

Volume 6, Nomor 2, 2022

ISSN: 2615-2207 /EISSN : 2579-843X

# AGROSAINSTEK

*Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*

<http://agrosainstek.ubb.ac.id>

# **AGROSAINSTEK**

*Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*

**Volume 6, Nomor 2, 2022**

**PISSN : 2615-2207**

**EISSN : 2579-843X**

## **DAFTAR ISI (CONTENT)**

Morfologi, Hasil, dan Korelasi Organ Vegetatif dan Generatif Tanaman Kedelai Varietas Wilis di Tanah Masam pada Musim Hujan <i>M. Umar Harun, Chandra Irsan, dan Haris Kriswantoro.....</i>	1 – 8
Optimasi Produksi dan Mutu Benih Padi Varietas PBM UBB 1 dengan Bakteri Pelarut Fosfat dan Pupuk Fosfat <i>Kartika, M. Rahmad Suhartanto, Abdul Munif, Endah Retno Palupi, Satriyas Ilyas.....</i>	9 – 18
Sifat Gelatinisasi Beras Hitam Pratanak Varietas Sirampog pada Variasi Waktu Perendaman dan Konsentrasi Natrium Sitrat <i>Agung Widodo, Nur Aini, Hidayah Dwiyaniti.....</i>	19 – 27
Induksi Kalus Sisik Umbi Liliium longiflorum Thunb. oleh Auksin dan Sitokinin, serta Respons Pertumbuhannya Secara In Vitro <i>Yeni Ekawati, Anggraeni, Apriliana Dyah Prawestri, Eddy Nurtjahya.....</i>	28 – 37
Kualitas Kimia Kompos Hasil Biokonversi Berbagai Jenis Limbah Organik Menggunakan Larva Black Soldier Fly dan EM-4 <i>Deni Pratama, Rion Apriyadi, Rahmad Lingga, Meri Rahmawati.....</i>	38 – 47

Foto sampul : Pepaya

Foto oleh : Deni Pratama



9 772579 843005

# **AGROSAINSTEK**

*Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*

Volume 6 ▪ Nomor 2 ▪ 2022

PISSN : 2615-2207

EISSN : 2579-843X

## **KETUA EDITOR (*EDITOR IN CHIEF*)**

Deni Pratama, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

## **ANGGOTA EDITOR (*EDITORIAL BOARD MEMBERS*)**

Gigih Ibnu Prayoga, S.P., M.P. (Universitas Bangka Belitung)

Ropalia, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

Herry Martha Saputra, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

Anggraeni, S.Si., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

Santika Sari, S.P., M.P. (Universitas Padjadjaran)

Yati Setiati, S.P., M.P. (Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati)

Winda Wahyuni, S.P, M.Si (Universitas Bangka Belitung)

Novi Handayani, A. Md. (Universitas Bangka Belitung)

## **PENERBIT (*PUBLISHER*)**

Universitas Bangka Belitung

## **ALAMAT EDITOR (*EDITORIAL ADDRESS*)**

Program Studi Agroteknologi  
Fakultas Pertanian, Perikanan dan Biologi, Universitas Bangka Belitung  
Gedung Semangat, Kampus Terpadu Balunijuk,  
Desa Balunijuk Kecamatan Merawang Kabupaten Bangka  
E-mail: agrosainstek@gmail.com

## **AKREDITASI (*ACCREDITATION*)**

Terakreditasi nasional peringkat SINTA 2 berdasarkan SK Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kemenristekdikti Nomor: 36/E/KPT/2019

## **MITRA BESTARI (REVIEWERS)**

Nono Carsono, S.P., M.Sc., Ph.D. (Universitas Padjadjaran)

Dr. Sosiawan Nusifera, S.P., M.P. (Universitas Jambi)

Dr. Inanpi Hidayati Sumiasih, S.P., M.Si. (Universitas Trilogi)

Budy Frasetya Taufik Qurrohman, S.TP., M.P. (Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati)

Jakty Kusuma, S.P., M.P. (Politeknik Negeri Lampung)

Fitri Widiyanti, SP., MBtS., PhD. (Universitas Padjadjaran)

Dr. Tri Lestari, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

Dr. Eries Dyah Mustikarini, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

Dr. Ismed Inonu, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

Dr. Ratna Santi, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

Dr. Ihsan Nurkomar, S.P. (Universitas Muhammadiyah Yogyakarta)

Dr. M. Khais Prayoga, S.P., M.P. (Pusat Penelitian Teh dan Kina)

Agustin Zarkani S.P., M.Si., Ph.D. (Universitas Bengkulu)

Dr. Nyayu Siti Khodijah, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

Rion Apriyadi, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

Sari Intan Kailaku, S.TP., M.Si. (Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian)

Ankardiansyah Pandu Pradana, S.P., M.Si. (Universitas Jember)

Muh. Adiwena, S.P., M.Si. (Universitas Borneo Tarakan)

Dr. Yani Maharani, S.P., M.Si. (Universitas Padjadjaran)

Dr. Syarifah Yusra, S.TP., M.Sc. (Universitas Sains Cut Nyak Dhien)

Dr. Nani Ratnaningsih, S.TP., M.P. (Universitas Negeri Yogyakarta)

Vira Kusuma Dewi, S.P., M.Sc., Ph.D (Universitas Padjadjaran)



# AGROSAINSTEK

## Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian

Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>

### Research Article

## Morfologi, Hasil, dan Korelasi Organ Vegetatif dan Generatif Tanaman Kedelai Varietas Wilis di Tanah Masam pada Musim Hujan

### *Morphology, Yield, and Correlation of Vegetative and Generative Organs of Soybean from Wilis Varieties on Acid Soil in the Rainy Season*

M. Umar Harun<sup>1\*</sup>, Chandra Irsan<sup>2</sup>, dan Haris Kriswantoro<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Palembang

<sup>2</sup>Program Studi Hama dan Penyakit Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Palembang

<sup>3</sup>Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Palembang, Palembang

Received: July 1, 2022 / Received in revised : Oktober 4, 2022 / Accepted: Desember 29, 2022

#### ABSTRACT

*Soybean poorly performed if planted during dry season. Planting during the rainy season can overcome problem of limited water availability. This study examines the response of soybean to rainy season in acid dry land. Research was conducted at Timbangan village, Ogan Ilir, South Sumatra from October 2020 through January 2021. Soybean seeds of Wilis variety as planting material were already one month old. The research was carried out without applying experimental design. Five plots were prepared with each size 4 m x 2.5 m, and planted in 6 rows. Soil was prepared by thoroughly mixing with dolomite (2 tons ha<sup>-1</sup>), chicken manure 10 tons ha<sup>-1</sup>, and Urea (50 kg ha<sup>-1</sup>), SP 36 (100 kg ha<sup>-1</sup>), and KCl (50 kg ha<sup>-1</sup>). Sampling of plants by purposive sampling. The variables measured were plant height, number of leaves, number of branches, number of filled pods, weight of seeds per plant, dry weight of pods, stems, leaves, and roots. Finding of the research, plant height (68.5±5.45 cm) and weight of 100 seeds per plant (13.19±3.27 g) was above description. Correlation-regression test showed that root dry weight had a significantly positive correlation to stems and branch numbers, leaf dry weight and pod dry weight.*

**Keywords:** dry weight, growth, seed, yield

#### ABSTRAK

*Tanaman kedelai menunjukkan penampilan yang rendah jika ditanam saat musim kemarau. Penanaman saat musim hujan dapat mengatasi masalah terbatasnya ketersediaan air. Penelitian bertujuan mengkaji respons kedelai terhadap musim hujan di lahan kering masam. Penelitian dilaksanakan Desa Timbangan, Ogan Ilir, Sumsel sejak Oktober 2020 sampai Januari 2021. Benih kedelai berasal dari varietas wilis yang berumur satu bulan. Penelitian disusun menggunakan metode noneksperimental. Ada lima petak tanam yang dipersiapkan dengan masing-masing ukuran (4 m x 2.5 m), jarak tanam 40 cm x 20 cm, dan ada enam baris tanam. Setiap petak tanam diberi dolomit dosis 2 ton ha<sup>-1</sup>, pupuk kandang ayam 10 ton ha<sup>-1</sup>, dan Urea (50 kg ha<sup>-1</sup>), SP 36 (100 kg ha<sup>-1</sup>), dan KCl (50 kg ha<sup>-1</sup>). Pengambilan sampel secara sengaja. Peubah yang diukur yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang, jumlah polong isi, berat biji per tanaman, bobot kering untuk polong, batang-cabang, daun, dan akar. Hasil penelitian menunjukkan kedelai varietas Wilis mempunyai tinggi*

\*Korespondensi Penulis.

E-mail : [mumarharun@unsri.ac.id](mailto:mumarharun@unsri.ac.id)

DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v6i2.393>

(68.5±5.45 cm) dan berat 100 biji per tanaman (13.19±3.27 g) yang melebihi rata-rata deskripsi. Persentase distribusi bobot kering organ vegetative (41.92%) dan organ generative (58.08%). Pengujian regresi-korelasi menunjukkan bobot kering akar berkorelasi positif yang signifikan terhadap bobot kering batang dan cabang, bobot kering daun dan bobot kering polong.

**Kata kunci: benih, berat kering, hasil, pertumbuhan**

## 1. Pendahuluan

Indonesia sebagai negara dengan konsumsi kedelai tertinggi di dunia setelah China dengan impor pada tahun 2018 sebanyak 2.6 juta ton, dan kedelai diimpor terbanyak dari Amerika Serikat yaitu 2.5 juta ton. Produksi kedelai nasional pada tahun 2020 yaitu 983.598 ton sehingga berdampak terhadap angka import yang tetap di atas 2 juta ton per tahun (BPS 2021). Untuk meningkatkan produksi kedelai nasional tentu perlu upaya yang holistik dan komprehensif sebab komoditi ini sangat dipengaruhi oleh kondisi sosial-ekonomi petani (harga kedelai), lingkungan tumbuh (tanah dan agroklimat), sumberdaya genetik (varietas dan galur) dan manajemen air di lahan (Fatimah & Saputro 2016; Wahyudin *et al.* 2017).

Secara umum kegiatan budidaya kedelai di Indonesia dilakukan pada Musim Tanam ke dua (MT2) yaitu dari Februari sampai Mei atau setelah panen padi gogo/ladang. Saat MT 2 akan terjadi fluktuasi jumlah hari hujan dan curah hujan sehingga tanaman kedelai dapat mengalami gangguan cekaman air. Ruminta *et al.* (2020) menginformasikan bahwa perubahan pola curah hujan berdampak nyata terhadap organ vegetative dan generatif tanaman kedelai. Sementara itu menurut Tampubolon *et al.* (2017), iklim/cuaca sebagai faktor lingkungan sangat berhubungan dengan faktor genetik dalam mengendalikan pertumbuhan dan kualitas hasil tanaman pangan.

Untuk mensejahterakan masalah tanaman kedelai yang berkaitan dengan adaptasi varietas atau galur terhadap stress kekeringan dan juga stress air berlebihan dengan kondisi tanah masam telah dilakukan penelitian oleh para ahli. Adie & Krisnawati (2019) melaporkan bahwa setiap genotipe kedelai memiliki respon tidak sama terhadap kondisi lingkungan yang sama ataupun lingkungan yang berbeda. Akibatnya, suatu genotipe dapat menghasilkan pertumbuhan dan hasil yang tidak sama antar wilayah budidaya tanaman. Galur dan varietas unggul biasanya mempunyai pertumbuhan dan hasil tinggi pada berbagai ekologi pertanian (Kuswantoro *et al.* 2017). Kebutuhan kedelai terhadap air di lahan kering akan tercukupi selama musim hujan, dan persoalan tanah masam juga telah disiasati dengan pengapuran, pukan, dan pemupukan sesuai dengan rekomendasi setempat. Hasibuan *et al.* (2018)

menginformasikan bahwa pemberian amelioran dan pupuk dapat menaikkan hasil kedelai di lahan kering masam. Mengingat sudah ada paket budidaya kedelai pada tanah masam maka dilakukan penelitian lanjutan yaitu pengujian tentang respons kedelai varietas wilis dari sisi penampilan morfologi dari organ vegetatif dan generatif serta korelasinya saat musim hujan, dan diharapkan dapat memberikan informasi dalam rangka ekstensifikasi kedelai di lahan kering dengan perubahan waktu tanam kedelai.

## 2. Bahan dan Metode

Penelitian telah dilaksanakan di Desa Timbangan dengan koordinat S.-3.200214 dan E.104.661240, Kecamatan Indralaya, Kabupaten Ogan Ilir, mulai dari bulan Oktober 2020 sampai Januari 2021. Lahan yang digunakan adalah lahan kering masam dari jenis Ultisol (pH tanah 4.2).

Pada penelitian ini dipersiapkan lima petak percobaan yang dipersiapkan dengan masing-masing ukuran 4 m x 2.5 m, dan jarak antar petak dipisahkan oleh saluran sedalam 20 cm dan lebarnya 30 cm. Petak tanam diolah sedalam 30 cm dengan menggunakan tractor tangan, dan pembentukan petak dengan menggunakan cangkul. Petak tanam setelah terbentuk dilanjutkan dengan penaburan dolomit sebanyak 2.4 kg per petak dengan lama inkubasi 14 hari. Pupuk kandang dengan dosis 12 kg per petak diberikan pada saat petak tanam setelah masa inkubasi dolomit. Kedelai varietas Wilis ditugalkan sebanyak dua biji per lubang dengan jarak tanam 40 cm x 20 cm sehingga terdapat enam baris tanam untuk setiap petak. Tujuh hari setelah tanam dilakukan seleksi untuk dipilih satu tanaman terbaik dari setiap lubang tanam.

Pupuk yang digunakan yaitu Urea (50 kg ha<sup>-1</sup>), SP 36 (100 kg ha<sup>-1</sup>), dan KCl (50 kg ha<sup>-1</sup>) atau urea (60 g petak<sup>-1</sup>), SP 36 (120 g petak<sup>-1</sup>), dan KCl (60 g petak<sup>-1</sup>). Semua pupuk diberikan saat tanam melalui ditaburkan secara merata pada larikan antar baris, dan khusus urea diberikan dua kali yaitu setelah tanam benih dan saat fase generatif. Insektisida yang dipakai ialah karbofuran 30 g per petak yang diberikan saat tanam sampai menjelang panen dengan interval setiap bulan. Pengendalian gulma dilakukan secara manual sejak tanaman berumur dua minggu dengan interval setiap dua minggu sekali sampai menjelang panen.

Sampel tanaman ditetapkan berdasarkan acak dengan menggunakan unit sampel dengan ukuran 60 cm x 50 cm yang diwakili sebanyak 6 tanaman. Untuk setiap petak tanam dilakukan dua kali pengambilan sampel yang posisinya diacak sehingga total ada 10 unit sampel sehingga jumlah total sebanyak 60 tanaman sampel.

Pengukuran peubah dilakukan pada organ vegetatif dan generatif tanaman kedelai untuk setiap sampel tanaman, yaitu terdiri dari tinggi tanaman (cm), jumlah cabang (cabang), jumlah daun (helai), jumlah polong isi (polong), berat kering polong (g), berat biji per tanaman, berat kering batang dan cabang (g), berat kering daun (g), berat kering akar (g), berat 100 biji (g), dan berat kering tanaman, diukur dengan cara menimbang seluruh organ vegetative bagian atas dan bagian bawah tanaman (tajuk+akar) yang telah kering oven, serta ditambah dengan berat kering polong dan biji.

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran peubah pada setiap sampel tanaman, selanjutnya dianalisis secara tabulasi. Data dari setiap peubah yang ditampilkan secara tabulasi diperoleh dengan cara menghitung rata-rata dan standar deviasinya. Selanjutnya data diuji lebih lanjut dengan menggunakan regresi-korelasi untuk mengetahui hubungan keeratan antar peubah.

Metode analisis deskriptif menggunakan nilai koefisien determinasi untuk mendapatkan hubungan antara factor X dan Y. Pengujian koefisien determinasi ini dilakukan untuk mengukur kemampuan model dalam menerangkan pengaruh variabel independen secara bersama (stimultan) terhadap variabel dependen berupa nilai *adjusted R - Squared* (Ghozali 2016). Selanjutnya, nilai koefisien determinasi menunjukkan kontribusi variabel bebas dalam model regresi terhadap variasi dari variabel tidak bebas. Koefisien determinasi dapat dilihat melalui nilai R-square ( $R^2$ ) pada tabel Model Summary. Menurut Ghozali (2016) nilai koefisien determinasi yang kecil memiliki arti bahwa kemampuan variabel - variabel bebas dalam menjelaskan variabel tidak bebas menjadi sangat terbatas, Sebaliknya jika nilai mendekati 1 (satu) dan menjauhi 0 (nol) memiliki arti bahwa variabel - variabel bebas memiliki kemampuan untuk memprediksi variabel tidak bebas.

