasi mikroorganisme tanah memiliki berperan dalam menjaga keberlanjutan ekosistem. Menurut Prayudyaningsih et al. (2015) apabila tanah mengandung berbagai macam mikroorganisme, maka dapat dikatakan bahwa tanah tersebut memiliki kesuburan yang tinggi. Hal tersebut disebabkan masing-masing mikroorganisme memiliki peran yang spesifik untuk dapat mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman. Selain itu, tanaman juga dapat menjadi faktor yang mempengaruhi aktivitas dan keberagaman mikroorganisme tanah (Buyer et al., 2002 dan Paterson, 2003).

Tanaman membutuhkan unsur hara yang diambil oleh akar dari dalam tanah untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangannya. Salah satu unsur hara esensial bagi tanaman adalah nitrogen (N). Apabila N dalam tanah tidak dapat memenuhi kebutuhan unsur hara tanaman, maka pertumbuhan dan perkembangan tanaman akan terganggu (Erawan et al., 2013). Penelitian jangka panjang dengan pola rotasi tanaman serealia dan legum ini diharapkan mampu mengurangi kebutuhan unsur hara N. Hal tersebut disebabkan pemupukan N hanya dilakukan pada tanaman serealia dan selanjutnya residu dari pemupukan N pada tanaman serealia dimanfaatkan sebagai *starter* untuk penambatan N oleh *Rhizobium* pada tanaman legum. Pada penelitian di musim tanam ke-32 ini, tanaman legum yang dibudidayakan adalah tanaman kacang tunggak. Kacang tunggak merupakan tanaman potensial dan memerlukan perhatian dalam pengembangannya. Semua bagian kacang tunggak yang dimanfaatkan sebagai bahan makanan (daun segar, polong muda dan biji-bijian) mengandung nutrisi yang dibutuhkan oleh manusia, yaitu protein, karbohidrat, vitamin dan mineral (Ngalamu et al., 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh sistem olah tanah dan residu pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap pertumbuhan dan produksi kacang tunggak, sifat kimia tanah, serta keanekaragaman bakteri dan fungi. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui hubungan antara sifat tanah yang diamati dengan pertumbuhan dan hasil tanaman.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di kebun percobaan Politeknik Negeri Lampung yang berada pada $105^{\circ}13'45,5'' - 105^{\circ}13'48,0''$ BT dan $05^{\circ}21'19,6'' - 05^{\circ}21'19,7''$ LS, dengan elevasi 122 meter di atas permukaan laut. Analisis keanekaragaman bakteri dan fungi tanah dan respirasi tanah dilakukan di Laboratorium Biologi Tanah, sedangkan analisis kandungan N Total, C-Organik, dan pH tanah dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Juli 2019, sedangkan analisis respirasi dan keanekaragaman bakteri dan fungi tanah dilakukan pada bulan November – Januari 2021 . Penelitian ini merupakan penelitian jangka panjang sejak tahun 1987 dengan penerapan olah tanah konservasi dan perlakuan pemupukan N jangka panjang dengan pola pergiliran tanaman serealia (jagung/ padi gogo) – legum (kedelai/ kacang tunggak/ kacang hijau) – bera. Pada tahun 1999 dan 2000, dilakukan pemugaran tanah dengan cara pengolahan tanah kembali, pengapur, dan pemberaan pada permukaan tanah dengan perlakuan tanpa olah tanah untuk memperbaiki sifat tanah akibat pematatan (Utomo, 2012).

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) 2x2 yang disusun secara faktorial dengan empat ulangan. Faktor pertama dalam penelitian ini adalah perlakuan sistem olah tanah (T) yang terdiri dari T1 (Olah Tanah Intensif) dan T3 (Tanpa Olah Tanah), kemudian faktor kedua adalah residu dari pemupukan nitrogen (N) yaitu N0 (0 kg N ha^{-1}), dan N2 (200 kg N ha^{-1}). Pemupukan N diperuntukkan untuk tanaman serealia, sedangkan untuk musim tanam ke-32 ini

menggunakan tanaman kacang tumbang (legum) sehingga hanya memanfaatkan residu pemupukan N dari musim tanam sebelumnya.

Hasil pengamatan yang diperoleh dianalisis homogenitas ragamnya dengan menggunakan uji Bartlett dan uji Tukey untuk kemenambahan atau aditifitas data. Apabila data homogen dan aditif, dilakukan analisis ragam, apabila terdapat perbedaan yang nyata akan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada α 5%, kemudian dilakukan uji korelasi untuk mengetahui hubungan antar variabel. Analisis besarnya pengaruh variabel-variabel pengamatan dan keterkaitannya dilakukan dengan Principal Component Analysis (PCA) atau Analisis Komponen Utama (AKU) menggunakan Software R dan R Studio.

Pelaksanaan Penelitian

Pengolahan tanah pada petak tanpa olah tanah (T3) tanah tidak diolah sama sekali, gulma yang tumbuh dikendalikan dengan menggunakan herbisida berbahan aktif glifosat dengan dosis 3 - 5 liter per hektar pada dua minggu sebelum tanam dan gulma dari sisa sisa tanaman sebelumnya digunakan sebagai mulsa. Pada petak olah tanah intensif (T1) tanah dicangkul dua kali sedalam 0-20 cm setiap awal tanam dan gulma dibuang dari petak percobaan. Lahan dibagi menjadi 36 petak percobaan dengan ukuran tiap petaknya 4 m x 6 m dan jarak antarpetak percobaan yaitu 0,5 m. Penanaman benih kacang tumbang varietas lokal gayabaru dengan cara ditugal dengan jarak 40 cm x 20 cm, setelah itu ditanami 2 benih kacang tumbang per lubang tanam.

Tanaman yang dibudidayakan pada musim tanam sebelumnya adalah cerealia (jagung) dan pada musim tanam ke-32 ini ditanam tanaman legum (kacang tumbang), sehingga hanya memanfaatkan residu pemupukan nitrogen musim sebelumnya. Sebagai pupuk dasar diberikan pupuk SP-36 dengan dosis 100 kg ha⁻¹ dan KCl dengan dosis 50 kg ha⁻¹ diberikan pada saat tanaman berumur satu minggu setelah tanam. Pemupukan dilakukan dengan cara dilarik di sisi barisan tanaman kacang tumbang. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada saat panen secara komposit pada lima titik menggunakan bor tanah di setiap petak percobaan. Sampel tanah yang didapat kemudian dimasukkan ke dalam plastik dan diberi label yang selanjutnya disimpan di lemari pendingin untuk dianalisis di laboratorium.

Pengamatan dan Pengambilan Data Pertumbuhan dan Produksi Tanaman

Pengamatan dilakukan terhadap tanaman kacang tumbang pada beberapa variabel pengamatan. Variabel pengamatan yang diamati pada penelitian ini meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang total, produksi tanaman, bobot segar dan bobot kering tanaman.

Pengukuran Respirasi Tanah

Pengukuran respirasi tanah dilakukan dengan menggunakan modifikasi metode Verstraete (Anas, 1989) yaitu sebanyak 100 g tanah lembab BKO (Berat Kering Oven) dan dua tabung film yang berisi 10 ml KOH 0,2 N dan 10 ml akuades dimasukkan ke dalam toples berukuran 1L. Toples ditutup sampai kedap udara dan diinkubasi pada suhu ruang di tempat gelap selama 10 hari. Pada blanko (kontrol) tidak diisi dengan tanah. Analisis dilakukan untuk mengetahui jumlah CO₂ yang diikat oleh larutan KOH yang ditentukan dengan cara titrasi.

Pengamatan Bakteri dan Fungi Tanah

Metode yang digunakan untuk menghitung total bakteri dan fungi tanah adalah dengan menumbuhkan bakteri dan fungi hasil pengenceran di dalam cawan petri dengan metode cawan sebar (spread plate count) (Hastuti & Ginting, 2007). Teknik isolasi bakteri dan fungi dari tanah dilakukan dengan menggunakan metode pengenceran Platting Method (Pelczar & Chan, 2006), yaitu 10 g tanah ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berisi 90 ml air steril dan dikocok hingga homogen, sehingga didapatkan faktor pengenceran 10⁻¹. Dari faktor pengenceran 10⁻¹ diambil sebanyak 1 ml secara aseptis dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml air steril.

Kemudian dikocok dengan vortex mixer hingga homogen, sampel ini memiliki faktor pengenceran 10^{-2} . Pengenceran diulang hingga diperoleh faktor pengenceran 10^{-5} . Isolasi bakteri menggunakan seri pengenceran 10^{-3} , 10^{-4} dan 10^{-5} , sedangkan untuk isolasi fungi menggunakan seri pengenceran 10^{-2} , 10^{-3} dan 10^{-4} .

Pengamatan total koloni bakteri pada media NA adalah dengan menghitung populasi bakteri dan fungi. Pengamatan dilakukan mulai hari pertama setelah diinkubasi hingga hari ke 4. Sedangkan pengamatan fungi pada media PDA dilakukan dengan menghitung populasi atau jumlah fungi yang tumbuh dari hari ke 5 hingga ke 7 inkubasi. Bakteri dihitung hanya dari cawan petri yang mempunyai 30-300 koloni sedangkan fungi dihitung dari cawan petri yang mempunyai 10-100 koloni. Rumus perhitungan populasi bakteri dan fungi (Hastuti & Ginting, 2007) :

$$\text{Total populasi (CFU) } g^{-1} \text{ tanah} = \frac{\text{Jumlah Koloni}}{\text{faktor pengenceran} \times \text{berat kering tanah}}$$

Variabel Pendukung

Variabel pendukung yang diukur pada penelitian ini adalah suhu, pH, Kandungan C-Organik serta N Total Tanah. Pengambilan sampel tanah untuk pengukuran variabel pendukung diambil pada saat sebelum olah tanah, vegetatif maksimum, dan saat panen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam (Tabel 1) menunjukkan bahwa penerapan sistem olah tanah memberikan pengaruh yang nyata terhadap populasi bakteri dan fungi serta respirasi tanah, sedangkan residu pemupukan N serta interaksi antara sistem olah tanah dan residu pemupukan N tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap ketiga variabel tersebut. Selain itu, sistem olah tanah secara mandiri dapat berpengaruh nyata terhadap kandungan N-Total tanah, serta interaksi antara sistem olah tanah dan residu pemupukan N jangka panjang memberikan pengaruh yang nyata pada kandungan C-Organik tanah. Kemudian, dapat dilihat juga bahwa perlakuan residu pemupukan N secara mandiri dapat berpengaruh nyata terhadap pH tanah, akan tetapi residu pemupukan N dan sistem olah tanah serta interaksi antara keduanya tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap variabel suhu tanah.

Tabel 1. Pengaruh Interaksi Sistem Olah Tanah Residu Pemupukan N Jangka Panjang terhadap Sifat Biologi dan Kimia Tanah.

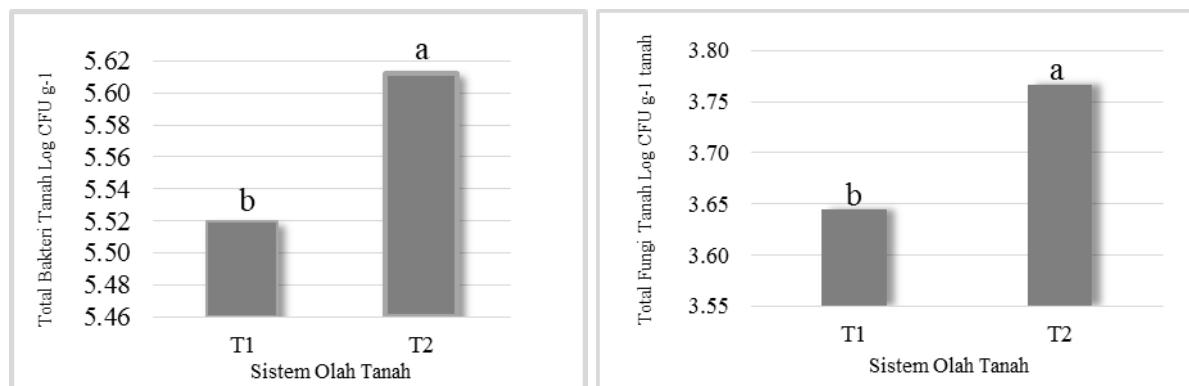
Perlakuan	PB	PF	R	C	N	T	pH
OTI	5,54	3,62	5,54	1,49	0,09	28,00	6,06
OTI + N	5,50	3,67	5,5	1,39	0,08	27,25	5,61
TOT	5,61	3,78	5,61	1,45	0,12	27,50	5,96
TOT + N	5,62	3,75	5,62	1,69	0,13	28,00	5,76
Analisis ragam							
Sistem olah tanah (T)	17,13*	8,65*	17,13*	2,89^{tn}	9,51*	0,16^{tn}	0,30^{tn}
Pemupukan N (N)	0,59^{tn}	0,10^{tn}	0,59^{tn}	1,01^{tn}	0,09^{tn}	0,16^{tn}	14,26*
T x N	1,32^{tn}	1,09^{tn}	1,32^{tn}	5,13*	0,47^{tn}	3,95^{tn}	1,67^{tn}

Residu pemupukan N dan sistem olah tanah secara mandiri maupun interaksi antara keduanya memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan produksi tanaman kacang tunggak. Sistem olah tanah secara mandiri berpengaruh nyata terhadap jumlah daun tanaman kacang tunggak, akan tetapi residu pemupukan N dan interaksi antara keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun. Selain itu, residu pemupukan N dan sistem olah tanah secara mandiri maupun interaksi antara keduanya juga tidak berpengaruh nyata terhadap bobot 100 butir biji kacang tunggak (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh Interaksi Sistem Olah Tanah Residu Pemupukan N Jangka Panjang terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Tunggak.

Perlakuan	Tinggi Tanaman	Jumlah Daun	Bobot 100 Butir Biji	Produksi
OTI	20.83	19.85	11.45	0.74
OTI + N	16.22	18.90	11.30	1.16
TOT	25.42	22.75	11.14	1.26
TOT + N	25.82	22.63	11.20	1.26
Analisis Ragam				
Sistem olah tanah (T)	96.98*	18.24*	1.06 ^{tn}	42.59*
Pemupukan N (N)	8.54*	0.48 ^{tn}	0.05 ^{tn}	19.08*
T x N	12.07*	0.28 ^{tn}	0.29 ^{tn}	19.55*

Telah lama diketahui bahwa peran organisme tanah di dalam ekosistem sangat penting dalam siklus hara dan juga siklus karbon (Bender et al., 2016). Setiap 1 g tanah diperkirakan dapat mengandung hingga 1 miliar sel bakteri yang terdiri dari puluhan ribu taksa, 200 m hifa fungi, dan berbagai macam nematoda, cacing tanah, serta artropoda (Bardgett et al., 2014). Hasil penelitian pengaruh sistem olah tanah dan residu pemupukan N jangka panjang menunjukkan bahwa penerapan sistem olah tanah memberikan pengaruh yang nyata terhadap populasi bakteri dan fungi tanah (Tabel 1). Populasi bakteri dan fungi pada lahan dengan penerapan sistem tanpa olah tanah lebih tinggi dibandingkan dengan sistem olah tanah intensif (Gambar 1), sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa tanah dengan sistem tanpa olah tanah mengandung biomassa mikroorganisme serta kelimpahan fungi dan bakteri yang lebih tinggi dibandingkan sistem olah tanah intensif (Utomo et al., 2013 dan Miura et al., 2016).



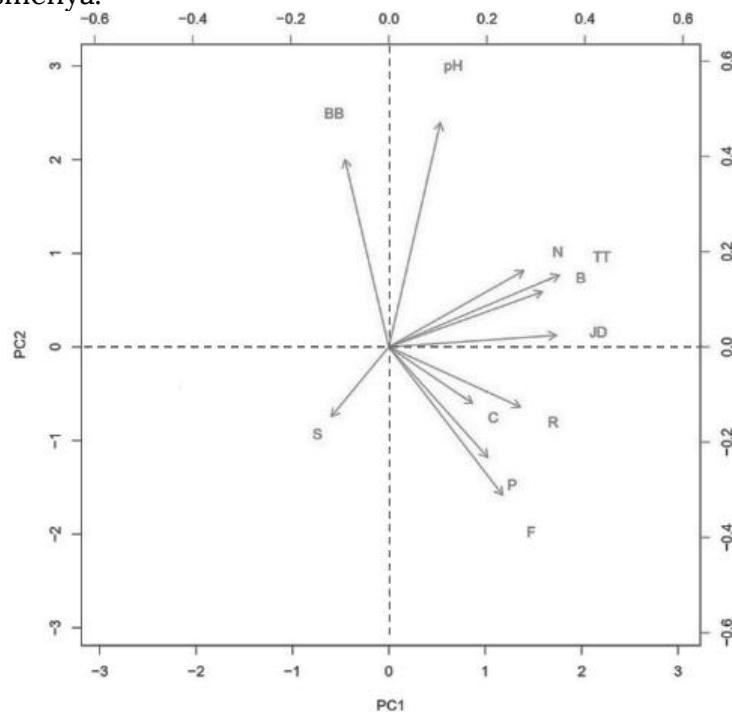
Gambar 1. Total Bakteri (A) dan Fungi (B) Tanah yang dipengaruhi oleh Sistem Olah Tanah dan Residu Pemupukan N Jangka Panjang.

Suin (2012) dalam Nurrohman (2018) menyatakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi kepadatan populasi organisme adalah bahan organik. Semakin tinggi kandungan bahan organik maka kepadatan populasi organisme juga semakin tinggi. Pada sistem tanpa olah tanah, gulma dan sisa-sisa tanaman sebelumnya digunakan sebagai mulsa sehingga menjadi sumber bahan organik bagi organisme tanah. Hal ini juga sejalan dengan pendapat Antonius et al. (2018) yang menyatakan bahwa jumlah mikroorganisme tanah sangat dipengaruhi oleh bahan organik, karena semakin banyak bahan organik, maka semakin besar pula sumber energi yang dapat digunakan oleh organisme tanah.

Berdasarkan hasil Principal Component Analysis (PCA) yang dapat dilihat pada Gambar 2, terdapat korelasi atau hubungan yang erat antara produksi tanaman kacang

tunggak, respirasi tanah, populasi fungi dan kandungan C-Organik tanah. Selain itu, keempat variabel tersebut juga saling berkorelasi dengan jumlah daun, tinggi tanaman, populasi bakteri serta kandungan N Total tanah. Semakin tinggi tingkat respirasi mencerminkan tingginya aktivitas dan jumlah atau populasi mikroorganisme tanah sehingga semakin tinggi pula populasi bakteri dan fungi tanah. Disamping itu, semakin tinggi kandungan C-organik tanah berdampak pada tingginya populasi bakteri dan fungi tanah, karena C-organik tanah mencerminkan jumlah bahan organik tanah yang dapat dimanfaatkan sebagai substrat ataupun sumber energi bagi bakteri dan fungi. Selain itu, hal ini didukung juga dengan pendapat Blanco-Canqui *et al.*, (2013) yang menyatakan bahwa tingginya kandungan C-organik tanah mempengaruhi biomassa dan aktivitas mikroorganisme tanah karena dapat menyediakan habitat berupa agregat tanah yang stabil. Meskipun produksi tanaman memiliki korelasi baik dengan populasi bakteri maupun fungi, akan tetapi korelasi antara produksi tanaman dan populasi bakteri lebih erat dibandingkan dengan populasi fungi. Menurut Stursova *et al.* (2012), bakteri memanfaatkan substrat yang lebih spesifik yaitu selulosa sedangkan fungi lebih mampu untuk memanfaatkan berbagai konstituen serasah yang lebih luas.

Pertumbuhan tanaman meliputi tinggi dan jumlah daun serta produksi tanaman saling berpengaruh dengan respirasi tanah, populasi bakteri dan fungi tanah. Tanaman dapat mempengaruhi komunitas mikroorganisme tanah dikarenakan senyawa organik yang dilepaskan oleh tanaman melalui akar atau disebut dengan eksudat akar. Eksudat akar yang terakumulasi di daerah sekitar permukaan akar tanaman dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi oleh mikroorganisme tanah. Van Dam & Bouwmeester (2016) menyatakan bahwa eksudat akar merupakan sumber karbon organik yang signifikan di dalam tanah, banyaknya eksudat akar yang dilepaskan oleh tanaman dapat mencapai 50% dari total produk hasil proses fotosintesis. Selain itu, menurut Mommer *et al.* (2016) & Philippot *et al.* (2013) daerah di sekitar akar tanaman merupakan daerah yang kaya akan nutrisi sehingga menjadi habitat mikroorganisme seperti bakteri, fungi (termasuk mikoriza arbuskular), oomycetes, virus dan archaea dalam melangsungkan proses metabolismenya.



Gambar 11. Principal Component Analysis (PCA) dari Sifat Kimia dan Biologi Tanah serta Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Tunggak setelah Diberi Perlakuan Sistem Olah Tanah dan Residu Pemupukan N Jangka Panjang.

Keterangan : S = Suhu Tanah ($^{\circ}\text{C}$); pH = Derajat Kemasaman Tanah; B = Populasi Bakteri Tanah (Log CFU g^{-1} tanah); N = N Total Tanah (%); C = C-Organik Tanah (%); R = Respirasi Tanah ($\text{C-CO}_2 \text{ mg}^{-1} \text{ hari}^{-1}$); F = Populasi Fungi Tanah (Log CFU g^{-1} tanah). P = Produksi Kacang Tunggak (ton ha^{-1}); JD = Jumlah Daun (helai); TT = Tinggi Tanaman (cm); BB = Bobot 100 Butir Benih (g).

Jumlah daun mempengaruhi populasi bakteri dan fungi serta produksi tanaman dikarenakan daun merupakan bagian tumbuhan yang menjadi tempat berlangsungnya proses fotosintesis. Telah dijelaskan sebelumnya bahwa karbon hasil proses fotosintesis yang dilepaskan oleh tanaman melalui akar dapat mencapai 50% dari total karbon yang dihasilkan pada proses fotosintesis. Eksudat akar tersebut dilepaskan oleh tanaman dalam bentuk (gula, asam organik, asam amino, senyawa fenolik atau terpenoid (van Dam & Bouwmeester, 2016).

Tingkat kemasaman tanah atau pH tanah tidak berkorelasi dengan tingkat respirasi tanah, populasi fungi dan produksi tanaman kacang tunggak, akan tetapi pH tanah berkorelasi dengan populasi bakteri tanah. Hasil ini sesuai dengan Rousk *et al.* (2010) yang menyatakan bahwa pengaruh pH tanah pada komunitas bakteri tanah lebih tinggi dibandingkan dengan komunitas fungi tanah.

KESIMPULAN

Sistem tanpa olah tanah menghasilkan respirasi tanah, populasi bakteri, dan populasi fungi dalam tanah yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem olah tanah intensif. Residu pemupukan N tidak berpengaruh terhadap respirasi tanah, populasi bakteri dan populasi fungi tanah, tetapi menyebabkan penurunan pH tanah. Terdapat pengaruh interaksi antara sistem olah tanah dan residu pemupukan N jangka panjang terhadap kandungan C-Organik tanah pada saat panen, tinggi tanaman, dan produksi kacang tunggak. Sistem tanpa olah tanah menghasilkan pertumbuhan dan produksi kacang tunggak yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem olah tanah intensif. Terdapat hubungan timbal balik antara pertumbuhan dan produksi tanaman kacang tunggak dengan variabel kimia (N total dan C-Organik) serta biologi tanah (populasi bakteri dan fungi serta respirasi tanah).

DAFTAR PUSTAKA

- Anas, I. 1989. Biologi Tanah dalam Praktek. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 161 hlm.
- Andita, R. A., Sarno, S., Utomo, M., & Salam, A. K. (2019). Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang terhadap Kandungan Asam Humat dan Asam Fulvat pada Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) Tahun Ke-29 di Lahan Politeknik Negeri Lampung. *Jurnal Agrotek Tropika*, 7(2): 361.
- Antonius, S., Sahputra, R. D., Nuraini, Y., & Dewi, T. K. (2018). Manfaat Pupuk Organik Hayati, Kompos dan Biochar pada Pertumbuhan Bawang Merah dan Pengaruhnya terhadap Biokimia Tanah pada Percobaan Pot Menggunakan Tanah Ultisol. *Jurnal Biologi Indonesia*, 14 (2) : 243-250.
- Aziz I, Mahmood, T., & Islam, K. R. 2013. Effect of Long Term No-Till and Conventional Tillage Practices on Soil Quality . *Soil & Tillage Research*. 131: 28–35
- Bardgett, R.D. and van der Putten, W.H. (2014) Belowground Biodiversity and Ecosystem Functioning. *Nature*. 515 : 505–511
- Bender, S. F., Wagg, C., & van der Heijden, M. G. (2016). an Underground Revolution:Biodiversity and Soil Ecological Engineering for Agricultural Sustainability. *Trends in ecology & evolution*, 31 (6) : 440-452.

- Blanco-Canqui, H., Shapiro, C. A., Wortmann, C. S., Drijber, R. A., Mamo, M., Shaver, T. M., & Ferguson, R. B. (2013). Soil Organic Carbon: The value to Soil Properties. *Journal of Soil and Water Conservation*, 68 (5) : 129A-134A.
- Buyer, J. S., Roberts, D. P. & Russek-Cohen, E. 2002. Soil and Plant Effects on Microbial Community Structure. *Can. J. Microbiol.* 48 : 955-964.
- Erawan, D., Yani, W. O. & Bahrun, A. 2013. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) pada Berbagai Dosis Pupuk Urea. *J. Agroteknos*. 3 (1) :19-25.
- Hakim, Rakhaman. 2011. Pengaruh Pengolahan Tanah dengan Bajak Rotary Tipe Curve Blade dan Pupuk Bokashi terhadap Sifat Fisik Tanah Alluvial. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Hastuti, R. D., & Ginting, R. C. B. (2007). Enumerasi Bakteri, Cendawan, dan Aktinomisetes. *Metode Analisis Biologi Tanah*. Bogor. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. 13-22.
- He, J., Li, H., Rasaily, R. G., Wang, Q., Cai, G., Su, Y., ... & Liu, L. (2011). Soil Properties and Crop Yields after 11 Years of No Tillage Farming in Wheat Maize Cropping System in North China Plain. *Soil and Tillage Research*, 113 (1) : 48-54.
- Mathew, R. P., Feng, Y., Githinji, L., Ankumah, R. & Balkcom, K. S. 2012. Impact of No-Tillage and Conventional Tillage Systems on Soil Microbial Communities. *Appl. Environ. Soil Sci.* 1-10.
- Miura, T., Owada, K., Nishina, K., Utomo, M., Niswati, A., Kaneko, N., & Fujie, K. (2016). The effects of nitrogen fertilizer on soil microbial communities under conventional and conservation agricultural managements in a tropical clay-rich ultisol. *Soil Science*, 181 (2) : 68 – 74.
- Mommer, L., Hinsinger, P., Prigent-Combaret, C., & Visser, E. J. (2016). Advances in the Rhizosphere: Stretching the Interface of Life. *Plant Soil*, 407 : 1-8.
- Ngalamu, T., Odra, V. & Tongun, N. 2014. Cowpea Production Handbook. College of Natural Resources and Environmental Studies. University of Juba.
- Nurrohman, E., Rahardjanto, A., & Wahyuni, S. (2018). Studi Hubungan Keanekaragaman Makrofauna Tanah dengan Kandungan C-Organik dan Organophosphat Tanah di Perkebunan Cokelat (*Theobroma cacao* L.) Kalibaru Banyuwangi. *Bioeksperimen*, 4 (1) : 1-10 .
- Paterson, E. 2003. Importance of Rhizodeposition in the Coupling of Plant and Microbial Productivity. *Eur. J. Soil Sci.* 54 : 741-750.
- Pelczar, M.J and Chan, E.C.S. 2006. *Dasar-Dasar Mikrobiologi Jilid 2*. UI Press. Jakarta.
- Philippot, L., Raaijmakers, J. M., Lemanceau, P., & Van Der Putten, W. H (2013). Going Back to the Roots: the Microbial Ecology of the Rhizosphere. *Nature Reviews Microbiology*, 11 (11) : 789-799.
- Ramos, M. E., Robles, A. B., Sanchez-Navarro, A., & Gonzalez-Rebollar, J. L. 2011. Soil Responses to Different Management Practices in Rainfed Orchards in Semiarid Environments. *Soil and Tillage Research*. 112 (1) : 85-91.
- Rousk, J., Bååth, E., Brookes, P. C., Lauber, C. L., Lozupone, C., Caporaso, J. G,... & Fierer, N. (2010). Soil Bacterial and Fungal Communities Across a pH Gradient in an Arable Soil. *The ISME journal*, 4 (10) : 1340-1351.
- Singh, J. S. & Gupta, V. K. 2018. Soil Microbial Biomass: a Key Soil Driver in Management of Ecosystem Functioning. *Sci. Total Environ.* 634 : 497-500.
- Utomo, M. 2015. *Tanpa Olah Tanah, Teknologi Pengolahan Pertanian Lahan Kering*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Utomo, M., Banuwa, I. S., Buchari, H., Anggraini, Y. & Berthiria. 2013. Long-Term Tillage and Nitrogen Fertilization Effects on Soil Properties and Crop Yields. *J. Trop. Soils*. 18 (2) : 131-139.