### 3. Hasil

Rerata tampilan vegetatif dan generatif serta standard deviasi dari kedelai varietas Willis yang dibudidayakan pada musim hujan di lahan kering masam tercantum pada Tabel 1. Sementara itu, tampilan tinggi tanaman yang dihasilkan melebihi deskripsi kedelai Willis yang biasanya sekitar 50 cm (Tabel 2).

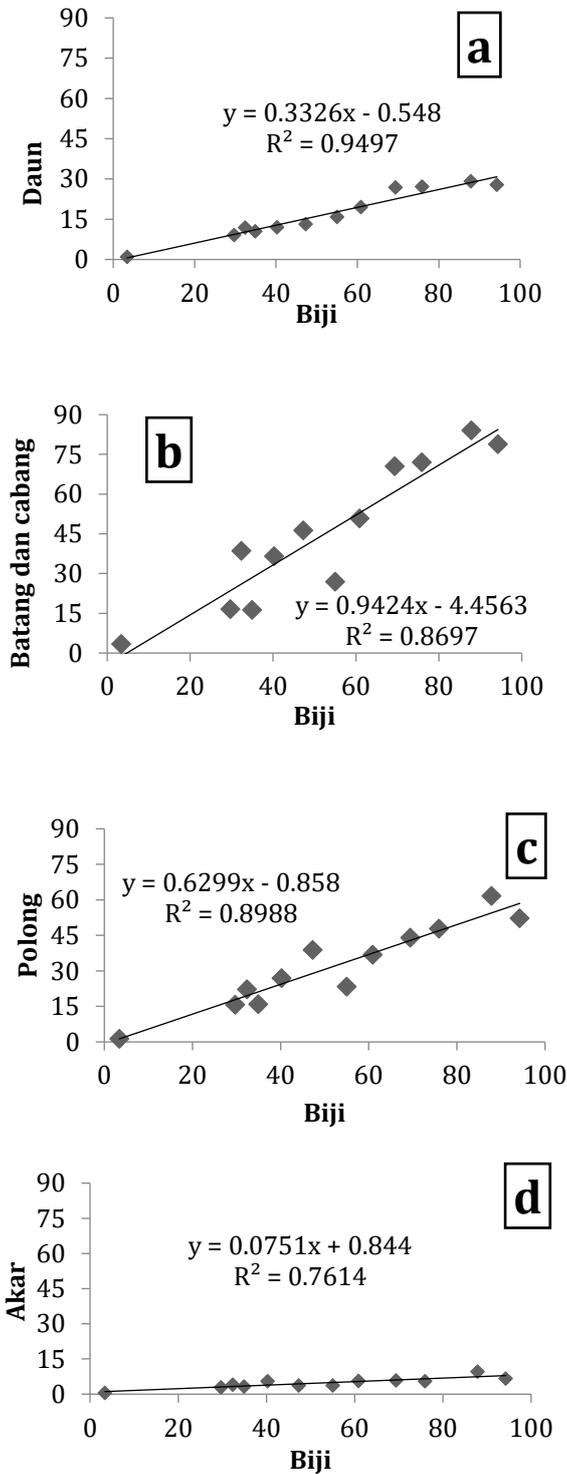
Tabel 1. Rerata penampilan vegetatif dan generatif serta standard deviasi dari kedelai varietas Willis.

Parameter	Rerata	Standar Deviasi
Tinggi Tanaman (cm)	68.50	± 5.45
Jumlah Daun (helai)	36.70	± 8.13
Jumlah Cabang (cabang)	14.20	± 1.48
Jumlah Polong isi (polong)	161.29	± 13.5
Berat biji (g/tan)	44.85	± 2.67
Berat Kering Polong (g)	36.93	± 6.91
Berat Kering batang dan cabang (g)	36.02	± 9.85
Berat Kering Daun (g)	17.27	± 1.23
Berat Kering Akar (g)	5.73	± 0.86
Berat Kering tanaman (g)	95.95	± 4.11
Berat 100 Biji (g)	13.19	± 3.17

Keterangan: Jumlah sampel sebanyak 60 tanaman

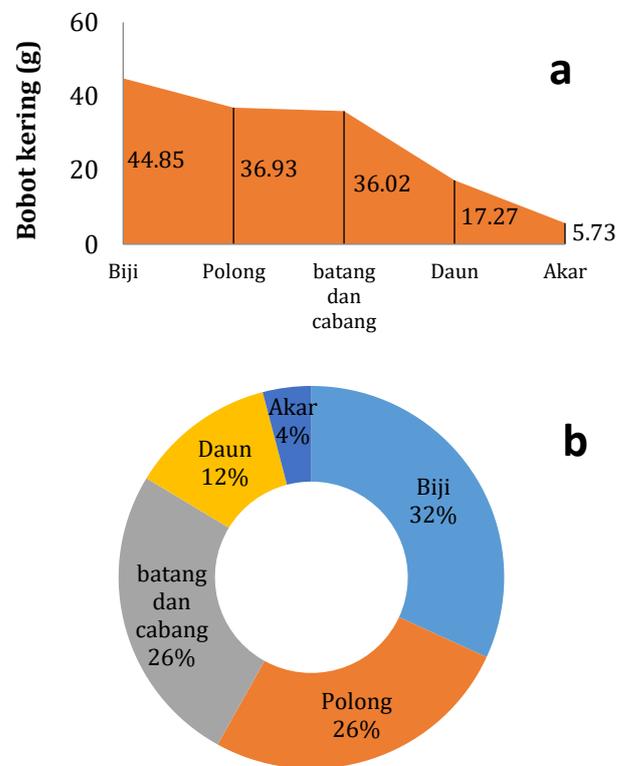
Kecenderungan hubungan dan besarnya peran masing-masing organ vegetatif tanaman kedelai terhadap produksi biji dapat dilihat dari nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang diperoleh, sebagaimana terlihat pada Gambar 1. Organ vegetatif yang paling menentukan pertumbuhan biji adalah daun ( $R^2=0.95$ ) (Gambar 1a), polong dengan biji ( $R^2=0.89$ ) (Gambar 1b), batang dan cabang dengan biji ( $R^2=0.87$ ) (Gambar 1c), dan akar dengan biji ( $R^2=0.76$ ) (Gambar 1d).

Berdasarkan besarnya peran dari setiap hubungan nilai  $R^2$  dengan empat peubah yang diuji maka ini dapat dinyatakan bahwa untuk pertumbuhan biji diperlukan daun sebagai pemasok fotosintat utama, yang selanjutnya menyebabkan pertumbuhan polong. Pertumbuhan batang dan cabang akan membentuk polong, dimana pertumbuhan batang dan cabang ini disupport oleh pertumbuhan akar.



Gambar 1. Kecenderungan hubungan dan besarnya peran masing-masing organ vegetatif tanaman kedelai terhadap produksi biji, Berdasarkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ). (hubungan pertumbuhan daun dengan biji (a), batang dan cabang dengan biji (b), polong dengan biji (c), dan akar dengan biji (d).

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan bahwa, bobot kering total tanaman berkontribusi terhadap komponen vegetatif secara keseluruhan sebesar 42%, dan sisanya menjadi organ generatif (58%) serta berupa biji sebesar 32 % (Gambar 2b) atau rata-rata sebesar 44.85g (Gambar 2a). Besarnya persentase generatif dibanding organ vegetatif menunjukkan bahwa tanaman efisiensi menggunakan fotosintat untuk disimpan pada organ sink. Data produksi nasional berdasarkan deskripsi belum bisa dilampau pada studi ini (Tabel 2). Hal ini disebabkan adanya perbedaan dalam kultur teknis yang dilakukan antara lain dari jarak tanam dan kepadatan populasi perhektar, tetapi jika dilihat berdasarkan bobot 100 biji, biji yang dihasilkan sudah dapat melampui deskripsi.



Gambar 2. Bobot kering komponen vegetatif dan persentase komponen generatif terhadap berat kering kedelai varietas wilis

Kecenderungan support dari organ vegetatif dan generatif dinyatakan dalam uji regresi korelasi (Tabel 3). Batang dan cabang mempunyai peran tertinggi dalam mensupport pertumbuhan biji dengan nilai  $R^2=0.79$ , diikuti jumlah polong  $R^2=0.67$ , dan akar sebesar  $R^2=0.55$ . Nilai  $R^2$  daun sebesar 0.26 dengan nilai  $F=0.12$  menunjukkan belum adanya hubungan secara langsung dari daun dalam menyebabkan pertumbuhan biji.

Tabel 2. Agroekologi lokasi tumbuh dan kondisi tumbuh data pembanding untuk produksi standard Nasional

Kondisi agroekologi	Lokasi penelitian	Data pembanding
Jenis tanah	Kering masam (ulitisol)	Kering masam (ulitisol)
pH	4.2	4.6 – 5.5*
Jarak tanam (cm x cm)	40 x 20	40 x 15*
Kapur Dolomit (ton/ha)	2	-
Dosis Pupuk		
Urea (kg/ha)	50	50*
SP36(kg/ha)	100	50*
KCl(kg/ha)	50	75*
Pupuk kandang (ton /ha)	10	2*
Produksi (ton/ha)	±1,12	1.6*
Tinggi tanaman (cm)	68.50 ±5.45	±50**
Bobot 100 biji (g)	13.19 ±3.17	±10*
Hasil rata bobot biji pertanaman (g/tan)	44.85 ±5.45	±0.48**

Keterangan :

\* Panduan teknis budidaya kedelai di berbagai kawasan agroekosistem. 2015. Balai penelitian tanaman aneka kacang dan umbi. Pusat Penelitian dan Pengembangan tanaman pangan. Badan Penelitian Pengembangan Pertanian

\*\* Balittan Bogor 2019. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian

Tabel 3. Uji regresi korelasi organ vegetatif dan organ generatif tanaman kedelai varietas Wilis

Bobot Kering		Daun	Batang dan cabang	Akar	Polong	Biji
Daun	R <sup>2</sup>	1	-	-	-	-
	Nilai F	-	-	-	-	-
Batang dan cabang	R <sup>2</sup>	0.54	1	-	-	-
	Nilai F	0.016 tn	-	-	-	-
Akar	R <sup>2</sup>	0.03	0.34	-	-	-
	Nilai F	0.65*	0.008*	-	-	-
Polong	R <sup>2</sup>	0.26	0.80	0.19	1	-
	Nilai F	0.13 tn	0.00053 tn	0.21*	-	-
Biji	R <sup>2</sup>	0,26	0,79	0.55	0.67	1
	Nilai F	0.12 tn	0.00050 tn	0.014 tn	0.00038 tn	-

Keterangan : \* = Beda nyata ( Nilai F 0.05 < Nilai P); tn = Berbeda tidak nyata; 0.1 = 10%; 0.5 = 50%; 1 = 100%

#### 4. Pembahasan

Kriteria intensitas curah hujan yang terjadi selama penelitian tergolong hujan sedang sampai sangat lebat dengan rentang curah hujan bulanan sekitar 262 sampai 310 mm per bulan, dan hari tanpa hujan antara 6-10 hari per bulan. Hasil pengamatan secara tabulasi terhadap rerata pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai varietas Wilis dan standard deviasinya sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Nilai standard deviasi pada semua parameter lebih kecil dibandingkan nilai rerata. Fakta ini berarti bahwa data hasil

pengukuran yang diperoleh dari sampel tanaman dapat mewakili keseluruhan data pengamatan.

Pengolahan tanah untuk budidaya kedelai di Indonesia dilakukan pada kedalaman tanah sekitar 15-30 cm sehingga lebih sering diperlukan penambahan air dari hujan dan atau irigasi. Curah hujan yang merata sampai dengan pengisian polong merupakan kondisi yang cukup baik bagi pertumbuhan kedelai. Jumlah air untuk kedelai selama MT 1 sebesar 163.31 mm dan kebutuhan air tanaman selama MT 2 sebesar 180.89 mm (Kinasih *et al.* 2015). Tanaman kedelai varietas Wilis yang ditanam di tanah Ultisol saat musim hujan memberikan respon yang positif, baik saat fase

vegetatif maupun saat fase generatif hingga panen. Fakta tersebut dapat dilihat antara lain pada peubah pertumbuhan yaitu rata-rata tinggi tanaman ( $68.5 \pm 5.45$  cm) yang melebihi rata-rata deskripsi varietas Wilis ( $\pm 50$  cm), serta parameter hasil yaitu berat 100 biji per tanaman ( $13.19 \pm 3.27$  g) yang lebih tinggi dari deskripsi yaitu 10 g (Balitkabi, 2016). Tinggi tanaman, jumlah polong isi, dan berat 100 biji dari varietas Wilis yang ditanam pada musim hujan ternyata mempunyai kemiripan dengan respon varietas Tanggamus yang diberi air interval 2 hari sekali (Herawati *et al.* 2018).

Berdasarkan data persentase berat kering vegetatif kedelai varietas Wilis (akar, batang, cabang daun) dan organ generatif (polong, biji) terhadap berat kering total sebagaimana tercantum pada Gambar 2, memperlihatkan bahwa persentase terendah hingga tertinggi secara berturut-turut adalah akar, daun, batang dan cabang, polong, dan biji.

Persentase bobot kering organ vegetatif kedelai Wilis (41.92%) dan organ generatif (58.08%) terhadap berat kering total merupakan salah satu parameter penting yang berkaitan dengan proporsi senyawa organik hasil fotosintesis yang didistribusikan dari organ source (daun) ke seluruh organ tanaman selama tanaman menyelesaikan siklus hidupnya. Hal ini menunjukkan bahwa biji merupakan organ sink tanaman yang paling besar proporsinya dalam menampung fotosintat. Distribusi fotosintat dan remobilisasi bobot kering selama fase berbunga akan berpengaruh langsung terhadap perkembangan biji kedelai (Atmaja *et al.* 2020) sehingga persentase bobot biji berkontribusi terbesar terhadap organ generatifnya.

Ketersediaan air saat musim hujan menjadi salah factor penting yang mendukung pertumbuhan dan hasil kedelai. Air merupakan bagian penting dalam siklus metabolisme tanaman. Berkenaan dengan itu, maka ketersediaan air tanah yang cukup selama pertumbuhan vegetatif tanaman sangat penting berguna untuk mendukung pembentukan senyawa organik dan pengisian biji tanaman kedelai. Hal ini dikarenakan air dapat meningkatkan ketersediaan hara yang terlarut dalam tanah yang dibutuhkan tanaman. Air berperan penting dalam mobilisasi hara di dalam larutan tanah, sehingga unsur hara dapat diabsorpsi oleh tanaman (Nikiyuluw *et al.* 2018). Sementara itu, Tampubolon *et al.* (2017) melaporkan bahwa ada hubungan yang relatif besar antara curah hujan dan hari hujan yang mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai (30.90%) lebih tinggi daripada di tempat lainnya di Sumatera Utara. Fakta tersebut terlihat juga dari hasil penelitian ini bahwa selama musim hujan

berpengaruh positif terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai varietas Wilis. Kebutuhan air yang cukup selama fase pertumbuhan vegetatif dapat mendorong meningkatnya produksi tanaman kacang-kacangan. Namun demikian, Fatimah & Saputro (2016) memperlihatkan, bahwa apabila tanah menjadi tergenang karena ketersediaan air yang berlebihan, dapat mengakibatkan menurunnya berat basah dan berat kering tanaman tanaman kedelai.

Berdasarkan persentase proporsi akumulasi senyawa organik terhadap organ vegetatif dan organ generatif tanaman kedelai terhadap berat kering total, memperlihatkan adanya variasi yang cukup besar dari masing-masing organ tersebut (Tabel 2). Berat kering merupakan indikator akumulasi senyawa organik dari hasil proses anabolisme yang terjadi di dalam tanaman, antara lain fotosintesis. Hasil fotosintesis (asimilat) akan tersimpan di dalam organ vegetatif dan organ generatif.

Dari Gambar 2 tersebut terlihat, bahwa persentase berat kering organ generatif tanaman (polong, biji) lebih tinggi dibandingkan dengan persentase berat kering organ vegetatif (akar, batang, cabang, daun). Porsi berat kering polong-biji dan batang-cabang yang diperoleh hampir sama dengan yang diinformasikan oleh Khan *et al.* (2015) bahwa porsi biji-polong (60%) dan batang (20%) terhadap bobot kering total. Hal ini dikarenakan selama fase generatif, daun akan mentransfer karbohidrat dan energi ke organ penampung (polong, biji) untuk mendorong pertumbuhan dan perkembangan biji (Du *et al.* 2020). Selama fase generatif, sejumlah senyawa berenergi seperti asam amino dan gula dengan cepat ditranspor, disintesis, dan disimpan ke dalam biji. Anabolisme tersebut membutuhkan air dalam jumlah yang cukup untuk kebutuhan masing-masing jenis tanaman. Sebagaimana dijelaskan oleh Adie & Krisnawati (2019), bahwa apabila tanaman kedelai mengalami kekurangan air (cekaman kekeringan) selama fase reproduktif dapat mempengaruhi polong hampa, kuantitas dan kualitas biji per tanaman dan bobot biji secara nyata. Selanjutnya diinformasikan oleh Wijewardana *et al.* (2019) bahwa cekaman kekeringan air menurunkan perkecambahan, kekuatan benih, dan kualitas benih kedelai.

Besarnya akumulasi senyawa organik hasil metabolisme pada organ generatif dibandingkan organ vegetatif, nampak dengan jelas pada distribusi fotosintat tanaman kedelai sebagaimana terlihat dari penelitian ini sebagai akibat terpenuhinya air untuk kedelai. Ketersediaan air yang cukup selama fase reproduktif sangat mendukung untuk pertumbuhan dan

perkembangan polong dan biji. Komponen generatif tanaman kedelai lebih peka terhadap penurunan ketersediaan air tanah. Hasil tertinggi tanaman kedelai dicapai pada ketersediaan air tanah 75-85.7% hingga mencapai kapasitas lapang selama periode pembentukan polong dan pengisian biji. Lebih lanjut dinyatakan oleh Van Roekel *et al.* (2015) bahwa ketersediaan air yang cukup pada saat musim hujan akan meningkatkan laju akumulasi biomas dan periode pengisian biji kedelai sehingga menaikkan hasil kedelai. Selanjutnya, Du *et al.* (2020) melaporkan bahwa kurang tersedianya air tanah dapat menurunkan berat biji berkaitan dengan menurunnya akumulasi biomas organ tanaman dan berkurangnya alokasi biomas ke biji.

Berdasarkan uji regresi-korelasi tampak bahwa kedelai varietas Wilis yang ditanam pada musim hujan menunjukkan korelasi yang nyata antara bobot kering akar terhadap bobot kering batang dan cabang, dan bobot kering daun, dan bobot kering polong (Tabel 3). Walaupun porsi akar dari bobot kering sekitar 4.07% tetapi berkontribusi besar terhadap porsi pembentukan dan, laju penambahan batang dan cabang, dan pembentukan polong saat air tanah yang berkecukupan. Melalui fungsi akar sebagai media penyerap air dan hara maka distribusi akar menjadi sangat penting sehingga secara tidak langsung berperan dalam proses fotosintesis daun, memperbesar volume jaringan pengangkutan pada batang dan cabang, dan juga meningkatkan kapasitas sink pada polong. Fenomena ini berarti bahwa akar kedelai mampu menunjang pertumbuhan dan hasilnya yang tinggi selama musim hujan. Dari penelitian ini diperoleh informasi bahwa peubah dari bobot kering akar, bobot kering polong, dan bobot kering batang dan cabang dapat menjadi penciri dari kedelai toleran tanah masam dan musim hujan. Walaupun hasil penelitian ini agak berbeda dari yang ditemukan oleh Hapsari *et al.* (2021) bahwa penciri kedelai unggul adalah tinggi tanaman, jumlah polong terisi, jumlah buku dan jumlah cabang, hari berbunga dan hari masak.

Berdasarkan hasil penelitian ini, secara keseluruhan kedelai varietas Wilis mampu tumbuh dan berproduksi dengan baik di lahan masam pada saat musim hujan pada lahan kering masam. Hal ini menunjukkan bahwa varietas Wilis berpotensi besar untuk dapat ditanam di tanah masam pada musim hujan yang tetap diikuti dengan paket teknologi budidaya kedelai setempat.

## 5. Kesimpulan

Penampilan varietas Wilis dengan tinggi tanaman (68.5 cm), dan berat 100 biji per tanaman

(13.19 g) lebih tinggi dari deskripsi serta ditopang dengan jumlah polong isi (161 polong). Proporsi distribusi bobot kering komponen generatif yang lebih besar dibandingkan komponen vegetatif dapat menjadi pilihan pengembangan varietas kedelai di tanah masam pada lahan kering pada saat musim hujan.

## 6. Ucapan Terimakasih

Kami tim penulis menyampaikan terima kasih kepada petani mitra di desa Timbangan dan Laboratorium Fisiologi Tanaman, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Unsri.

## 7. Pernyataan Konflik Kepentingan (Declaration of Conflicting Interests)

Penulis menyatakan tidak ada potensi konflik kepentingan sehubungan dengan penelitian, kepengarangan, dan/atau publikasi dari artikel ini (*The authors have declared no potential conflicts of interest concerning the study, authorship, and/or publication of this article*).

## 8. Daftar Pustaka

- Adie MM, Krisnawati A. 2019. Karakteristik Agronomis Genotipe Kedelai Toleran Kekeringan pada Fase Reproduksi. *Berita Biologi LIPI* 18(3):339-349.
- Atmaja ISF, Lubis I, Purnamawati H. 2020. Laju Pengisian Biji pada Beberapa Varietas Kedelai dengan Berbagai Ukuran Biji. *Jurnal Agronomi Indonesia* 48(2):142-149. <https://doi.org/10.24831/jai.v48i2.29842>
- BPS. 2021. Impor Kedelai Menurut Negara Asal Utama, 2010-2019. Statistik Dasar. Jakarta. <https://www.bps.go.id/statictable/2019/02/14/2015/impor-kedelai-menurut-negara-asal-utama-2010-2019.html>.
- Balitkabi. 2016. Deskripsi Varietas Unggul Kedelai 1918-2016. Litbang Pertanian. Bogor. 86 hal. <https://balitkabi.litbang.pertanian.go.id/wpcontent/uploads/2016/09/kedelai.pdf>
- Du Y, Zhao Q, Chen L, Yao X, Xie F. 2020. Effect of Drought Stress at Reproductive Stages on Growth and Nitrogen Metabolism in Soybean. *Agronomy* 10(2). <https://doi.org/10.3390/agronomy10020302>
- Fatimah VS, Saputro TB. 2016. Respon Karakter Fisiologis Kedelai (*Glycine max* L.) Varietas Grobogan terhadap Cekaman Genangan. *J Sains dan Seni ITS* 5(2):71-77.
- Ghozali I. 2016. *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 25*. Semarang: Universitas Diponegoro,.

- Hapsari RT, Adie MM, Krisnawati A. 2021. Yield Performance and Agronomic Character Association in Soybean Genotypes. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 911(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/911/1/012023>
- Hasibuan HS, Sopandie D, Trikoesoemaningtyas, Wirnas DD. 2018. Pemupukan N, P, K, Dolomit, dan Pupuk Kandang pada Budidaya Kedelai di Lahan Kering Masam. *Jurnal Agronomi Indonesia* 46(2):175-181. <https://doi.org/10.24831/jai.v46i2.17268>
- Herawati N, Ghulamahdi M, Sulistyono DE. 2018. Pertumbuhan dan Hasil Tiga Varietas Kedelai dengan Berbagai Interval Pemberian Air Irigasi di Lahan Sawah Beriklim Kering. *Jurnal Agronomi Indonesia* 46(1):57-63. <https://doi.org/10.24831/jai.v46i1.12070>
- Khan M, Karim M, Haque M, Karim A, Mian M. 2015. Growth and Dry Matter Partitioning in Selected Soybean (*Glycine max* L.) Genotypes. *Bangladesh Journal of Agricultural Research* 40(3):333-345. <https://doi.org/10.3329/bjar.v40i3.25409>
- Kinasih M, Wirosedarmo R, Widiatmono BR. 2015. Analisis Ketersediaan Air terhadap Potensi Budidaya Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) di Daerah Irigasi Siman. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan* 57-62.
- Kuswantoro H, Sutrisno, Supeno DA. 2017. Keragaan Agronomi Galur-galur Kedelai Potensial pada Dua Agroekologi Lahan Kering Masam. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 45(1):23-29. <https://doi.org/10.24831/jai.v45i1.13685>
- Nikiyuluw V, Soplanit R, Siregar A. 2018. Efisiensi Pemberian Air dan Kompos terhadap Mineralisasi NPK pada Tanah Regosol. *Jurnal Budidaya Pertanian* 14(2):105-122. <https://doi.org/10.30598/jbdp.2018.14.2.105>
- Ruminta R, Irwan AW, Nurmala T, Ramadayanty G. 2020. Analisis Dampak Perubahan Iklim terhadap Produksi Kedelai dan Pilihan Adaptasi Strategisnya pada Lahan Tadah Hujan di Kabupaten Garut. *Kultivasi* 19(2):1089-1097. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i2.27998>
- Tampubolon K, Sulastri YS, Hamzani I, Vika M, Debora. 2017. Kontribusi Curah Hujan dan Hari Hujan Terhadap Produksi Tanaman Pangan di Sumatera Utara. *Jurnal Teknologi* 2:64-80.
- Van Roekel RJ, Purcell LC, Salmerón M. 2015. Physiological and Management Factors Contributing to Soybean Potential Yield. *Field Crops Research* 182:86-97. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.05.018>
- Wahyudin A, Wicaksono FY, Irwan AW, Ruminta R, Fitriani R. 2017. Respon Tanaman Kedelai (*Glycine max*) Varietas Wilis Akibat Pemberian Berbagai Dosis Pupuk N, P, K, dan Pupuk Guano pada Tanah Inceptisol Jatiningor. *Kultivasi* 16(2):333-339. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v16i2.13223>
- Wijewardana C, Raja Reddy K, Jason Krutz L, Gao W, Bellaloui N. 2019. Drought Stress Has Transgenerational Effects on Soybean Seed Germination and Seedling Vigor. *PLoS ONE*, 14(9):1-20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214977>



# AGROSAINSTEK

## Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian

Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>

### Research Article

## Optimasi Produksi dan Mutu Benih Padi Varietas PBM UBB 1 dengan Bakteri Pelarut Fosfat dan Pupuk Fosfat

### *Optimization of Production and Quality of Brown Rice Seeds PBM UBB1 Varieties with Phosphate Solubilizing Bacteria and Phosphate Fertilizer*

Kartika<sup>1</sup>, M. Rahmad Suhartanto<sup>2\*</sup>, Abdul Munif<sup>3</sup>, Endah Retno Palupi<sup>2</sup>, Satriyas Ilyas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Pascasarjana Program Studi Ilmu dan Teknologi Benih, Institut Pertanian Bogor dan Dosen Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Perikanan, dan Biologi, Universitas Bangka Belitung. Jl. Raya Balunijuk, Bangka 33215

<sup>2</sup>Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

<sup>3</sup>Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga Bogor, 16680.

Received: October 17, 2022 /Received in revised : November 14, 2022/ Accepted: November 22, 2022

#### ABSTRACT

*One of the problems for phosphate fertilizing in ultisol soil is Al and Fe bounding and could be overcome by phosphate solubilizing bacteria activity. This study aimed to obtain the best dose of phosphate fertilizer with phosphate solubilizing bacteria for the production of upland rice seeds of the PBM UBB1 variety and its effect on seed quality. The research was carried out at the Research and Experimental Station, Faculty of Agriculture, Fisheries and Biology, Universitas Bangka Belitung, from August to December 2020. The design used was a split plot design, the main plot was phosphate solubilizing bacteria (treatment and control), and the subplots were fertilizers, phosphate (P1- quarter dose, P2- half dose, P2-three-quarter dose, P4- full dose). Seeds produced in the field were tested in the laboratory for viability and vigor. In the field, phosphate solubilizing bacteria (*Burkholderia* sp) can replace half the dose of phosphate fertilizer. This was indicated by the seed weight of plant which did not differ between full dose + control and half dose + treatment. This fact was also identified in the viability and vigor of the seeds in laboratory testing. There was no significant difference in germination rate and vigor index between the two treatments. This finding shows that phosphate solubilizing bacteria can be applied for efficiency of phosphate fertilization and guaranteeing seed production and seed quality.*

**Keywords:** *Burkholderia* sp; Phosphate; Seed production; Seed quality; Upland rice.

#### ABSTRAK

*Salah satu kendala pemupukan fosfat pada tanah ultisol adalah terikatnya unsur P oleh Al dan Fe, dan masalah ini dapat diatasi dengan aktivitas bakteri pelarut fosfat. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dosis pupuk fosfat dengan bakteri pelarut fosfat terbaik untuk produksi benih padi gogo Varietas PBM UBB1 dan pengaruhnya terhadap kualitas benih. Penelitian dilaksanakan di Kebun Penelitian dan Percobaan – Fakultas Pertanian Perikanan dan Biologi, Universitas Bangka Belitung, pada bulan Agustus hingga Desember 2020.*

\*Korespondensi Penulis.

E-mail : [tantosuhartanto63@gmail.com](mailto:tantosuhartanto63@gmail.com)

DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v6i2.402>

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan petak terbagi, petak utama adalah bakteri pelarut fosfat (perlakuan dan kontrol) dan anak petak adalah pupuk fosfat (P1 – seperempat dosis, P2 – setengah dosis, P3 – tiga perempat dosis, P4 – dosis penuh). Benih hasil dilapangan diuji di laboratorium untuk uji viabilitas dan vigor. Di lapangan, bakteri pelarut fosfat (*Burkholderia sp*) dapat menggantikan setengah dosis pupuk fosfat. Hal ini ditunjukkan dengan bobot biji tanaman per tanaman yang tidak berbeda antara perlakuan dosis penuh + kontrol dan setengah dosis + perlakuan. Fakta ini juga diidentifikasi dalam viabilitas dan vigor benih dalam pengujian laboratorium. Tidak ada perbedaan yang nyata pada kecepatan berkecambah dan indeks vigor antara kedua perlakuan. Temuan ini menunjukkan bahwa bakteri pelarut fosfat dapat diaplikasikan untuk efisiensi pemupukan fosfat dan menjamin hasil produksi benih serta kualitas benih.

**Kata kunci: *Burkholderia sp*; Fosfat; Mutu benih; Padi ladang; Produksi benih.**

## 1. Pendahuluan

Salah satu karakteristik tanah di Kabupaten Bangka adalah memiliki pH rendah (di bawah 5) (Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangka 2020). Tanah dengan pH rendah dikategorikan sebagai tanah ultisol (Prasetyo dan Suriadikarta 2006). Pemupukan fosfor di lahan ultisol hanya mampu diserap tanaman berkisar 10-30%, sedangkan sisanya terikat di tanah sehingga tidak tersedia untuk diserap tanaman (Fitriatin *et al.* 2009). Pemupukan fosfor pada tanah dengan pH rendah menyebabkan fosfor tersebut mengalami fiksasi P menjadi Al-P, Fe-P dan Mn-P yang sukar larut dan menjadi tidak tersedia untuk diserap tanaman.

Fosfor sangat penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Dobermann & Fairhurst (2002) menyatakan bahwa P bagi tanaman merupakan unsur penting penyusun adenosin triphosphate (ATP) yang berperan secara langsung dalam proses penyimpanan energy yang terkait dengan proses metabolisme tanaman. Zulputra *et al.* (2014) menjelaskan bahwa fosfor berperan penting dalam proses pengisian biji dan meningkatkan kebernasan. Menurut Malhotra *et al.* (2018) kandungan fosfor dibenih sangat penting terkait dengan tingkat viabilitas dan vigor benih karena fosfat pada benih adalah satu-satunya sumber fosfor yang tersedia bagi tanaman pada saat perkecambahan dan membantu dalam mendukung pertumbuhan awal kecambah

Sebagian besar petani di Bangka membudidayakan padi gogo yang benihnya diproduksi sendiri. Produksi dan luas panen padi gogo di Bangka selama 3 (tiga) tahun mengalami peningkatan yaitu berturut-turut 6.263 ton dan 3.480 ha (2018), 6.845 ton dan 4.027 ha (2019), 7.022 ton dan 4032 ha (2020), 7.080 ton dan 3.058 ha (2021) (Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangka 2019; Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangka 2020; Prayoga 2020, Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangka 2021, Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangka 2022). Sebagian besar masyarakat di Provinsi Bangka Belitung lebih menyukai membudidayakan padi beras merah (Feriadi 2015). Produksi benih di daerah sentra

penanaman menjadi penting untuk mencapai 6 (enam) tepat dalam pengadaan benih bermutu bagi petani. Permasalahan terkait kendala pemupukan dan kondisi tanah perlu dicarikan solusi agar produksi benih di sentra penanaman tetap dapat menghasilkan benih bermutu.