- Utomo, M., Buchari, H., Banuwa, I. S., Fernando, L. K. & Saleh, R. 2012. Carbon Storage And Carbon Dioxide Emission as Influenced by Long-Term Conservation Tillage and Nitrogen Fertilization in Corn-Soybean Rotation. *J. Trop. Soils*. 17 (1) : 75–84.
- van Dam, N. M., & Bouwmeester, H. J. (2016). Metabolomics in the Rhizosphere: Tapping into Belowground Chemical Communication. *Trends in plant science*, 21 (3) : 256–265.
- Yupitasari, M., Utomo, M., Karyanto, A., & Salam, A. K. (2018). Pengaruh Pemupukan N, Residu N dan Tanpa Olah Tanah Jangka Panjang Setelah diolah Kembali terhadap Serapan Hara Makro dan Mikro, Serta Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Under gradiate thesis*. Universitas Lampung. Lampung.

IDENTIFIKASI KERAGAMAN FISIK BENIH KENARI (*CANARIUM INDICUM L.*) ASAL MALUKU UTARA

Alkadrin Manui^{1*}, Kukuh Setiawan², Eko Pramono², Agustiansyah² dan Dwi Hapsoro²

¹Mahasiswa Program Magister Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Lampung

²Dosen Jurusan Agronomi dan Holtikulturan Fakultas Pertanian Universitas Lampung

*Email: alkadrin02@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman fisik benih beberapa genotipe kenari (*Canarium indicum L.*) asal Maluku Utara. Dilaksanakan di Laboratorium Benih Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Pengamatan berdasarkan panduan *Descriptors for walnut* (1994) yang telah dimodifikasi, khususnya benih. Karakter yang diamati yaitu kualitatif dan kuantitatif. Karakter morfologi atau kualitatif di amati dengan cara scoring yaitu bentuk pangkal benih (BPB), bentuk ujung benih (BUB), bentuk benih (BBE), warna ujung benih (WUB), warna pangkal benih (WPB), warna benih (WB), motif warna benih (MWB) dan tekstur benih TB. Karakter agronomi dianalisis menggunakan klasifikasi interval variabel yaitu PB, DB, BB, KC, BKO dan JE. Untuk mengetahui keragaman fenotipik dan hubungan kekerabatan antar genotipe benih menggunakan Cluster analysis dan dendogram dengan metode Unweighted Pair Group Method Arithmetic menggunakan Numerical taxonomy and multivariate system versi 2.02 (Rohlf, 2000). Hasil identifikasi keragaman BPB tumpul berjumlah 16 genotipe, runcing dan bulat 3 genotipe sedangkan BUB tumpul berjumlah 7 genotipe, runcing 9 dan bulat 6 genotipe. Selanjutnya BBE bulat berjumlah 6 genotipe, lonjong 14 dan lonjong meruncing 2 genotipe. WUB coklat muda berjumlah 15 genotipe, coklat tua 6 dan krim 1 genotipe, sedangkan WPB coklat muda berjumlah 7 genotipe, coklat tua 2 dan krim 13 genotipe. WB coklat muda 17 genotipe dan coklat tua 5 genotipe, MWB hitam 19 genotipe dan krim 3 genotipe, sedangkan TB halus 5 genotipe dan kasar 17 genotipe. Hasil dendogram 22 genotipe berdasarkan 14 karakter morfologi dan agronomi memiliki persamaan ciri terdekat hubungan kekerabatan yaitu genotipe *Nge susara* dan *Nge jingga* dengan nilai jarak koefisien 73,20 %. Sebaliknya terjauh berdasarkan kesamaan ciri yaitu genotipe *Ifa daalus* dengan *Ifa wagol* dengan nilai koefisien 22,05%.

Kata Kunci : 22 genotipe benih kenari, agronomi, morfologi

PENDAHULUAN

Kenari (*Canarium indicum L.*) merupakan tanaman buah tropis dari keluarga Burseraceae yang tumbuh di wilayah Asia Tenggara terutama di Indonesia, Malaysia dan Philipina. Keluarga Burseraceae ini terdiri dari 16 genus dan 550 spesies di dunia (Leenhouts, 1956). Di Indonesia, tanaman kenari dibudidayakan diberbagai daerah, salah satunya di Maluku Utara dan merupakan komoditas perkebunan unggulan lokal selain pala, cengkeh dan kelapa dalam. Tanaman kenari umumnya dimanfaatkan oleh masyarakat pada bagian daging atau kacang kenari (buah) dan kayu secara tradisional. Kenari merupakan tumbuhan yang memiliki berbagai macam manfaat pada seluruh bagian tanamannya. Menurut Rahman (2011), daging buah kenari dapat dikonsumsi secara segar dan dapat dijadikan bahan pembuatan kue serta masakan lainnya. Selain

sebagai bahan makanan, tanaman kenari memiliki beberapa manfaat yang membuat tanaman kenari layak untuk ditanam sebagai pohon peneduh, kosmetik dan obat kesehatan.

Permasalahan pengembangan budidaya dan produktivitas kenari di Maluku Utara yang dibudidaya petani adalah terbatasnya informasi keragaman benih kenari, sehingga informasi mengenai keragaman sangat diperlukan dalam program pemuliaan tanaman, karena dengan semakin tersedianya informasi tersebut, semakin mudah dalam menentukan kekerabatan antargenotipe yang dapat dijadikan sebagai dasar seleksi tanaman. Identifikasi keragaman benih kenari memegang peranan penting pada pengujian benih terutama dengan semakin banyaknya genotipe kenari yang harus dibedakan untuk menentukan genotipe serta metode pengujinya. Oleh karena itu. Karakterisasi terhadap koleksi (aksesi) yang dilakukan, bertujuan untuk mendapatkan data sifat atau karakter morfologi dan agronomis (deskripsi morfologi dasar) sehingga dapat dibedakan fenotipe dari setiap genotipe dengan cepat dan mudah, dengan menduga seberapa besar keragaman genetik yang dimiliki (Bermawie, 2005).

Berdasarkan informasi, kajian dan situasi yang telah diperoleh maka perlu adanya penelitian untuk menguji keragaman benih kenari asal Maluku Utara. Hasil akhir dari penelitian ini diharapkan bisa digunakan sebagai bahan acuan maupun informasi bagi pengembangan tanaman kenari dimasa yang akan datang, serta untuk menghasilkan tanaman kenari yang berkualitas sebagai nilai jual ekonomi

BAHAN DAN Motode

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Benih Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada bulan Agustus 2020. Bahan-bahan yang digunakan yaitu 22 genotipe benih kenari (*Canarium indicum* L.) asal Maluku Utara, sedangkan alat yang digunakan yaitu alat tulis, timbangan, jangka sorong, oven memmert. Pengamatan dilakukan terhadap sampel berdasarkan panduan *Descriptors for walnut* (1994) yang telah dimodifikasi, khususnya benih. Karakter yang diamati adalah karakter kualitatif dan kuantitatif. Karakter kualitatif yang tidak dapat diukur dengan satuan namun dapat dikonversi melalui data skoring. Karakter kuantitatif adalah yang dapat terukur oleh alat dan memiliki satuan. Karakter morfologi atau kualitatif yang di amati dengan cara skoring yaitu : bentuk pangkal benih (BPB) (runcing, tumpul, membulat), bentuk ujung benih (BUB) (runcing, tumpul, membulat), bentuk benih (BB) (bulat, lonjong, lonjong meruncing), warna ujung benih (WUB) (coklat mudah, coklat tua, krim), warna pangkal benih (WPB) (coklat mudah, coklat tua, krim), warna benih (WB) (coklat mudah, coklat tua, krim), motif warna benih (MWB) (hitam dan, krim), tekstur benih (TB) (halus, kasar).

Benih yang diamati adalah benih kenari produktif yang diambil dan dikirim langsung dari Provinsi Maluku Utara, benih tersebut berasal dari lima Desa dan dua Kecamatan yang ada di Maluku Utara. 22 genotipe benih kenari, diambil 10 benih sebagai sampel permasing-masing genotipe untuk diamati. Pengamatan pada data kuantitatif terdapat (6 karakter) yaitu : panjang benih (PB), diameter benih (DB), bobot benih (BB), ketebalan cangkang (KC), bobot kering oven (BKO) dan jumlah embrio (JE), sedangkan pada data kualitatif terdapat (8 karakter) yaitu : bentuk pangkal benih (BPB), bentuk ujung benih (BUB), bentuk benih (BBE), warna ujung benih (WUB), warna pangkal benih (WPB), warna benih (WB), motif warna benih (MWB), tekstur benih (TB). Untuk ketebalan cangkang (KC) dan jumlah embrio (JE) hanya satu benih per genotipe yang dijadikan sampel kemudian di potong dan diukur ketebalan cangkangnya serta diamati jumlah embrionya. bobot kering oven (BKO) benih kenari dioven menggunakan oven memmert selama 5 x 24 jam dengan suhu 80°C. Kesamaan sidik morfologi contoh yang dianalisis menggunakan uji Bartlett. Karakter sifat agronomi benih dianalisis menggunakan klasifikasi interval variabel yang terdiri dari panjang benih (PB), diameter benih (DB),

bobot benih (BB), ketebalan cangkang (KC), bobot kering oven (BKO) dan jumlah embrio (JE).

Untuk mengetahui keragaman fenotipik dan hubungan kekerabatan antar genotipe benih kenari, data morfologi dan agronomi masing-masing genotipe diolah menggunakan analisis pengelompokan data matriks (*Cluster analysis*) dan pembuatan Dendogram dengan metode UPGMA (*Unweighted pair group method arithmetic*) menggunakan NTSYS (Numerical Taxonomy and Multivariate System) versi 2.02 (Rohlf, 2000).

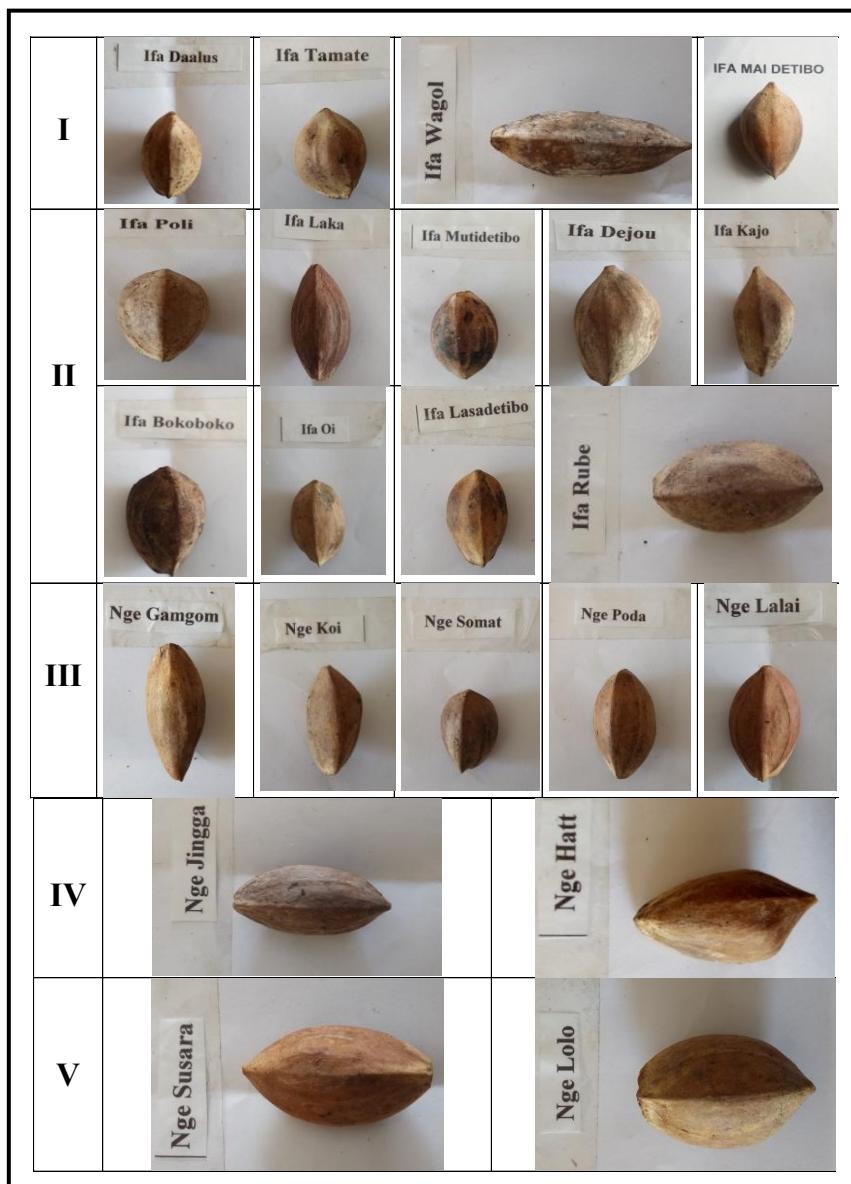
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil identifikasi benih kenari asal Maluku Utara menunjukkan bahwa Kecamatan Makian Barat dan Kecamatan Pulau Makian khususnya dan Indonesia pada umumnya kaya akan sumber plasma nutfah kenari. Menurut Kinanggi (2012), terdapat 27 spesies kenari yang merupakan tumbuhan asli atau mempunyai daerah penyebaran di Indonesia. Benih yang diidentifikasi berasal dari dua Kecamatan dengan tempat sampel yang terdiri dari lima desa yang berada di Provinsi Maluku Utara.

Gambar 1 dan 2 menunjukkan bahwa hasil inventarisasi dan karakterisasi tanaman kenari di lima desa yaitu Desa Talapao dan Desa Sebelei Kecamatan Pulau Makian dan Desa Waigitang, Gorup dan Desa Kota Kecamatan Makian Barat terdapat perbedaan karakter bentuk morfologi dan bentuk biji diantara genotipe benih kenari.

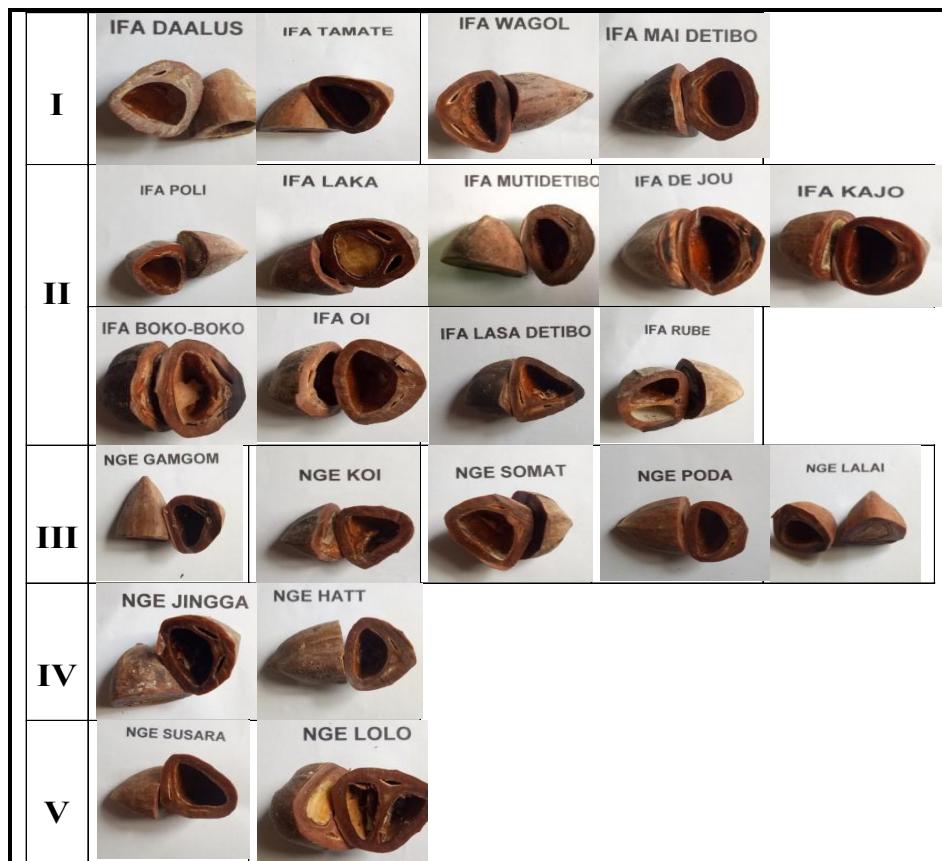
Tabel 1 bentuk pangkal benih (BPB) yang didapatkan memiliki tiga variasi bentuk yaitu bentuk tumpul, runcing dan bulat. Benih dengan bentuk tumpul berjumlah 16 genotipe, bentuk runcing berjumlah 3 genotipe dan bentuk benih bulat berjumlah 3 genotipe. Selanjutnya bentuk ujung benih (BUB) memiliki tiga varian bentuk yaitu bentuk tumpul, runcing dan bulat. Benih dengan bentuk ujung tumpul berjumlah 7 genotipe, bentuk ujung runcing berjumlah 9 genotipe dan bentuk ujung bulat berjumlah 6 genotipe (Tabel 1).

Bentuk benih (BBE) kenari asal Maluku Utara yang diidentifikasi memiliki tiga varian bentuk yaitu bulat, lonjong dan lonjong meruncing. Benih dengan bentuk bulat berjumlah 6 genotipe, bentuk lonjong berjumlah 14 genotipe dan benih dengan bentuk lonjong meruncing berjumlah 2 genotipe. Selanjutnya warna ujung benih (WUB) yang diidentifikasi memiliki tiga varian warna yaitu coklat muda, coklat tua dan krim. Benih yang warna ujung coklat muda berjumlah 15 genotipe, benih dengan warna coklat tua berjumlah 6 genotipe dan ujung benih yang berwarna krim berjumlah 1 genotipe.



Gambar 1. Keterangan : Bentuk morfologi benih kanri asal Maluku utara, (I) Desa Talapao Kecamatan Makian Barat (G1, G2, (G3 dan G4). (II) Desa Sebelei Kecamatan Makian Barat: (G5, G6, G7, G8, G9, G10, G11, G12, G13). (III) Desa Waigitang Kecamatan Pulau Makian : (G14, G15, G16, G17, 18). (IV) Desa Gorup Kecamatan Pulau Makian : (G19, G20) dan (V) Desa Kota Kecamatan Pulau Makian : (G21 dan G22)

Tabel 1 warna pangkal benih (WPB) memiliki tiga varian warna yaitu coklat muda, coklat tua dan krim. Benih yang warna pangkal coklat muda berjumlah 7, benih dengan warna pangkal coklat tua berjumlah 2 genotipe dan berwarna krim berjumlah 13 genotipe. Warna benih (WB) yang di identifikasi memiliki dua varian warna yaitu coklat muda dan coklat tua.



Gambar 2. Ketarangan : Bentuk embrio benih kanri asal Maluku utara, (I) Desa Talapao Kecamatan Makian Barat (G1, G2, (G3 dan G4). (II) Desa Sebelei Kecamatan Makian Barat: (G5, G6, G7, G8, G9, G10, G11, G12, G13). (III) Desa Waigitang Kecamatan Pulau Makian : (G14, G15, G16, G17, 18). (IV) Desa Gorup Kecamatan Pulau Makian : (G19, G20) dan (V) Desa Kota Kecamatan Pulau Makian : (G21 dan G22).

Benih yang berwarna coklat muda berjumlah 17 genotipe, benih berwarna coklat tua berjumlah 5 genotipe. Motif warna benih (MWB) yang didapatkan memiliki tiga variasi motif yaitu hitam dan krim. Motif warna benih yang hitam berjumlah 19 genotipe dan benih yang berwarna krim berjumlah 3 genotipe. Tekstur benih (TB) yang didapatkan memiliki 2 varian tekstur yaitu halus dan kasar. Benih yang bertekstur halus berjumlah 5 genotipe dan bertekstur kasar berjumlah 17 genotipe (Tabel 1).

Penanda morfologi yang digunakan adalah penanda yang didasarkan pada hereditas Mendel yang sederhana, seperti bentuk, warna, ukuran, dan bobot. Karakter morfologi (fenotipik) bisa digunakan sebagai indikator yang signifikan untuk gen dalam kromosom karena sifat-sifat yang mempengaruhi morfologi dapat diturunkan (Sofro, 1994). Perbedaan dalam satu jenis tumbuhan dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan genotipe yang dapat menghasilkan sifat fenotipik yang berbeda antara satu spesies tanaman (Indrawan, 2007).

Gambar 3 menunjukkan bahwa karakter sifat agronomi panjang benih (PB) dengan nilai interval 3,77-4,10 berjumlah 4 genotipe yaitu (G2, G10, G17, dan G18). Selanjutnya dengan nilai interval 4,15-4,53 berjumlah 5 genotipe yaitu (G1, G4, G13, G19 dan G21). Panjang benih dengan nilai interval 4,53-4,90 berjumlah 6 genotipe yaitu (G6, G7, G11, G12, G15 dan G22).

Panjang benih dengan nilai interval 4,91-5,28 berjumlah 3 genotipe yaitu (G5, G16 dan G20). Panjang benih selanjutnya dengan nilai interval 5,29-5,66 berjumlah 2 genotipe yaitu (G8 dan G9), sedangkan nilai interval 5,67-6,04 berjumlah 2 genotipe yaitu (G3 dan G14).

Tabel 1. Uji ragam bartlett untuk 8 karakter morfologi genotipe benih kenari asal maluku utara

No	Genotipe	Keragaman (S^2)							
		(BPB)	(BUB)	(BBE)	(WUB)	(WPB)	(WB)	(MWB)	(TB)
Kecamatan Makian Barat									
1	Ifa Daalus (G1)	2	2	2	1	1	1	1	2
2	Ifa Tamate (G2)	2	3	1	1	1	1	1	2
3	Ifa Wagol (G3)	2	1	3	2	1	2	1	1
4	Ifa Maidetubo (G4)	1	1	2	1	1	1	2	1
5	Ifa Poli (G5)	3	3	1	1	3	1	2	2
6	Ifa Laka (G6)	2	2	2	2	2	2	1	2
7	Ifa Mutidetubo (G7)	3	3	1	1	3	1	1	2
8	Ifa Dejou (G8)	2	2	2	3	3	1	2	2
9	Ifa Kajo (G9)	2	1	2	1	1	1	1	2
10	Ifa Boko-boko (G10)	2	3	1	1	1	1	1	2
11	Ifa Oi (G11)	2	3	2	1	3	1	1	1
12	Ifa Lasadetibo (G12)	2	2	2	1	3	1	1	1
13	Ifa Rube (G13)	2	2	2	2	3	1	1	2
Kecamatan Pulau Makian									
14	Nge Gamgom (G14)	2	1	3	1	1	1	1	2
15	Nge Koi (G15)	2	2	2	1	3	1	1	2
16	Nge Somat (G16)	1	3	1	2	2	2	1	2
17	Nge Poda (G17)	1	1	2	2	3	2	1	2
18	Nge Lalai (G18)	2	2	2	2	3	2	1	1
19	Nge Jingga (G19)	2	1	2	1	3	1	1	2
20	Nge Hatt (G20)	2	1	2	1	3	1	1	1
21	Nge Susara (G21)	2	2	2	1	3	1	1	2
22	Nge Lolo (G22)	3	2	1	1	3	1	1	2

Tabel 2. Hubungan kekerabatan genotipe benih kenari berdasarkan Karakter morfologi dan agronomibenih

No	Hubungan Kekerabatan Genotipe		Nilai Koefisien
1	G19	G21	73,204
2	G5	G7	73,186
3	G6	G17	67,716
4	G19	G20	67,648
5	G5	G15	61,157
6	G9	G14	60,735
7	G11	G19	60,447
8	G5	G10	60,334
9	G6	G18	60,269
10	G13	G22	57,799
11	G1	G4	57,387
12	G11	G12	55,557
13	G1	G11	53,456
14	G2	G5	52,606
15	G6	G16	47,777
16	G3	G9	44,923

17	G1	G2	44,773
18	G1	G6	40,976
19	G3	G8	40,747
20	G1	G13	26,048
21	G1	G3	22,045

Gambar 4 menunjukkan bahwa karakter sifat agronomi diameter benih (DB) dengan nilai interval 2,18-2,42 berjumlah 3 genotipe yaitu G1, G12 dan G16. Selanjutnya dengan nilai interval 2,43-2,76 berjumlah 13 genotipe yaitu G2, G4, G5, G6, G7, G13, G15, G17, G18, G19, G20, G21 dan G22. Diameter benih dengan nilai interval 2,86-3,10 berjumlah 3 genotipe yaitu G3, G10 dan G11, sedangkan diameter benih dengan nilai interval 3,20-3,44 berjumlah 1 genotipe yaitu G9. Diameter benih Selanjutnya dengan nilai interval 3,54-3,78 berjumlah 1 genotipe yaitu G14 dan interval 3,88-4,12 berjumlah 1 genotipe yaitu G8.

Gambar 5 menunjukkan bahwa karakter sifat agronomi berat benih (BB) dengan nilai interval 9,29-12,79 berjumlah 10 genotipe yaitu G1, G2, G4, G10, G12, G15, G16, G17, G18 dan G19. Bobot benih dengan nilai interval 12,80-16,30 berjumlah 8 genotipe yaitu G5, G6, G7, G11, G13, G20, G21 dan G22. Panjang benih dengan nilai interval 16,31-19,81 berjumlah 1 genotipe yaitu Ifa dejou, sedangkan nilai interval 26,84-30,34 berjumlah 3 genotipe yaitu G3, G9 dan G14.

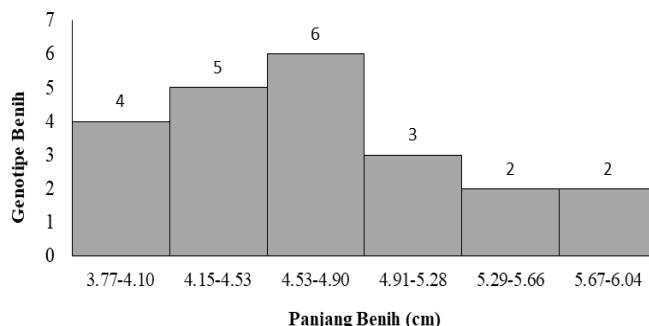
Ketebalan cangkang (KC) dengan nilai interval 0,22-0,26 berjumlah 2 genotipe yaitu G4 dan G12. Selanjutnya dengan nilai interval 0,27-0,31 berjumlah 1 genotipe yaitu Ifa Tamate. Ketebalan cangkang dengan nilai interval 0,32-0,35 berjumlah 7 genotipe yaitu G5, G9, G14, G16, G19, G20, dan G22 (Gambar 6)

Ketebalan cangkang selanjutnya nilai interval 0,36-0,40 berjumlah 7 genotipe yaitu G1, G3, G6, G8, G11, G13 dan G21. Nilai interval ketebalan cangkang 0,41-0,45 berjumlah 4 genotipe yaitu G10, G15, G17 dan G18, sedangkan nilai interval 0,46-0,50 berjumlah 1 genotipe yaitu G7.