Ketidakterersediaan P yang dipicu daya fiksasi tanah yang tinggi akan menyebabkan pemberian pupuk menjadi tidak efektif. Hal ini menyebabkan tanaman tetap menyerap P yang tidak ideal. Beberapa mikroorganisme dilaporkan mampu membantu untuk meningkatkan ketersediaan P di lahan masam. Saraswati dan Sumarno (2008) menyatakan pemanfaatan kelompok organisme pelarut P dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi pemupukan P dan mengatasi rendahnya P tersedia atau kejenuhan P didalam tanah. Fitriatin *et al.* (2011) menginformasikan bahwa pemberian mikroba pelarut fosfat penghasil fosfatase mampu meningkatkan aktivitas fosfatase tanah dan hasil tanaman padi gogo di lahan ultisol

Informasi terkait pemupukan P dan penggunaan bakteri pelarut fosfat terkait dengan mutu benih padi ladang yang masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis pemupukan P dan bakteri pelarut fosfat di lahan ultisol, untuk meningkatkan produksi dan mutu fisiologis benih padi gogo varietas PBM UBB 1.

## 2. Bahan dan Metode

### 2.1 Penelitian di Lapangan

Penelitian lapangan dilaksanakan di Kebun Percobaan dan Penelitian Fakultas Pertanian, Perikanan dan Biologi Universitas Bangka Belitung pada bulan Agustus sampai dengan Desember 2020. Benih padi gogo yang digunakan adalah padi beras merah Universitas Bangka Belitung 1 (PBM UBB 1). Isolat bakteri yang digunakan adalah isolat bakteri genus *Burkholderia* yang diisolasi dari akar tanaman padi ladang dari daerah Payak Benua Kabupaten Bangka.

Rancangan percobaan yang digunakan di lapangan adalah Rancangan *Split Plot*. Petak Utama

utama adalah perlakuan bakteri pelarut fosfat dengan 2 (dua) taraf perlakuan yaitu: B0 = kontrol (tanpa perlakuan bakteri), B1 = formulasi bakteri pelarut fosfat. Anak petak adalah perlakuan dosis pupuk fosfat yang terdiri dari 4 (taraf) taraf perlakuan yaitu P1 =  $\frac{1}{4}$  P4 (25 kg ha<sup>-1</sup> = 40 g per petak<sup>-1</sup>), P2 =  $\frac{1}{2}$  P4 (50 kg ha<sup>-1</sup> = 80 g per petak<sup>-1</sup>), P3 =  $\frac{3}{4}$  P4 (80 kg ha<sup>-1</sup> = 120 g petak<sup>-1</sup>), P4 = dosis rekomendasi SP-36 (100 kg ha<sup>-1</sup> = 160 g petak<sup>-1</sup>).

Perlakuan untuk penelitian di lapangan diulang sebanyak tiga kali sehingga diperoleh 24 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri dari 250 populasi tanaman. Jumlah sampel untuk pengamatan diambil sebanyak 20 tanaman pada setiap satuan percobaan. Bedengan dibuat sejumlah perlakuan dengan ukuran 4 m x 4 m, serta jarak antar bedeng 50 cm. Jarak tanam yang digunakan adalah 20 cm x 30 cm. Tanah pada bedengan dipupuk dengan pupuk anorganik yaitu urea 200 kg ha<sup>-1</sup> dan KCl 100 kg ha<sup>-1</sup>. Pupuk urea diaplikasikan 2 kali yaitu pada saat tanam dan saat tanaman berumur 35 hari sedangkan KCl diaplikasikan pada saat tanam. Pupuk diberikan dengan cara ditugal disamping tanaman. Pupuk SP-36 diberikan sesuai dengan dosis perlakuan.

Formulasi isolat bakteri berupa formulasi padat yang terdiri dari *talk* (tepung) 250 g, pepton 5,0 g, CMC 2,5 g, yeast 5,0 g, kalsium karbonat 4,0 g, dan dextrosa 5,0 g. Setelah semua bahan digabung kemudian dimasukkan kedalam kantong plastik tahan panas dan disterilkan dengan suhu 121 °C menggunakan *autoclave* selama 30 menit. Setelah dingin, kedalam masing-masing kantong diberikan isolat bakteri dengan kepadatan bakteri 10<sup>8</sup> CFU ml<sup>-1</sup> sebanyak 25 mL. Sebelum diinokulasi kedalam bahan pembawa, isolat bakteri dibiakkan dalam TSB cair (3 g TSB dalam 100 mL aquades) dan kemudian dihomogenkan selama 24 jam. Isolat bakteri diinokulasi kedalam bahan pembawa didalam *laminar airflow* kemudian formulasi disimpan didalam wadah yang kedap selama 2 (dua) minggu. Sebelum ditugal di bedengan, benih dengan perlakuan isolat bakteri direndam selama 12 jam dalam formulasi padat bakteri yang sudah dicairkan dengan aquades. Benih pada perlakuan kontrol (tanpa isolat bakteri) direndam selama 12 jam dalam air biasa. Benih yang telah direndam selama 12 jam kemudian ditiriskan dan diletakkan ditempat lembab selama 24 jam setelah itu ditanam di lapangan. Benih ditanam sebanyak 3 benih per lubang tanam dan setelah 1 minggu diseleksi untuk memilih 1 bibit yang paling baik pertumbuhannya. Pemberian isolat dilakukan kembali pada petak perlakuan sebanyak 2 kali, saat bibit berumur 1 minggu dan 1 bulan setelah tanam. Cara pemberian isolat saat 1 minggu dan 1 bulan setelah tanam

adalah dengan mencampurkan formulasi padat yang berisi isolat dengan air aquades sebanyak 2,5 liter petak per perlakuan.

Peubah hasil gabah yang diamati adalah, 1) jumlah biji bernas dan hampa per malai, 2) berat biji bernas dan hampa per malai biji dan 3) berat biji bernas dan hampa per rumpun. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan analisis varian (ANOVA) pada  $\alpha = 5\%$ . Data yang menunjukkan perbedaan nyata diuji lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada  $\alpha = 5\%$  dengan menggunakan *software* SPSS versi 24.

## 2.2 Penelitian di Laboratorium

Penelitian laboratorium untuk menguji mutu fisiologi benih dilakukan di laboratorium jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian, Perikanan dan Biologi Universitas Bangka Belitung pada bulan Februari 2021. Mutu benih hasil panen tiap perlakuan diuji di laboratorium. Penelitian dilaboratorium menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial.

Pengamatan mutu benih hasil panen dilakukan di laboratorium diulang sebanyak empat kali sehingga diperoleh 32 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri dari 100 benih yang dibuat didalam dua gulungan menggunakan metode uji kertas digulung dalam plastik (UKDdp) kemudian dikecambahkan di dalam eco-germinator dengan rerata suhu 27°C

Peubah mutu fisiologi benih yang diamati adalah: 1) daya berkecambah (DB), 2) potensi tumbuh maksimum, 3) kecepatan tumbuh, 4) indeks vigor (IV), dan 5) berat kering kecambah normal (BKKN). Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan analisis varian (ANOVA) pada  $\alpha = 5\%$ . Data yang menunjukkan perbedaan nyata diuji lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DNMRT) pada  $\alpha = 5\%$  dengan menggunakan *software* SPSS versi 24.

## 3. Hasil

Hasil rekapitulasi analisis ragam menunjukkan interaksi antara perlakuan bakteri dan dosis pupuk fosfat berpengaruh terhadap peubah bobot biji bernas per rumpun, bobot biji hampa per rumpun, kecepatan tumbuh benih (KCT) dan Indeks vigor (IV). Faktor tunggal perlakuan bakteri pelarut fosfat berpengaruh terhadap jumlah biji hampa per malai, bobot biji hampa per rumpun, dan kecepatan tumbuh benih (KCT) Faktor tunggal dosis pupuk fosfat berpengaruh terhadap peubah bobot biji hampa per malai, jumlah biji hampa per malai, biji bernas per rumpun, bobot biji hampa per rumpun, daya berkecambah, dan indeks vigor (IV) (Tabel 1).

Tabel 1. Rekapitulasi hasil analisis ragam pengaruh bakteri pelarut fosfat (B) dan dosis pupuk fosfat (P) serta interaksinya (BxP) terhadap produksi dan mutu benih padi PBM UBB 1

Peubah	B	P	BxP	KK (%)
Produksi:				
Bobot biji bernas per malai (g)	tn	tn	tn	11,92
Bobot biji hampa per malai (g)	tn	*	tn	11,08
Jumlah bij bernas per malai	tn	tn	tn	9,92
Jumlah biji hampa per malai	*	*	tn	13,58
Bobot biji bernas per rumpun (g)	tn	*	**	14,31
Bobot biji hampa per rumpun (g)	**	**	**	19,29
Mutu fisiologis benih:				
Daya berkecambah	tn	**	tn	2,62
Potensi tumbuh maksimum	tn	tn	tn	1,27
Kecepatan tumbuh benih	**	tn	**	5,26
Indeks vigor	tn	**	**	7,41
Bobot 1000 butir	tn	tn	tn	5,32
Berat Kering Kecambah Normal	tn	tn	tn	18,93

Keterangan: tn= berbeda tidak nyata, , \*= berbeda nyata\*\*= sangat berbeda nyata

### 3.1 Sifat Kimia Tanah Lokasi Penelitian

Merujuk pada kriteria sifat kimia tanah Eviati dan Sulaeman (2009) diketahui bahwa nilai kriteria pH tanah di lokasi penelitian sebelum penelitian (sebelum diberikan pemupukan dan penambahan isolat bakteri pelarut fosfat) adalah masam tetapi setelah penelitian, pH tanah pada perlakuan pemupukan dan tanpa bakteri pelarut fosfat adalah masam sedangkan pada perlakuan

pupuk dan bakteri pelarut fosfat adalah agak masam. Kriteria P tersedia adalah sangat tinggi. Kriteria P potensial tanah di lokasi penelitian sebelum aplikasi adalah sangat tinggi, P potensial di tanah setelah penelitian dengan perlakuan pupuk dan tanpa bakteri pelarut fosfat adalah sedang dan P potensial di tanah setelah penelitian dengan perlakuan pupuk dan bakteri adalah tinggi (Tabel 2).

Tabel 2 Sifat kimia tanah lokasi penelitian

Parameter kimia	Sebelum Penelitian	Setelah Penelitian	
		Pupuk +Tanpa bakteri pelarut fosfat	Pupuk + bakteri pelarut fosfat
pH H <sub>2</sub> O	4,92	5,33	5,88
P tersedia (mg/kg)	208,43	161,94	52,23
P potensial (mg/kg)	689,3	394,8	431,1

Laboratorium Bioteknologi Lingkungan PT Biodiversitas Bioteknologi Indonesia-ICBB Bogor

Sampel tajuk dan biji diambil dari setiap ulangan per perlakuan sebanyak 1 (satu) sampel dan kemudian digabung untuk diuji P total setiap perlakuan. Pengambilan sampel dilakukan pada saat panen. Jumlah P total pada tajuk tanaman tertinggi (0,15 %) terdapat pada perlakuan P4 (dosis rekomendasi SP-36 =100 kg ha<sup>-1</sup>) sedangkan jumlah P total pada tajuk terendah (0,08 %) terdapat pada perlakuan P1 (25 kg ha<sup>-1</sup> = 40 g per petak). Jumlah P total pada biji tertinggi (0,34 %) terdapat pada perlakuan BP2 (perlakuan isolat bakteri dan dosis 50 kg ha<sup>-1</sup>) sedangkan jumlah P total pada benih terendah (0,21 %) terdapat pada perlakuan P1 (25 kg ha<sup>-1</sup> = 40 g per petak) (Tabel 3).

terdapat pada perlakuan P1 (25 kg ha<sup>-1</sup> = 40 g per petak). Jumlah P total pada biji tertinggi (0,34 %) terdapat pada perlakuan BP2 (perlakuan isolat bakteri dan dosis 50 kg ha<sup>-1</sup>) sedangkan jumlah P total pada benih terendah (0,21 %) terdapat pada perlakuan P1 (25 kg ha<sup>-1</sup> = 40 g per petak) (Tabel 3).

Tabel 3 Analisis P total tajuk tanaman dan biji padi

Perlakuan	P total (%)	
	Tajuk	Biji
$\frac{1}{4}$ dosis rekomendasi (25 kg ha <sup>-1</sup> ) = P1	0,08	0,21
$\frac{1}{2}$ dosis rekomendasi (50 kg ha <sup>-1</sup> ) = P2	0,10	0,32
$\frac{3}{4}$ dosis rekomendasi (80 kg ha <sup>-1</sup> ) = P3	0,11	0,30
Dosis rekomendasi (100 kg ha <sup>-1</sup> ) = P4	0,15	0,29
$\frac{1}{4}$ dosis rekomendasi (25 kg ha <sup>-1</sup> ) + bakteri pelarut fosfat = BP1	0,10	0,32
$\frac{1}{2}$ dosis rekomendasi (50 kg ha <sup>-1</sup> ) + bakteri pelarut fosfat = BP2	0,11	0,34
$\frac{3}{4}$ dosis rekomendasi (80 kg ha <sup>-1</sup> ) + bakteri pelarut fosfat = BP3	0,10	0,31
Dosis rekomendasi (100 kg ha <sup>-1</sup> ) + bakteri pelarut fosfat = BP4	0,11	0,33

Keterangan : Hasil analisis didapat dari analisis di Laboratorium Bioteknologi Lingkungan PT Biodiversitas Bioteknologi Indonesia-ICBB Bogor

### 3.2 Produksi Benih Varietas PBM UBB 1

Pemberian isolat bakteri tidak berpengaruh nyata pada peubah jumlah biji bernas per malai tetapi memberikan pengaruh nyata pada peubah biji hampa per malai. Jumlah biji hampa per malai tanaman yang diberi bakteri *Burkholderia sp* lebih tinggi daripada tanaman dengan tanpa isolat bakteri (Tabel 5). Penambahan dosis fosfat dengan atau tanpa pemberian isolat bakteri *Burkholderia* tidak mempengaruhi bobot dan jumlah biji bernas maupun bobot biji hampa malai<sup>-1</sup> (Tabel 4 dan 5). Penambahan dosis P 100 kg ha<sup>-1</sup> menghasilkan tanaman dengan jumlah biji hampa per malai paling tinggi, demikian pula dengan tanaman yang diberi penambahan bakteri *Burkholderia* (Tabel 5).

Tabel 4. Pengaruh perlakuan isolat bakteri dan dosis fosfat pada peubah bobot biji bernas dan hampa malai<sup>-1</sup> (g)

Isolat Bakteri	Dosis Fosfat			
	P1	P2	P3	P4
	Bobot biji bernas per malai (g)			
Tanpa Isolat	2,81	2,95	2,85	3,17
<i>Burkholderia sp</i>	3,10	3,63	2,94	3,04
	Bobot biji hampa per malai (g)			
Tanpa Isolat	0,44	0,33	0,35	0,35
<i>Burkholderia sp</i>	0,47	0,39	0,43	0,55

Perlakuan isolat bakteri dan dosis fosfat memberikan pengaruh interaksi pada peubah bobot biji bernas dan bobot biji hampa per rumpun.

Tanaman tanpa pemberian isolat bakteri menghasilkan bobot biji bernas per rumpun yang semakin meningkat dengan penambahan dosis fosfat sampai dengan 100 kg ha<sup>-1</sup> (P4), sedangkan bila diberi penambahan bakteri *Burkholderia* terjadi peningkatan bobot biji bernas pada dosis 50 kg ha<sup>-1</sup> dan makin menurun jika dosis ditingkatkan. Tanaman tanpa penambahan isolat meningkatkan bobot biji hampa per rumpun dengan semakin bertambahnya dosis pemupukan fosfat mulai dosis P2 dan tidak berubah setelah itu. Bobot biji hampa per rumpun lebih tinggi bila diberi tambahan bakteri *Burkholderia* mulai dosis P2 dan tidak berubah meskipun dosis ditingkatkan (Tabel 6)

Interaksi antara perlakuan tanpa isolat bakteri dan dosis fosfat P4 (dosis rekomendasi= 100 kg ha<sup>-1</sup>) mempunyai nilai bobot biji bernas per rumpun tertinggi (25,39 g) tetapi tidak berbeda nyata dengan interaksi perlakuan tanpa isolat bakteri dan dosis fosfat P3 ( $\frac{3}{4}$  dosis rekomendasi= 80 kg ha<sup>-1</sup>). Interaksi antara isolat *Burkholderia sp* dan dosis fosfat P2 ( $\frac{1}{2}$  dosis rekomendasi = 50 kg ha<sup>-1</sup>) mempunyai nilai yang tertinggi (31,03 g) pada peubah bobot biji bernas per rumpun, berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Bobot biji bernas per rumpun pada interaksi perlakuan tanpa isolat dan dosis fosfat semakin meningkat dengan bertambahnya dosis fosfat tetapi bobot biji bernas per rumpun pada interaksi perlakuan isolat bakteri *Burkholderia sp* dan dosis fosfat menunjukkan pada dosis P3 ( $\frac{3}{4}$  dosis rekomendasi= 80 kg ha<sup>-1</sup>) dan P4 (dosis sesuai rekomendasi=100 kg ha<sup>-1</sup>).

Tabel 5. Pengaruh perlakuan isolat bakteri dan dosis fosfat pada peubah jumlah biji bernas dan hampa malai<sup>-1</sup>

Isolat Bakteri	Dosis Fosfat				Rerata
	P1	P2	P3	P4	
Jumlah biji bernas per malai (%)					
Tanpa Isolat	102,33	110,35	105,55	112,30	107,63
<i>Burkholderia sp</i>	119,20	125,32	107,88	103,66	114,01
Jumlah biji hampa per malai (butir)					
Tanpa Isolat	31,89	31,93	33,43	38,13	33,84b
<i>Burkholderia sp</i>	41,50	39,00	45,88	63,86	47,56a
	36,70B	35,47B	39,65B	50,99A	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf besar yang sama pada kolom atau huruf kecil yang sama pada baris di perlakuan menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan ( $\alpha$ :5%).

Tabel 6. Pengaruh interaksi perlakuan isolat bakteri dan dosis fosfat pada peubah bobot biji bernas dan hampa rumpun<sup>-1</sup> (g).

Isolat Bakteri	Dosis Fosfat			
	P1	P2	P3	P4
Bobot biji bernas per rumpun (g)				
Tanpa Isolat	15,70d	20,74 bcd	23,98abc	25,39ab
<i>Burkholderia sp</i>	20,73bcd	31,03a	17,55bcd	16,23cd
Bobot biji hampa per rumpun (g)				
Tanpa Isolat	1,10c	2,68b	2,68b	3,22ab
<i>Burkholderia sp</i>	3,53ab	3,23ab	4,43a	3,88ab

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada baris dan kolom tidak berbeda nyata pada uji Duncan ( $\alpha$ :5%).

### 3.3 Mutu Benih

Perlakuan isolat bakteri tidak berpengaruh nyata pada peubah daya berkecambah (DB) dan potensi tumbuh maksimum (PTM) sedangkan perlakuan dosis fosfat berpengaruh nyata pada peubah daya berkecambah (DB) tetapi tidak berpengaruh nyata pada peubah potensi tumbuh maksimum (PTM). Perlakuan dosis fosfat P4 (dosis sesuai rekomendasi=100 kg ha<sup>-1</sup>) berbeda nyata dengan perlakuan P1 ( $\frac{1}{4}$  dosis rekomendasi=25 kg ha<sup>-1</sup>) untuk peubah daya berkecambah (Tabel 7). Secara umum, mutu benih jika ditinjau dari peubah daya berkecambah (DB) dan potensi daya tumbuh (PTM) terkategori benih bermutu tinggi dikarenakan memiliki persentase perkecambahan diatas 80%.

Dosis pupuk P menunjukkan pengaruh nyata terhadap daya berkecambah benih padi. Dosis lebih dari 50% mampu meningkatkan daya berkecambah dibandingkan dosis lebih rendah meskipun peningkatan dosis P lebih tinggi tidak mampu meningkatkan DB secara signifikan. Daya berkecambah yang dihasilkan dengan aplikasi dosis pupuk SP36  $\frac{1}{2}$  atau  $\frac{3}{4}$  dari dosis rekomendasi tidak berbeda nyata dengan mutu benih yang

diaplikasikan dosis pupuk SP36 sesuai dosis rekomendasi. Hal ini menunjukkan bahwa pengurangan dosis pupuk P sampai dengan  $\frac{1}{2}$  dari dosis rekomendasi tidak memberikan dampak negatif terhadap daya berkecambah.

Perlakuan isolat bakteri dan dosis fosfat memberikan pengaruh interaksi pada tolok ukur kecepatan tumbuh (KCT) dan indeks vigor (IV) (Tabel 7). Benih tanpa pemberian isolat bakteri menghasilkan nilai KCT yang semakin meningkat dengan penambahan dosis fosfat sampai dengan 100 kg ha<sup>-1</sup> sedangkan bila diberi penambahan bakteri *Burkholderia* terjadi peningkatan nilai KCT sampai dosis 50 kg ha<sup>-1</sup> tetapi terjadi penurunan jika dosis ditingkatkan (Tabel 8). Benih tanpa pemberian isolat bakteri maupun dengan pemberian isolat bakteri *Burkholderia* menghasilkan nilai IV yang semakin meningkat dengan penambahan dosis fosfat sampai dengan 50 kg ha<sup>-1</sup> dan tidak mengalami peningkatan jika dosis ditingkatkan (Tabel 8).

Tabel 7 Pengaruh perlakuan isolat bakteri dan dosis fosfat pada peubah daya berkecambah (DB) dan potensi tumbuh maksimum (PTM)

Isolat Bakteri	Dosis Fosfat			
	P1	P2	P3	P4
Daya Berkecambah (%)				
Tanpa Isolat	94,50	97,00	97,25	98,50
<i>Burkholderia sp</i>	93,00	98,00	95,25	98,00
Rerata	93,75B	97,50A	96,25A	98,25A
Potensi Tumbuh Maksimum (%)				
Tanpa Isolat	97,50	98,00	98,25	99,00
<i>Burkholderia sp</i>	97,75	98,75	97,50	98,00

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf besar yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan ( $\alpha:5\%$ ).

Interaksi antara perlakuan tanpa isolat bakteri dan dosis P4 (dosis sesuai rekomendasi = 100 kg ha<sup>-1</sup>) pada peubah kecepatan tumbuh (Kct) mempunyai nilai tertinggi (21,4 % KN etmal<sup>-1</sup>) berbeda nyata dengan interaksi perlakuan lainnya. Interaksi perlakuan isolat bakteri *Burkholderia sp* dengan dosis fosfat P2 (½ dosis rekomendasi = 50 kg ha<sup>-1</sup>) memiliki nilai kecepatan tumbuh (Kct) tertinggi (20,59 % KN etmal<sup>-1</sup>) tetapi tidak berbeda nyata dengan interaksi perlakuan isolat bakteri *Burkholderia sp* dengan dosis fosfat P1 (¼ dosis rekomendasi = 25 kg ha<sup>-1</sup>) (Tabel 8). Nilai kecepatan tumbuh (Kct) pada interaksi perlakuan tanpa isolat bakteri dan dosis fosfat semakin meningkat dengan meningkat dosis fosfat tetapi pada interaksi perlakuan isolat bakteri *Burkholderia sp* dan dosis fosfat terjadi penurunan nilai kecepatan tumbuh (Kct) pada dosis P3 (¾ dosis rekomendasi = 80 kg ha<sup>-1</sup>) dan P4 (dosis sesuai rekomendasi = 100 kg ha<sup>-1</sup>).

Interaksi perlakuan tanpa isolat bakteri dan dosis P1 (¼ dosis rekomendasi = 25 kg ha<sup>-1</sup>) pada peubah indeks vigor mempunyai nilai terendah (73,50 %) berbeda nyata dengan interaksi perlakuan lainnya. Interaksi perlakuan isolat bakteri *Burkholderia sp* dan dosis P1 (¼ dosis rekomendasi = 25 kg ha<sup>-1</sup>) pada peubah indeks vigor mempunyai nilai terendah (82,75 %) berbeda nyata dengan interaksi perlakuan isolat bakteri *Burkholderia sp* dan dosis P2 dan interaksi perlakuan isolat bakteri *Burkholderia sp* dan dosis P3 (Tabel 8).

Perlakuan isolat bakteri maupun perlakuan dosis fosfat tidak berpengaruh nyata pada peubah bobot 1000 butir dan berat kering kecambah normal (BKKN) (Tabel 9). Isolat bakteri dan dosis fosfat tidak memberikan pengaruh pada peubah bobot 1000 butir dan berat kering kecambah normal (BKKN) dalam penelitian ini diduga karena faktor genetik dan benih yang dipanen sudah mencapai matang fisiologis.

Tabel 8. Pengaruh interaksi perlakuan isolat bakteri dan dosis fosfat pada peubah Kecepatan tumbuh dan indeks Vigor.

Isolat Bakteri	Dosis Fosfat			
	P1	P2	P3	P4
Kecepatan Tumbuh (% KN etmal <sup>-1</sup> )				
Tanpa Isolat	19,65bc	19,66bc	20,10b	21,40a
<i>Burkholderia sp</i>	19,91b	20,59ab	18,59d	18,88cd
Indeks Vigor (%)				
Tanpa Isolat	73,50c	88,75a	89,75a	89,50a
<i>Burkholderia sp</i>	82,75b	90,00a	86,25ab	89,75a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada baris dan kolom tidak berbeda nyata pada uji Duncan ( $\alpha : 5 \%$ ).

Tabel 9. Pengaruh perlakuan isolat bakteri dan dosis fosfat pada peubah bobot 1000 butir dan berat kering kecambah normal (BKKN)

Isolat Bakteri	Dosis Fosfat			
	P1	P2	P3	P4
	Bobot 1000 butir (g)			
Tanpa Isolat	26,77	26,93	27,17	27,41
<i>Burkholderia sp</i>	26,57	28,92	27,29	27,46
	Berat Kering Kecambah Normal (g)			
Tanpa Isolat	0,0030	0,0037	0,0042	0,0051
<i>Burkholderia sp</i>	0,0043	0,0037	0,0042	0,0041

#### 4. Pembahasan

Kondisi pH dan P tersedia serta P potensial di lokasi penelitian menunjukkan nilai yang berbeda sebelum dan setelah penelitian. Nilai ketiganya sebelum penelitian relatif lebih tinggi dibandingkan setelah penelitian. Perbedaan signifikan ditemukan pada P tersedia dan P potensial setelah penelitian antara perlakuan dengan BPF dan non BPF. Lokasi dengan diberikan BPF menunjukkan nilai P tersedia lebih rendah sedangkan P potensialnya lebih tinggi. Perlakuan BPF meningkatkan serapan P oleh tanaman yang ditunjukkan oleh nilai P tersedia yang lebih rendah dan P potensial yang lebih tinggi setelah penelitian.

Perubahan pH tanah sebelum aplikasi dan setelah aplikasi dari agak masam menjadi masam membuktikan bahwa dengan adanya penambahan pupuk P dan bakteri pelarut P maka P yang terfiksasi didalam tanah dapat dibebaskan. Menurut Fitriatin *et al.* (2011) di tanah ultisol logam Al yang terlarut pada pH < 5 dan akan memfiksasi P sehingga ketersediaan P bagi tanaman menjadi rendah.

Perubahan pH berpengaruh terhadap ketersediaan P didalam tanah (Wahyudin *et al.* 2017). Hal ini juga terlihat dari hasil analisis tanah dilahan pada akhir penelitian. Perubahan pH tanah yang terjadi dilahan penelitian, menyebabkan P tersedia yang ada di dalam tanah menjadi menurun terutama di tanah dengan perlakuan bakteri pelarut fosfat. Diduga P tersedia yang berada di dalam tanah tersebut sudah dimanfaatkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Hasil analisis P pada biji menunjukkan bahwa P total yang berada di biji lebih tinggi dari P total yang berada di jaringan tanaman (daun dan batang padi). Hal ini sejalan dengan pendapat Julia *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa memang hampir 70 % P pada saat panen berada di biji.

Jumlah biji bernas per malai pada perlakuan dosis fosfat dipenelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Agustiansyah *et al.* (2012) yang menunjukkan bahwa perlakuan dosis

50 kg P ha<sup>-1</sup> atau setengah dari dosis anjuran (100 kg ha<sup>-1</sup>) menunjukkan rerata tertinggi untuk jumlah biji bernas per malai. Jumlah biji hampa per malai dipenelitian ini menunjukkan hasil yang berbeda dengan Agustiansyah *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa jumlah biji hampa per malai tidak berbeda nyata antar perlakuan dosis fosfat dengan dosis sesuai rekomendasi sedangkan pada penelitian ini perlakuan P4 (dosis fosfat sesuai rekomendasi) berbeda nyata dengan perlakuan dosis lainnya dan memiliki jumlah biji hampa per malai terbanyak.

Dosis pupuk fosfat yang diberikan setengah dari dosis rekomendasi (50 kg ha<sup>-1</sup> = 80 g per petak<sup>-1</sup>) ditambah dengan bakteri pelarut fosfat dari genus *Burkholderia* mampu memberikan hasil berat biji per rumpun yang sama dengan dosis pupuk P4 (dosis sesuai rekomendasi = 100 kg ha<sup>-1</sup>). Hasil penelitian Khan *et al.* (2017) yang menggunakan bakteri genus *Burkholderia* pada budidaya padi dalam pot juga menghasilkan hasil gabah yang setara atau lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian 100% pupuk rekomendasi tanpa inokulasi bakteri. Penelitian Aryanto *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa pupuk hayati dapat mengurangi penggunaan pupuk sintetik NPK sebanyak 50 % dari dosis anjuran. Penelitian Puspitawati *et al.* (2013) menyimpulkan bahwa penggunaan mikroba pelarut P dapat mengurangi dosis pupuk P anorganik sampai 50 % serta meningkatkan hasil gabah dan serapan P pada jerami dan gabah. Wahyudin *et al.* (2017) menyatakan bahwa penggunaan mikroba pelarut fosfat dapat mensubstitusi sebagian atau seluruh kebutuhan tanaman akan pupuk fosfat dan memberikan hasil yang positif terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman jagung. Menurut Flatian *et al.* (2016) peningkatkan P tersedia bagi tanaman dari hasil kerja mikroorganisme pelarut fosfat maka akan menyebabkan peningkatan efisiensi penggunaan pupuk SP-36.

Pengurangan dosis pupuk P sampai dengan  $\frac{1}{2}$  dosis rekomendasi dan penambahan bakteri pelarut fosfat dapat membantu mengoptimalkan penyerapan unsur fosfat oleh tanaman untuk pertumbuhan dan pembentukan benih. Genus *Burkholderia sp* yang digunakan dalam penelitian ini dapat menghasilkan beberapa asam organik (malat, sitrat, oksalat) dan enzim fosfatase yang dapat meningkatkan ketersediaan P pada tanah. P yang ada didalam tanah bisa dimanfaatkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman dalam proses pembentukan benih. Hal ini didukung oleh data P tersedia pada tanah yang diberi perlakuan bakteri menunjukkan nilai yang rendah saat diuji diakhir penelitian (Tabel 2). Menurut Sopandi (2014), eksudasi asam organik berpengaruh tidak langsung pada peningkatan ketersediaan hara bagi tanaman karena anion dari asam organik membentuk kompleks dengan Al dan Fe sehingga dapat melepaskan ion fosfat atau mencegah ion fosfat bereaksi dengan ion Al atau Fe.

Beberapa penelitian pemupukan P terkait dengan peubah potensi tumbuh maksimum pada padi (Saputra *et al.* 2016; Agustiansyah *et al.* 2012) maupun tanaman lain seperti kedelai (Agustiansyah *et al.* 2020), umumnya memberikan hasil yang tidak berpengaruh nyata. Umumnya para peneliti menduga karena benih yang dipanen sudah memasuki fase masak fisiologis sehingga tidak mempengaruhi potensi tumbuh maksimum benih. Menurut Ilyas (2012) saat masak fisiologi maka mutu benih mencapai maksimum. Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia no. 991/HK.150/C/05/2018 tentang Petunjuk Teknik Sertifikasi Benih Tanaman Pangan menjelaskan bahwa spesifikasi persyaratan mutu benih di laboratorium untuk parameter daya berkecambah minimal benih padi adalah 80 %. Dipenelitian ini, parameter/peubah viabilitas benih (daya berkecambah dan potensi tumbuh maksimum) mempunyai nilai diatas 80 %.

Penelitian Agustiansyah *et al.* (2012) dengan perlakuan pemupukan P dan pemberian perlakuan agen hayati pada benih padi yang terinfeksi patogen Xoo juga tidak memberikan pengaruh nyata pada peubah BKKN.