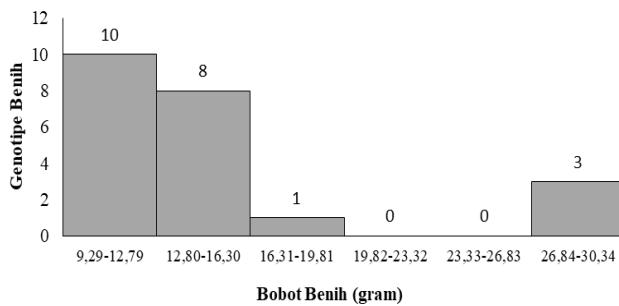
Gambar 7 menunjukkan bahwa karakter sifat agronomi bobot kering ovem 5 hari (BKO) dengan nilai interval 7,44-10,83 berjumlah 11 genotipe yaitu G1, G2, G5, G6, G7, G12, G15, G16, G17, G18 dan G19. Selanjutnya dengan nilai interval 10,84-14,23 berjumlah 8 genotipe yaitu G4, G8, G10, G11, G13, G20, G21, dan G22.

Berat kering oven dengan nilai interval 14,24-17,63 berjumlah 1 genotipe yaitu G3, sedangkan nilai interval 17,64-21,03 berjumlah 1 genotipe yaitu G9 dan berat kering oven dengan nilai interval 24,44-27,83 berjumlah 1 genotipe yaitu G14 (Gambar 7).

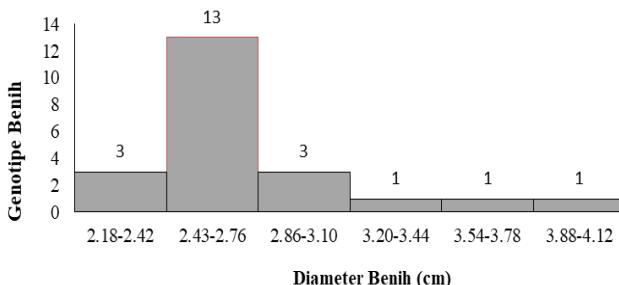
Gambar 8 menunjukkan bahwa karakter sifat agronomi untuk Jumlah embrio (JE) benih kenari terdapat satu embrio berjumlah 20 genotipe yaitu G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8, G9, G10, G11, G12, G14, G15, G16, G17, G18, G19, G20, G21. Selanjutnya untuk sifat agronomi benih kenari yang terdapat dua embrio berjumlah 2 genotipe yaitu G13 dan G22.



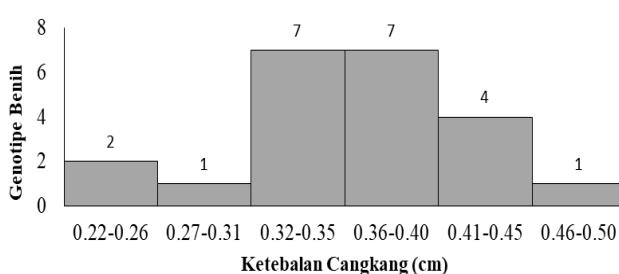
Gambar 3. Interval karakter sifat agronomi panjang benih (cm)



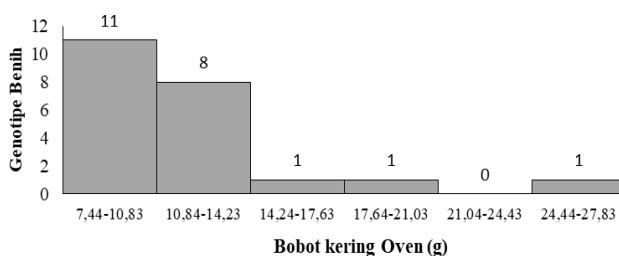
Gambar 5. Interval karakter sifat agronomi berat benih (cm)



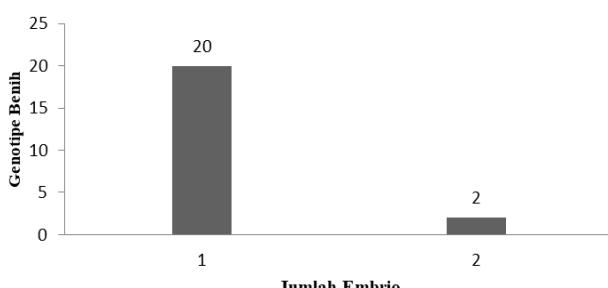
Gambar 4. Interval karakter sifat agronomi diameter benih (cm)



Gambar 6. Interval karakter sifat agronomi diameter benih (cm)



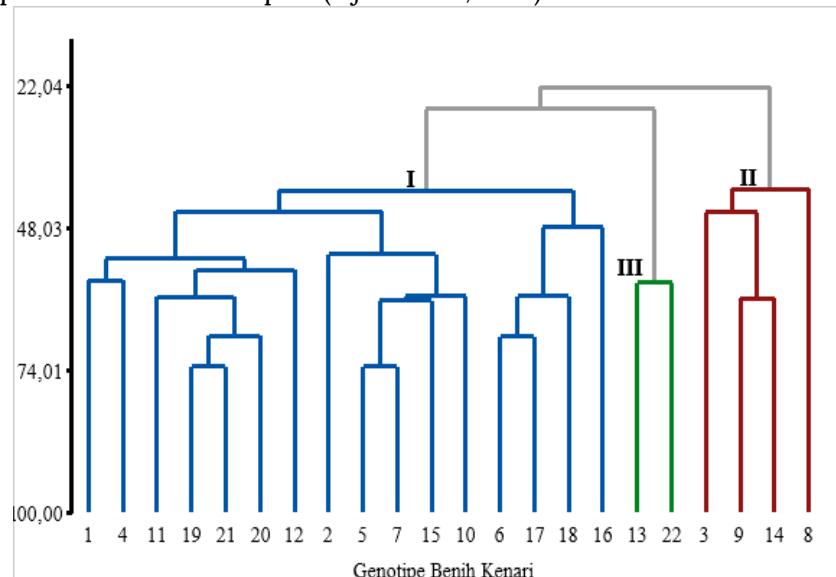
Gambar 7. Interval karakter sifat agronomi Bobot kering oven 5 hari (cm)



Gambar 8. Interval karakter sifat agronomi jumlah embrio

Cluster analysis ialah suatu metode yang digunakan untuk mengelompokkan genotipe-genotipe dalam bentuk dendrogram. Analisis ini dilakukan untuk menentukan perbedaan antara genotipe yang diamati dengan menggunakan karakter morfologi dan agronomi, sehingga dapat menilai kesamaan genotipe.

Cluster analysis bertujuan untuk mengelompokkan data atau pengamatan ke dalam beberapa klaster atau kelompok, sehingga anggota didalam satu klaster lebih homogen atau serupa dibandingkan dengan anggota didalam klaster lain. Kriteria pengelompokan berdasarkan pada ukuran kemiripan (Djuraidah, 1991).



Gambar 9. Dendogram analisis UPGMA 22 Genotipe Benih Kenari asal Maluku Utara berdasarkan karakter Morfologi dan Agronomi

Gambar 9 hasil analisis dendrogram UPMGA terhadap 22 genotipe benih kenari berdasarkan 14 karakter morfologi dan agronomi.

Tabel 3 menunjukkan bahwa hasil analisis dendrogram 22 genotipe benih kenari berdasarkan karakter morfologi dan agronomi yang terdapat di lima Desa dan dua kecamatan. 22 genotipe benih kenari yang di analisis terbagi dalam tiga klaster (kelompok) pada tingkat kemiripan sebesar 22,05% yang membentuk satu kesatuan.

Kelompok I : terdiri atas 16 (enam belas) genotipe benih kenari yaitu genotipe benih kenari G1, G2, G4, G5, G6, G7, G10, G11, G12, G15, G16,G17, G18, G19, G20 dan G21 merupakan satu klaster dengan tingkat kemiripan sebesar 44,24%.

Kelompok II : terdiri atas empat genotipe benih kenari yaitu benih kenari G3, G8, G9 dan G14 dengan tingkat kemiripan 36,98%. Kelompok III : terdiri atas dua genotipe benih kenari G13 dan G22 dengan tingkat kemiripan 57,82%.

Tabel 3. Pengelompokan 22 genotipe benih kenari berdasarkan karakter morfologi dan agronomi

Kelompok	LOKASI				
	Talapao	Sebelei	Waigitang	Gorup	Kota
I	G1	G5	G15	G19	
	G2	G6	G16	G20	
	G4	G7	G17		G21
		G10	G18		
		G11			
		G12			
II	G3	G8	G14		
		G9			
III		G13			G22

22 genotipe benih kenari berdasarkan karakter morfologi dan agronomi dari hasil analisis dendogram UPMGA menghasilkan hubungan kekerabatan terdekat yaitu genotipe *Nge jingga* (G19) yang berasal dari Desa Gorup dengan *Nge susara* (G21) yang berasal dari Desa Kota dengan nilai jarak koefisien sebesar 76,06%, sedangkan hubungan kekerabatan terjauh yaitu genotipe *Ifa daalus* (G1) dengan *Ifa wagol* (G3) yang berasal dari Desa Talapao Kecamatan Makian Barat dengan nilai koefisien sebesar 25,78 (Tabel 2). Hasil penelitian ini sejalan dengan pendapat Yusran dan Maemunah (2011) dalam Nyimas, et al., (2019) bahwa semakin kecil nilai koefisien kemiripan, maka hubungan kekerabatannya semakin jauh dan sebaliknya semakin besar nilai koefisien kemiripan, maka hubungan kekerabatannya semakin dekat.

KESIMPULAN

22 genotipe benih kenari hasil Analisis Dendogram UPMGA berdasarkan 14 karakter morfologi dan agronomi memiliki persamaan ciri terdekat dalam hubungan kekerabatan yaitu genotipe *Nge susara* dan *Nge jingga* dengan nilai jarak koefisien sebesar 73,20 %. Sebaliknya hubungan kekerabatan terjauh berdasarkan kesamaan ciri yaitu genotipe *Ifa daalus* dengan *Ifa wagol* dengan nilai jarak koefisien sebesar 22,04%.

DAFTAR PUSTAKA

- Bermawie, N. 2005. Karakterisasi Plasma Nutfah Tanaman. Buku Pedoman Pengelolaan Plasma Nutfah Perkebunan. Pusat penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor : 38-52.
- Djuraidah, A. 1991. Simulasi analisis gerombol dengan pendekatan penguraian sebaran campuran normal ganda pada data MSS LANDSAT. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Indrawan M. 2007. Biologi konservasi. Yayasan Pustaka Obor Indonesia. Jakarta
- Kinanggi, R. 2012. Pengaruh konsestrasi dan lama perendaman dalam air kepala muda terhadap perkecambahan biji kenari (*Canarium indicum* L). (Doctoral dissertation). Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

- Leenhouts, PW. 1956. Flora malesiana praecursores xii beberapa catatan genus dichapetalum (Dichapeta laceae) di Asia, Australia, dan Melanesia. Reinwardtia,4 (1). 75–87.
- Nyimas. S. D.. Ftkhan. A.. Setiawan. K.. Yuliadi. E.. & Hadi. M. S. 2019. Seleksi tetua ubi jalar (*inomoea batatas* L.) Melalui uji keragaman genetik, fenotipe dan heritabilitas pada lingkungan tertentu.
- Rahman. 2011. The nutritional fatty acids profile and physicochemical properties of *Canarium indicum* nut oil. International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research.7(6),pp.1222–1226.doi: 10.31227/osf.io/cegj3
- Rohlf, F. J. 2000. NTSYS 2.1: Numerical taxonomic and multivariate analysis system. New York, Exeter Software.
- Yusran dan Maemunah. 2011. Karakterisasi Morfologi Varietas Jagung Ketan di Kecamatan Ampana Kota Kabupaten Tojo Una-Una. J. Agroland 18 (1) : 36– 42.

VALUE ADDED ANALYSIS SOME PROCESSED PRODUCTS OF SWEET POTATO (IPOMOEA BATATAS L)

ANALISIS NILAI TAMBAH BEBERAPA PRODUK OLAHAN UBI JALAR (IPOMOEA BATATAS L)

Fusi Anita¹, Neti Yuliana¹, Hanung Ismoyo¹, Murhadi¹, Tanto P.Utomo¹

¹Magister Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
email: fusianitalampung0507@gmail.com

ABSTRACT

The complete nutritional content of sweet potato (*Ipomoea batatas L*) consists of calories (123 calories/gram), vitamin A, vitamin C, beta carotene, anthocyanin, prebiotic, dietary fiber, and anti-oxidants. The anthocyanin content and non-gluten content are suitable for people with autism, gluten allergy, gluten intolerance (celiac disease) and low glycemic index which is good for diabetics. Sweet potato flour can be processed into various food products and has a long shelf life. Utilization of sweet potato flour in addition to increasing added value as well as a substitute for wheat flour. This study aims to determine the amount of added value and the level of consumer preference for sweet potato processed products. This research was conducted using descriptive quantitative analysis method. Descriptive quantitative analysis was used to determine the added value of sweet potato processed products. Analysis of the added value of sweet potato processed products by using Hayami method. Organoleptic tests were carried out on color, texture, aroma, taste, and physical appearance. The results of this study, the level of consumer preference for sweet potato pie and onion cake with a scale of 4 (likes). The added value of sweet potato flour is Rp. 7,034/kg, sweet potato pie is Rp. 51,986/kg, and sweet potato onion cake is Rp. 29,715/kg.

Keywords: value added, sweet potato, processed product, hayami method

ABSTRAK

Kandungan gizi ubi jalar (*Ipomoea batatas L*) lengkap terdiri dari kalori (123 kalori/gram), vitamin A, vitamin C, beta karoten, antosianin, zat prebiotic, serat makanan, dan anti oksidan. Kandungan antosianin dan kandungan non-gluten sesuai untuk penderita autis, alergi gluten, intoleransi gluten (penyakit seliak) dan indeks glikemiknya rendah yang baik untuk penderita diabetes. Tepung ubi jalar dapat diolah menjadi berbagai produk pangan dan memiliki daya simpan yang cukup lama. Pemanfaatan tepung ubi jalar selain meningkatkan nilai tambah juga sebagai pengganti tepung terigu Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai tambah dan tingkat kesukaan konsumen terhadap produk olahan ubi jalar. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode analisis secara deskriptif kuantitatif. Analisis deskriptif kuantitatif digunakan untuk mengetahui nilai tambah produk olahan ubi jalar. Analisis nilai tambah produk olahan ubi jalar menggunakan metode Hayami. Uji organoleptic dilakukan terhadap warna, tekstur, aroma, rasa, dan penampakan fisik keseluruhan. Dari hasil penelitian, tingkat kesukaan konsumen terhadap pie dan kue bawang ubi jalar dengan skala penilaian 4 (suka). Nilai

tambah dari tepung ubi jalar sebesar Rp 7.034/kg, pie ubi jalar sebesar Rp 51.986/kg, dan kue ubi jalar sebesar Rp 29.715/kg. dengan nilai rasio tepung ubi jalar sebesar 58.45%, pie ubi jalar 22.78%, dan kue bawang ubi jalar sebesar 24.70%. Nilai tambah tepung ubi jalar masuk ke dalam kategori tinggi (>40%), sedangkan nilai tambah pie dan kue bawang masuk kedalam kategori sedang (15% - 40%).

Kata kunci: nilai tambah, ubi jalar, produk olahan, metode hayami

1. PENDAHULUAN

Provinsi Lampung memiliki potensi sebagai penghasil umbi jalar dengan jumlah produksi sebesar 28.494 ton dalam setahun. Hal ini memungkinkan Provinsi Lampung menjadi salah satu penyumbang bahan baku produk olahan ubi jalar (diversifikasi yang lebih ekonomis.

Kandungan gizi yang terkandung pada ubi jalar berpengaruh positif terhadap kesehatan karena mengandung kalori (123 kalori/100gram), vitamin A, vitamin C, beta karoten, antosianin, zat prebiotik, serat makanan, dan anti oksidan. Ubi jalar mengandung antosianin dan kandungan non-glutennya yang sesuai untuk penderita autis, alergi gluten, intoleransi gluten (penyakit seliak), indeks glikemiknya rendah, baik untuk penderita diabetes (Febriani, 2003).

Potensi penggunaan ubi jalar cukup luas yaitu sebagai bahan mentah (dalam bentuk umbi segar, bahan baku (pembuat saos dan pakan ternak), produk setengah jadi (tepung ubi jalar), maupun produk olahan akhir (produk pangan olahan). Pengolahan ubi jalar menjadi tepung merupakan salah satu cara pengawetan dan penghematan ruang penyimpanan. Dalam bentuk tepung ubi jalar lebih fleksibel untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku industri pangan maupun non pangan. Tepung ubi jalar merupakan bahan baku industri setengah jadi dan mempunyai potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pada industri pangan yang fungsinya dapat mensubstitusi tepung terigu. Produksi ubi jalar menjadi tepung ubi jalar dapat memberikan nilai tambah secara ekonomis masyarakat perkota.

Sebagai tepung pengganti, tepung ubi jalar dapat digunakan dengan porsi beragam jenis produk, misalnya roti (20 persen), kue dan cake (40 sampai dengan 75 persen). Cookies dan kue (60 s.d 70 persen), dan flake (55 persen). Penggunaan tepung ubi jalar sebagai bahan baku pada produk cake dan cookies dapat dilakukan sampai 100 % pengganti terigu (Claudia, 2015). Pada produk makanan manis, substitusi tepung ubi jalar orange dapat menghemat penggunaan gula. Kebutuhan produk roti di Bandar Lampung setara 1 ton terigu maka dibutuhkan tepung ubi jalar 20 persen atau setara 200 kg. Hal ini merupakan potensi pasar bagi tepung ubi jalar sebagai substitusi tepung untuk pelaku dan industri makanan (Yuliana, 2018).

Tepung ubi jalar perlu dikembangkan karena dapat memberikan nilai tambah dan menciptakan usaha baru serta mendorong tumbuhnya agroindustri di Provinsi Lampung. Sifat fisikokimia tepung ubi jalar sesuai untuk diolah pie dan kue bawang. Selain itu proses pengolahannya mudah serta peralatan yang digunakan sederhana. Nilai tambah digunakan sebagai dasar untuk mengembangkan agroindustri ubi jalar.

2. BAHAN DAN METODA

Bahan dan Alat

Bahan-bahan utama yang digunakan adalah ubi jalar, bahan lainnya antara lain margarin, gula, susu bubuk, telur, coklat block, ketumbar, bawang putih, penyedap rasa, garam. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah oven, pisau/slicer, wajan, timbangan, kompor, baskom, sendok, loyang, alat penggiling mie, sendok, spatula, piring.

Metode

Metode penelitian ini adalah melakukan uji sensori (uji organoleptik) dan analisis nilai tambah produk olahan ubi jalar. Metode pengumpulan data terdiri dari observasi (laboratorium) dan wawancara. Uji sensori terhadap produk meliputi aspek warna, tekstur, aroma, rasa, dan keseluruhan dengan menggunakan lembar uji sensosi untuk mendapatkan respon terhadap produk pie dan kue bawang ubi jalar. Jumlah responden yang digunakan untuk mengetahui daya terima konsumen terhadap produk sebanyak 100 responden. Metode analisis data yang dilakukan adalah analisis nilai tambah dengan metode hayami untuk melihat rasio nilai tambah berdasarkan input bahan baku, bahan tambahan, output produk, dan parameter lainnya.

Proses pembuatan tepung ubi jalar

Pembuatan tepung ubi jalar dimulai dari pencucian agar kotoran/tanah untuk pengupasan untuk menghilangkan kotoran/tanah yang menempel pada ubi. Selanjutnya ubi dikupas memisahkan ubi dari kulitnya. Ubi jalar yang telah dikupas selanjutnya disawut atau pengecilan ukuran, kemudian dilakukan perendaman selama 48 jam dan pengeringan.

Proses Pembuatan Pie Ubi Jalar

Proses pembuatan pie ubi jalar dengan cara mencampurkan semua bahan crust/kulit yang terdiri dari tepung ubi jalar, margarin, telur, gula halus, susu bubuk, kemudian diaduk dengan rata dan menjadi adonan crust. Selanjutnya adonan dicetak pada cetakan pie, kemudian adonan dioven selama 30-45 menit. Setelah crust matang diisi dengan coklat block yang telah dilelehkan.

Proses Pembuatan Kue Bawang Ubi Jalar

Pembuatan kue ubi jalar dengan cara mencampurkan semua bahan yang terdiri dari tepung ubi jalar, tepung terigu, margarin, telur, bawang putih, ketumbar, dan penyedap rasa diaduk hingga rata dan menjadi adonan yang dapat digiling dan ditipiskan dengan mesin penggiling mie. Selanjutnya adonan dipotong-potong, kemudian digoreng hingga kuning kecokelatan.

Uji Sensori/ Organoleptik

Jenis pengujian ini, menyatakan suka atau tidaknya konsumen terhadap suatu produk, meliputi warna, tekstur, aroma, rasa, dan keseluruhan. Uji sensori ini dilakukan oleh 100 responden dengan skor penilaian 1-5. Dengan cara mebagikan sampel produk, kuesioner dan wawancara langsung dengan responden. Uji sensori terdiri dari beberapa kategori responden, terdiri dari 25 orang mahasiswa, 20 orang ibu rumah tangga, 20 orang remaja, 20 orang anak-anak, dan 15 orang pra lansia. Selanjutnya diperhitungkan dengan metode deskriptif kuantitatif untuk mengetahui produk tersebut diminati konsumen.

Analisis Nilai Tambah

Perhitungan nilai tambah terdiri dari beberapa bagian yaitu : kalkulasi output, input, harga, pendapatan, keuntungan, dan balas jasa pemilik faktor produksi. Langkah-langkah perhitungan neraca massa dilakukan dengan membuat skala laboratorium dan mempertimbangkan kebutuhan bahan baku dan hasil produksi yang dihasilkan dengan mengamati jumlah bahan baku dan produk yang dihasilkan, selanjutnya perhitungan nilai tambah dapat dilakukan seperti dalam Tabel.

Tabel . Prosedur Perhitungan Nilai Tambah Hayami

No	Variabel	Satuan	Nilai
Output,input dan harga			
1	Hasil Produksi	Kg/PP	A
2	Bahan Baku	Kg	B
3	Input Tenaga Kerja	JOK	C
4	Faktor Konversi		D=A/B
5	Koefisien Tenaga Kerja	JOK/Kg	E=C/B
6	Harga Produk	Rp/Kg	F
7	Upah Rata-rata Tenaga Kerja	Rp/JOK	G
Penerimaan dan Keuntungan			
8	Harga Bahan Baku	Rp/Kg	H
9	Sumbangan Bahan Lain	Rp/Kg	I
10	Nilai Produk	Rp/Kg	J=DxF
11	a. Nilai Tambah	Rp/Kg	K=J-H-I
	b. Rasio Nilai Tambah	%	L%=K/Jx100%
12	a. Imbalan Tenaga Kerja	Rp/Kg	M=ExG
	b. Bagian Tenaga Kerja	%	N%=M/Kx100%
13	a. Keuntungan	Rp/Kg	O=K-M
	b. Bagian Keuntungan	%	P%=O/Jx100%
Balas Jasa Untuk Faktor Produksi			
14	Margin	Rp/Kg	Q=J-H
	a. Keuntungan	%	R%=O/Qx100%
	b. Tenaga Kerja	%	S%=M/Qx100%
	c. Input Lain	%	T%=I/Qx100%

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Potensi Ekonomi Pruk Olahan Ubi Jalar

Potensi ekonomi yang dihasilkan dari beberapa produk olahan ubi jalar, terdiri dari pie dan kue bawang ubi jalar diliat dari nilai tambah produk menggunakan Metode Hayami et. al., (1987). Perhitungan nilai tambah terdiri dari beberapa bagian meliputi output, input, harga, pendapatan, keuntungan, dan balas jasa untuk pemilik faktor produksi dari masing-masing produk. Perhitungan input, output, didasarkan pada perhitungan neraca massa produk, seperti pada Tabel.

Tabel. Rerata Neraca Massa Produk

No	Komponen	Masuk			Keluaran		
		Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
1	Ubi jalar	5 kg	5 kg	5 kg			
2	Tepung ubi jalar				1,1 kg	1,15 kg	0,9 kg
	Rata-rata				1,05 kg		

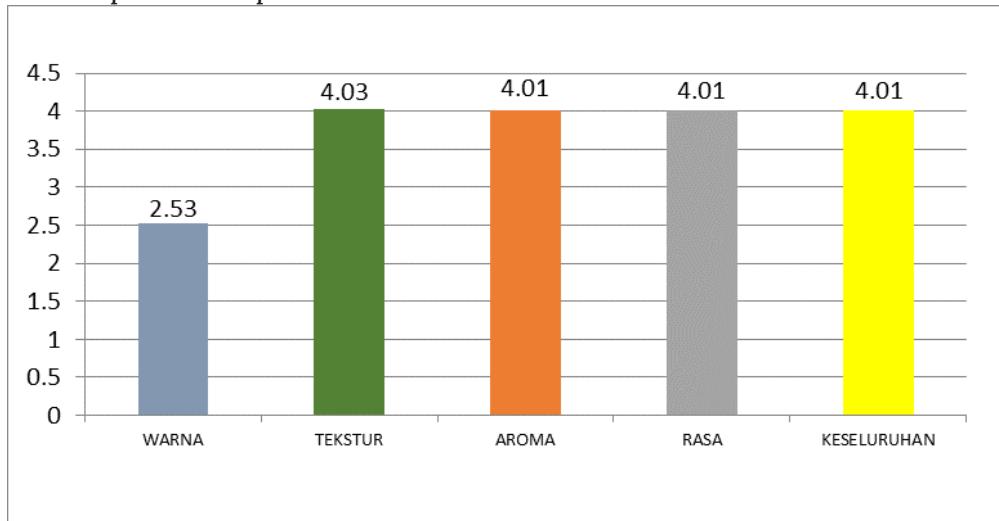
Perhitungan neraca massa pada produk bertujuan untuk melihat seberapa banyak hasil produk yang diperoleh dari suatu proses. Prinsip dari neraca massa adalah jumlah bahan yang masuk kedalam sistem sama dengan jumlah bahan yang keluar dari sistem. Proses produksi tepung ubi jalar dalam 3 ulangan dari input bahan baku 5 kg ubi jalar segar didapatkan rerata output sebanyak 1,05 kg. Kehilangan berat produk umumnya

dikarenakan penguapan saat pada proses pengeringan dan bahan tertinggal di alat serta pada saat proses penjemuran dan penggilingan, sehingga perlu diperhatikan untuk lamanya proses pengeringan dan ketelitian dalam setiap proses yang berlangsung serta proses penggilingan agar terminimalisir bahan yang tertinggal, agar mendapatkan rendemen/ output yang maksimal. Data rendemen tersebut, kemudian akan dihitung nilai tambahnya.

3.2. Uji Sensori/ Organoleptik

3.2.1. Pie Ubi Jalar

Uji sensori terhadap produk pie ubi jalar, meliputi warna, tekstur, rasa, aroma, dan keseluruhan dapat dilihat pada Gambar.