## 5. Kesimpulan

Dosis pupuk fosfat  $\frac{1}{2}$  dosis rekomendasi memberikan nilai terbaik pada peubah jumlah biji hampa per malai dan berat biji hampa per malai. Perlakuan tanpa isolat bakteri pelarut fosfat memiliki nilai terendah pada peubah jumlah biji hampa per malai dan berat biji hampa per rumpun. Interaksi pupuk fosfat  $\frac{1}{2}$  dosis rekomendasi dan

isolat bakteri (genus *Burkholderia sp*) mampu mengoptimalkan berat biji per rumpun

Dosis fosfat  $\frac{1}{2}$  dosis rekomendasi mempunyai mutu benih yang tidak berbeda dengan dosis fosfat rekomendasi. Mutu benih menunjukkan perbedaan pada perlakuan isolat bakteri. Interaksi dosis pupuk fosfat ( $\frac{1}{2}$  dari dosis rekomendasi) dan isolat bakteri pelarut fosfat (genus *Burkholderia sp*) mampu mengoptimalkan vigor benih (kecepatan tumbuh dan indeks vigor).

## 6. Ucapan Terimakasih

Penelitian ini dibiayai oleh LPDP melalui Beasiswa Unggulan Dosen Indonesia Dalam Negeri 2017 (BUDI-DN 2017).

## 7. Pernyataan Konflik Kepentingan (Declaration of Conflicting Interests)

Penulis menyatakan tidak ada potensi konflik kepentingan sehubungan dengan penelitian, kepengarangan, dan/atau publikasi dari artikel ini (*The authors have declared no potential conflicts of interest concerning the study, authorship, and/or publication of this article*).

## 8. Daftar Pustaka

- Agustiansyah, Ermawati, Pramono E, Wibowo A. 2020. Pengaruh pupuk fosfat terhadap pertumbuhan, produksi dan mutu benih kedelai (*Glycine max* L.Merill) yang ditanam di lahan sawah pada musim kemarau. *Agrotek Trop.* 8(1):55–65.
- Agustiansyah, Ilyas S, Sudarsono, Machmud M. 2012. Pengaruh perlakuan benih dengan agens hayati dan pemupukan terhadap pertumbuhan tanaman, produksi dan mutu benih padi di lapang. *J Agrotropika.* 17(2):66–73. doi:10.1097/BLO.0b013e3181576080.
- Aryanto A, Triyadiyah, Sugiyanta. 2017. Pertumbuhan dan produksi padi sawah dan gogo dengan pemberian pupuk hayati berbasis bakteri pemacu tumbuh di tanah masam. *J Ilmu Pertan Indones.* 20(3):229–235. doi:10.18343/jipi.20.3.229.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangka. 2019. *Kabupaten Bangka dalam Angka*. Sungailiat: Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangka.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangka. 2020. *Kabupaten Bangka Dalam Angka*. BPS Kab Bangka, editor. Sungailiat.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangka. 2021. *Kabupaten Bangka Dalam Angka*. BPS Kab Bangka, editor. Sungailiat.

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangka. 2022. *Kabupaten Bangka Dalam Angka*. BPS Kab Bangka, editor. Sungailiat.
- Dobermann A, Fairhurst T. 2002. *Nutrient Disorders and Nutrient Management*. First. Potash and Phosphate Institute (PPI), Potash and Phosphate Institute of Canada (PPIC) and International Rice Research Institute (IRRI).
- Eviati, Sulaeman. 2009. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Ed ke-2. Prasetyo B., Djoko S, Ladiyani RW, editor. Bogor: Balai Penelitian Tanah: Balai Penelitian Tanah.
- Feriadi. 2015. Inovasi varietas unggul padi "Beras Merah" di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. <https://bbpadi.litbang.deptan.go.id>
- Fitriatin BN, Yuniarti A, Mulyani O. 2011. Peningkatan P tanah dan produksi padi gogo melalui pemanfaatan mikroba pelarut fosfat penghasil fosfatase pada tanah marginal. Makalah pada Seminar Antarbangsa. Bangi: Makalah pada Seminar Antarbangsa Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Fitriatin BN, Yuniarti A, Mulyani O, Fauziah FS, Tiara MD. 2009. Pengaruh mikroorganisme pelarut fosfat dan pupuk P terhadap P tersedia, aktivitas fosfatase, populasi mikroorganisme pelarut fosfat, konsentrasi P tanaman dan hasil padi gogo (*Oryza sativa* L.) pada Ultisols. *J Agrik*. 20(3):201–215.
- Flatian A, Anas I, Sutandi A, Ishak. 2016. Kontribusi P berasal dari aktivitas mikroba pelarut fosfat, fosfat alam dan SP-36 yang ditentukan menggunakan teknik isotop  $^{32}\text{P}$ . *J Ilm Apl Isot dan Radiasi*. 12(1):57–68.
- Hipi A, Surahman M, Ilyas S, Giyanto. 2013. Pengaruh aplikasi rizobakteri dan pupuk fosfat terhadap produktivitas dan mutu fisiologis benih jagung hibrida. *J Penelit Pertan Tanam Pangan*. 32(3):192–198. doi:10.21082/jpoptp.v32n3.2013.p192-198.
- Ilyas S. 2012. *Ilmu dan Teknologi Benih: Teori dan Hasil-hasil Penelitian*. Ed. ke-1. Bogor: IPB Press
- Julia C, Wissuwa M, Kretzschmar T, Jeong K, Rose T. 2016. Phosphorus uptake, partitioning and redistribution during grain filling in rice. *Ann Bot*. 118(6):1151–1162. doi:10.1093/aob/mcw164.
- Khan MMA, Haque E, Paul NC, Khaleque MA, Al-Garni SMS, Rahman M, Islam MT. 2017. Enhancement of growth and grain yield of rice in nutrient deficient soils by rice probiotic bacteria. *Rice Sci*. 24(5):264–273. doi:10.1016/j.rsci.2017.02.002.
- Malhotra H, Vandana, Sharma S, Pandey R. 2018. Phosphorus nutrition: plant growth in response to deficiency and excess. Di dalam: Hasanuzzaman M, Fujita M, Oku H, Nahar K, Hawrylak-Nowak B, editor. *Plant Nutrients and Abiotic Stress Tolerance*. India. hlm 1–590.
- Prakosa FH, Widodo RA, Peniwiratri L. 2020. Pengaruh dosis zeolit dan pupuk SP-36 terhadap ketersediaan P pada latosol dan serapan P padi gogo (*Oryza sativa* L.) . *J. Tanah dan Air*. 17 Juni:1–10.
- Prasetyo B, Suriadikarta D. 2006. Karakteristik, potensi, dan teknologi pengelolaan tanah ultisol untuk pengembangan pertanian lahan kering di Indonesia. *J Litbang Pertan*. 25 (2): 39–47
- Prayoga RL. 2020. *Statistik Daerah Kabupaten Bangka Tahun 2021*. Arie Widayanti D, Fajaria S, editor. Sungailiat: Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangka.
- Puspitawati MD, Sugiyanta, Anas I. 2013. Pemanfaatan mikroba pelarut fosfat untuk mengurangi dosis pupuk P anorganik pada padi sawah. *J Agron Indones*. 41(3):188–195.
- Saputra Z, Zuhry E, Nubaiti. 2016. Daya hasil dan mutu benih padi beras merah yang diberi kompos tandan kosong kelapa sawit dan pupuk fosfor. *JOM Faperta UNSRI*. 3(2).
- Saraswati R, Sumarno. 2008. Pemanfaatan mikroba penyubur tanah sebagai komponen teknologi pertanian. *Iptek Tanam Pangan*. 3(1):41–58.
- Sari PM, Surahman M, Budiman C. 2018. Peningkatan produksi dan mutu benih jagung hibrida melalui aplikasi pupuk N, P, K dan bakteri probiotik. *Bul Agrohorti*. 6(3):412–421.
- Sopandie D. 2014. Fisiologi adaptasi tanaman terhadap cekaman abiotik pada agroekosistem tropika. Bogor: IPB Press.
- Wahyudin A, Fitriatin BN, Wicaksono FY, Ruminta R, Aristiyo M. 2017. Respons tanaman jagung (*Zea mays* L.) akibat pemberian pupuk fosfat dan waktu aplikasi pupuk hayati mikroba pelarut fosfat pada Ultisols Jatiningor. *Kultivasi*. 16(1):246–254. doi:10.24198/kultivasi.v16i1.11559.
- Wijaya AK, Surahman M, Qadir A. 2019. Pengaruh pemberian Zn dan mikroba terhadap pertumbuhan, hasil, dan mutu benih padi IPB 3S pada lahan rawa lebak. *Penelit Pertan Tanam Pangan*. 3(3):117–124.
- Zulputra, Wawan, Nelvia. 2014. Respon padi gogo (*Oryza sativa* L.) terhadap pemberian silikat dan pupuk fosfat pada tanah ultisol. *J Agroteknologi*. 4(2):1–10.



# AGROSAINSTEK

## Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian

Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>

### Research Article

## Sifat Gelatinisasi Beras Hitam Pratanak Varietas Sirampog pada Variasi Waktu Perendaman dan Konsentrasi Natrium Sitrat

### *Gelatinization Properties of Parboiled Sirampog Varieties Black Rice with Variation of Immersion Time and Sodium Citrate Concentration*

Agung Widodo <sup>1</sup>, Nur Aini <sup>2\*</sup>, Hidayah Dwiyanti <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Magister Ilmu Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Dr. Soeparno, Purwokerto, 53123

<sup>2</sup>Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Dr. Soeparno, Purwokerto, 53123

Received: April 3, 2021 /Received in revised : Maret 12, 2022/ Accepted: July 4, 2022

#### ABSTRACT

*Black rice still contains epidermis which is composed of several layers, including pericarp, lemma, aleuron and testa so that cooking takes a long time. To speed up the cooking time on rice can be modified by parboiling process so that it changes the character of gelatinization. The research aims to find out the effect of the concentration of sodium citrate solution and immersion time on the process of black rice parboiled Sirampog varieties on its gelatinization properties. Soaking in sodium citrate solution at a certain time is expected to accelerate the cooking time of black rice. The research using Completely Randomized Factorial design consisting of concentration of sodium citrate solution (0, 3, 5 and 7 %) and immersion time (20, 30 and 40 minutes). The variables observed were gelatinization properties including gelatinization temperature, peak viscosity, final viscosity, breakdown viscosity, trough viscosity and setback viscosity. The results showed that the setback viscosity and peak viscosity of Sirampog rice were affected by the concentration of sodium citrate. The sodium citrate solution of 5 % as a marinade produces Sirampog varieties of parboiled rice with high trough viscosity and lowest setback viscosity, which means it is easier to cook and more resistant to retrogradation during cooling.*

**Keywords:** *Gelatinization, Viscosity, Sirampog Black Rice, Sodium Citrate, Parboil*

#### ABSTRAK

*Beras hitam sebagai beras pecah kulit masih mengandung kulit ari yang tersusun oleh beberapa lapisan, diantaranya perikarp, lemma, aleuron dan testa sehingga pemasakannya memerlukan waktu lama. Untuk mempercepat waktu pemasakan pada beras dapat dilakukan modifikasi dengan proses pratanak sehingga mengubah karakter gelatinisasi. Perendaman dalam larutan natrium sitrat pada waktu tertentu diharapkan dapat mempercepat waktu pemasakan beras hitam. Penelitian bertujuan untuk mempelajari pengaruh konsentrasi larutan natrium sitrat dan waktu perendaman pada proses pratanak beras hitam varietas Sirampog terhadap sifat-sifat gelatinisasinya. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap factorial terdiri dua faktor yaitu konsentrasi larutan natrium sitrat (0, 3, 5 dan 7 %) dan waktu perendaman (20, 30 dan 40 menit). Sifat gelatinisasi yang diamati meliputi suhu gelatinisasi, viskositas puncak, viskositas akhir, viskositas breakdown, viskositas trough dan viskositas setback. Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi larutan natrium sitrat sebagai bahan perendam pada pembuatan beras hitam pratanak varietas Sirampog berpengaruh nyata*

\*Korespondensi Penulis.

E-mail : [nur.aini@unsoed.ac.id](mailto:nur.aini@unsoed.ac.id)

DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v6i2.276>

terhadap viskositas trough dan viskositas setback. Larutan natrium sitrat sebesar 5 % sebagai bahan perendam menghasilkan beras hitam pratanak varietas Sirampog dengan nilai viskositas trough tinggi dan viskositas setback terendah, yang artinya lebih mudah dimasak dan lebih tahan terhadap retrogradasi selama pendinginan.

**Kata kunci: Gelatinisasi, Viskositas, Beras Hitam Sirampog, Natrium Sitrat, Pratanak**

## 1. Pendahuluan

Beras hitam memiliki kandungan serat, antosianin, fenol dan flavonoid sehingga menjadikannya lebih unggul dibanding jenis beras yang lain (Suhartatik *et al.* 2019) (Bolea *et al.* 2016). Ada beragam varietas beras hitam di Indonesia, dan salah satu varietas beras hitam yang belum dieksplorasi adalah varietas Sirampog yang berasal dari Brebes, Jawa Tengah (Pratiwi & Purwestri, 2017). Beras hitam Sirampog merupakan salah satu varietas dengan warna hitam yang sangat pekat sampai pada sebagian endospermanya sehingga diduga memiliki kadar antosianin tinggi.

Antosianin dan fenol pada beras hitam sebagian besar terakumulasi pada kulit arinya (Zhang *et al.* 2015). Salah satu tahap dalam pengolahan beras adalah penyosohan, sedangkan proses penyosohan berpotensi menghilangkan serat, fenol dan antosianinnya (Paiva *et al.* 2016). Oleh karena itu untuk memaksimalkan manfaatnya terhadap kesehatan maka beras hitam sebaiknya dikonsumsi dalam bentuk beras pecah kulit. Beras hitam sebagai beras pecah kulit masih mengandung kulit ari yang tersusun oleh beberapa lapisan, diantaranya perikarp, lemma, aleuron dan testa. Hal tersebut pada pengolahan beras hitam mengakibatkan kendala yaitu waktu pemasakan yang lama serta tekstur nasi yang keras (Vargas *et al.* 2018).

Waktu pemasakan yang lama disebabkan kadar serat pada beras hitam yang tinggi akan menghambat penyerapan air menuju endosperma beras sehingga memperlambat proses gelatinisasi (Ryu & Koh, 2017). Menurut Wu *et al.* (2016), lamanya waktu preparasi beras hitam juga disebabkan lapisan lemak pada kulit ari beras membuat beras sulit menyerap air. Untuk mempercepat waktu pemasakan pada beras dapat dilakukan modifikasi dengan perendaman sehingga mengubah karakter gelatinisasi. Seperti halnya pada jagung, proses perendaman akan mengubah sifat gelatinisasi, diantaranya suhu gelatinisasi menjadi turun, sehingga waktu pemasakan menjadi lebih cepat (Aini *et al.* 2016).

Menurut Paiva *et al.* (2016) nasi beras hitam dengan kualitas terbaik diperoleh melalui perlakuan perendaman selama 1 jam kemudian dilanjutkan dengan penanakan selama 20 menit, sedangkan apabila beras ditanak tanpa perendaman memerlukan 60 menit. Untuk itu,

perlu modifikasi pada beras hitam sehingga waktu preparasi menjadi lebih singkat dan tekstur yang dihasilkan menjadi tidak keras, yaitu dengan pengolahan menjadi beras hitam pratanak. Proses pratanak pada dasarnya adalah proses hidrotermal yang mengubah bentuk pati beras dari kristalin menjadi amorf. Menurut Taghinezhad *et al.* (2016), dalam pengolahan beras pratanak perlu tahapan khusus yaitu perendaman dan pengukusan.

Proses perendaman mempengaruhi karakter beras pratanak. Menurut Hasbullah dan Pramita (2013), perendaman selama 4 jam mengakibatkan preparasi beras pratanak memerlukan waktu cukup lama, yang dilanjutkan pengukusan selama 20 menit. Hasbullah & Pramita (2013) menyatakan bahwa waktu perendaman yang berbeda (4, 6 dan 8 jam) mampu meningkatkan rendemen serta mempengaruhi suhu dan viskositas. Pada umumnya perendaman dilakukan dengan air, namun, beberapa penelitian menunjukkan bahwa beberapa jenis garam efektif digunakan sebagai bahan perendam. Menurut Widowati *et al.* (2010), salah satu cara meningkatkan penyerapan air dan pengembangan volume beras instan adalah adanya tahap perendaman dalam larutan natrium sitrat. Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa kandungan antosianin beras hitam tanpa proses perendaman adalah 0.2805 mg/100g, setelah dilakukan perendaman dengan larutan *sodium tripolyphosphate* dan larutan natrium sitrat kandungan antosianinnya menjadi 0.0184 mg/100g untuk *sodium tripolyphosphate* dan 0.0451 mg/100g untuk natrium sitrat. Selain itu, warna yang dihasilkan setelah perendaman dengan larutan *sodium tripolyphosphate* adalah coklat kehitaman berbeda dengan beras hitam setelah perendaman dengan larutan natrium sitrat yang memiliki warna tetap hitam seperti warna awal. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan tersebut, larutan natrium sitrat digunakan sebagai bahan perendam pada proses pratanak beras hitam varietas Sirampog.

Beberapa penelitian mengkaji pengaruh perendaman terhadap karakter fisik, kimia dan sensori beras pratanak (Agu & Michael-Agwuoke, 2012; Siriamornpun *et al.* 2008). Taghinezhad *et al.* (2016) juga telah meneliti hubungan antara derajat gelatinisasi dan tekstur beras setelah dimasak. Namun demikian, belum ada kajian tentang pengaruh proses pratanak terhadap sifat gelatinisasi beras hitam. Karakterisasi sifat

gelatinisasi diperlukan untuk penggunaannya pada proses pengolahan komersial. Profil gelatinisasi bahan, antara lain suhu gelatinisasi, viskositas dingin dan viskositas puncak dapat digunakan untuk melihat karakter sifat fungsionalnya (Aini & Hariyadi, 2010). Penelitian bertujuan untuk mempelajari pengaruh konsentrasi larutan natrium sitrat dan waktu perendaman pada proses pratanak beras hitam varietas Sirampog terhadap sifat-sifat gelatinisasinya.

## 2. Bahan dan Metode

Bahan utama yang digunakan adalah beras hitam varietas Sirampog yang diperoleh dari Kecamatan Sirampog, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. Natrium sitrat dibeli dari toko Intisari, Purwokerto. Peralatan utama yang digunakan untuk pembuatan beras pratanak adalah waterbath, autoclave dan oven (Memmert). Peralatan analisis utama adalah *Rapid Visco Analyser* RVA 3D+ produksi Newport Scientific Pty. Ltd., NSW, Australia.

### 2.1. Proses Pembuatan Beras Hitam Pratanak Menggunakan Modifikasi Metode Susilo *et al.* (2013)

Proses pembuatan beras hitam pratanak meliputi perendaman dengan *waterbath*, pengukusan dengan *autoclave* dan pengeringan dengan oven. Sebanyak 100 g beras hitam Sirampog direndam dalam larutan natrium sitrat (0, 3, 5, dan 7 %), dengan perbandingan bahan dan air 1:3. Perendaman dilakukan selama 20, 30, 40 menit pada suhu 50 °C. Proses selanjutnya yaitu pengukusan dalam *autoclave*, bahan dimasukkan kedalam kain saring kemudian diikat dan dikukus selama 10 menit pada suhu 90 °C. Tahap berikutnya adalah pengeringan menggunakan cabinet pengering selama 90 menit pada suhu 90 °C. Beras hitam pratanak yang sudah kering kemudian dianalisa sifat gelatinisasi dan kadar antosianin.

### 2.2. Analisa Sifat Gelatinisasi

Analisa sifat gelatinisasi dilakukan pada beras hitam varietas Sirampog, baik yang telah dilakukan proses pratanak maupun control (tanpa pratanak).

Beras digiling kemudian diayak 80 mesh baru dilakukan analisa sifat gelatinisasi menggunakan *Rapid Visco Analyser* menurut metode AACC 61-02 (Dundar & Gocmen, 2013). 4 gram beras hitam yang telah ditepungkan dicampur dengan 25 ml air, kemudian diletakkan pada chamber pemanas RVA. Kecepatan awal RVA adalah 960 rpm selama 10 detik, kemudian suspensi dipertahankan pada suhu 30 °C selama 6 menit. Selanjutnya suspensi dipanaskan sampai mencapai suhu 95 °C pada kecepatan 13 °C/menit dan pada suhu 95 °C dipertahankan selama 20 menit. Tahap berikutnya adalah penurunan suhu ke 40 °C dengan kecepatan 11 °C/min, dan pada suhu 40 °C dipertahankan selama 2 menit. Data yang diperoleh dari pengukuran menggunakan RVA tersebut meliputi suhu gelatinisasi, viskositas puncak, viskositas akhir, viskositas *setback*, viskositas *breakdown* dan viskositas *trough*.

### 2.3. Kadar Antosianin

Kadar antosianin dihitung berdasarkan absorbansi larutan contoh pada pH yang berbeda (Hou *et al.* 2013). Beras hitam yang telah dihaluskan dilarutkan dalam larutan buffer pH 1,0 dan larutan buffer pH 4,5. Konsentrasi larutan diatur sehingga absorbansi terukur sebesar 0,2. Pengukuran absorbansi sampel dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 530 nm dan 700 nm. Absorbansi terkoreksi dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$A = (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH } 1} - (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH } 4,5}$$

Kadar antosianin total dihitung dengan rumus:

$$\text{MAP} = \frac{A \times \text{MW} \times \text{DF} \times 10000}{\epsilon \times l}$$

Keterangan:

A : Absorbansi larutan

l : Table kuvet = 1

MW : Molecule weight/ berat molekul

DF : Dilution factor/faktor pengenceran

$\epsilon$  : Absortivitas molar cyaniding-3-glucoside

MAP : Monomeric anthocyanin pigment

## 2.4. Rancangan Percobaan

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dengan dua factor, yaitu konsentrasi natrium sitrat (0, 3, 5 dan 7 %) dan waktu perendaman (20, 30 dan 40 menit). Ulangan dilakukan 2 kali sehingga didapatkan 24 unit percobaan. Analisis data dilakukan menggunakan ANOVA dan apabila ada perbedaan nyata dilanjutkan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5 %.

## 3. Hasil

### 3.1. Suhu Gelatinisasi

Pada saat suspensi pati dipanaskan, viskositas mulai meningkat sebagai awal terjadinya gelatinisasi atau dinamakan suhu gelatinisasi (Aini & Hariyadi, 2010). Konsentrasi natrium sitrat, waktu perendaman serta interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap suhu gelatinisasi beras hitam pratanak. Beras hitam pratanak memiliki suhu gelatinisasi 88,3-89,6 °C (Tabel 1).

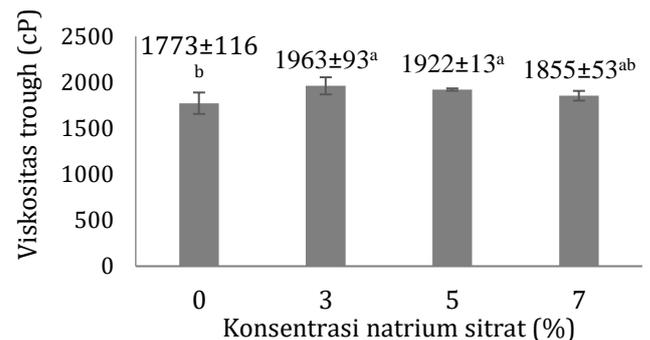
### 3.2. Viskositas Puncak

Pemanasan suspensi pati akan meningkatkan suhu gelatinisasi, sehingga terjadi pengembangan granula pati. Mengembangnya granula pati mengakibatkan penyerapan air menjadi maksimal dan viskositasnya meningkat sampai mencapai viskositas tertinggi. Hal ini mengakibatkan perubahan pada suspensi pati menjadi lebih jernih. Viskositas puncak ini merupakan viskositas tertinggi pada saat adonan dipanaskan. Viskositas puncak ini menunjukkan kekuatan adonan dan kemudahan saat dimasak selama pengolahan pangan (Taghinezhad *et al.* 2016).

Konsentrasi natrium sitrat dan waktu perendaman serta interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap viskositas puncak beras hitam pratanak. Beras hitam pratanak memiliki viskositas puncak 1654,5-2168,5 cP seperti terlihat pada Tabel 1.

### 3.3. Viskositas Trough

Viskositas trough merupakan nilai minimum pada suhu konstan selama proses pemanasan. Viskositas trough menggambarkan indeks kemudahan pemasakan dan merefleksikan kelemahan granula dalam mengembang (Butt *et al.* 2019a). Konsentrasi natrium sitrat berpengaruh nyata terhadap viskositas trough beras hitam Sirampog. Semakin tinggi konsentrasi larutan natrium sitrat, viskositas trough semakin meningkat. Beras hitam pratanak memiliki viskositas trough 1644-2064 cP (Gambar 1). Perendaman dalam larutan natrium sitrat 3 % menghasilkan viskositas trough pada beras hitam tidak berbeda nyata dengan perendaman dalam natrium sitrat 5 % dan 7 %.



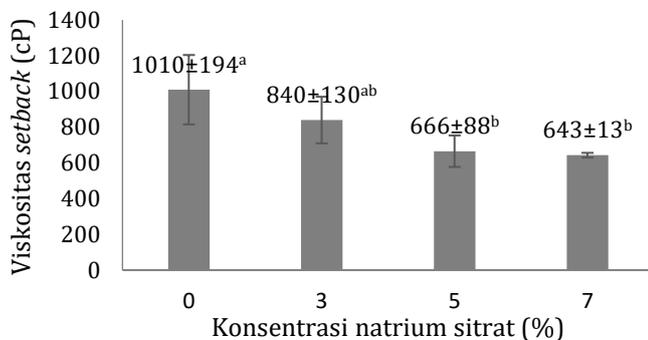
Gambar 1. Viskositas trough beras hitam pratanak varietas Sirampog yang dipengaruhi konsentrasi larutan natrium sitrat

Tabel 1. Sifat gelatinisasi beras hitam pratanak varietas Sirampog pada variasi konsentrasi larutan natrium sitrat dan waktu perendaman

Konsentrasi natrium sitrat (%)	Waktu perendaman (menit)	Suhu gelatinisasi (°C)	Viskositas puncak (cP)	Viskositas trough (cP)	Viskositas breakdown (cP)	Viskositas setback (cP)	Viskositas akhir (cP)
0	20	88,5±2,1	1925±279	1871±108	29±5	1229±74	2864±367
0	30	88,5±0	1867±140	1804±108	27±2	939±154	2743±264
0	40	89,4±0,3	1654±136	1644±115	2±0	860±243	2504±358
3	20	88,3±0,3	2168±281	2064±212	37±2	988±393	3048±613
3	30	88,9±0,5	1972±41	1881±9	37±2	745±209	2627±200
3	40	88,8±0,5	2010±166	1941±94	13±1	785±188	2727±283
5	20	89,0±0,2	1981±112	1908±106	46±4	723±269	2631±375
5	30	89,0±0,3	2024±2	1933±14	55±5	709±134	2462±119
5	40	89,6±0,6	2003±6	1923±17	47±4	564 ± 67	2487±50
7	20	89,6±1	1888±132	1835±89	15±2	629±238	2465±327
7	30	89,5±0,3	1912±45	1814±21	54±5	643±108	2458±131
7	40	89,3±0,6	1990±11	1914±31	40±4	656±190	2570±159

### 3.4. Viskositas Breakdown dan Viskositas Setback

Saat suspensi pati dipanaskan pada suhu 95 °C selama 15 menit, viskositasnya akan turun dari viskositas puncak, dan nilai penurunannya disebut viskositas breakdown. Viskositas breakdown menunjukkan kestabilan pasta selama pemasakan (Aini & Hariyadi, 2010). Semakin rendah viskositas breakdown, berarti bahan lebih stabil terhadap pemasakan. Viskositas breakdown ini tidak dipengaruhi konsentrasi larutan natrium sitrat, waktu perendaman dan konsentrasi keduanya. Beras hitam Sirampog pratanak memiliki viskositas breakdown 2 sampai 54 cP (Tabel 1). Viskositas setback beras hitam pratanak 564-1229 cP, lebih rendah daripada viskositas setback oleh Hasbullah & Pramita (2013) sebesar 1573,5-1707,5 cP.



Gambar 2. Viskositas setback beras hitam pratanak varietas Sirampog yang dipengaruhi konsentrasi larutan natrium sitrat

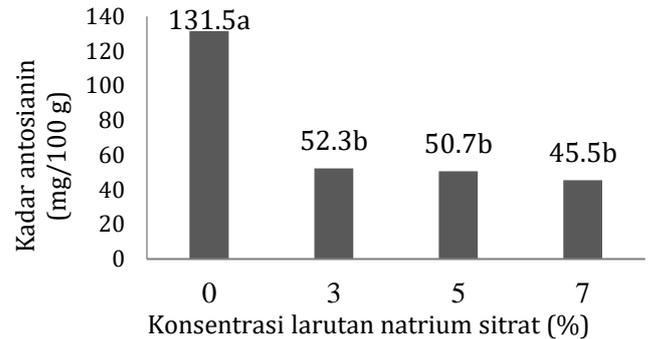
### 3.5. Viskositas akhir

Viskositas akhir mendeskripsikan kualitas pati, diindikasikan kemampuan bahan setelah pemasakan dan pendinginan untuk membentuk pasta kental atau gel, serta ketahanan pasta yang mengalami gaya geser karena proses pengadukan (Swadisevi *et al.* 2010). Waktu perendaman tidak berpengaruh nyata terhadap viskositas akhir. Viskositas akhir beras hitam Sirampog pratanak sebesar 2458-3048 cP seperti dapat dilihat pada Tabel 1. Hasbullah & Pramita (2013) juga mendapatkan hasil bahwa waktu perendaman tidak mempengaruhi viskositas akhir beras IR64 pratanak. Viskositas akhir ini lebih rendah dari viskositas beras IR pratanak oleh Hasbullah & Pramita (2013) yaitu 3301,5 cP.

### 3.6. Kadar antosianin

Konsentrasi natrium sitrat berpengaruh nyata terhadap kadar antosianin beras hitam pratanak Sirampog, sedangkan lama perendaman interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata. Kadar

antosianin beras hitam pratanak Sirampog pada variasi perendaman natrium sitrat disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kadar antosianin beras hitam pratanak varietas Sirampog yang dipengaruhi konsentrasi larutan natrium sitrat.

## 4. Pembahasan

Konsentrasi natrium sitrat, waktu perendaman serta interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap suhu gelatinisasi beras hitam pratanak. Hasil ini berbeda dengan Hasbullah & Pramita (2013) yang menyatakan bahwa waktu perendaman berpengaruh nyata terhadap suhu gelatinisasi. Perbedaan hasil disebabkan perbedaan selang waktu perendaman, dimana pada penelitian ini perendaman dilakukan dalam larutan asam sitrat selama 20, 30 dan 40 menit, sedangkan pada Hasbullah & Pramita (2013) perendaman dilakukan dalam air selama 4,6 dan 8 jam. Selisih perbedaan waktu yang kecil pada penelitian ini mengakibatkan suhu gelatinisasi tidak berbeda nyata. Suhu gelatinisasi beras hitam pratanak ini juga hampir sama dengan suhu gelatinisasi beras hitam tanpa pratanak yaitu 88,5 °C. Apabila selang waktu perendaman lama, kemungkinan terjadi perbedaan nyata suhu gelatinisasinya. Menurut Taghinezhad *et al.* (2016) meningkatnya suhu gelatinisasi kemungkinan karena pembentukan kompleks inklusi heliks lemak dengan amilosa. Selama proses gelatinisasi, amilosa keluar dari granula pati dan membentuk kompleks amilosa-lemak dipermukaan. Pembentukan kompleks amilosa-lemak tersebut akan menghambat pengembangan granula pati sehingga terjadi peningkatan suhu gelatinisasi.

Suhu gelatinisasi beras hitam pratanak varietas Sirampog ini hampir sama dengan suhu gelatinisasi beras IR64 yaitu 87-90 °C (Hasbullah & Pramita 2013). Ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan suhu gelatinisasi antara beras hitam dan beras putih, walaupun dari segi komposisi berbeda. Berdasarkan suhu gelatinisasi, pati dikelompokkan menjadi 3, yaitu pati dengan suhu gelatinisasi tinggi

(lebih dari 74 °C), sedang (70-74 °C), dan rendah (kurang dari 70 °C) (Sittipod & Shi, 2016). Berdasarkan pengelompokan tersebut, maka beras hitam Sirampog pratanak ini memiliki suhu gelatinisasi tergolong tinggi yang berarti memerlukan suhu tinggi dan waktu lama untuk pemasakan.