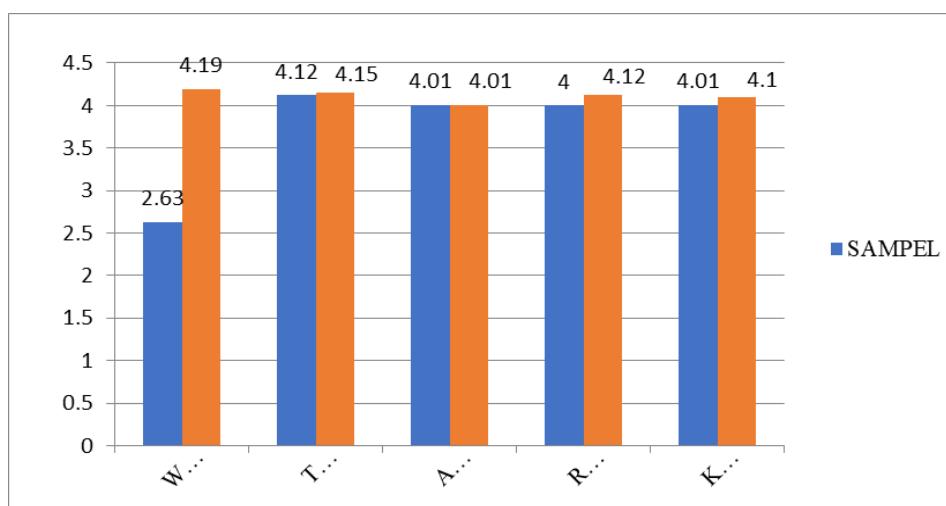


Gambar. Penerimaan Konsumen Terhadap Produk Pie Ubi Jalar

Keterangan :

- | | | |
|-----------------------|-----------------|---------------|
| 1 : Sangat Tidak Suka | 2 : Tidak Suka | 3 : Agak Suka |
| 4 : Suka | 5 : Sangat Suka | |

Parameter tekstur, rasa, aroma, dan keseluruhan mendapatkan nilai suka (± 4). Sedangkan parameter warna pada produk sampel mendapatkan nilai tidak cerah (± 2). Pendapat responden tentang warna produk sampel pie ubi jalar dinilai warnanya tidak cerah.

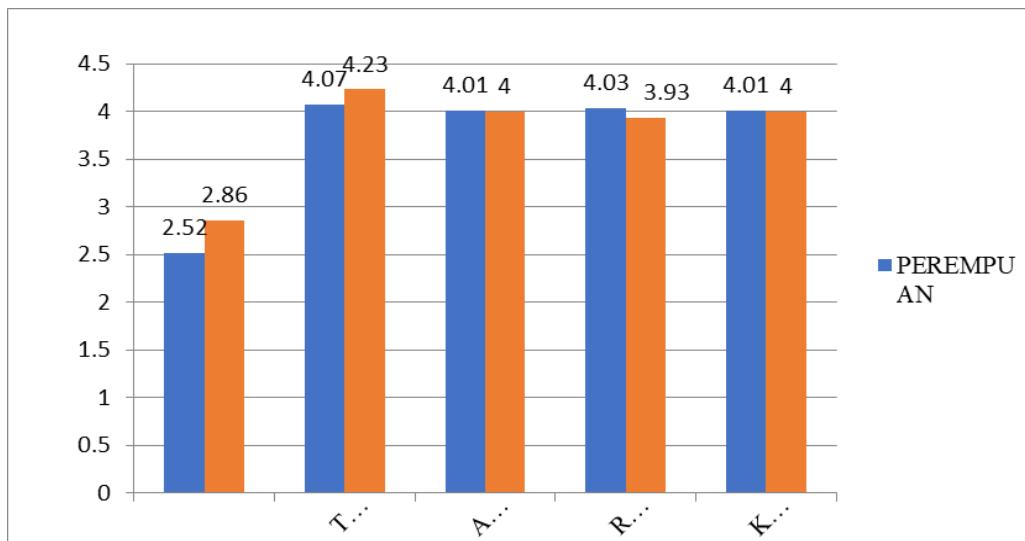


Gambar. Penerimaan Konsumen Terhadap Produk Pie Ubi Jalar

Keterangan :

- | | | |
|-----------------------|-----------------|---------------|
| 1 : Sangat Tidak Suka | 2 : Tidak Suka | 3 : Agak Suka |
| 4 : Suka | 5 : Sangat Suka | |

Dari 100 responden, meliputi 65 orang perempuan dan 35 orang laki-laki, tingkat kesukaan konsumen terhadap pie berdasarkan jenis kelamin dapat dilihat seperti pada Gambar



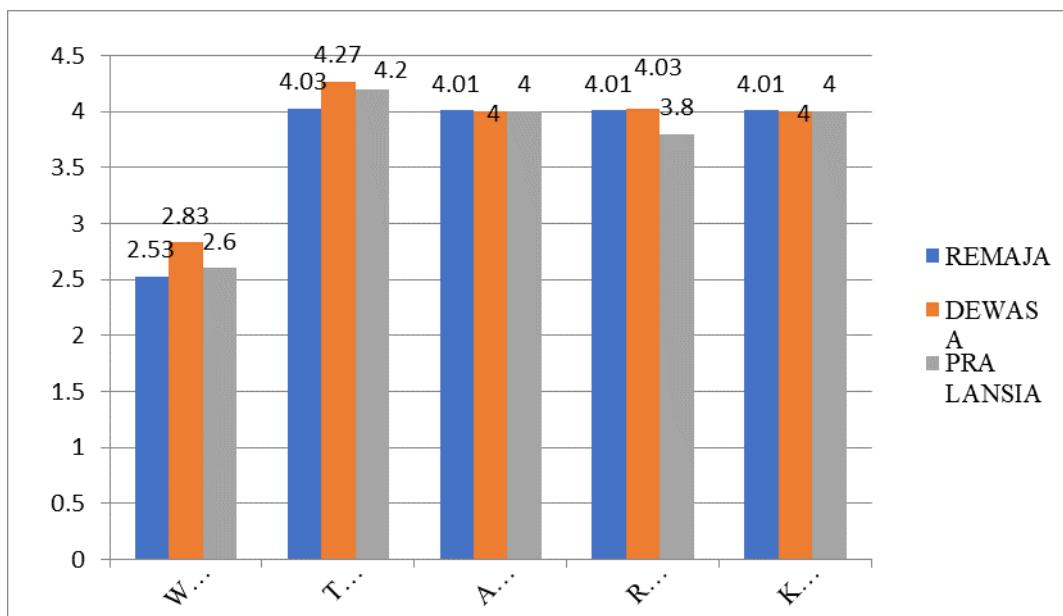
Gambar. Tingkat Kesukaan Konsumen terhadap Pie Ubi Jalar Berdasarkan Jenis Kelamin

Keterangan :

- | | | |
|-----------------------|-----------------|---------------|
| 1 : Sangat Tidak Suka | 2 : Tidak Suka | 3 : Agak Suka |
| 4 : Suka | 5 : Sangat Suka | |

Dari Gambar dapat dilihat bahwa tingkat kesukaan konsumen terhadap penerimaan keseluruhan sampel pie Ubi Jalar tidak dipengaruhi oleh jenis kelamin, didukung dengan nilai yang hampir sama pada setiap parameter, tidak terdapat responden yang menilai pada parameter tidak suka dan sangat tidak suka, hal ini merupakan respon positif dari responden terhadap produk pie yang berbanding lurus dengan potensi permintaan masyarakat terhadap produk.

Tingkat kesukaan konsumen terhadap produk sabun berdasarkan tingkat pembagian umur meliputi anak-anak dan remaja usia 7 tahun sampai 20 tahun dengan jumlah 40 responden, dewasa usia 21 tahun sampai 35 tahun dengan jumlah 45 responden dan pralansia usia 36-45 tahun dengan jumlah 15 responden seperti pada Gambar.



Gambar . Tingkat Kesukaan Konsumen terhadap Pie Ubi Jalar Berdasarkan Usia

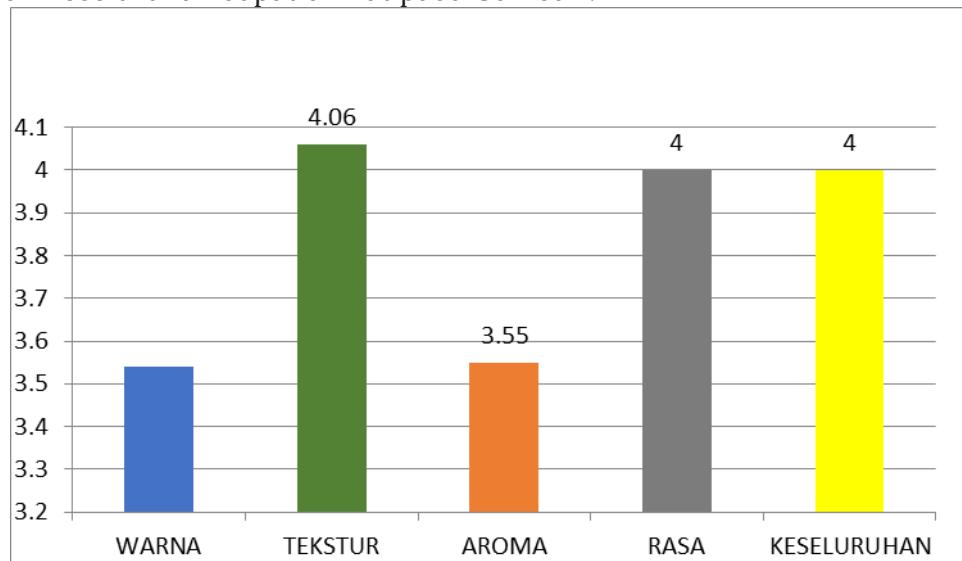
Keterangan :

1 : Sangat Tidak Suka 2 : Tidak Suka 3 : Agak Suka
 4 : Suka 5 : Sangat Suka

Dari penilaian kesukaan keseluruhan konsumen terhadap produk pie ubi jalar seperti pada Gambar menunjukkan bahwa tingkat kesukaan konsumen berdasarkan tingkat pembagian umur anak-anak remaja, dewasa dan pralansia memiliki jumlah yang hampir sama pada anak-anak remaja dan dewasa dengan nilai parameter suka (4).

3.3.2. Kue Ubi Jalar

Uji sensori terhadap produk kue bawang ubi jalar, meliputi warna, tekstur, rasa, aroma, dan keseluruhan dapat dilihat pada Gambar .

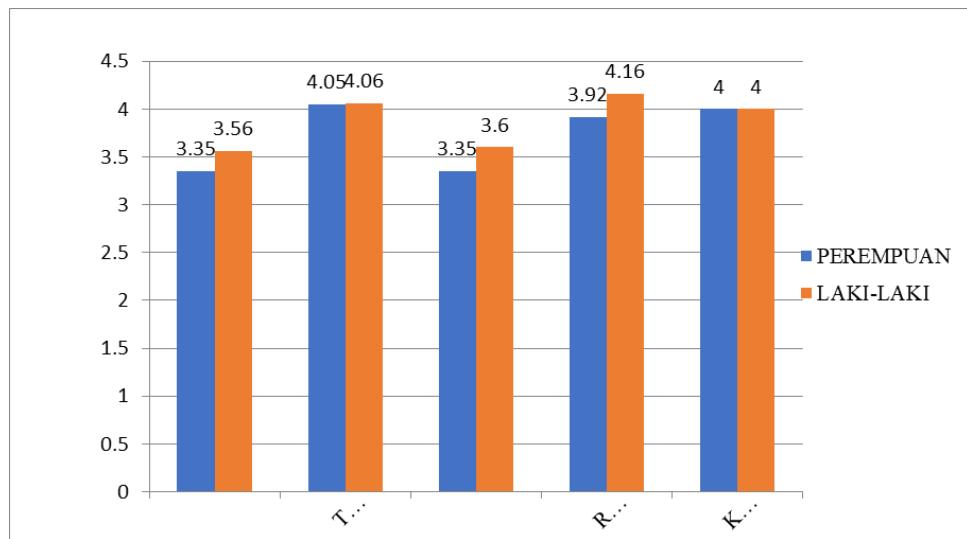


Gambar. Penerimaan Konsumen Terhadap Produk Kue Bawang Ubi Jalar

Keterangan :

1 : Sangat Tidak Suka 2 : Tidak Suka 3 : Agak Suka
 4 : Suka 5 : Sangat Suka

Parameter tekstur, rasa, aroma, dan keseluruhan mendapatkan nilai suka (± 4). Sedangkan parameter warna pada produk sampel mendapatkan nilai cerah (± 3). Pendapat responden tentang warna produk sampel kue bawang ubi jalar dinilai warnanya cerah.

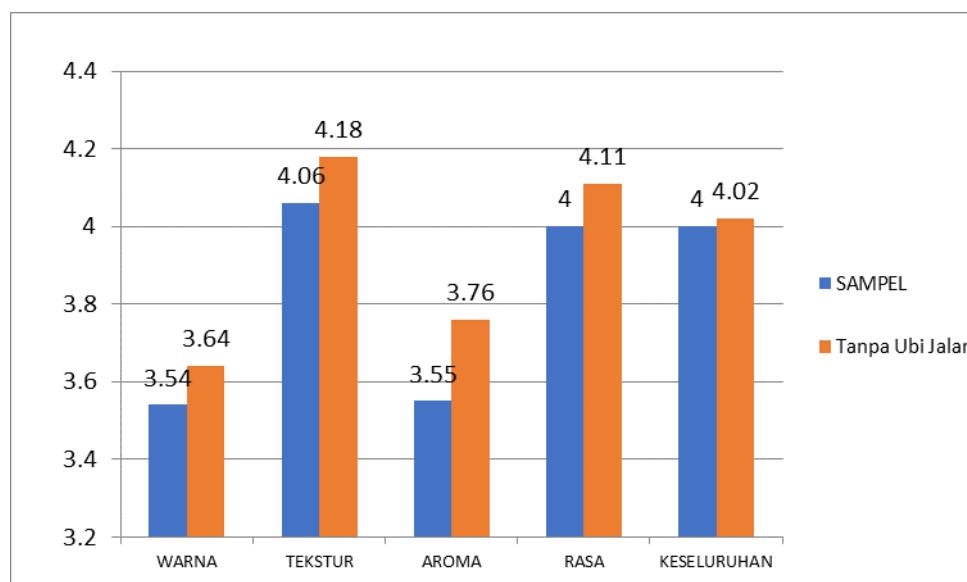


Gambar . Penerimaan Konsumen Terhadap Produk Pie Ubi Jalar

Keterangan :

- | | | |
|-----------------------|-----------------|---------------|
| 1 : Sangat Tidak Suka | 2 : Tidak Suka | 3 : Agak Suka |
| 4 : Suka | 5 : Sangat Suka | |

Dari 100 responden, meliputi 65 orang perempuan dan 35 orang laki-laki, tingkat kesukaan konsumen terhadap pie berdasarkan jenis kelamin dapat dilihat seperti pada Gambar

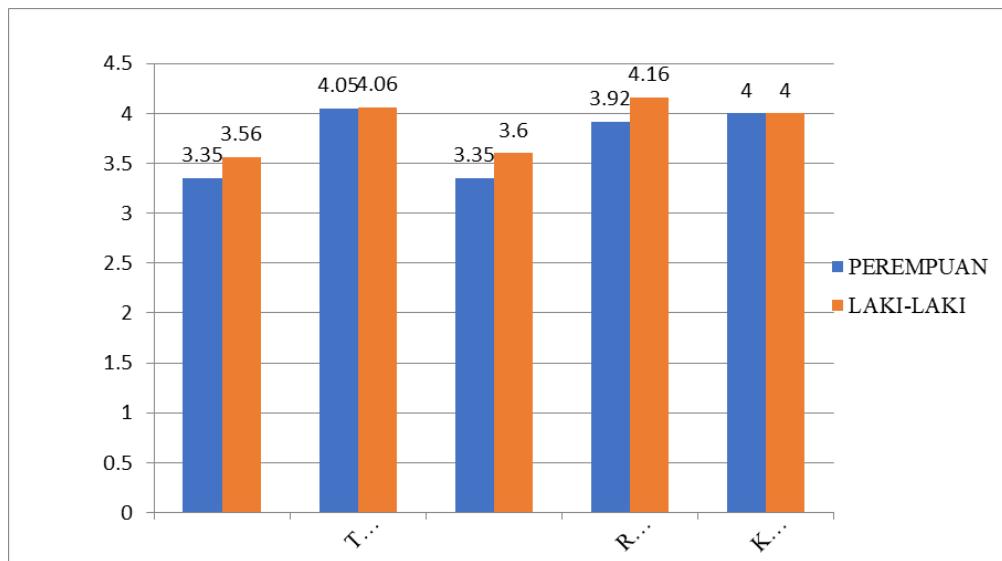


Gambar 9. Penerimaan Konsumen Terhadap Produk Kue Bawang Ubi Jalar

Keterangan :

- | | | |
|-----------------------|-----------------|---------------|
| 1 : Sangat Tidak Suka | 2 : Tidak Suka | 3 : Agak Suka |
| 4 : Suka | 5 : Sangat Suka | |

Parameter tekstur, rasa, aroma, dan keseluruhan mendapatkan nilai suka (± 4). Sedangkan parameter warna pada produk sampel mendapatkan nilai cerah (± 3). Pendapat responden tentang warna produk sampel kue bawang ubi jalar dinilai warnanya cerah.



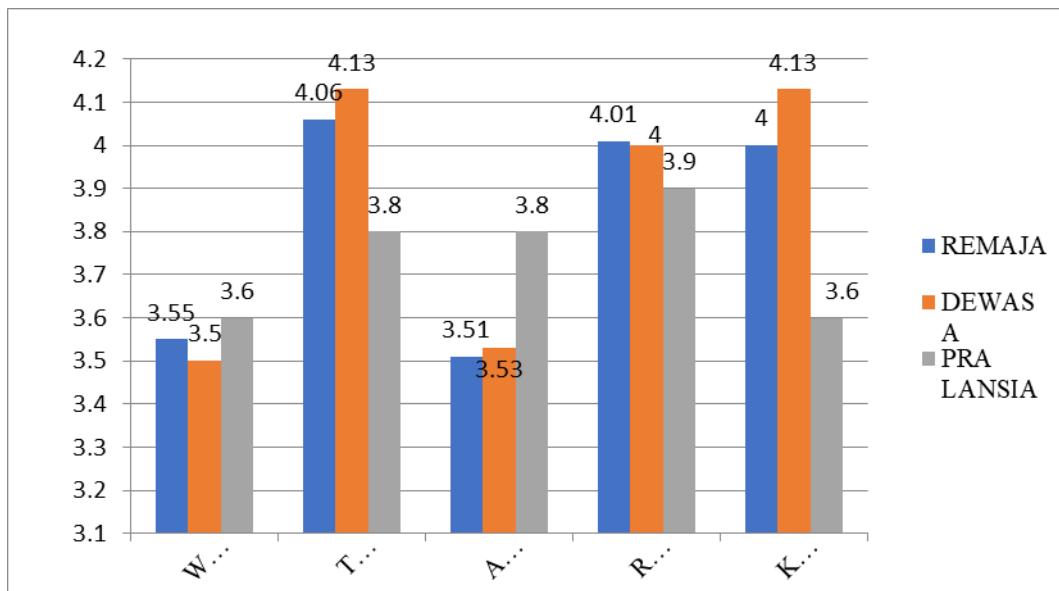
Gambar. Tingkat Kesukaan Konsumen terhadap Kue Bawang Ubi Jalar Berdasarkan Jenis Kelamin

Keterangan :

- | | | |
|-----------------------|-----------------|---------------|
| 1 : Sangat Tidak Suka | 2 : Tidak Suka | 3 : Agak Suka |
| 4 : Suka | 5 : Sangat Suka | |

Dari Gambar dapat dilihat bahwa tingkat kesukaan konsumen terhadap penerimaan keseluruhan sampel kue bawang Ubi Jalar tidak dipengaruhi oleh jenis kelamin, didukung dengan nilai yang hampir sama pada setiap parameter, tidak terdapat responden yang menilai pada parameter tidak suka dan sangat tidak suka, hal ini merupakan respon positif dari responden terhadap produk kue bawang yang berbanding lurus dengan potensi permintaan masyarakat terhadap produk.

Tingkat kesukaan konsumen terhadap produk kue bawang berdasarkan tingkat pembagian umur meliputi anak-anak dan remaja usia 7 tahun sampai 20 tahun dengan jumlah 40 responden, dewasa usia 21 tahun sampai 35 tahun dengan jumlah 45 responden dan pralansia usia 36-45 tahun dengan jumlah 15 responden seperti pada Gambar.



Gambar. Tingkat Kesukaan Konsumen terhadap Kue Bawang Ubi Jalar Berdasarkan Usia

Keterangan :

1 : Sangat Tidak Suka 2 : Tidak Suka 3 : Agak Suka
 4 : Suka 5 : Sangat Suka

Dari penilaian kesukaan keseluruhan konsumen terhadap produk kue bawang ubi jalar seperti pada Gambar menunjukkan bahwa tingkat kesukaan konsumen berdasarkan tingkat pembagian umur anak-anak remaja, dewasa dan pralansia memiliki jumlah yang hampir sama pada anak-anak remaja dan dewasa dengan nilai parameter suka (4).

3.3. Analisis Nilai Tambah

Perhitungan nilai tambah produk olahan ubi jalar yaitu tepung, pie, dan kue bawang ubi jalar dengan menggunakan metode Hayami seperti pada Tabel.

Tabel. Perhitungan rasio Nilai Tambah Produk

No	Keluaran (output), Masukan (Input), dan Harga	Tepung	Pie	Kue bawang
1	Output/produk total (kg)	1.1	1.6	1.5
2	Input bahan baku (kg)	5	1	1
3	Input tenaga kerja	1	1	1
4	Faktor konversi	0.22	1.60	1.50
5	Koefisien tenaga kerja	0.20	1.00	1.00
6	Harga output (Rp/kg)	54.700	142.616	80.210
7	Upah rata-rata tenaga kerja (Rp)	25.000	25.000	25.000
	Pendapatan dan Keuntungan			
8	Harga input bahan baku (Rp)	5.000	54.700	54.700
9	Sumbangan input lain (Rp)	0	121.500	35.900
10	Nilai output (Rp)	12.034	228.186	120.315
11	a. Nilai tambah (Rp)	7.034	51.986	29.715
	b. Rasio nilai tambah (%)	58.45	22.78	24.70
12	a. Imbalan tenaga kerja (Rp)	5.000	25.000	25.000
	b. Rasio (%)	71.08	48.09	84.13
13	a. Keuntungan (Rp)	2.034	26.986	4.715
	b. Tingkat keuntungan (%)	28.92	51.91	15.87

Balas jasa untuk faktor produksi				
14	Margin (Rp)	7.034	173.486	65.615
	a. Keuntungan (%)	28.91	15.55	7.18
	b. Tenaga kerja (%)	71.08	14.41	38.10
	c. Input lain	0	70.3	54.71

Nilai tambah merupakan pertambahan nilai suatu komoditi karena input fungsional yang diberlakukan pada komoditi yang bersangkutan. Input fungsional tersebut dapat berupa proses perubahan bentuk (form utility), pemindahan tempat (place utility) maupun proses penyimpanan (time utility). Hal yang perlu diperhatikan dalam analisis nilai tambah adalah input tenaga kerja, faktor konversi, nilai tambah, dan keuntungan yang diperoleh. Faktor konversi bernilai > 1 mengindikasikan bahwa produk pie dan kue bawang tidak hanya terkomposisi atas ubi jalar saja, tetapi juga tersusun atas bahan-bahan lain. Bahan-bahan lain tersebut seperti telur, margarin, minyak, penyedap rasa, serta gula. Nilai produk produk per kg berturut dari tepung, pie dan kue bawang adalah Rp. 12.034,00; Rp. 228.186,00; dan Rp. 120.315,00.

Nilai diperoleh melalui perkalian antara harga rata-rata produk dengan faktor konversi. Arti dari nilai tersebut adalah nilai ubi jalar yang awalnya Rp 5.000,- setelah ubi jalar diolah menjadi tepung ubi jalar bertambah menjadi Rp 12.034,00, nilai tepung ubi jalar yang awalnya sebesar Rp. 54.700,00 bertambah menjadi Rp. 228.186,00 setelah tepung ubi jalar diolah menjadi pie ubi jalar, dan tepung ubi jalar yang awalnya sebesar Rp. 54.700,00 bertambah menjadi Rp. 120.315,00 pada kue bawang ubi jalar.

Nilai tambah yang didapat dari pengolahan tersebut, sebagaimana tercantum dalam Tabel berturut-turut pada tepung ubi jalar, pie, dan kue bawang ubi jalar adalah Rp. 7.034,00; Rp. 51.986,00; dan Rp. 29.715,00 per kg. Dari laba antara nilai produk jadi dengan harga bahan baku pie, diperoleh nilai untuk faktor-faktor produksi. Faktor produksi terdiri atas bahan baku utama/ubi jalar dan bahan-bahan lain.

Pada nilai rasio nilai tambah produk tepung, pie, dan kue bawang ubi jalar berturut sebesar 58.45%, 22.78 %, dan 24.7%, nilai ini menunjukan bahwa produk tepung ubi jalar memberikan rasio nilai tambah terbesar dikarenakan bahan baku yang memiliki nilai rendah, berbanding terbalik dengan produk kue bawang dengan bahan baku pie ubi jalar yang memiliki nilai tinggi sehingga mengurangi rasio nilai tambah dari produk. Berdasarkan rasio nilai tambahnya, tepung ubi jalar merupakan kategori tinggi ($>40\%$), sedangkan pie ubi jalar dan kue ubi bawang merupakan kategori sedang (15% - 40%).

Suatu komoditas pertanian dapat dikategorikan sebagai agroindustry berdasarkan tambah tinggi, sedang, dan rendah. Kriteria penentunya, yaitu :

- 1) $< 15\%$: nilai tambah rendah
- 2) 15% - 40 % : nilai tambah sedang
- 3) $> 40\%$: nilai tambah tinggi

Keuntungan yang diperoleh dari pengolahan ubi jalar menjadi tepung ubi jalar adalah Rp 2.034,00; pengolahan tepung ubi jalar menjadi pie ubi jalar adalah Rp 26.986,00 sedangkan pengolahan tepung ubi jalar menjadi kue bawang adalah Rp 4.715,00 dengan tingkat keuntungan (keuntungan dibagi nilai tambah) yaitu tepung ubi jalar sebesar 28.92%, pie ubi jalar sebesar 51.91%, dan kue bawang ubi jalar sebesar 15.87%. Sedangkan rasio imbalan tenaga kerja terhadap nilai tambah tepung ubi jalar sebesar 71.08%, pie ubi jalar sebesar 48.09%, dan kue bawang ubi jalar sebesar 84.13%. Apabila rasio imbalan tenaga kerja terhadap nilai tambah tinggi, maka agroindustry yang demikian dapat berperan dalam memberikan pendapatan bagi pekerjanya, sehingga dapat berperan mengatasi masalah pengangguran melalui pemerataan kesempatan tenaga kerja.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai tambah produk olahan ubi jalar, yaitu tepung ubi jalar sebesar Rp 7.034,00, pie ubi jalar sebesar Rp 51.986,00, dan kue bawang ubi jalar sebesar Rp 29.715,00
2. Tingkat kesukaan konsumen terhadap produk pie dan kue bawang ubi jalar dengan nilai 4 (suka).

Berdasarkan hasil penelitian, maka dilakukan saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pengolahan lebih baik untuk mendapatkan nilai tambah yang lebih tinggi.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan terhadap setiap produk yang berguna untuk pengembangan usaha.

5. DAFTAR PUSTAKA

- BPS [Badan Pusat Statistik]. 2017. Peta Produksi Ubi Jalar Tahun 2016 di Provinsi Lampung . Lampung dalam Angka 2017. BPS Provinsi Lampung.
- Yuliana, N. 2018. Tantangan Rantai Pasokan Agribisnis Tepung dan Pati. [https : //lampung.antaranews.com/berita/301881/tantangan-rantai-pasokan-agroindustri-tepung-dan-pati](https://lampung.antaranews.com/berita/301881/tantangan-rantai-pasokan-agroindustri-tepung-dan-pati).(Juni 2018).
- Zahra, N. 2011. Analisis Rantai Pasok Agroindustri Tepung Ubi Jalar. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Arwati, S dan Syarif, A. 2016. Sistem Pemasaran dan Nilai Tambah Produk Olahan Ubi Jalar Kecamatan Polongbangke Utara Kabupaten Takalar. Jurnal Galung Tropika. 5(3): 173-190.
- Munawir, H., Ciptaningtyas, A., Djunaidi, M., dan Setiawan, E. 2018. Analisis Nilai Tambah Produk Olahan Ketela Ungu dan Rantai Pasok Ketela Ungu.Jurnal Ilmiah Teknik Industri. 17(2): 151-157.
- Noer, S.W., Wijaya, M., dan Kardiman. 2017. Pemanfaatan Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas L*) Berbagai Varieatas sebagai Bahan Baku Pembuatan Kue Bolu Kukus. Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian. 3(1): 1-6.
- Putra, D.M., Sidik, D.M., dan Raharja, K.T. 2017. Pengaruh Substitusi Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas L*) pada Pembuatan Molten Cake. Jurnal Bisnis&Teknologi Politeknik NSC Surabaya. 4(1): 1-6.
- Setiawati, T., Sudewi., dan Mahmudatussa'adah, A. 2017. Sweet Potato Cream Soup sebagai Alternatif Bisnis Makanan Sehat. Jurnal Kompetensi Teknik. 9(1): 1-6.
- Syarfaini., Satrianegara, M.F., Alam, S., dan Amriani. 2017. Analisis Kandungan Zat Gizi Biskuit Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas L*) sebagai Alternatif Perbaikan Gizi di Masyarakat. Public Health Science Journal. 9(2): 138-152.
- Ticoalu, G.D., Yunianta., dan Maligan, J.M. 2016. Pemanfaatan Ubi Ungu (*Ipomoea batatas*) sebagai Minuman Berantosianin dengan Proses Hidrolisis Enzimatis. Jurnal Pangan dan Agroindustri. 4(1): 46-55.
- Wati, N.D dan Yudistira, B. 2017. Proses Produksi Pie Ubi Ungu. JKB. 22(12): 33-37.
- Yuniarty, T dan Misbach, S.R. 2016. Pemanfaatan Sari Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas*) sebagai Zat Pewarna pada Pewarnaan *Staphilococcus aureus* . Jurnal Teknologi Laboratorium. 5(2): 59-63.
- Hamidah, M., Yusra, A.H.A., dan Sudrajat, J. 2015. Analisis Nilai Tambah Agroindustri Kripik Ubi di Kota Pontianak.Jurnal Social Economic of Agriculture. 4(2): 60-73.
- Swandari, E.N. 2017. Subtitusi Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas.L*) dalam Pembuatan Pie Tarlet. Politeknik Negeri Balik Papan. Balikpapan.
- Ardiyansyah. 2014. Pemanfaatan Pati Ubi Jalar (*Ipomoea batatas.L*) dalam Produk Sup Instan Jamur Kuping (*Auricularia auricula*). Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Jennifer. 2015. Pemanfaatan Pati Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*.L) Terfermentasi dalam Produk Sup Krim Instan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wandri. 2015. Analisis Nilai Tambah dan Pemasaran Produk Olahan Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*.L) di Kampung Bogor Atas, Kampung Bogor Bawah, Kabawetan dan Desa Kelilik Kabupaten Kapahiang. Universitas Bengkulu. Bengkulu.

THE EFFECT OF WAXY SIGER RICE ON LIPID PROFILE DIABETIC MICE INDUCED BY ALLOXAN

Lola Anandya Inke*, Subeki, Sri Hidayati, Tanto Pratondo Utomo, and Sussi Astuti

Agricultural Industrial Technology, Agriculture Faculty, Lampung University

* Corresponding Author: Lola Anandya Inke. Email: lolaanandya30@gmail.com

Abstract

Waxy Siger rice is analog rice made from waxy cassava which has a low glycemic index so that it can be consumed by diabetics. Diabetics also have the potential to suffer dyslipidemia related to the influence of insulin in lipid metabolism. This study aimed to find out the effect of siger rice from waxy cassava on the lipid profile of mice induced by alloxan. This study used 24 male mice which were divided into 4 groups, namely control (healthy and fed AIN 93M), I (induced alloxan 140 mg/kg BW intraperitoneally and fed AIN 93M), II (induced alloxan 140 mg/kg BW intraperitoneally and fed siger rice), and III (induced alloxan 140 mg/kg BW intraperitoneally and fed IR-64 rice). After the mice indicated diabetes, the feed was given for 28 days and then the mice blood serum was taken to observe the levels of total cholesterol, triglycerides, High-Density Lipoprotein (HDL), and Low-Density Lipoprotein (LDL). The results showed that siger rice had a significant effect on total cholesterol, triglyceride, and LDL levels. Mice fed waxy siger rice (II) had HDL levels that were not significantly different from healthy control mice. Mice fed waxy siger rice (II) also had the lowest total cholesterol, triglyceride, and LDL levels than diabetic mice fed a standard diet (I) and IR-64 rice (III).

Keywords: diabetic, lipid profile, siger rice, waxy cassava

1. Introduction

Diabetes is a disease that occurs as a result of a metabolic disorder that is characterized by hyperglycemia or increased blood sugar levels [1]. Diabetes occurs when pancreatic beta cells are damaged which results in decreased or even unable to produce insulin [2]. Low insulin production will affect blood sugar levels as well as interfere with enzyme activity in fat metabolism [3]. According to Husna et al. [4], the activity of the lipoprotein lipase enzyme will be disrupted due to a decrease in the hormone insulin which causes an increase in cholesterol and triglyceride levels in the blood. High levels of triglycerides in the blood are one of the characteristics of dyslipidemia which is a risk factor for diabetes [2; 5]. Dyslipidemia is a change of lipid metabolism characterized by increased levels of triglycerides, total cholesterol, Low Density Lipoprotein (LDL), and decreased High Density Lipoprotein (HDL) [6]. Chattanda and Mgonda [7] state that the prevalence of dyslipidemia in diabetics is 95%. Therefore, diabetics need blood glucose control and a healthy lifestyle to improve their lipid profile.

Currently, the most of Indonesian people consume rice as their daily staple food. According to [8] the rice that is much in demand by consumers is rice IR-64 because it has a reasonable price and is included in the type of rice fluffier. However, IR-64 rice contains a fairly high glycemic index of 70 [9]. Diabetics are recommended to consume foods with a low glycemic index which can delay the absorption of sugar so that blood

sugar levels can be controlled [10, 11]. One food that has a low glycemic index is siger rice.

Siger rice is the Lampung people's term "Beras Singkong Segar" which is analog rice that uses cassava (*Manihot esculenta*) as a carbohydrate source. Siger rice made from sweet cassava clones contains high amylose which causes it to have a hard rice texture after cooling [11]. Research by Subeki et al. [12] showed that waxy cassava which does not contain amylose but contains high amylopectin will produce siger rice that is not hard after cooling. Siger rice with waxy cassava has a white color, slightly cassava taste, contains 9.81% water, 0.47% ash, 0.90% fat, 2.13% protein, 4.79% crude fiber, 81.90% carbohydrates, and 29 glycemic index.

According to Arif et al. [13], the process of digestion of food with a low glycemic index takes place slowly so that glucose absorption also becomes slow. Rasyid and Rahmawati [14] stated that glycemic control can increase HDL levels in diabetics. Consumption of foods with a low glycemic index can also reduce cholesterol and LDL levels [15]. The fiber content in waxy cassava siger rice is thought to have the potential to control blood sugar levels as well as lipid profiles. According to Onodu et al. [16], fiber can control the release of glucose into the blood and can bind bile acids thereby lowering cholesterol in the blood. Therefore, in this study, male mice were used as subjects for diabetes. Currently, alloxan injected intraperitoneally is widely used as a diabetogenic compound for experimental animals [17]. In this study, siger rice from waxy cassava was administered to determine its effect on blood sugar levels and lipid profile in alloxan-induced mice.

2. Methods

2.1. Siger Rice Production

The raw materials used in the production of siger rice are cassava pulp flour and tapioca flour. Fresh waxy cassava is peeled and washed. Next, grated cassava and soaked in water for 12 hours. After that, it was washed with water 3 times and squeezed to obtain the filtrate and cassava pulp. The filtrate was allowed to stand for 1 hour to precipitate the tapioca. Tapioca was dried in an oven ($T=60^{\circ}\text{C}$) and milled into tapioca flour. Meanwhile, the cassava pulp was dried in the oven ($T=60^{\circ}\text{C}$) and milled into cassava pulp flour.

Siger rice is made by mixing tapioca flour and cassava pulp flour in a ratio of 1:4. Mixing was carried out using a mixer until evenly distributed and added as much as 30% solution containing 1% palm oil, 0.6% glycerol monostearate, 1.5% CMC, 0.2% ascorbic acid, and 0.4% salt. Homogenization was carried out for 10 minutes. After that, it was steamed at 90°C for 30 minutes. Furthermore, the material is fed into the extruder machine to obtain siger rice. Then the grain is dried at a temperature of 60°C until the moisture content is less than 10% [12].

2.2. Animals and Feed

Male mice were obtained from the Regional Center for Veterinary Investigation and Testing III Lampung Province. Mice were adapted for 7 days by being fed and drinking ad libitum. This study used 24 male mice which were randomly divided into 4 groups (6 mice/groups). The control group was healthy mice fed the standard AIN-93M diet. Groups I, II, and III were alloxan-induced diabetic mice which were then given standard feed, siger rice, and IR-64 rice respectively. Mice were induced by alloxan at a dose of 140 mg/kg BW intraperitoneally [18]. Two days after induction, the tails of mice were injured to measure blood glucose levels and were indicated as diabetes if the glucose level was ≥ 200 mg/dL. The diet for each group was given for 28 days. In the next day, the blood serum was taken to observe total cholesterol, triglyceride, HDL, and LDL levels. The composition of the diet can be seen in Table 1.

Table 1. The composition of each diet (g/kg)

Ingredients (g)	Dietary Groups			
	Control + AIN-93M	I (Diabetes + AIN-93M)	II (Diabetes + waxy siger rice)	III (Diabetes + IR-64 rice)
Waxy siger rice	-	-	500	-
IR-64 rice	-	-	-	500
Corn starch	570	570	158.90	163.91
Casein	140	140	129.35	98.75
Soybean oil	40	40	35.5	37.75
CMC	50	50	26.05	49
Water	50.7	50.7	1.65	0
Mineral mix	35	35	32.65	30.1
Vitamin mix	10	10	10	10
Sucrose	100	100	100	100
L-cystine	1.8	1.8	1.8	1.8
Cholin	2.5	2.5	2.5	2.5
Total	1000	1000	998.4	993.81
Calories	3516	3516	3516	3516

Source: Modified from Reeves et al. [19]

2.3 Total Cholesterol Levels

Analysis of total cholesterol levels was carried out using mice blood serum with CHOD-PAP method according to Biolabo [20]. This test requires three tubes, namely blank tubes, standard tubes, and sample tubes. The blank tube contains 3 μ L of distilled water and 300 μ L of cholesterol reagent. The standard tube contains 3 μ L of cholesterol solution and 300 μ L of cholesterol reagent. Meanwhile, the sample tube contains 3 μ L of blood serum and 300 μ L of cholesterol reagent. After that, the solution was homogenized and incubated at 37°C for 5 minutes. Next, the absorbance was measured at a wavelength of 500 nm. Total cholesterol levels are determined by the following calculation.

$$\text{Total Cholesterol Levels} = \frac{\text{Sample Absorbance}}{\text{Standard Absorbance}} \times \text{Standard Concentration}$$

2.4 Triglyceride Levels

Analysis of triglyceride levels was carried out using mice blood serum samples. Triglyceride levels were tested using the GPO method according to Biolabo [21]. This test requires three tubes, namely blank tubes, standard tubes, and sample tubes. The blank tube was filled with 3 μ L of distilled water, the standard tube was filled with 3 μ L of standard triglyceride, and the sample tube was filled with 3 μ L of the sample. Then 300 μ L of triglyceride reagent was added to the blank, standard, and sample tubes. After that, the solution was homogenized and incubated at 37°C for 5 minutes. Next, the absorbance was measured at a wavelength of 500 nm. Triglyceride levels are determined by the following calculation.

$$\text{Triglycerides Levels} = \frac{\text{Sample Absorbance}}{\text{Standard Absorbance}} \times \text{Standard Concentration}$$

2.5 High Density Lipoprotein (HDL) Levels

Analysis of HDL levels was carried out using mice blood serum. Analysis of HDL levels was carried out using the direct method according to Biolabo [22]. First, 3 μ L of the sample was mixed with 300 μ L of reagent 1. In another tube, 3 μ L of calibrator was mixed with 300 μ L of reagent 1. A blank tube was prepared to contain 300 μ L of reagent 1. Then, the three tubes were incubated at 37°C for 5 minutes. After that, the three tubes were measured for absorbance at a wavelength of 600 nm as A1. Next, 100 μ L of reagent 2 was added to each tube. The tubes were incubated at 37°C for 5 minutes.

After that, the absorbance was measured at a wavelength of 600 nm as A2. HDL levels are determined by the following calculation.

$$\text{HDL Levels} = \frac{\Delta \text{Sample Absorbance}}{\Delta \text{Calibrator Sample}} \times \text{Calibrator Sample}$$

2.6. Low Density Lipoprotein (LDL) Levels

Examination of LDL levels is carried out according to the Friedewald equation [23] as follows:

$$\text{LDL Levels} = \text{Total cholesterol levels} - \frac{1}{5} \text{ triglyceride levels} - \text{HDL levels}$$

2.7. Experimental Design

This study was arranged in a completely randomized design with six replications. This study used 24 male mice which were divided into 4 groups consist of healthy mice+standard AIN-93M diet, diabetic mice+standard AIN-93M diet, diabetic mice+siger rice diet, and diabetic mice+IR64 rice diet (6 mice/groups). The mice were given feed and drinking water ad libitum. Furthermore, the mice were kept for 28 days and observed for lipid profile on the next day. The data were analyzed by Bartlett test for homogeneity, Tukey for additivity, Analysis of Variance (ANOVA), and further test using Least Significant Difference (LSD) at the 5% level.

3. Result and Discussion

The result of the lipid profile analysis of all treatments is presented in Table 2.

Table 2. Lipid profile levels (mg/dL) after intervention

Treatments	Total Cholesterol	Triglycerides	HDL	LDL
Control	35.33±2.81 ^b	27.50±3.77 ^c	25.67±1.97 ^a	4.17±0.35 ^d
I	57.17±3.02 ^a	67.67±6.37 ^b	22.50±1.26 ^b	21.13±0.98 ^a
II	36.67±3.63 ^b	25.67±4.19 ^c	24.67±1.60 ^{ab}	7.03±1.12 ^c
III	60.33±2.98 ^a	112.33±6.07 ^a	23.50±1.71 ^{ab}	14.37±1.30 ^b

The same superscript on the same column shows no significant difference in the 5% level LSD test. Control (healthy mice+standard AIN-93M diet); I (diabetic mice+standard AIN-93M diet); II (diabetic mice+siger rice diet); III (diabetic mice+IR-64 rice diet).

3.1. Total Cholesterol Levels

Based on Table 2, it can be seen those alloxan-induced mice and fed siger waxy rice (II) had total cholesterol which were not significantly different from control mice. Diabetic mice in group II had lower total cholesterol levels (36.67±3.63 mg/dL) than mice fed standard AIN 93M (I) and IR-64 (III) rice. Condition of diabetes can cause an increase in total cholesterol. Impaired insulin due to diabetes conditions can cause excessive lipolysis so that free fatty acids in the blood will increase [24].

Diabetic mice fed siger rice had total cholesterol levels that were approach to the total cholesterol levels in control mice. Research by Pratiwi et al. [24] also showed differences in total cholesterol levels of diabetic rats fed brown rice and white rice. Brown rice diet can lower total cholesterol by 6.39%, while white rice and the standard AIN-93M diet actually increased total cholesterol by 2.14% and 6.05%. Brown rice is effective in lowering cholesterol levels, one of which is because of the fiber content [25]. Thus, the total cholesterol in mice that were fed rice siger also thought to be influenced by their fiber content in rice siger in the amount of 4,79% [12].

3.2. Triglyceride Levels

Based on Table 2, it can be seen that alloxan-induced mice and fed siger rice (II) had triglyceride levels that were not significantly different from control mice. Diabetic mice in group II had lower triglyceride levels (25.67 ± 4.19 mg/dL) than mice fed standard AIN 93M (I) and IR-64 (III) rice. According to Mukherje and Mohanty [26], high levels of triglyceride or hypertriglyceridemia is one of the characteristics of diabetic dyslipidemia. This is because the condition of insulin resistance can increase the activity of lipolysis by hormone-sensitive lipase which causes excessive release of free fatty acids into the blood. In addition, insulin resistance and insulin deficiency can interfere with the activity of the lipoprotein lipase enzyme, resulting in an increase in triglyceride levels in the blood [27].

Diabetic mice fed cassava siger waxy rice had the lowest triglyceride levels. This is because by the glycemic index of waxy cassava siger rice which is relatively low, which is 29 [12]. Consumption of low-glycemic foods can reduce levels of triglycerides, otherwise the higher the glycemic index of the foods consumed triglyceride levels also increased. This is related to the ability of foods with a low glycemic index to increase insulin sensitivity [28, 29]. In addition, the fiber content in siger rice is also a factor in lowering triglyceride levels. It is also closely related to the ability of fiber to increase insulin sensitivity [30]. Fiber can also reduce the solubility of triglycerides thereby inhibiting the absorption of triglycerides [31].

3.3. HDL Levels

Based on Table 2, it can be seen those alloxan-induced mice and fed siger rice (II) had HDL levels (24.67 ± 1.60 mg/dL) that were not significantly different from control mice, diabetic mice fed standard AIN 93M (I) and IR-64 (III) rice. Insulin resistance conditions can interfere with lipoprotein lipase enzyme activity, causing VLDL levels which contain a lot of triglycerides to increase and HDL levels to decrease [27]. Meanwhile, the desired condition of HDL levels in the body is high HDL levels.

According to Denova-Gutiérrez et al. [28], foods with a low glycemic index can increase HDL levels. This is related to the ability of low glycemic index foods to reduce insulin resistance. However, the HDL levels of diabetic mice have not increased significantly. This can be seen from HDL levels which were not significantly different from control mice and diabetic mice that consumed IR64 rice.

3.4. LDL Levels

Based on Table 2, it can be seen those alloxan-induced mice and fed siger rice (II) had LDL levels that were significantly different from the other groups. Diabetic mice in group II had lower LDL levels (7.03 ± 1.12 mg/dL) than mice fed standard AIN-93M (I) and IR-64 rice. Diabetics with dyslipidemia will have increased fasting and postprandial triglyceride levels, LDL levels that are dominated by solid LDL particles, and decreased HDL levels. Diabetes will cause changes in insulin-sensitive pathways, thereby increasing free fatty acids and decreasing the metabolism of triglyceride-rich lipoproteins from the intestine and liver [14].

According to Xu et al. [31], fiber can inhibit LDL so that it can reduce LDL and total cholesterol in the blood. The National Lipid Association states that consuming fiber can lower LDL levels because it can bind to cholesterol in the intestines and remove it from the body. During the formation of micelles, fiber can bind bile acids or cholesterol which can reduce the cholesterol content of hepatic cells. It can reduce LDL levels in the blood through upregulation of LDL receptors [32].

4. Conclusion

Waxy siger rice can use to decrease total cholesterol, triglyceride, and LDL levels. Mice fed waxy siger rice had HDL levels that were not significantly different from healthy control mice. Mice fed waxy siger rice also had the lowest total cholesterol, triglyceride, and LDL levels than diabetic mice fed a standard diet and IR-64 rice.

Acknowledgement

The authors are grateful to the Ministry of Education, Culture, Research, and Technology for funding through The University Basic Research Grant 2021.

References

- [1]. WHO. 2019. Classification of Diabetes Mellitus. https://doi.org/10.5005/jp/books/12855_84. 40 pp.
- [2]. Ministry of Health of the Republic of Indonesia. (2020). Tetap Produktif, Cegah, dan Atasi Diabetes Melitus. Ministry of Health of the Republic of Indonesia. Jakarta. 6 pp.
- [3]. Danuyanti, I.G.A.N., Renshaleksmana, E., and Pauzi, I. (2019). Kandungan Tinggi Antioksidan Tempe Gude (*Cajanus sajan*) Menurunkan Kadar Glukosa Darah dan Memperbaiki Profil Lipid Darah Tikus Model Diabetes Mellitus. Jurnal Pengabdian Masyarakat Sasambo, vol. 1, issue 1, pp. 1-10. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.32807/jpms.v1i1.372>
- [4]. Husna, L.A., Djoko, L., Handajani, F., and Martini, T. (2019). Pengaruh Pemberian Jus Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) terhadap Kadar Kolesterol LDL Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Jantan Galur Wistar yang Diinduksi Aloksan. Jurnal Ilmiah Kedokteran Wijaya Kusuma, vol. 8, issue 1, pp. 14.-25. <https://doi.org/10.30742/jikw.v8i1.546>
- [5]. Putri, S., Farmawati, A., and Tasmini. (2015). Pengaruh Ekspresi Lipoprotein Lipase terhadap Kadar Trigliserida Serum pada Tikus Model Diabetes Melitus Tipe 2 yang Terpapar Kuersetin Jangka Pendek. Prosiding Seminar Ilmiah PBBMI, pp. 131-139.
- [6]. Arsana, M.P., Rosandi, R., Manaf, A., Budhiarta, A., Permana, H., Sucipta, K W., Lindarto, D., Adi, S., Pramono, B., Harbuwono, D.S., Shahab, A., Sugiarto, Karimi, J., Purnomo, L.B., Yuwono, A., and Suhartono, T. (2015). Panduan Pengelolaan Dislipidemia di Indonesia 2015. PB. Perkeni.
- [7]. Chattanda, S.P. and Mgonda, Y.M. (2008). Diabetic Dyslipidemia Among Diabetic Patients Attending Specialized Clinics in Dar es Salaam. Tanzania Medical Journal, vol. 23, issue 1, pp. 8-11. <https://doi.org/10.4314/tmj.v23i1.39221>
- [8]. Fergiyanti, D.S.A. and Nangameka, Y. (2018). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perilaku Konsumen dalam Pembelian Beras IR 64 di Pasar Tradisional (Studi Kasus di Pasar Tradisional Kecamatan Panji Kabupaten Situbondo). Jurnal Ilmiah Agribios, vol. 16, issue 2, pp. 39-48.
- [9]. BPPP Team. 2012. Inovasi Teknologi untuk Ketahanan Pangan dan Kesejahteraan Petani. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta. 472 pp.
- [10]. Gray, A. and Threlkeld. R.J. (2019). Nutritional Recommendations for Individuals with Diabetes. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279012>. Accessed on March, 20th 2021.
- [11]. Satyajaya, W., Subeki, Utomo, T.P., Rasyid, H.A, and Diniarti, S. (2017). Pengaruh Konsumsi Beras Siger dari Ubi Kayu terhadap Kadar Glukosa Darah manusia. Prosiding-Pertemuan Tahunan dan Seminar Nasional APTA, pp. 272-281.
- [12]. Subeki, Muhartono, and Huzna, N.C. (2020). Siger Rice Made from Cassava (Waxy) as Rice Which is Recommended for Diabetics. Health Biotechnology and Biopharma, vol. 4, issue 2, pp. 70-79. <https://doi.org/10.22034/HBB.2020.11>

- [13]. Arif, A.B, Budiyanto, A., and Hoerudin. (2014). Nilai Indeks Glikemik Produk Pangan dan Faktor-Faktor yang Memengaruhinya. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, vol. 32, issue 3, pp. 91–99. <https://doi.org/10.21082/jp3.v32n3.2013.n91-99>
- [14]. Rasvid. N.O.. Muawanah. and Rahmawati. (2018). Gangguan dislipidemia pada pasien diabetes mellitus. Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M) 2018, pp.149-152.
- [15]. Fleming, P. and Godwin, M. (2013). Low-glycaemic Index Diets in The Management of Blood Lipids: A Systematic Review and Meta-analysis. *Family Practice*, vol. 30, issue 5, pp. 485–491. <https://doi.org/10.1093/fampra/cmt029>
- [16]. Onodu, B., Culas, R., and Nwose, E. (2018). Facts About Dietary Fibre in Cassava: Implication for Diabetes Medical Nutrition Therapy. *Integrative Food, Nutrition and Metabolism*, vol. 5, issue 3, pp. 1–5. <https://doi.org/10.15761/ifnm.1000216>
- [17]. Ighodaro, O.M., Adeosun, A.M., and Akinloye, O.A. (2017). Alloxan-induced Diabetes, A Common Model for Evaluation the Glycemic-control Potential of Therapeutic Compounds and Plants Extracts in Experimental Studies. *Medicina* vol. 53, pp. 365-374. <https://doi.org/10.1016/j.medici.2018.02.001>
- [18]. Subeki, Satyajaya, W., Murhadi, and Yuliadi, E. (2016). Effect of Siger Rice from Cassava on Blood Glucose Level and The Pancreas in Mice Induced Alloxan. *The USR International Seminar on Food Security (UISFS)*, pp. 142–157.
- [19]. Reeves, P., Nielsen, F., and Fahey, G. (1993). AIN-93 Purified Diets for Laboratory Rodents: Final Report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Committee on the Reformulation of the AIN-76A Rodent Diet. <https://doi.org/10.1093/jn/123.11.1939>
- [20]. Biolabo. 2019. Cholesterol CHOD PAP: Ready-to-use Liquid. Biolabo. Maizy.
- [21]. Biolabo. 2019. Triglycerides GPO Method. Biolabo. Maizy.
- [22]. Biolabo. 2011. HDL-Cholesterol Direct Method. Biolabo. Maizy.
- [23]. Friedewald, W.T., Levy, R.I., and Fredrickson, D.S. 1972. Estimation of the Concentration of Low-Density Lipoprotein Cholesterol in Plasma, Without Use of the Preparative Ultracentrifuge. *Clinical Chemistry* 18(6):499–502.
- [24]. Pratiwi, V.N., Astuti, M., and Murdiati, A. (2018). Efek Pemberian Diet Beras Merah dan Beras Putih Prapemasakan terhadap Kadar Total Kolesterol, Trigliserida, dan Berat Badan Tikus Hiperglikemia. *Jurnal Teknologi Pangan*, vol. 12, issue 2, pp.17–23.
- [25]. Pradini, W.U., Marchianti, A.C.N., and Riyanti, R. (2017). The Effectiveness of Red Rice to Decrease Total Cholesterol in Type 2 DM Patients. *Journal of Agromedicine and Medical Sciences*. vol. 3. issue 1. pp. 7-12.
- [26]. Mukherie. B. and Mohanty. M. (2021). Diabetes Mellitus and Dyslipidemia: A Detailed Analysis. *Asian Journal of Medical Sciences*, vol. 12, issue 5, pp. 101–106. <https://doi.org/10.3126/aims.v12i5.3376>
- [27]. Hirano T. (2018). Pathophysiology of Diabetic Dyslipidemia. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*, vol. 25, issue 9, pp. 771–782. <https://doi.org/10.5551/iat.RV17023>
- [28]. Denova-Gutiérrez. E.. Huitrón-Bravo. G.. Talavera. J. O.. Castañón. S.. Gallegos-Carrillo. K.. Flores. Y.. and Salmerón. J. (2010). Dietary Glycemic Index. Dietary Glycemic Load. Blood Lipids. and Coronary Heart Disease. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2010, 170680. <https://doi.org/10.1155/2010/170680>
- [29]. Gołębek, K. and Regulska-Ilow, B. (2019). Dietary support in Insulin Resistance: An Overview of Current Scientific Reports. *Adv Clin Exp Med*, vol. 28, issue 11, pp. 1577–1585.
- [30]. Mao, T., Huang, F., Zhu, X., Wei, D., and Chen, L. (2021). Effects of Dietary Fiber on Glycemic Control and Insulin Sensitivity in Patients with Type 2 Diabetes: A

Systematic Review and Meta-analysis. Journal of Functional Foods, vol. 82, issue 104500. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104500>

- [31]. Xu, F., Xiao, Y., Xu, M., and Liu. J. (2020). Effects of Dietary Fiber from Corn Husks on Hyperlipidemia Prevention in Trans-fatty Acids fed Mice. E3S Web of Conferences 185, 04012 ICEEB 2020. <http://doi.org/10.1051/e3sconf/202018504012>
- [32]. Naravan. S.. LakshmiPriva. N.. Vaidya. R.. Bai. M. R.. Sudha. V.. Krishnaswamy. K.. Unnikrishnan. R.. Aniana. R. M.. and Mohan. V. (2014). Association of Dietary Fiber Intake with Serum Total Cholesterol and Low Density Lipoprotein Cholesterol Levels in Urban Asian-Indian Adults with Type 2 Diabetes. Indian Journal of Endocrinology and Metabolism. vol. 18, issue 5, pp. 624–630. <https://doi.org/10.4103/2230-8210.139215>

GENETIC VARIATION AND GENETIC ADVANCE OF THREE ELITE CASSAVA (*MANIHOT ESCULENTA CRANTZ*) CLONES UNDER WET DRY CLIMATE OF LAMPUNG

K Setiawan¹, R Paresta², MS Hadi¹, SD Utomo¹, A Karyanto¹, MF Najib³

¹ Agronomy and Horticulture Department, College of Agriculture, University of Lampung

² Magister Program of Agronomy Department, College of Agriculture,
University of Lampung

³ Undergraduate Program of Agrotechnology Department, College of Agriculture,
University of Lampung

kukuhsetiawan38@gmail.com /restuparesta06@gmail.com

Abstract

Waxy cassava having high amylopectin content could contribute and increase genetic background. Unfortunately, the genetic parameter information of three elite cassava clones as Waxy, UJ-5, and BW-1 is still limited. Consequently, the objective of this study was to evaluate the genetic variation and genetic advance of three cassava clones. This study was conducted on the Integrated Field Lab of Lampung from December 2019 to October 2020. Treatment was arranged by a single factor in RCBD with two replications. There were three cassava genotype clones, as Waxy, UJ-5 (originally Kasetsart), and BW-1 (originally Huay Bong-60). Genetics parameters were analyzed by using Minitab programs (Version 17). Variables observed were plant height, leaf number, attached leaf number, internode number, root number, tuber number, tuber fresh weight, tuber dry weight, stem dry weight, attached leaf dry weight, petiole dry weight, starch content, starch weight, and harvest index. The results showed that most variables had high genetic variation and heritability value except for starch content. Starch content showed a medium heritability value as 50%. Moreover, the genetic advance of starch content and weight were 14 and 18%, respectively. It could be concluded that an environmental factor influenced starch content.

Keywords: genetic parameter, heritability value, waxy

1. Introduction

Indonesia is one of the biggest countries that produce high cassava production, in the ranks of 4th after, Nigeria, Thailand, Brazil. Cassava production in Indonesia in 2016 reached 20.7 million tons [1], and Lampung is the largest contributor of cassava compared to East Java and Central Java. Lampung is a cassava production center with production reaching 6.7 million tons [2]. Lampung is one of Sumatera provinces having a specific tropical climate. Dry season in Lampung could last more than 6 months and wet season frequently lasted only less than 5 months. Because of this, the main risk that affects the cassava yield could be planting date especially time of dry season. If there is climate change in Lampung, dry season causes longer drought conditions lead to low cassava yield.

Harvested area cassava from 2014 to 2017 has decreased every year, then in 2018 it increased slightly, then in 2019, it decreased again to 199.39 thousand ha [3]. The decrease in harvested area in Lampung is caused by many factors, one of which is low price of cassava, which is Rp.750. This price has not been reduced by labor costs and

others. Similar to harvested area, cassava production and productivity in Lampung have also decreased. In 2019, production fell to 4.9 million tons and productivity to 24.5 ton ha^{-1} [3]. This showed that the national cassava productivity still needs to be improved, one of which is the use of elite clones that have high yields, both in plant height, tuber and starch, such as elite waxy clones.

Recently, Thailand had developed elite cassava as Waxy clone which was identified as free of amylose [4]. Moreover, Waxy yielded of root fresh weight as 26.9 ton ha^{-1} with starch content of 21.50% [5]. This Waxy type was introduced to Lampung to increase the cassava genetic background. It is well known that farmers and private sectors in Lampung in general are planting high amylose starch tapioca cassava types as Adira 1, Adira 2, Adira 4, UJ 3, UJ 5, Malang 1, Malang 2, Malang 4, Malang 6, Darul Hidayah, and Litbang UK2 [6]. Interestingly, farmers in Lampung often used clones derived from Huay Bong and Kasetart such as BW-1 and UJ-5, respectively. Both clones had the main advantage, such as high yield of tuber, which was 36.3 ton ha^{-1} [7] but BW-1 clone was susceptible to root rot disease [8], this could cause yield losses to farmers. In addition, BW-1 clone also had a low starch content (23.8%) [9] with amylose (19.59%) and amylopectin (80.41%) content [10]. UJ-5 (selected from Kasetart) is indeed known as one of the clones that produce high starch content (28.6%) [9] with a yield of 32.5 ton ha^{-1} [7]. According to [10]; [11], amylose levels in UJ-5 ranged from 18.15 – 23.20%. Meanwhile, its amylopectin content is 76.80% [11]. Therefore, these two clones are very popular with farmers in Lampung.

Genetic variation is the basic capital in plant breeding. In one population, if the genetic variation is large enough, then the heritability is assumed to be quite high. Heritability is a comparison between the amount of genetic variation and the amount of phenotypic variation of a character. However, heritability estimates alone do not provide an idea of the expected gains in the next generation but must be considered by estimating genetic progress and changes in the mean values between generations [12]. Fresh weight of tuber had a high heritability value (78.39%) and high genetic advance (26.27%) [13]. It means tuber fresh weight is controlled mostly by genetic variance. Moreover, there was variation in starch content due to clone [14]. High heritability value in a broad sense and the high genetic advance in character means that the character is under control of the influence of additive genes which indicates that selection in germplasm should lead to a rapid increase in the trait [15]. Additionally, [16] stated that fresh weight of tuber and plant height had high heritability value as 31% and 62%, respectively. Therefore, the objective of this study was to evaluate genetic variation and genetic advance of three cassava clones.

2. Material and Methods

This study was conducted on Integrated Field Lab of Agriculture College, University of Lampung from December 2019 to October 2020. Based on monthly rainfall data in the Lampung area in January 2018–December 2020 (Figure 1), it showed similar trend. From June to October, the rainfall in Lampung is low, which means that during these months there is a drought. Meanwhile, in the following months the graphics increase. Treatments were arranged by a single factor in randomized completely block design (RCBD) with two reps. There were three cassava genotype clones, as Waxy, UJ-5 (selected from Kasetart), and BW-1 (selected from Huay Bong 60). Stem cutting of cassava was planted using a monoculture planting system with a spacing of 80 cm x 60 cm to obtain population of 424 plants plot^{-1} . Fertilizers used in this study were 200 kg urea ha^{-1} (45% N), 150 kg TSP ha^{-1} (46% P_2O_5), and 200 kg KCl ha^{-1} (60% K_2O).

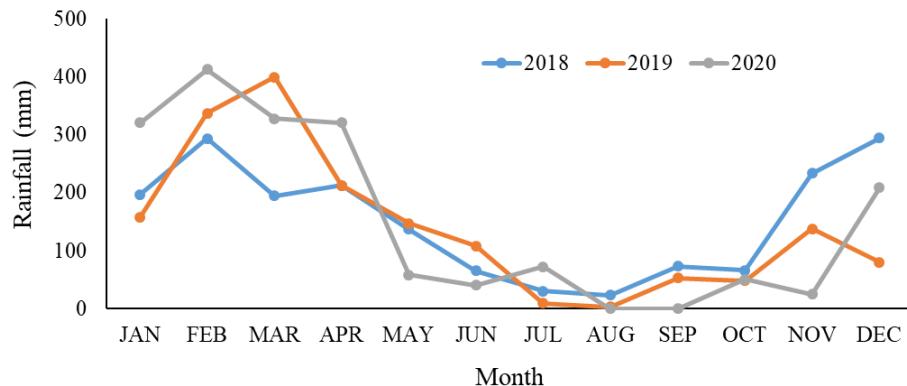


Figure 1. Monthly Rainfall Data (mm) in Bandar Lampung, January 2018 – December 2020

Variables observed in this study were plant height (PH), attached leaf number (ALN), total leaf number (TLN), internode number (IN), tuber number (TN), root number (RN), tuber fresh weight (TFW), tuber dry weight (TDW), stem dry weight (SDW), attached leaf dry weight (ALDW), petiole dry weight (PDW), starch content (SC), starch weight (SW), and harvest index (HI). These variables were observed and measured at 10 months after planting (MAP) on one tree. More ever the variable of dropped leaf was calculated every month from 1 MAP until 10 MAP. Total leaf number was calculated from total dropped leaf and total attached leaf. There were several genetic parameters observed, such as genetic variance, phenotypic variance, environmental variance, heritability value, coefficient of genetic variability (CGV), coefficient of phenotypic variability (CPV), genetic advance (GA), twice for standard deviation of genetics ($2\sigma^2g$). Data were analyzed by Minitab 17 for analysis of variance and different treatment means were analyzed by least significant difference (LSD) with 5% level.

The measurement of cassava starch content as follow: first, tuber was peeled skin out and then weighed as skinless tuber fresh weight (STFW). Second, tuber was washed and cleaned and then sliced into small pieces like chips. Third, small pieces of chips were collected and then air dried for one day. After this, air dried small pieces were put in oven at 70°C for three days then weighed as tuber dry weight (TDW). To calculate starch content and starch weight used the formula:

$$\text{Starch content (SC)} = \frac{\text{TDW}}{\text{STFW}} \quad (1)$$

$$\text{Starch weight (SW)} = \text{SC} \times \text{TFW} \quad (2)$$

Harvest index calculation is as followed:

$$\text{Harvest index (HI)} = \frac{\text{TDW}}{(\text{SDW} + \text{ALDW} + \text{PDW} + \text{TDW})} \quad (3)$$

Table 1. Source of variance, degrees of freedom, sum of squares, mean square, and expected mean square

Source	Df	SS	MS	EMS
Block	b-1	SSB		
Clones	c-1	SSC	M2=SSC/(c-1)	$\sigma^2e + b \sigma^2g$
Error	(b-1)(c-1)	SSE	M1=SSE/(b-1)(c-1)	σ^2e

$$\text{Genetics variance of clone } \sigma^2_g = \frac{(M_2 - M_1)}{b} \quad (4)$$

$$\text{Environmental variance } \sigma^2_e = M_1 \quad (5)$$

$$\text{Phenotypic variance } \sigma^2_p = \sigma^2_g + \sigma^2_e \quad (6)$$

Calculating heritability value in a broad sense (can be done by $h^2 = \frac{\sigma^2_g}{\sigma^2_p}$) , with the following criteria: high if $h^2 > 50\%$, medium if $20 \leq h^2 \leq 50\%$, an low if $h^2 < 20\%$.

Genetic variability of a character based on variation genetic (σ^2_g), population avarage (x) and coefficient of genetic variability (CGV). According to [17] with the following equation:

$$\text{CGV} = \frac{\sqrt{\sigma^2_g}}{x} \times 100\% \quad (7)$$

that the phenotypic variability of a character is determined based on the phenotypic variation (σ^2_p), population avarage (x) and coefficient of phenotypic variability (CPV) using the following equation:

$$\text{CPV} = \frac{\sqrt{\sigma^2_p}}{x} \times 100\% \quad (8)$$

Criteria for CGV and CPV values (modified) are low if it ranges between (0-30%), medium (31-60%), and high (61-100%).

Standard deviation of the genetics of an inherited trait (character) is determined by genetic variance and standard deviation of genetic variance. Genetic variance is classified in the broad category if genetic variance (σ^2_g) > 2 times the standard deviation of genetic variance ($\sigma^2_g > 2 \sigma \sigma^2_g$). On the other hand, genetic variance is classified as narrow if genetic variance (σ^2_g) is twice for standard deviation of the genetics ($\sigma^2_g \leq 2 \sigma \sigma^2_g$).

$$(n\sigma^2_g) = \sqrt{\frac{2}{r^2} \left[\left(\frac{Msg}{D_{bg}+2} \right) + \left(\frac{Mse}{D_{be}+2} \right) \right]} \quad (9)$$

Note:

- r = block
- Msg = mean square of genetic
- Mse = mean square of error
- Dfg = degrees of freedom genetic
- Dfe = degrees of freedom error

Estimating the value of respon to selection (R) and genetic advance on the intensity of selection:

$$R = k \times \sigma^2_p \times h^2 \quad (11)$$

Note:

- R = response to selection (R)
- k = standard of selection difference, 5% = 2.06
- σ^2_p = phenotypic variability
- h^2 = heritability value in a broad sense

The acquisition value of genetic advance expressed in % and called genetic advance (GA) is as followed:

$$GA = \frac{R}{x} \times 100\% \quad (12)$$

Note:

- GA = genetic advance
- R = response to selection
- x = population average

3. Result and Discussion

The mean square value of variables on cassava (*Manihot esculenta* Crantz) clones under wet dry climate of Lampung is shown in Table 2. Based on this, almost all variables observed in this study had high variation except for root number, starch content and starch weight. It means that three cassava clones have different agronomic growth and yields.

Table 2. Mean square of three elite cassava clone

Variable	Average	Mean of Square		CV (%)
		Clone	Error	
PH (m)	3.18	7.12	**	0.35 18.62
TLN (n.o)	122.83	4926.59	*	1307.01 29.43
ALN (n.o)	43.88	2371.48	**	405.61 45.89
IN (n.o)	121.83	4926.59	*	1307.01 29.67
TN (n.o)	12.29	221.40	**	20.02 36.40
RN (n.o)	25.90	201.27		73.73 33.15
TFW (kg)	3.10	13.12	**	0.76 28.08
ALDW (g)	45.94	2719.83	**	408.67 44.01
PDW (g)	20.47	662.20	**	98.82 48.56
SDW (kg)	0.67	0.66	**	0.07 39.49
TDW (kg)	1.22	0.65	*	0.09 23.97
SC (%)	0.05	0.010		0.002 10.13
SW (g)	47.44	8252.94		2250.16 10.08
HI	0.62	0.02	*	0.004 10.40

* and ** were significant difference at the level of =5% and =1%, respectively

The growth and yield components of three elite cassava clones had different mean values (Table 3). BW-1 clone showed higher mean values as TLN, ALN, NI and yield components than two other clones. PH and SDW of Waxy showed higher than those of two others clones. ALN of Waxy and BW-1 was higher than that of UJ-5. This was supported by Figure 2 that Waxy showed low number of dropped leaves compare to BW-1 and UJ-5. However, ALDW of Waxy lower than that of BW-1. Waxy showed high ALN but less dropped leaves. Yet, Waxy showed low ALDW although had high ALN. On the other hand, Waxy showed high SDW. It probably means that there is photoassimilate translocation from leaves to stem. As reported previously that dry matter could be used as indicator for photoassimilate [18]. High SDW could result in low HI of Waxy because there was a photoassimilate flow from leaves to stem not to root parts and led to low TN.

Table 3. Clone variations in plant height, total leaf number, attached leaf number, internode number, tuber number, tuber fresh weight, tuber dry weight, stem dry weight, attached leaf dry weight, petiole dry weight, and harvest index

Clones	PH	TLN	ALN	IN	TN	TFW	ALDW	PDW	SDW	TDW	HI
	--- m ---	no.			-----	--- kg ---	--- g ---	--- g ---	-----	kg -----	
Waxy	3.93 a	126.97 ab	53.36 a	125.97 ab	12.19 b	3.16 b	40.31 b	14.32 b	0.86 a	1.11 b	0.54 b
UJ-5	2.66 b	103.58 b	30.15 b	102.58 b	8.63 c	2.16 c	36.66 b	17.78 b	0.46 b	0.88 b	0.64 ab
BW-1	2.95 b	137.94 a	48.12 a	136.94 a	16.06 a	3.97 a	60.84 a	27.81 a	0.70 a	1.67 a	1.67 ab
LSD	0.42	25.76	14.35	25.76	3.19	0.62	14.4	7.08	0.18	0.48	0.11

Mean values followed by the same letters in the same column indicated not significant difference according to LSD of 5% level.

In starch content and starch weight (Figure 3), BW-1 produced high starch content compared to the others. This is not the same as original that BW derived from Huay Bong is known as a clone having low starch content. This related to heavier tuber fresh and dry weight of BW-1 clone due probably to climate conditions during study. Starch content of Huay Bong 60 (25.4 %) was slightly higher than those Kasetsart 50 (25%) [19]. The results of the study [20] showed that starch content increased with increasing age at harvest up to 7-9 months, after that it would depend on rainfall conditions during the last two months before harvest. It was shown that in the last two months before harvest, starch content in Rayong 1 (22%), Rayong 60 (23%) and KU 50 (24.8%). Such information was also added by [21] and [22] that at early rainy season, cassava plant started to develop then accumulated energy as photoassimilate in the roots. When limited rain happened at developing root to harvest age, dry matter as well as starch content of the root begun to drop. Based on monthly rainfall data in Lampung, the rainfall is very low at the harvest age, in August and September. Such condition could be advantage for BW-1 clone because under dry conditions BW-1 clone could produce high starch, tuber fresh and dry weight.

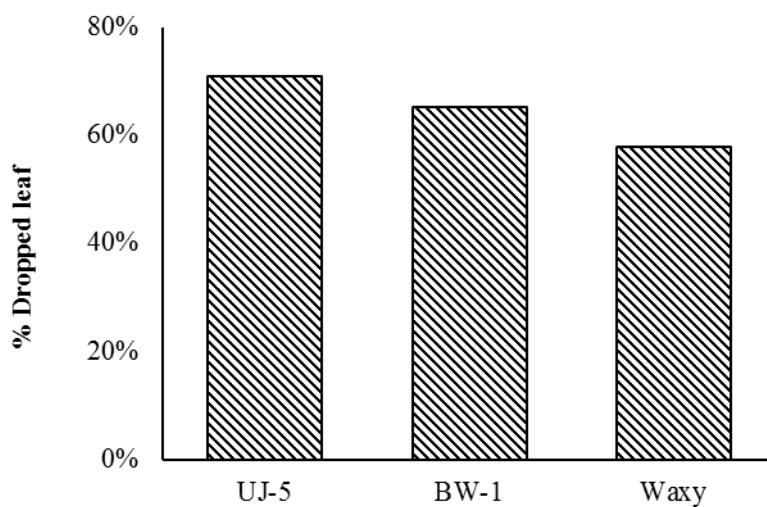


Figure 2. Percentage of dropped leaf

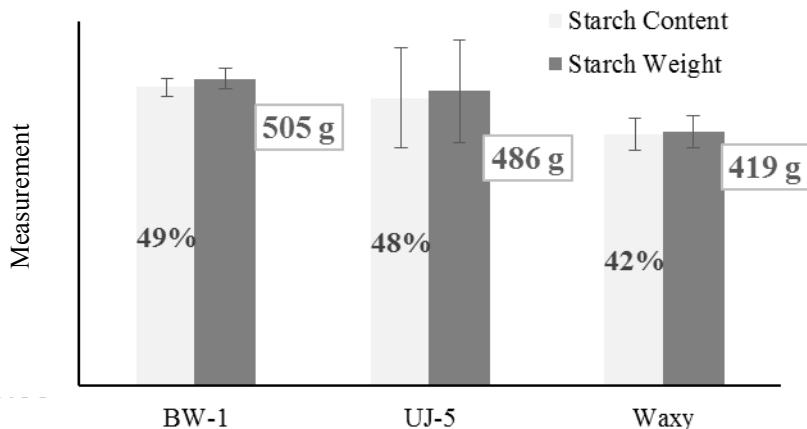


Figure 3. Starch content and starch weight of three elite clones (bar indicated standard deviation)

Table 4 showed that there was large genetic variation, as PH, TLN, ALN, IN, TN, RN, TFW, ALDW, PDW, SW. The large genetic variation is due mainly to the value of $\sigma^2g > \sigma^2e$. On the other hand, the value of $\sigma^2g < \sigma^2e$ was found in SDW, TDW, SC, and HI.

Table 4. Genetic parameter of genetic variance, phenotypic variance, environmental variance, and criteria twice for standard deviation of genetics

Variable	σ^2p	σ^2e	σ^2g	σ^2g	$2\sigma^2g$	Criteria
PH (m)	3.73	0.35	3.38	0.68	1.37	L
TLN (n.o)	3116.80	1307.01	1809.79	3.32	6.64	L
ALN (n.o)	1460.52	397.02	1063.50	2.89	5.79	L
IN (n.o)	3116.80	1307.01	1809.79	3.32	6.64	L
TN (n.o)	120.71	20.02	100.69	1.60	3.20	L
RN (n.o)	137.50	73.73	63.77	1.45	2.89	L
TFW (kg)	6.94	0.76	6.18	0.79	1.59	L
ALDW (g)	1564.25	408.67	1155.58	2.95	5.91	L
PDW (g)	380.51	98.82	281.69	2.07	4.15	L
SDW (kg)	0.37	0.07	0.30	0.37	0.74	N
TDW (kg)	0.37	0.09	0.28	0.38	0.77	N
SC (%)	0.004	0.002	0.002	0.12	0.23	N
SW (g)	5251.55	2250.16	3001.39	4.01	8.02	L
HI	0.01	0.004	0.01	0.16	0.32	N

L = Large; N = Narrow

The high CGV in this study was found in PDW (82%), TN (81.6%), SDW (81.1%), TFW (80.3%), ALN (73.2%), and ALDW (74%). According to [23] that characters with high genetic variability will have high phenotypic variability, but characters with narrow genetic variability do not necessarily have narrow phenotypic variability. Variables that showed high CGV and CPV were ALN, TN, TFW. CPV value is generally higher than CGV value due to the large role of the environment so that variations in clones are caused by genetics and the environment [13]. Related with [24], CPV value is greater than CGV value for various characters, much influenced by environmental factors compared to genetic factors so that selection will be effective if based on phenotypic.

Table 5. Coefficient of genetic variability, coefficient of phenotypic variability, genetic advance, and criteria heritability

Variable	CGV	CPV	GA	H	Criteria
	----- % -----				
PH (m)	58.0	60.9	1.14	0.91	H
TLN (n.o)	34.6	45.5	0.54	0.58	H
ALN (n.o)	73.2	85.8	1.29	0.73	H
IN (n.o)	34.9	45.8	0.55	0.58	H
TN (n.o)	81.6	89.4	1.54	0.83	H
RN (n.o)	30.8	45.3	0.43	0.46	M
TFW (kg)	80.3	85.0	1.56	0.89	H
ALDW (g)	74.0	86.1	1.31	0.74	H
PDW (g)	82.0	95.3	1.45	0.74	H
SDW (kg)	81.1	90.2	1.50	0.81	H
TDW (kg)	43.7	49.8	0.79	0.77	H
SC (%)	9.72	13.8	0.14	0.50	M
SW (g)	11.7	15.4	0.18	0.57	H
HI	14.6	17.9	0.24	0.66	H

H = High; M = Medium

Almost all variables have high heritability, except for RN and SC (Table 5). Of all these variables, main point is ALN which showed high heritability and genetic advance so that it will affect the TDW. It could be explained that the heavier TDW of BW-1 was probably due to high ALN. It seems that photosynthate would be distributed from leaves to the roots. Related by [9] reported that BW-1 with highest leaf number (45.2) produced a high fresh weight tuber (3445 g) compared to clone UJ-5, better leaf growth would influence to photosynthesis rate lead to high photo-assimilate. Heritability value is used to predict that character mostly influenced by genetic variance. According to [25], characters with low heritability have been influenced by environmental factor and vice versa. However, the expected gains in the next generation was not only determined by heritability value, but genetic advance value should also be considered [12].

High genetic advance together with high heritability would be suitable technique to select the valuable characters. It could be explained that gain of selection would be achieved by high heritability value of characters because most of the phenotypic variation would be influenced by genetic factor. High genetic advance of character means that such character would be controlled or influenced by additive genes [15]. Consequently, in this study selection for heavier TFW could be carried out based on ALN, particularly at 10 MAP. Both variables show high genetic variation and high heritability that might be controlled by additive genes.

4. Conclusion

It could be concluded that there was a related value between genetic advanced and heritability to determine technique selection for high yielding clone. The low tuber production in Waxy clone related to high stem dry weight and attached leaf number. Starch content shows low genetic advanced and low heritability. It was not recommended to select a criterion for high yielding of elite clones based on high starch content due to high influence by environment factor.

5. Acknowledgements

We would like to thank to Graduate School, College of Agriculture University of Lampung for giving opportunity to conduct the valuable research in Genetic Variation and Genetic Advance Three Elite Cassava. High appreciation are expressed for staffs of Integrated Field Laboratory of Agriculture College University of Lampung for their help and support in this research. Furthermore, the author also gives appreciation to the Committee of the 2nd International Conference on Agriculture and Applied Sciences (ICoAAS) 2021, Indonesia who have given the opportunity to present this paper.

References

- Food and Agriculture (FAO) 2016 http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_bycommodity.
- Kementerian Pertanian 2018 <https://www.pertanian.go.id/home/?show=page&act=view&id=61>
- Dinas Ketahanan Pangan, Tanaman Pangan dan Hortikultura 2021 <https://dinastph.lampungprov.go.id>
- Ceballos H, Sanchez T, Morante N, Fregene M, Dufour D, Smith AM, Denyer K, Perez JC, Calle F, and Mestres C 2007 *J. Agric. Food Chem.* **55** 7469-76
- Ceballos H, Rojanaridpiched C, Phumichai C, Becerra LA, Kittipadakul P, Iglesias C, and Gracen VE 2020 *Crop Breed Genet Genom* **2** 1-31
- Dinas Ketahanan Pangan. Tanaman Pangan dan Hortikultura 2021 <https://dinastph.lampungprov.go.id/detail-nost/ada-ubi-kavu-vang-hasilkan-102-ton-ha-cocok-untuk-pangan-alternatif-saat-pandemi-covied-19>
- Malik AM, Kongsil P, Nguyen VA, Ou W, Sholihin, Srean P, Sheela MN, Lopez-Lavalle LAB, Utsumi Y, Lu C, Kittipadakul P, Nguyen HH, Ceballos H, Nguyen TH, Gomez MS, Aiernaka P, Labarta R, Chen S, Amawan S, Sok S, Youabee L, Seki M, Tokunaga H, Wang W, Li K, Nguyen HA, Nguyen VD, Ham LH and Ishitani M 2020 *Breeding Science Preview* p 22
- Najib MF, Setiawan K, Hadi MS, and Yuliadi E 2020 *J. Kelitbangtan* **8** 237-252
- Setiawan K, Paringin AED, Yuliadi E, Hadi MS, and Ardian 2021 IOP Conference Series: Earth and Environmental Science **824**
- Toae R, Sriroth K, Rojanaridpiched C, Vichukit V, Chotineeranat S, Wansuksri R, Chatakanonda P, and Piyachomkwan K 2019 *Plants* **8** 1-14
- Janket A, Vorasoot N, Toomsan B, Kaewpradit W, Banterng P, Kesmala T, Theerakulpisut P, and Jogloy S 2018 *Agronomy* **8** 1-16
- Shukla S, Bhargava A, Chatterjee A, Srivatava A, and Singh SP 2006 *Euphytica* **151** 103-110
- Peprah BB, Parkes E, Manu-Aduening J, Kulakow P, Biljon AV, and Labuschagne M 2020 *Euphytica* **216** 1-13
- Anggraini NR, Yuliadi E, Setiawan K, and Hadi MS 2021 *J. of Tropical Upland Resources* **3** 45-53
- Mofokeng MA, Shimelis H, Laing M, and Shargie N 2019 *Australian J. of crop Science* **13** 1-10
- Diniz dan Oliveira 2019 *An Acad Bras Cienc.* **91** 1-11
- Setiawan K 2020 *Teknik Persilangan, Analisis Data, dan Interpretasi Data Untuk Pemulian Tanaman Sawit Unggul* (Pustaka Media: Bandar Lampung) p180
- Cruz-Aguado JA, Rodes R, Ortega E, Perez IP, and Dorado M 2001 *Field Crops Research* **69** 191-99
- Vichukit V, Rodjanaridpiched C, Poonsaguan P, Ed Sarabol, Cheamchamnuncha C, Changlek P, Piyachomkwan K, and Sriroth K 2004 In: *Abstracts of Sixth International Scientific Meeting of the Cassava Biotechnology Network* (CIAT: Cali-Colombia)

- Tongglum A, Suriyapan P, and Howeler RH 2015 *Cassava Agronomy Research and Adoption of Improved Practices in Thailand-Major Achievements During The Past 35 Years* (CIAT: Cali-Colombia) p 228-258
- Ceballos H, Velasquez P, Carlos J, Fernando C, Gustavo JO, Calderon L, Ivan J, Nelson M, and Lopez J 2007 *Proceedings of the seventh regional workshop held in Bangkok Thailand Oct 28-Nov 1 2002* (CIAT: Bangkok) p 125-135
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura) 1992 Annual Report. (CIAT: Cali-Colombia)
- Syukur M, Sujiprihati S, and Yunianti R 2009 *Teknik Pemuliaan Tanaman* (Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor: Bogor) p 300
- Jalata Z, Aryana A, and Zekele H 2011 *J. Plant Breeding and Genet* 5 44-45
- Aina OO, Dixon AGO, and Akinninde EA 2007 *J. of Biol. Sci.* 7 759-764

DETEKSI TINGKAT KEMATANGAN BUAH JAMBU BIJI (*PSIDIUM GUAJAVA L.*) KRISTAL SECARA TAK MERUSAK DENGAN METODE THERMAL IMAGE

DETECTION OF THE MATURITY LEVEL OF GUAVA (*PSIDIUM GUAJAVA L.*) 'KRISTAL' NON-DESTRUCTIVELY USING THERMAL IMAGE METHOD

Soesiladi Esti Widodo ^(1*), Riska Avinda Putri ⁽²⁾, Sri Waluyo ⁽³⁾ Zulferiyenni⁽⁴⁾

- 1) Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
- 2) Program Studi Magister Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
- 3) Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
- 4) Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*Korespondensi: sestiwidodo@gmail.com

ABSTRACT

Determination of the level of maturity of fruit at harvest is one of the critical factors that affects fruit quality during post-harvest handling. The thermal image method is a non-destructive technology used to detect the temperature radiated by an object without direct contact. This study aims to detect the level of maturity of guava fruit (*Psidium guajava L.*) Kristal by using the thermal image method. Three levels of fruit maturity were used in the research test, namely green, yellowish green, and greenish yellow. The results showed that the more mature the Guava 'Kristal' fruit, the higher the temperature of the fruit. This temperature increase was closely correlated with a decrease in fruit hardness ($R^2 = 0.997$), free acid ($R^2 = 0.936$), and starch content ($R^2 = 0.903$), and was strongly correlated with an increase in Brix ($R^2 = 0.866$), and sucrose ($R^2 = 0.968$). Although the fruit ripeness classification has very small differences in physical and chemical parameters (at significant level, $\alpha = 0.05$, it does not show a significant difference), however, the temperature radiation of the fruit captured by the thermal camera is able to follow it very well. So that the thermal image method has the potential to be developed as a tool for detecting the level of fruit maturity.

Keywords : Guava (*Psidium guajava L.*) crystals, fruit maturity, thermal image

ABSTRAK

Penentuan tingkat kematangan (maturity) saat panen merupakan salah satu faktor kritis yang mempengaruhi kualitas buah selama penanganan pasca panen. Metode *thermal image* merupakan salah satu teknologi non destruktif yang digunakan untuk mendeteksi suhu yang diradiasi oleh suatu objek tanpa kontak langsung. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi tingkat kematangan buah jambu biji (*Psidium guajava L.*) Kristal dengan menggunakan metode *thermal image*. Tiga tingkatan kematangan buah digunakan pada pengujian penelitian, yakni hijau, hijau kekuningan, dan kuning

kehijauan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin matang buah jambu biji Kristal, semakin meningkat suhu buah. Kenaikan suhu ini berkorelasi erat dengan penurunan kekerasan buah ($R^2 = 0.997$), asam bebas ($R^2 = 0.936$), dan pati ($R^2 = 0.903$), dan berkorelasi kuat dengan kenaikan Brix ($R^2 = 0.866$), dan sukrosa ($R^2 = 0.968$). Meskipun klasifikasi kematangan buah memiliki perbedaan parameter fisik dan kimia yang sangat kecil, namun demikian radiasi suhu buah yang ditangkap oleh kamera termal mampu mengikutinya dengan sangat baik. Sehingga metode *thermal image* potensial untuk dikembangkan sebagai alat deteksi tingkat kematangan buah.

Kata kunci : Jambu biji (*Psidium guajava L.*) kristal, kematangan buah, *thermal image*

PENDAHULUAN

Buah jambu biji (*Psidium guajava L.*) merupakan produk hortikultura penting di beberapa negara tropika. Salah satu jenis buah jambu biji yang diminati oleh konsumen yaitu buah jambu biji 'Kristal'. Konsumen menyukai jambu biji 'Kristal' karena bertekstur renyah, memiliki cita rasa manis, dan berbiji lebih sedikit atau bahkan tidak berbiji sehingga porsi buah yang dapat dikonsumsi lebih banyak (Ditbenih, 2007). Selain itu, buah jambu biji 'Kristal' mengandung vitamin C empat kali lebih banyak dari jumlah vitamin C pada buah jeruk (250,7 mg/100g) (Dina et al., 2014). Buah jambu biji 'Kristal' merupakan kultivar jambu biji yang telah resmi dilepas oleh Kementerian Pertanian berdasarkan SK Mentan No.540/Kpts/SR.120/9/2007 (Balitbu, 2007).

Buah jambu biji 'Kristal' selama ini dipanen hanya didasarkan pada kriteria fisik buah seperti dengan perhitungan hari setelah antesis dan melihat perubahan warna pada buah (Mitra, dkk., 2012; Raut and Bora, 2016). Padahal bentuk fisik buah yang sama dapat memunculkan kemungkinan tingkat kematangan fisiologis yang berbeda-beda pada buah jambu biji 'Kristal' (Gonzalez et al., 2004). Proses-proses fisiologis yang terjadi pada pascapanen sangat berpengaruh pada perubahan mutu buah jambu biji 'Kristal'. Untuk itu, perlu penanganan panen dan pascapanen dengan cara menentukan tingkat kematangan yang tepat. Pendekripsi tingkat kematangan buah sebagai penentu waktu panen buah jambu biji 'Kristal' pada penelitian ini didekati dengan metode *thermal image*. Metode *thermal image* merupakan salah satu teknologi inframerah yang digunakan untuk mendekripsi distribusi termal (suhu) yang diradiasikan yang ada pada suatu objek. Metode deteksi secara non destruktif untuk dapat mendekripsi bagian internal buah jambu biji 'Kristal' sehingga dapat diketahui tingkat kematangan buah jambu biji 'Kristal' tanpa merusak buah. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari efek metode *thermal image* sebagai faktor pendekripsi tingkat kematangan buah dan korelasinya terhadap mutu fisik kimia pada buah jambu biji 'Kristal'.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pascapanen Hortikultura, Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2021. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah buah jambu biji 'Kristal' yang diperoleh dari PT Nusantara Tropical Fruits, Labuhan Ratu, Lampung Timur. Sampel buah jambu biji 'Kristal' ini telah diklasifikasi ke dalam tiga tingkatan kematangan oleh expert perusahaan sebagaimana pengklasifikasian tingkat kematangan yang dilakukan oleh perusahaan yakni hijau, hijau kekuningan, dan kuning kehijauan. Alat yang digunakan dalam pengujian adalah *thermal image camera* (FLIR F5 – XT, akurasi $\pm 2^{\circ}\text{C}$, resolusi 160 x 120 pixels, sensitifitas thermal $< 0,10^{\circ}\text{C}$), kotak pengambil citra (chamber), timbangan digital, penetrometer buah, dan refraktometer tangan 'Atago'. Pelaksanaan penelitian yaitu sampel buah jambu biji 'Kristal' yang telah disiapkan

kemudian diletakkan per unit sampel pada kotak pengambilan citra untuk diambil citra *thermal*-nya menggunakan kamera inframerah. Pengambilan citra dilakukan dengan jarak ketinggian 25cm dari sampel. Jumlah sampel ulangan untuk setiap tingkatan kematangan adalah sebanyak sepuluh buah, dan setiap unit sampel dilakukan pengambilan citra sebanyak tiga kali. Analisis citra *thermal* menggunakan program MATLAB 2009b. Peubah sebagai penciri tingkat kematangan buah yang diamati adalah suhu buah, bobot buah, tingkat kekerasan buah, kandungan padatan terlarut ($^{\circ}$ Brix), asam bebas, sukrosa, dan pati. Hasil pengamatan mutu fisik dan kimia akan dicari korelasinya dengan hasil analisis *thermal image* menggunakan nilai regresi (R^2). Data suhu, bobot, kekerasan, dan brix dianalisis dengan analisis sidik ragam (ANARA) dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata 5% dan 15% (Statistix 8).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 menampilkan hasil pengukuran suhu yang diradiasikan oleh buah jambu biji ‘Kristal’ dan parameter fisik buah: bobot dan kekerasan (*firmness*). Dari data ini dapat diperoleh informasi bahwa semakin matang (*mature*) buah, suhu yang dipencarkan semakin tinggi. Buah jambu biji ‘Kristal’ berwarna hijau memiliki suhu yang paling rendah ($27.85\ ^{\circ}\text{C}$), sementara buah berwarna kuning kehijauan memiliki suhu paling tinggi ($28.10\ ^{\circ}\text{C}$). Sedangkan secara fisik, semakin matang buah diikuti dengan penurunan kekerasan buah. Sementara itu, bobot buah tidak berkorelasi dengan tingkat kematangan buah. Buah jambu biji ‘Kristal’ berwarna kuning kehijauan merupakan buah dengan tingkat kematangan paling masak memiliki suhu dan kekerasan yang paling tinggi diantara buah berwarna hijau kekuningan dan hijau. Nilai tingkat kekerasan buah jambu biji kristal berwarna hijau memiliki nilai paling tinggi yaitu sebesar $15.61\ \text{kg}/\text{cm}^2$ dibandingkan buah berwarna hijau kekuningan sebesar $15.50\ \text{kg}/\text{cm}^2$ dan buah berwarna kuning kehijauan sebesar $14.60\ \text{kg}/\text{cm}^2$. Selama proses pematangan, kekerasan buah jambu biji akan mengalami pelunakan (Hong, et al., 2012). Proses penguraian pati menjadi gula, pemecahan dinding sel yang diakibatkan perombakan protopektin yang larut dalam air, dan perombakan selulosa menyebabkan buah menjadi lunak (Ali, et al., 2004).

Analisis sidik ragam yang dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk setiap parameter fisik menyatakan bahwa klasifikasi tingkat kematangan buah tidak direpresentasikan secara nyata oleh peubah bobot dan kekerasan buah, baik pada taraf signifikansi $\alpha = 0.05$ maupun $\alpha = 0.15$. Hal ini menjadi penanda bahwa pengklasifikasian tingkat kematangan buah berdasarkan parameter fisik buah (warna, bobot, kekerasan buah) dapat kurang tepat. Meskipun tingkat kematangan buah yang direpresentasikan dengan parameter fisik tidak berbeda nyata secara statistik, namun demikian penerapan (*sensoring*) suhu buah dapat mengikuti perubahan tingkat kematangan buah. Hubungan antara suhu yang dipencarkan buah dengan kekerasan buah menunjukkan korelasi yang sangat kuat ($R^2 = 0.997$). Semakin masak buah, diikuti dengan penurunan kekerasan dan kenaikan suhu buah. Sementara itu, korelasi suhu buah dengan bobot buah sangat lemah ($R^2 = 0.068$).

Tabel 1. Hasil pengukuran suhu dan mutu fisik (bobot dan kekerasan) buah jambu biji ‘Kristal’ pada tiga tingkat kematangan

Tingkat kematangan	T		Bobot		Kekerasan	
	(°C)		(gram)		(kg/cm ²)	
	($\alpha=5\%$)	($\alpha=15\%$)	($\alpha=5\%$)	($\alpha=15\%$)	($\alpha=5\%$)	($\alpha=15\%$)
Hijau	27.85 a	27.85 b	252.37 b	252.37 b	15.61 a	15.61 a
Hijau kekuningan	27.89 a	27.89 ab	346.90 a	346.90 a	15.50 a	15.50 a
Kuning kehijauan	28.10 a	28.10 a	308.73 ab	308.73 ab	14.60 a	14.60 a
Koefisien regresi			(R^2) terhadap suhu buah		0.068	
			0.997			

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama adalah berbeda nyata pada uji BNT taraf 15%

Tabel 2. Hasil pengukuran mutu kimia buah jambu biji ‘Kristal’ pada tiga tingkat kematangan

Tingkat kematangan	T		Brix		Asam bebas (%)	Sukrosa (%)	Pati (%)			
	(°C)		(%)							
	($\alpha=5\%$)	($\alpha=15\%$)	($\alpha=5\%$)	($\alpha=15\%$)						
Hijau	27.85 a	27.85 b	7.40 b	7.40 b	4.10	3.80	0.92			
Hijau kekuningan	27.89 a	27.89 ab	7.94 ab	7.94 ab	4.02	4.16	0.82			
Kuning kehijauan	28.10 a	28.10 a	8.53 a	8.53 a	3.90	4.88	0.70			
Koefisien regresi			(R^2) terhadap suhu buah		0.886	0.936	0.968			
					0.903					

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama adalah berbeda nyata pada uji BNT taraf 15%

Hasil pengujian tingkat kematangan buah jambu biji ‘Kristal’ yang dinyatakan dengan peubah kimia: Brix, asam bebas, sukrosa dan pati ditunjukkan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2, kenaikan tingkat kematangan buah diikuti dengan kenaikan Brix, penurunan asam bebas, kenaikan sukrosa, dan penurunan kandungan pati. Hasil kecenderungan ini sesuai dengan penelitian Killadi dkk. (2018) pada buah jambu ‘shweta’ dan ‘lalit’, Dari Tabel 2 juga diperoleh informasi bahwa kandungan brix pada buah jambu biji ‘Kristal’ berwarna kuning kehijauan memiliki nilai tertinggi sebesar 8.53% dibandingkan buah berwarna hijau kekuningan sebesar 7.94% dan hijau sebesar 7.40%. Kandungan padatan terlarut buah jambu biji ‘Kristal’ meningkat dengan semakin bertambah masaknya buah karena terjadi perombakan pati menjadi gula (Widodo, 2009). Hal ini diikuti dengan penurunan kandungan asam bebas dari buah berwarna hijau memiliki nilai tertinggi sebesar 4.10% dibandingkan dengan buah berwarna hijau kekuningan sebesar 4.02% dan kuning kehijauan sebesar 3.90%.

Hasil penelitian juga menunjukkan nilai kandungan sukrosa pada buah jambu biji ‘Kristal’ mengalami peningkatan dengan naiknya tingkat kematangan buah. Buah berwarna hijau memiliki kandungan sukrosa terendah yaitu sebesar 3.80%, selanjutnya

buah berwarna hijau kekuningan memiliki kandungan sukrosa 4.16% dan buah berwarna kuning kehijauan sebesar 4.88%. Jambu biji merupakan buah klimakterik dan dapat terjadi perubahan kadar gula yang cukup besar selama pematangan (Dube, et al., 2015). Kandungan gula antar tingkat kematangan bervariasi dikarenakan faktor genetik atau fenotip atau dikarenakan tahap dalam pematangan (Kumari, et al., 2020). Kandungan pati pada buah jambu biji ‘Kristal’ mengalami penurunan. Buah berwarna hijau memiliki kandungan pati tertinggi yaitu sebesar 0.92% dibandingkan buah berwana hijau kekuningan sebesar 0.82% dan kuning kehijauan sebesar 0.70%. Menurut Dumadi (2001), perubahan tekstur buah menjadi lunak akan diikuti dengan peningkatan gula sederhana dan penurunan kadar pati.

Sama halnya dengan peubah fisik, hasil uji BNT terhadap peubah mutu kimia buah jambu biji ‘Kristal’ belum dapat dibedakan pada taraf signifikansi 5%, namun mampu membedakan tingkat kematangan buah pada $\alpha = 15\%$. Hubungan antara peubah mutu kimia buah jambu biji Kristal dengan suhu buah pada berbagai tingkat kematangan menunjukkan nilai korelasi yang cukup tinggi ($R^2 > 0.8$). Dengan demikian, suhu buah yang disensor dengan kamera inframerah, secara potensial dapat digunakan sebagai detektor tingkat kematangan buah jambu biji ‘Kristal’.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat dinyatakan bahwa kenaikan tingkat kematangan buah jambu biji ‘Kristal’ diikuti dengan penurunan kekerasan, kandungan asam bebas dan pati serta diikuti dengan kenaikan Brix dan sukrosa. Suhu buah yang disensor dengan *thermal camera* berkorelasi sangat kuat (koefisien regresi $R^2 \sim 0.9$) dengan parameter kematangan tersebut. Kenaikan kematangan buah diikuti dengan kenaikan suhu buah. Suhu buah berkorelasi terhadap mutu fisik yaitu kekerasan dan mutu kimia yaitu Brix, asam bebas, sukrosa, dan pati pada buah jambu biji ‘Kristal’. Metode *thermal image* potensial untuk digunakan sebagai pendekripsi tingkat kematangan buah jambu biji ‘Kristal’.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih khusus ditujukan kepada PT. Great Giant Foods Terbanggi Besar, Lampung Tengah melalui PT. Nusantara Tropical Fruits, Labuhan Ratu, Lampung Timur, Indonesia yang telah menyediakan sampel buah jambu biji ‘Kristal’ untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Z.M., Chin, L.H., Lazan, H., 2004. A comparative study on wall degrading enzymes, pectin modifications and softening during ripening of selected tropical fruits. *Plant Sci.* 167, 317–327.
- Badan Pusat Statistik. 2017. Statistik Tanaman Buah – Buahan dan Sayuran Tahunan Indonesia 2017. Badan Pusat Statistik Indonesia. Katalog BPS : 520510.
- Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika. 2007. Budidaya Jambu Biji. <http://hortikultura.litbang.pertanian.go.id/> [12 Agustus 2021].
- Dina, O. M. A., Abdelhalim, R.A., and Elrakha, B. B. 2014. Physicochemical and Nutritional Value of Red and White Guava Cultivars Grown in Sudan. *JAAS* 2(2):27-30.
- Direktorat Perbenihan Hortikultura. 2007. Deskripsi Jambu Biji Varietas Kristal. <http://varitas.net/dbvarietas/deskripsi/3136.pdf>. [12 Agustus 2021].
- Dube, R. Shukla, P. Singh. 2015. Compositional and antioxidant changes in guava (*Psidium guajava* L.) varieties during development and ripening. *Environ. Ecol.* 33(1) 33–36.

- Dumadi, S.R. 2001. Penggunaan Kombinasi Adsorban untuk Memperpanjang Umur Simpan Pisang Cavendish. *Jurnal Teknik dan Industri Pangan*. Vol XII, no 1, 13–20.
- Gonzalez, G. A. 2004. Methyl jasmonate Treatments Reduce Chilling Injury and Activate the Defense Response of Guava Fruits. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 313: 694–701.
- Hong, K., Xie, J., Zhang, L., Sun, D., Gong, D. 2012. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) fruit during cold storage. *Scientia Horticulturae*. 144 : 172–178.
- Killadi, B., Chaurasia, R. and Shukla, DK. 2018. Maturity indices and quality attributes during growth and development in guava cultivars 'shweta' and 'lalit'. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 7(2): 2102 – 2106.
- Kumari, P., Mankar, A., Karuna, K., Homa, F., Meiramkulova, K., and Siddiqui, M. 2020. Mineral composition, pigments, and postharvest quality of guava cultivars commercially grown in India. *Journal of Agriculture and Food Research*.
- Mitra, S.K., Devi, H.L., Chakraborty, I. and Pathak, P.K. 2012. Recent Development in Postharvest Physiology and Storage of Guava. Proc. 3rd IS on Guava and Other Myrtaceae. *Acta Hort.* 959, ISHS 2012.
- Raut, K.D. and Bora, V. 2016. Assessment of Fruit Maturity Using Direct Colour Mapping. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. 3(3): 1540 –1543.
- Widodo, S. E. 2009. Kajian Fisiologis Teknologi Panen dan Pascapanen Buah. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

THERMAL IMAGE METHOD TO DETECT FRUIT Maturity OF 'RED' GUAVA (*PSIDIUM GUAJAVA L.*)

Sri Waluyo¹, Sari Oktavia², Soesiladi Esti Widodo^{3*}, and Zulferiyenni⁴

¹ Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, University of Lampung

² Study Program of Magister Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Lampung

³ Department of Agronomy and Horticulture, Faculty of Agriculture,
University of Lampung

⁴ Department of Agricultural Product Technology, Faculty of Agriculture, University of
Lampung Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1, Bandar lampung, INDONESIA 35145

*Corresponding author: sestiwidodo@gmail.com

Abstract

Guava 'Red' fruit is quite popular and favored by the wider community. Red guava is marketed in fresh or processed form such as fruit juice, jelly and jam. In the cultivation of 'Red' guava, the main obstacle faced by farmers is determining the right harvest time. In this study, the thermal image method was used to detect the maturity level of the 'Red' guava fruit. A total of 30 'Red' guava fruits at various levels of fruit maturity were used as samples. The research was arranged in a factorial design, with three level of fruit maturity: green, yellowish green, and greenish yellow and using 10 fruits each as a replication. The results showed that the level of fruit maturity correlated with fruit temperature, the higher the ripeness of the fruit (indicated by the increase in the content of °Brix and sucrose and the decrease in the content of free acids and starch), the higher the temperature of the fruit. The thermal image analysis can then be potentially used to determine the cultivation time based on physiological fruit maturity.

Keywords: 'Red' Guava (*Psidium guajava L.*), stage of maturity, thermal image

1. INTRODUCTION

Guava (*Psidium guajava L.*) 'Red' is a tropical fruit commodity that is favored by the wider community and has a fairly high economic value. Guava fruit 'Red' contains vitamins A, B1 (Thiamine), B2 (Riboflavin) and C (Ascorbic acid) are quite high [3]. The 'Red' guava fruit is marketed in both fresh and processed forms such as juice, jelly and jam.

In the cultivation of 'Red' guava, the main obstacle faced by farmers is the determination of the right harvest time. The 'Red' guava fruit is harvested only based on physical, even though the same physique could be different levels of physiological maturity because the physical cannot describe the overall physiological impact that can be detected from the start [6].

The harvest of 'Red' guava fruit also depends on the distance traveled by the marketing area. For long distance marketing, harvesting is done when the fruit is still green with a level of maturity that is almost close to perfect so that the fruit is not damaged on the road.

To overcome these problems, a method is needed to detect the maturity level of 'Red' guava fruit by using a thermal image. Thermal Image is one method of detecting the level of fruit maturity. Thermal Image is an analytical tool without damaging the fruit

(non-destructive) or that does not require direct physical contact with the fruit [4]. Thermal Image can detect bruises on the 'Red' guava fruit [1].

This purpose of the research is 1). Apply the thermal image method to detect the maturity level of 'Red' guava fruit; 2). Determine maturity level of 'Red' guava fruit using the thermal image and correlate it to the physical and chemical parameters.

2. MATERIALS AND METHOD

The research was done at the Horticulture and Postharvest Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Lampung. The research was done on March - April 2021. The research material was guava fruit 'Red' which have been classified based on the level of maturity, namely green, yellowish green, and greenish yellow. The tool used is a thermal image camera (FLIR F5 - XT, accuracy $\pm 2^{\circ}\text{C}$, resolution 160 x 120 pixels, thermal sensitivity $< 0,10^{\circ}\text{C}$), image capture box (chamber), digital scale, fruit penetrometer, and 'Atago' hand refractometer.

Implementation of the research was done with a sample of 'Red' guava fruit that had been prepared and then placed the sample unit in the image box to take the thermal image. Prepare the image acquisition unit (image acquisition), check the completeness of the tools in the image capture box such as a camera, the basis for placing objects, and return programs to capture images. The distance between the object holder and the face of the camera lens is about 20-25 cm, during image data collection, the distance must be maintained so that the projection size of all objects is the same. The number of replicate samples for each maturity level was ten, and each sample unit was imaged three times. Taking pictures is done through a computer that has been connected to FIR. If the object of the image has appeared on the monitor screen in a fairly representative position (in the middle of the image field), click on the menu for capturing images taken in color. Then the captured image is saved with a specific file name or code in the form of a jpeg file.

The results of the thermal image are processed using the Image J & MATLAB application. The variables observed were fruit temperature, weight, firmness, dissolved solids content ($^{\circ}\text{Brix}$), free acid, sucrose, and starch. The results of the physical and chemical quality observations will be correlated with the thermal image results using the regression value (R^2) and analyzed by analysis of variance (ANARA) and continued with the Least Significant Difference (BNT) test at a significant level of 5% (Statistix 8).

3. RESULTS AND DISCUSSION

Table 1. Fruit temperature and the physical parameters

Maturity Level	T ($^{\circ}\text{C}$)		Weight (grams)		Firmness (kg/cm ²)	
	($\alpha=5\%$)	($\alpha=15\%$)	($\alpha=5\%$)	($\alpha=15\%$)	($\alpha=5\%$)	($\alpha=15\%$)
Green	28.24 c	28.24 c	258.30 a	258.30 a	20.54 a	20.54 a
Yellowish green	28.45 b	28.45 b	262.20 a	262.20 a	13.24 b	13.24 b
Greenish Yellow	28.73 a	28.73 a	260.00 a	260.00 a	7.47 c	7.47 c
coef. of determination (R^2)			0.150		0.985	

The results of the measurement of the thermal image temperature of the 'Red' guava fruit and the physical parameters of the fruit, namely fruit weight and fruit firmness. At the temperature of the guava fruit "Red" the level of green maturity has a lower temperature than the maturity level of yellowish green and greenish yellow, respectively 28.24°C , 28.45°C and 28.73°C . The more ripe the 'Red' guava fruit, the higher the temperature of the 'Red' guava fruit (Table 1). The result is similar with the

research of [8] stated that ripe fruit has a higher heat capacity than unripe fruit, resulting in an increase in the temperature of the fruit.

The maturity level treatment is influenced by the thermal image temperature variable. The treatment level of maturity and thermal image correlated to the firmness level of the 'Red' guava fruit, the higher the maturity level, and the higher the temperature, the lower the firmness level of the 'Red' guava fruit. Similar with the research results of [10] during the ripening process, several changes occur, including ripening the fruit, changing the composition of the cell wall and lowering cell turgor pressure, followed by the softening process of guava fruit. While the treatment level of maturity and thermal image is not correlated with the weight of the guava fruit 'Red' is presented in (Table 1).

The results of the analysis of variance followed by the Least Significant Difference (BNT) test for each physical parameter both at the significance level $\alpha = 0.05$ and $\alpha = 0.15$ had a significant effect on the fruit firmness variable while the fruit weight variable had no significant effect. Although the weight of the fruit represented by physical parameters was not statistically significant, however, the application of (sensing) fruit temperature can follow changes in the level of fruit maturity. The relationship between fruit scatter temperature and fruit firmness shows a very strong correlation ($R^2 = 0.985$). The more ripe the fruit, followed by a decrease in hardness and an increase in fruit temperature. Meanwhile, the correlation between fruit temperature and fruit weight is very weak ($R^2 = 0.150$).

Table 2. Fruit temperature and the chemical parameters

Maturity Level	T (°C)		⁰ Brix (%)		Free Acid (%)	Sucrose (%)	Starch (%)
	($\alpha=5\%$)	($\alpha=15\%$)	($\alpha=5\%$)	($\alpha=15\%$)			
Green	28.24 c	28.24 c	7.20 c	7.20 c	4.50	0.76	1.14
Yellowish green	28.45 b	28.45 b	7.40 b	7.40 b	3.07	0.89	1.10
Greenish Yellow	28.73 a	28.73 a	8.00 a	8.00 a	2.11	0.99	0.98
coef. of determination (R ²)			0.948		0.974	0.985	0.918

On the (Table 2). The treatment level of maturity and thermal image has a correlation with chemical parameters, namely the content of ⁰brix, free acid, sucrose and starch. The content of ⁰brix guava fruit "Red" at the level of green maturity has a value of 7.20%, yellowish green of 7.40% and greenish yellow of 8.00%, the higher the level of maturity, the temperature will increase, the content of ⁰brix will increase. Ripe fruit is sweeter than unripe fruit. This is supported by research that the increase in pH and TSS values of guava can be explained by oxidation of organic acids and enzymatic hydrolysis of starch during fruit metabolism into simple sugars [5].

The free acid content of 'Red' guava fruit at the green maturity level initially has a value of 4.50% and decreases at the level of yellowish green by 3.07% and greenish yellow by 2.11%, the more ripe the temperature will increase and the free acid content will decrease. The more ripe the guava 'Red', the acidity of the fruit decreases. The results of the study [9] stated that at the beginning of maturity the acidity level was still high as the time of ripening the fruit the acidity of the fruit decreased over time due to the degradation of organic acids.

The sucrose content in the 'Red' guava fruit is ripe, the temperature will increase and the sucrose content will be high. The more ripe the guava 'Red' will taste sweet. This is in line with research that during fruit ripening the value of sucrose increases while glucose and fructose decreases during ripening of guava fruit [7].

The starch content of 'Red' guava fruit for the green maturity level has a value of 1.14%, yellowish green of 1.10 and greenish yellow of 0.98 this means that the more ripe the fruit, the lower the starch content because ripe fruit contains lower starch than fruit. immature. The result is similar with the research of [2] stated that initially the starch content increased and then decreased due to the ripening process of guava fruit.

4. CONCLUSION

The results showed that the thermal image can detect the maturity level of 'Red' guava fruit. At the level of greenish-yellow maturity, the temperature was higher at 28.73 °C compared to the yellowish-green level, which was 28.45 °C and green at 28.24 °C, the more ripe the fruit, the higher the temperature. The level of fruit maturity correlated with fruit temperature, the higher the ripeness of the fruit (indicated by the increase in the content of obrix and sucrose and the decrease in the content of free acids and starch) the higher the temperature of the fruit.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks to Great Giant Foods, Co. Ltd., Terbanggi Besar, Central Lampung, Indonesia, through Nusantara Tropical Fruit, Co. Ltd., Labuhan Ratu, East Lampung, Indonesia for providing fruit samples to this research. Thanks a lot of appreciation to the research team: Nanda, Maya, Riska and Reza.

References

- [1] Chaiwong S, Yoythaisong P, Arwatchananukul S, Aunsri N, Tontiwattanakul K, Trongsatitkul T, Kitazawa H, Saengrayap R 2021
Int. J. Postharvest Biol. Technol. **181** 111641
- [2] Francisco B F, Pellác M G, da Silva O A, Raimundo K F, Caetano J, Lindea G A, Colauto N B, Dragunski D C 2020 *Int. J. Biol. Macromol.* **152** 272–279
- [3] Gill K S, Dhaliwal H S, Mahajan B V C, Paliyath G, and Boora R S 2015 *Int. J. Postharvest Biol. Technol.* **112** 224–232
- [4] Gurupatham S, Fahad K, and Adam H 2018 Improving Shelf-Life Of Fruits Using thermography Conference Proceedings
- [5] Rana S, Siddiqui S, and Goyal A 2015 *J. Food Sci. Technol.* **52(12)** 8148–8155.
- [6] Santosh D T, Tiwari K N, and Reddy R G 2017 *Int. J. Curr. Microbiol. Apps. Sci.* **6** 1275–1291
- [7] Soares F D, Pereira T, Marcia, and Monteiro A R 2007 *J. Food Chem.* **100** 15–21
- [8] Sumriddetchkajorn S, and Yuttana I 2013 Two-Dimensional Fruit Ripeness Estimation using Thermal Imaging Proc. of SPIE International Conference on Photonics Solutions Pattaya: 26–28 May 2013. 8883 1C.
- [9] Tovar C D G, Ospina J D, Porras D P N, Peralta-Ruiz Y, Cordero A P, Castro J I, Valencia M N C, Mina J H, and López C C 2019
Biomolecules **9(9)** 399
- [10] Widodo S E, Zulferiyenni, and Maretha I 2012 *J Agrotropika* **17(1)** 14–18 (Indonesian with English Abstract)

HUBUNGAN ANTARA PELAKSANAAN PROGRAM HUTAN KEMASYARAKATAN DENGAN KINERJA PENYULUH KEHUTANAN DI PROVINSI LAMPUNG

RELATIONSHIP BETWEEN THE IMPLEMENTATION OF COMMUNITY FOREST PROGRAM WITH THE PERFORMANCE OF FORESTRY EXTENSION WOKER IN LAMPUNG PROVINCE

ABSTRACT

The Community Forest Program (HKm) is one of the schemes of the Social Forestry Program (PS), which is a state forest whose main use is to empower the community. Forestry instructors as the spearhead of the implementation of the HKm Program are expected to have the ability as a companion and can help solve problems related to the implementation of the HKm Program. This study aims to determine how the relationship between the implementation of the HKm Program with the performance of forestry extension worker. The research was carried out at UPTD KPH Pematang Neba and UPTD KPH Batu Serampok in August – October 2020, with respondents consisting of 70 members of the HKm group. . The method used is the survey method. The relationship between the implementation of the HKm program and the performance of the forestry extension worker was analyzed using Spearman's Rank correlation. The results showed that there was a significant relationship of 55.6 percent between the implementation of the Hkm Program and the performance of forestry extension worker.

Keywords: Community Forest Program, Performance of Forestry Extension Worker

ABSTRAK

Program Hutan Kemasyarakatan (HKm) adalah salah satu skema dari Program Perhutanan Sosial (PS), merupakan hutan negara yang pemanfaatannya ditujukan untuk memberdayakan masyarakat. Penyuluhan kehutanan sebagai ujung tombak pelaksanaan Program HKm diharapkan mempunyai kemampuan sebagai pendamping dan dapat membantu memecahkan permasalahan terkait pelaksanaan Program Hkm. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana hubungan antara pelaksanaan Program HKm dengan kinerja penyuluhan kehutanan. Penelitian dilaksanakan di UPTD KPH Pematang Neba dan UPTD KPH Batu Serampok pada bulan Agustus – Oktober 2020, dengan responden terdiri dari anggota kelompok HKm berjumlah 70 orang. Metode yang digunakan adalah metode survei. Hubungan antara pelaksanaan Program HKm dengan kinerja penyuluhan kehutanan dianalisis menggunakan korelasi Rank Spearman. Hasil penelitian menunjukkan terdapat hubungan yang nyata sebesar 55,6 persen antara pelaksanaan Program Hkm dengan kinerja penyuluhan kehutanan.

Keywords: Program Hutan Kemasyarakatan, Kinerja Penyuluhan Kehutanan

PENDAHULUAN

Hutan berpotensi sebagai penyedia sistem kehidupan (*Life Supportina Svstem*) termasuk sistem pertanian pangan, dan sebagai penyedia pangan (*Forest for Food Production*). Kegiatan eksplorasi berlebihan untuk memenuhi kebutuhan industri kehutanan, konversi lahan hutan menjadi lahan non hutan (misalnya perkebunan, transmigrasi, jalan raya), timber ekstraksi, illegal logging dan kebakaran hutan, penegakan hukum yang lemah dan ineffisiensi peraturan dalam proses pengusahaan hutan, semua itu menyebabkan sumberdaya hutan dalam kondisi rusak. Tekanan terhadap sumber daya hutan bertambah dengan masuknya masyarakat ke dalam hutan untuk tinggal dan mengelola kawasan hutan.

Provinsi Lampung memiliki luas kawasan hutan sekitar 1.004.735 hektar (28.45 persen) dari luas Provinsi Lampung dengan keadaan kurang lebih 53.34 persen dalam kondisi rusak berdasarkan kondisi penutupan lahannya (Dinas Kehutanan Provinsi Lampung. 2017). Data Dinas Kehutanan Provinsi Lampung (2017) mengungkapkan. Penyebab utama kerusakan kawasan hutan di Provinsi Lampung adalah perambahan hutan sebagai dampak negatif dari peningkatan penduduk memicu peningkatan kebutuhan lahan untuk pemukiman yang mengakibatkan pembangunan pemukiman dan lahan garapan illegal di kawasan hutan negara.

Tingginya tingkat kerusakan hutan memerlukan percepatan dalam perbaikan. Pilihan yang ditempuh adalah memberdayakan masyarakat untuk ikut serta dalam upaya rehabilitasi hutan, dengan harapan dapat mengurangi anggaran negara dan terjadi percepatan rehabilitasi hutan. Pola pengelolaan hutan ini tertuang dalam Program Perhutanan Sosial yang merupakan "sistem pengelolaan hutan lestari yang dilakukan dalam kawasan hutan negara atau hutan hak/hutan adat yang dilaksanakan oleh masyarakat setempat atau masyarakat hukum adat sebagai pelaku utama untuk meningkatkan kesejahteraannya. keseimbangan lingkungan dan dinamika sosial, budaya dalam bentuk salah satunya adalah Hutan Kemasyarakatan (HKM). Peran penyuluhan dalam mendukung perhutanan sosial tertuang dalam Peraturan Direktur Jenderal Perhutanan Sosial dan Kemitraan Lingkungan Nomor P.16/PSKL/SET/ PSL.0/12/2016 tentang Pedoman Penyusunan Pengelolaan Hutan Desa, Rencana Kerja Usaha Izin Usaha Pemanfaatan Hutan Kemasyarakatan dan Rencana Kerja Usaha Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Hutan Tanaman Rakyat.

Penyuluhan memegang peran penting dalam pelaksanaan HKM. Penyuluhan bukan merupakan suatu kegiatan yang hanya berhenti sampai pada tahap penjelasan, namun penyuluhan memiliki peran penting bagi pihak sasaran agar dapat melanjutkan penjelasan itu dalam bentuk kegiatan yang nyata (Samsudin, 1982). Menurut Mardikanto (2003), penyuluhan harus dapat mengidentifikasi kebutuhan sasaran, memberikan petunjuk tentang kebutuhan sasaran yang harus dipenuhinya, dan membimbing sasaran untuk dapat memenuhi kebutuhan tersebut agar sasaran penyuluhan dapat memberikan tanggapan yang baik terhadap pelaksanaan penyuluhan.

Melalui kebutuhan tersebut, masyarakat memiliki persepsi tersendiri terhadap kinerja penyuluhan dalam melaksanakan kegiatan/tugasnya. Kinerja penyuluhan menunjukkan pertanggungjawaban penyuluhan terhadap kegiatan/tugas yang menjadi kewajibannya sebagai penyuluhan. Kinerja penyuluhan dapat dinilai berdasarkan kemampuan masing-masing penyuluhan dalam melaksanakan kegiatan/tugas yang telah ditentukan (Bauua, 2015).

Penilaian terhadap kinerja penyuluhan akan menunjukkan bagaimana tingkat kinerja penyuluhan selama ditugaskan sebagai penyuluhan. Tingkat kinerja penyuluhan yang terlihat dari hasil kerja dalam pelaksanaan kegiatan/tugasnya dapat berbeda-beda tergantung dari masing-masing penyuluhan. Hal ini menunjukkan bahwa dengan kinerja penyuluhan kehutanan yang baik diharapkan akan mendukung program pemerintah. Salah satunya Program Hutan Kemasyarakatan sehingga program ini dapat dilaksanakan dengan baik

oleh masyarakat, namun tidak terlepas dari bantuan penyuluhan kehutanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana hubungan antara pelaksanaan program Hutan Kemasyarakatan dengan kinerja penyuluhan kehutanan.

METODE PENELITIAN

Program HKm dilaksanakan di 9 UPTD KPH dari 17 UPTD KPH yang ada. Penentuan lokasi dilakukan secara sengaja atau *purposive* yaitu dengan memilih UPTD KPH Pematang Neba dan UPTD KPH Batu Serampok. Responden penelitian diambil dari 4 (empat) kelompok HKm di 2 UPTD KPH tersebut, menggunakan salah satu metode *probability sampling*, sehingga diperoleh sebanyak 70 orang responden. Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus – Oktober 2020, dengan metode yang digunakan adalah metode survei. Hubungan antara pelaksanaan Program HKm dengan kinerja penyuluhan kehutanan dianalisis menggunakan uji korelasi Rank Spearman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan Program Hutan Kemasyarakatan (X)

Hutan Kemasyarakatan (HKm) adalah hutan negara yang pemanfaatannya utamanya dimaksudkan untuk memberdayakan masyarakat setempat. Hutan ini dijadikan tempat pengendalian dan pengelolaan sumberdaya hutan oleh masyarakat lokal untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga dan sebagai bagian terpadu dari sistem pertanian setempat (Soemarwoto, 2000). Penyelenggaraan HKm dimaksudkan sebagai pengembangan kapasitas dan pemberian akses legal kepada masyarakat setempat untuk mengelola kawasan hutan secara lestari guna penciptaan lapangan kerja, penanggulangan kemiskinan dan menyelesaikan persoalan sosial. Program HKm dilaksanakan dengan memberdayakan petani dalam wadah kelompok tani hutan untuk memanfaatkan potensi alam yang telah tersedia. Potensi sumberdaya wilayah yang dimanfaatkan dapat dijadikan sarana untuk meningkatkan kualitas hidup petani, baik dari aspek ekonomi maupun sosial budaya dengan tetap berpedoman pada aspek kelestarian lingkungan. Kebijakan pemanfaatan kawasan hutan ini juga mengurangi jumlah pengangguran dan ketimpangan pengelolaan kawasan hutan dengan menitikberatkan pada manajemen hutan yang dibantu oleh penyuluhan. Penelitian pelaksanaan Program HKm ini dilihat dari tiga indikator, yaitu aspek teknis dan ekologis, aspek ekonomi dan aspek kelembagaan.

Aspek Teknis dan Ekologis

Aspek teknis dan ekologis pelaksanaan Program HKm merupakan bentuk pemberdayaan petani dan pemanfaatan kawasan hutan dengan memperhatikan kelestarian lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penilaian responden terhadap aspek teknis dan ekologis pelaksanaan Program HKm dalam kategori baik. Penyuluhan kehutanan memberikan penyuluhan dan pembinaan mengenai teknik usahataninya berupa pola tanam dan kombinasi tanaman pada areal HKm. Penyuluhan juga melakukan penyuluhan dan pembinaan mengenai teknik konservasi hutan seperti rencana pengelolaan dan teknik konservasi areal HKm.

Pelaksanaan program HKm pada aspek ekologis berupa penyuluhan dan pembinaan mengenai pemeliharaan dan perbanyaktan tanaman hutan. Jenis tanaman yang dikembangkan dalam HKm berbeda-beda sesuai dengan kondisi biofisiknya dan sistem penanaman yang dikembangkan adalah multi strata tajuk. Sistem multi strata tajuk tersebut memiliki dua fungsi yakni fungsi lindung terhadap tanah dan fungsi ekonomi dengan memberikan pendapatan bagi petani secara berkelanjutan. Terkait dengan pemeliharaan, ada sebagian petani yang menggunakan pupuk untuk kegiatan usahataninya, dan sebagian yang lain hanya mengandalkan kesuburan tanah dan lingkungan dalam menanam jenis tanaman tertentu.

Aspek Ekonomi

Pemberdayaan masyarakat dalam Program HKm, tidak hanya pelibatan namun merupakan proses peningkatan kemampuan dan kemandirian masyarakat setempat untuk memanfaatkan sumber daya hutan melalui pengembangan kapasitas dan pemberian akses dalam rangka peningkatan kesejahteraan masyarakat setempat. Program HKm diharapkan bisa memberikan sumbang yang cukup berarti bagi pengembangan ekonomi rumah tangga petani hutan. Hasil penelitian bahwa responden menilai aspek ekonomi pelaksanaan program HKm dalam kategori baik. Responden cukup merasakan memperoleh manfaat ekonomi dengan adanya program HKm.

Penyuluhan kehutanan, selain memberikan penyuluhan dan pembinaan mengenai kegiatan budidaya tanaman hutan, juga memberikan penyuluhan dan pendampingan kepada petani HKm mengenai potensi ekonomi dan pemanfaatan kawasan hutan. Sebagian petani juga mengaku mendapatkan penyuluhan mengenai pemanfaatan dan pemungutan HHBK (Hasil Hutan Bukan Kayu), pemanfaatan jasa aliran air, dan pemanfaatan jasa lingkungan. Materi penyuluhan dan pembinaan yang disampaikan disesuaikan dengan kebutuhan dan kesiapan petani dalam mengaplikasikan materi penyuluhan sehingga masing-masing kelompok tani hutan mendapatkan materi penyuluhan dan pembinaan yang tidak sama.

Aspek Kelembagaan

Pengelolaan HKm dilakukan secara perorangan pada lahan garapan milik masing-masing anggota kelompok. Keputusan teknis pengelolaan hutan seperti penanaman, pemeliharaan dan pemanenan bergantung pada kesepakatan kelompok. Hasil penelitian yaitu penilaian responden terhadap aspek kelembagaan pelaksanaan program HKm dalam kategori baik.

Kelembagaan kelompok di empat kelompok penelitian telah tersusun yang terdiri dari ketua, sekretaris, bendahara dan anggota, namun sebagian kelompok tani belum rutin menyusun program kerja kelompok, dan kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan oleh kelompok tani juga belum tercatat dengan baik. Sistem pembagian tugas dalam kelompok tani baru sebagian yang dilakukan dengan baik, masih dominan pelaksanaan tugas yang dibebankan kepada beberapa orang saja. Pengelolaan kelembagaan kelompok tani dibantu oleh penyuluhan kehutanan sejak pertama pembentukan hingga saat ini.

Kinerja Penyuluhan Kehutanan (Y)

Kinerja penyuluhan merupakan respon atau perilaku individu terhadap keberhasilan kerja yang dicapai oleh individu secara aktual dalam suatu organisasi sesuai tugas dan tanggung jawab yang diberikan kepadanya yang dilaksanakan secara efektif dan efisien berdasarkan periode waktu tertentu dalam rangka mencapai tujuan organisasi. Kinerja penyuluhan kehutanan merupakan sekumpulan dari penilaian tingkat kinerja dalam melaksanakan kegiatan penyuluhan kehutanan. Kinerja penyuluhan kehutanan pada penelitian ini mengacu kepada dua indikator yaitu tugas pokok penyuluhan kehutanan dan perilaku kerja.

Tugas Pokok Penyuluhan Kehutanan

Tugas pokok penyuluhan kehutanan merupakan pekerjaan yang menjadi tanggung jawabnya untuk mencapai tujuan penyuluhan kehutanan. Tugas pokok penyuluhan kehutanan terdiri dari kegiatan persiapan, pelaksanaan, dan pengembangan penyuluhan kehutanan. Berdasarkan hasil penilaian responden kinerja penyuluhan kehutanan pada indikator tugas pokok berada pada klasifikasi baik. Klasifikasi baik menunjukkan bahwa sebagian besar responden menilai penyuluhan kehutanan dalam menjalankan tugas

pokoknya sudah baik, dimulai dari persiapan, pelaksanaan, dan pengembangan penyuluhan kehutanan.

Persiapan penyuluhan kehutanan meliputi penyusunan program penyuluhan, penyusunan RKT perorangan dan penyusunan kebutuhan materi, metode, serta informasi penyuluhan kehutanan. Selain itu, menurut Suhanda, dkk., (2008), perencanaan yang termasuk dalam persiapan penyuluhan menempati skor tinggi dalam penilaian kinerja penyuluhan. Pelaksanaan penyuluhan kehutanan meliputi penyampaian materi penyuluhan, penerapan metode penyuluhan, pengorganisasian sasaran penyuluhan dan pengembangan jejaring kerja obyek penyuluhan kehutanan. Menurut Yanfika, et al (2019) menyatakan efektivitas penyuluhan yang masih rendah disebabkan oleh metode penyuluhan yang terbatas pada metode ceramah, oleh karena itu penting untuk melakukan kegiatan penyuluhan dengan metode yang bervariasi sesuai kebutuhan sasaran dan dapat meningkatkan kompetensi pelaku usaha.

Perilaku Kerja Penyuluhan Kehutanan

Perilaku kerja penyuluhan kehutanan merupakan tindakan dan sikap yang ditunjukkan oleh penyuluhan dalam melaksanakan tugas-tugas yang ada di tempat mereka bekerja. Perilaku kerja terdiri dari orientasi pelayanan, komitmen melaksanakan tugas dengan baik, inisiatif kerja, dan kerja sama pelaksanaan penyuluhan. Orientasi pelayanan merupakan sikap yang ditunjukkan oleh penyuluhan dalam berinteraksi dengan petani, antara lain-sikap sopan dan ramah dalam melakukan penyuluhan dan pembinaan. Sebagian besar responden juga menilai penyuluhan cukup memuaskan dan responsif dalam memberikan penyuluhan dan pembinaan, serta menyampaikan informasi yang berguna dan dapat dipercaya.

Penyuluhan memiliki komitmen yang baik dalam melaksanakan tugas. Penyuluhan merupakan sosok yang bertanggung jawab dan bersungguh-sungguh selama melaksanakan penyuluhan dan pembinaan. Penyuluhan memiliki inisiatif kerja dan sering menyampaikan ide-ide terkait penyuluhan dan pembinaan kelompok HKm, selain itu bisa bekerjasama dengan semua pihak yang terlibat dalam kegiatan penyuluhan dan pembinaan.

Hubungan antara Pelaksanaan Program Hutan Kemasyarakatan dengan Kinerja Penyuluhan Kehutanan

Kinerja penyuluhan kehutanan merupakan salah satu pendekatan yang digunakan untuk melihat tercapai atau tidaknya tujuan dari suatu program. Penyuluhan kehutanan dituntut untuk meningkatkan kompetensi dan kinerja yang baik dalam mengawal program-program pembangunan, termasuk pembangunan kehutanan. Hubungan antara pelaksanaan Program HKm (X) dengan kinerja penyuluhan kehutanan (Y) dianalisis menggunakan korelasi Rank Spearman. Berikut hasil pengolahan dan perhitungan data dengan menggunakan program SPSS.

Tabel 1. Hasil Analisis Hubungan Pelaksanaan Program HKm dengan Kinerja Penyuluhan Kehutanan

			Pelaksanaan HKm	Kinerja PPL
Spearman's rho	Pelaksanaan HKm	Correlation Coefficient	1,000	,556**
		Sig. (2-tailed)	.	,000
		N	70	70
	Kinerja PPL	Correlation Coefficient	,556**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,000	.
		N	70	70

Keterangan :

** : berhubungan nyata pada taraf kepercayaan 99% ($\alpha = 0,01$)

* : berhubungan nyata pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$)

tn : tidak nyata pada taraf kepercayaan 95% dan 99%

Tabel 1 menunjukkan bahwa hubungan pelaksanaan program HKm dengan kinerja penyuluh kehutanan adalah 0,556 dengan nilai signifikansi sebesar 0,000 sehingga dapat disimpulkan bahwa pelaksanaan program HKm dengan kinerja penyuluh kehutanan memiliki hubungan yang signifikan positif dan memiliki interpretasi bahwa kinerja penyuluh kehutanan ditentukan oleh pelaksanaan program hutan kemasyarakatan sebesar 55,6 persen sisanya 54,4 persen ditentukan oleh variabel lain. Nilai koefisien korelasi sebesar 0,556 memiliki arti hubungan yang kuat. Hal ini berarti, apabila kinerja penyuluh kehutanan baik maka program pemanfaatan HKm akan berjalan dengan efektif dan dapat mencapai tujuan serta sasaran dari program tersebut. Perubahan kinerja penyuluh akan diikuti secara positif oleh tingkat pelaksanaan program HKm oleh petani.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Chandra, Muani, Komariyati (2018). Kinerja penyuluh pertanian lapangan sangat penting dalam pengembangan subsistem produksi. Kinerja penyuluh berhubungan sangat nyata dengan tingkat penerapan teknologi budidaya jagung spesifik lokasi. Namun kekuatan hubungan kedua variabel dalam penelitian ini termasuk kategori rendah. Penyebab rendahnya kekuatan hubungan tersebut adalah petani tidak sesuai menerapkan teknologi budidaya jagung spesifik lokasi yang dianjurkan oleh penyuluh.

Penyuluh kehutanan harus bisa menempatkan anggota kelompok sebagai rekan kerja dalam pelaksanaan program yang bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan anggota kelompok HKm. Hal ini dapat dicapai melalui peningkatan pengetahuan dan keterampilan, dan yang paling penting dari tugas seorang penyuluhan adalah merubah sikap mental yang mendasari tingkah laku para petani menjadi lebih baik. Sikap mental ini jika telah terwujud maka akan mudah bagi penyuluh dan petani dalam melaksanakan program-program pembangunan termasuk kehutanan. Hal ini didukung oleh Nurmayasari *et al* (2020) yang menyebutkan bahwa kepuasan petani terhadap kinerja penyuluh pertanian dan ini akan berdampak pada keikutsertaan petani dalam kegiatan penyuluhan pertanian.

KESIMPULAN

Hasil penelitian bahwa hubungan pelaksanaan Program HKm dengan kinerja penyuluh kehutanan adalah 0,556 dengan nilai signifikansi sebesar 0,000 sehingga dapat disimpulkan bahwa pelaksanaan Program HKm dengan kinerja penyuluh kehutanan memiliki hubungan yang signifikan positif dan memiliki interpretasi bahwa kinerja penyuluh kehutanan ditentukan oleh pelaksanaan Program HKm sebesar 55,6 persen dengan nilai signifikansi sebesar 0,000 sehingga dapat disimpulkan bahwa pelaksanaan Program HKm dengan kinerja penyuluh kehutanan memiliki hubungan yang signifikan positif. Nilai koefisien korelasi sebesar 0,556 memiliki arti hubungan yang kuat. Hal ini berarti, apabila kinerja penyuluh kehutanan baik maka Program HKm akan berjalan dengan efektif dan dapat mencapai tujuan serta sasaran dari program tersebut. Perubahan kinerja penyuluh akan diikuti secara positif oleh tingkat pelaksanaan Program HKm oleh anggota kelompok HKm..

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, K. 2003. Strategi Peningkatan Efisiensi Usaha Perhutanan Rakyat. *Jurnal Hutan Rakyat* Vol 1 (1).
- Bahua, M. I., Jahi, A., Asngari, P.S., Saleh, A dan Purnaba, I, G.P. 2010. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Penyuluhan Pertanian dan Dampaknya pada Perilaku Petani Jagung di Provinsi Gorontalo. Disertasi. Bogor: Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Chandra, H., Muani, A., Komariyati. 2018. Kinerja Penyuluhan Pertanian Lapangan dalam Pengembangan Agribisnis Jagung Spesifikasi Lokasi di Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Social Economic of Agriculture*, Vol 7 (1).
- Nurmayasari, I., Mutholib, A., Damayanti, N,A,L dan Safitri, Y. 2020. Kesetaraan Gender pada Rumah Tangga Petani Padi Sawah di Kecamatan Gading Rejo Kebupaten Pringsewu. *Journal of Extension and Development*. Vol 1 (2).
- Mardikanto. 1993. *Redefinisi dan Revitalisasi Penyuluhan Pertanian*. Jakarta : PT. Rineka Cipta.
- Samsudin. 1982. *Pengantar Penyuluhan Pertanian*. Surakarta : Hapsara Press.
- Soemarwoto. 2000. *Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Suhanda, N.S., Jahi, A., Sugen, B.G. dan Susanto, D. 2008. Kinerja Penyuluhan Pertanian di Jawa Barat. *Jurnal Penyuluhan*. 4(2).
- Yanfika, H., Amanah, S., Fatchiya, A., Asngari, P,S., Mutolib, A., Rangga, K.K. 2020. The Influence Of Extension Activities on The Competencies of Traditional Fisheries Processing In Lampung Province.JPHPI Vol 23 (1).