Perbedaan waktu perendaman tidak berpengaruh nyata terhadap viskositas puncak beras hitam yaitu 1654-2168 cP. Hasil ini sesuai dengan (Qin *et al.* 2021) bahwa viskositas puncak tepung beras tidak berbeda nyata pada perendaman 0 sampai 36 jam. Berbeda dengan Hasbullah & Pramita (2013) yang menyatakan bahwa perendaman menurunkan viskositas puncak beras IR64 pratanak. Perbedaan hasil ini disebabkan oleh perbedaan waktu perendaman dan karakter pati, terutama amilosa dan amilopektin. Hal ini sesuai dengan Aini *et al.* (2016) bahwa rasio amilosa dan amilopektin mempengaruhi sifat pati selama gelatinisasi. Sifat adonan pati dan pengembangan ditentukan oleh amilopektin, sementara amilosa akan menghambat pengembangan. Granula yang lebih mengembang dan viskositas tinggi dihasilkan oleh pati yang memiliki kadar amilopektin tinggi. Sedangkan pengembangan yang lebih rendah disebabkan amilosa yang memiliki rantai linier keluar dari granula dan membentuk fase kontinu bersama lipid, sehingga viskositas adonan yang dihasilkan lebih rendah.

Beras hitam pratanak memiliki viskositas puncak (Tabel 1) lebih rendah dibandingkan viskositas puncak beras IR64 pratanak oleh Hasbullah & Pramita (2013) sebesar 2174,5-2636,5 cP. Beras hitam Sirampog yang diolah secara pratanak ini memiliki viskositas puncak lebih tinggi dibandingkan beras hitam Sirampog tanpa pratanak yaitu 1468 cP. Hal ini menunjukkan bahwa proses pratanak mempermudah beras hitam Sirampog saat dimasak yang ditunjukkan dengan meningkatnya nilai viskositas puncak.

Viskositas panas beras hitam Sirampog pratanak lebih rendah dibandingkan beras IR64 menunjukkan bahwa beras hitam Sirampog lebih sulit dimasak dibandingkan beras sosoh IR64. Hal ini disebabkan beras hitam merupakan pecah kulit yang tersusun oleh beberapa lapisan, diantaranya perikarp, lemma, aleuron dan testa, sehingga mengakibatkan proses pemasakan menjadi lebih sulit (Paiva *et al.* 2016).

Viskositas trough beras hitam Sirampog pratanak ini lebih tinggi daripada viskositas trough beras pratanak IR64 oleh Hasbullah & Pramita (2013) sebesar 1460-1671 cP. Menurut Butt *et al.* (2019a) pola viskositas adonan panas beberapa jenis legume ditentukan oleh dua faktor yaitu

derajat pengembangan granula pati dan resistensi granula yang mengembang terhadap kelarutan oleh panas atau fragmentasi dengan shear. Hal ini menunjukkan bahwa pengembangan granula pati pada beras hitam Sirampog lebih besar dibandingkan beras IR64 yang dapat dilihat dari nilai viskositas trough yang lebih tinggi.

Pemasakan semakin mudah apabila konsentrasi larutan natrium sitrat semakin meningkat. Perendaman dalam larutan natrium sitrat 3 % menghasilkan viskositas trough yang tidak berbeda nyata dengan 5 % dan 7 % (Gambar 1). Menurut Butt *et al.* (2019b), struktur beras yang lebih porous disebabkan selama perendaman, natrium sitrat dapat menguraikan struktur protein beras. Hal ini akan mempermudah proses pemasakan karena dengan struktur beras yang porous akan mempermudah penyerapan air dan meningkatkan pengembangan volume.

Beras hitam Sirampog tanpa proses pratanak memiliki nilai viskositas breakdown lebih besar (67 cP) dibandingkan viskositas breakdown beras hitam Sirampog pratanak (2-54 cP). Hal ini menunjukkan bahwa beras hitam Sirampog yang telah dilakukan proses pratanak lebih stabil selama pemanasan dibandingkan tanpa pratanak. Viskositas breakdown beras Sirampog lebih rendah daripada viskositas breakdown beras IR64 pratanak yaitu 503,5-1097,5 cP (Hasbullah & Pramita 2013). Hal ini menunjukkan bahwa beras hitam Sirampog pratanak lebih stabil selama proses pemanasan dibandingkan beras sosoh IR64.

Viskositas akhir beras hitam Sirampog pratanak sebesar 2458-3048 cP. Viskositas akhir ini lebih rendah dari viskositas beras IR pratanak oleh Hasbullah & Pramita (2013) yaitu 3301,5 cP. Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan gel beras hitam Sirampog pratanak lebih rendah dibandingkan beras IR 64 pratanak.

Kecenderungan retrogradasi dan sineresis pada pasta pati dapat dilihat dari parameter viskositas *setback*. Semakin tinggi kemampuan pati dapat membentuk gel dengan viskositas tinggi selama pendinginan, maka nilai viskositas *setback* semakin tinggi. Kecenderungan pasta untuk mengalami retrogradasi yang semakin tinggi juga dapat dilihat dari nilai viskositas *setback* yang semakin tinggi (Yussof *et al.* 2013). Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan natrium sitrat maka viskositas *setback* semakin rendah. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan natrium sitrat sebagai media perendam, beras pratanak lebih tahan terhadap retrogradasi. Konsentrasi larutan natrium sitrat 5 dan 7 % menghasilkan viskositas *setback* terendah yang tidak berbeda nyata, yaitu 666 dan 643 cP.

Hal ini menunjukkan bahwa beras hitam Sirampog pratanak lebih tahan terhadap retrogradasi selama pendinginan. Molekul pati, terutama amilosa akan berkumpul kembali selama tahap pendinginan sehingga terbentuk struktur gel dan terjadi peningkatan viskositas menjadi viskositas akhir. Menurut Yussof *et al.* (2013), kecenderungan berkumpulnya kembali pati yang mengakibatkan peningkatan viskositas tersebut dapat digunakan untuk melihat kecenderungan produk mengalami retrogradasi.

Struktur beras hitam yang lebih porous disebabkan adanya kerusakan struktur protein beras oleh larutan natrium sitrat (Widowati *et al.* 2010). Hal ini mengakibatkan pada saat pemasakan, penyerapan air akan lebih mudah dan volume beras lebih mengembang. Hal ini sesuai dengan Butt *et al.* (2019a) yang menyatakan bahwa untuk membuat beras instan yang memiliki struktur lebih porous dapat digunakan natrium sitrat dengan pH 5,2. Sedangkan menurut Jin *et al.* (2017) penggunaan natrium sitrat dapat mengurangi waktu rehidrasi.

Pada kadar antosianin, semakin tinggi konsentrasi natrium sitrat yang ditambahkan menurunkan kadar antosianin beras hitam pratanak Sirampog (Gambar 3). Antosianin memiliki sifat hidrofilik yang mudah larut dalam air (Yuliana & Akhbar 2020). Selain bersifat hidrofilik, antosianin juga dapat larut dalam pelarut organik yang bersifat polar seperti etanol, metanol, aseton, dan kloroform (Yamuangmorn *et al.* 2018). Penurunan kadar antosianin pada beras hitam pratanak diduga pada saat perendaman dengan larutan natrium sitrat menyebabkan kestabilan warna ungu pada air perendam yang nantinya dibuang karena penirisan. Kestabilan antosianin dalam air maupun pelarut polar yang bersifat netral atau basa dapat lebih dimantapkan dengan penambahan asam organik seperti asam asetat, asam sitrat, atau asam klorida. Kombinasi pelarut polar dengan asam organik yang tepat hingga mendapatkan kondisi pH yang sangat asam (pH 1-2) dapat lebih memantapkan kestabilan antosianin dalam bentuk kation flavium merah, sedangkan apabila pelarut dikombinasikan dengan asam lemah maka perubahan warna antosianin akan berubah menjadi warna merah memudar pada pH 3; merah keunguan pada pH 4; ungu pada pH 5-6; dan ungu biru pada pH 7 (Sitepu *et al.* 2016). Pada proses pengolahan beras pratanak memerlukan perlakuan panas yang tinggi dan adanya pencucian sebelum proses pratanak sehingga kemungkinan besar kandungan antosianin ikut terbuang bersama air bekas pencucian. Panas yang tinggi menyebabkan antosianin yang terdapat di dalam bahan rusak, namun hal ini juga dipengaruhi oleh suhu pemanasan, waktu pemanasan, dan ukuran

bahan yang diolah. Menurut Winarno (2004), pada pemanasan yang tinggi, kestabilan dan ketahanan zat warna antosianin berubah dan mengakibatkan kerusakan antosianin. Semakin tinggi suhu perendaman maka semakin tinggi pula panas dari medium pemanas (air) yang terpenetrasi ke dalam bahan. Hal ini menyebabkan semakin banyak antosianin yang terdegradasi dan mengalami polimerisasi sehingga kadar antosianin yang terukur semakin rendah.

Konsentrasi larutan natrium sitrat sebagai bahan perendam berpengaruh nyata terhadap viskositas *trough* dan viskositas *setback*. Konsentrasi larutan natrium sitrat sebesar 5 % sebagai bahan perendam menghasilkan beras hitam pratanak varietas Sirampog yang lebih mudah dimasak dan lebih tahan terhadap retrogradasi selama pendinginan.

## 5. Kesimpulan

Konsentrasi larutan natrium sitrat sebagai bahan perendam pada pembuatan beras hitam pratanak varietas Sirampog berpengaruh nyata terhadap viskositas *trough* dan viskositas *setback*. Perendaman beras Sirampog dalam larutan 5 % natrium sitrat menghasilkan beras hitam pratanak varietas Sirampog dengan nilai viskositas *trough* tinggi dan viskositas *setback* terendah, yang artinya beras Sirampog lebih mudah dimasak dan tidak mudah mengalami retrogradasi selama pendinginan.

## 6. Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat yang telah memberikan dana penelitian melalui Hibah Tesis Magister dengan nomor kontrak 062/SP2H/LT/DRPM/2019.

## 7. Pernyataan Konflik Kepentingan (Declaration of Conflicting Interests)

Penulis menyatakan tidak ada potensi konflik kepentingan sehubungan dengan penelitian, kepengarangan, dan/atau publikasi dari artikel ini (*The authors have declared no potential conflicts of interest concerning the study, authorship, and/or publication of this article*).

## 8. Daftar Pustaka

Agu HO, Michael-Agwuoke A. 2012. Optimization of Soaking Duration and Temperature for Two Nigerian Rice Cultivars. *Nigerian Food Journal* 30 (2): 22-27. [https://doi.org/10.1016/S0189-7241\(15\)30030-8](https://doi.org/10.1016/S0189-7241(15)30030-8).

- Aini N, Hariyadi P. 2010. Gelatinization Properties of White Maize Starch from Three Varieties of Corn Subject to Oxidized and Acetylated-Oxidized Modification. *International Food Research Journal* 17 (4): 961–68.
- Aini N, Wijonarko G, Sustriawan B. 2016. Physical, Chemical, and Functional Properties of Corn Flour Processed by Fermentation. *Agritech* 36 (2): 160–69. <https://doi.org/https://doi.org/10.22146/agritech.12860>.
- Bolea C, Turturică M, Stănciuc N, Vizireanu C. 2016. Thermal Degradation Kinetics of Bioactive Compounds from Black Rice Flour (*Oryza Sativa* L.) Extracts. *Journal of Cereal Science* 71: 160–66. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.08.010>.
- Butt NA, Ali TM, Hasnain A. 2019a. Rheological Characterization of Cold Water Soluble Rice (*Oryza sativa*) Starch Lactates and Citrates Prepared via Alcoholic-Alkaline Method. *International Journal of Biological Macromolecules* 123: 558–68. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.11.076>.
- Butt NA, Ali TM, Hasnain A. 2019b. Rice Starch Citrates and Lactates: A Comparative Study on Hot Water and Cold Water Swelling Starches. *International Journal of Biological Macromolecules* 127: 107–17. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.01.019>.
- Dundar AN, Gocmen D. 2013. Effects of Autoclaving Temperature and Storing Time on Resistant Starch Formation and Its Functional and Physicochemical Properties. *Carbohydrate Polymers* 97 (2): 764–71. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.04.083>.
- Hasbullah R, Pramita RDP. 2013. Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Mutu Beras Pratanak Pada Padi Varietas IR 64. *Jurnal Keteknik Pertanian* 27 (1): 53–60.
- Hou, Z, Qin P, Zhang Y, Cui S, Ren G. 2013. Identification of Anthocyanins Isolated from Black Rice (*Oryza Sativa* L.) and Their Degradation Kinetics. *Food Research International* 50 (2): 691–97. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.07.037>.
- Jin X, Yang R, Guo L, Wang X, Yan X, Gu Z. 2017. ITRAQ Analysis of Low-Phytate Mung Bean Sprouts Treated with Sodium Citrate, Sodium Acetate and Sodium Tartrate. *Food Chemistry* 218: 285–93. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.029>.
- Paiva FF, Vanier NL, Berrios JD, Pinto VZ, Wood D, Williams T, Pan J, Elias MC. 2016. Polishing and Parboiling Effect on the Nutritional and Technological Properties of Pigmented Rice. *Food Chemistry* 191: 105–12. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.047>.
- Pratiwi R, Purwestri YA. 2017. Black Rice as a Functional Food in Indonesia. *Functional Foods in Health and Disease* 7 (3): 182–94. <https://doi.org/10.31989/ffhd.v7i3.310>.
- Qin W, Lin Z, Wang A, Chen Z, He Y, Wang L, Liu L, Wang F, Tong LT. 2021. Influence of Particle Size on The Properties of Rice Flour and Quality of Gluten-Free Rice Bread. *LWT* 151: 112236. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112236>.
- Ryu D, Koh E. 2017. Influence of Cooking Methods on Free and Bound Phenolic Acids in Korean Black Rice. *Journal of Food Processing and Preservation* 41 (2): e12873. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12873>.
- Siriamornpun S, Sareepuang K, Wiset L, Meeso N. 2008. Effect of Soaking Temperature on Physical, Chemical and Cooking Properties of Parboiled Fragrant Rice. *World Journal of Agricultural Sciences* 4 (4): 409–15.
- Sittipod, S, Shi YC. 2016. Changes in Physicochemical Properties of Rice Starch during Steeping in the Parboiling Process. *Journal of Cereal Science* 69: 398–405. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.05.010>.
- Suhartatik N, Mustofa A, Mursito P. 2019. Phenolic Content and Antioxidant Activity of Black Glutinous Rice Anthocyanin during Fermentation by *Pediococcus Pentosaceus* N11.16. *Agritech* 39 (1): 30. <https://doi.org/10.22146/agritech.36347>.
- Susilo N, Hasbullah R, Sugiyono S. 2013. Proses Pengolahan Beras Pratanak Memperbaiki Kualitas dan Menurunkan Indeks Glikemik Gabah Varietas Ciherang. *Pangan* 22 (3): 209–220.
- Swasdisevi T, Sriariyakula W, Tia W, Soponronnarit S. 2010. Effect of Pre-Steamming on Production of Partially-Parboiled Rice Using Hot-Air Fluidization Technique. *Journal of Food Engineering* 96 (3): 455–62. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.08.026>.
- Taghinezhad E, Khoshtaghaza MH, Minaei S, Suzuki T, Brenner T. 2016. Relationship Between Degree of Starch Gelatinization and Quality Attributes of Parboiled Rice During Steaming. *Rice Science* 23 (6): 339–44. <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2016.06.007>.
- Vargas CG, Junior JDS, Rabelo TK, Moreira JCF, Gelain DP, Rodrigues E, Augusti PR, Rios AO, Flôres SH. 2018. Bioactive Compounds and Protective Effect of Red and Black Rice Brans Extracts in Human Neuron-like Cells (SH-SY5Y). *Food Research International* 113: 57–64. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.06.069>.

- Widowati S, Nurjanah R, Amrinola W. 2010. Proses Pembuatan Dan Karakterisasi Nasi Sorgum Instan. In *Prosiding Pekan Serealia Nasional 2010* 35–48.
- Wu J, Chen J, Liu W, Liu C, Zhong Y, Luo D, Li Z, Guo X. 2016. Effects of Aleurone Layer on Rice Cooking: A Histological Investigation. *Food Chemistry* 191: 28–35. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.058>.
- Yamuangmorn S, Dell B, Prom-U-Thai C. 2018. Effects of Cooking on Anthocyanin Concentration and Bioactive Antioxidant Capacity in Glutinous and Non-Glutinous Purple Rice. *Rice Science* 25 (5): 270–278. <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2018.04.004>
- Yuliana ND, Akhbar MA. 2020. Chemical and Physical Evaluation, Antioxidant and Digestibility Profiles of White and Pigmented Rice From Different Areas of Indonesia. *Brazilian Journal of Food Technology* 23 1–13. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.23818>
- Yussof, NS, Utra U, Alias AK. 2013. Hydrolysis of Native and Cross-Linked Corn, Tapioca, and Sweet Potato Starches at Sub-Gelatinization Temperature Using a Mixture of Amylolytic Enzymes. *Starch/Staerke* 65 (3–4): 285–95. <https://doi.org/10.1002/star.201200002>.
- Zhang H, Shao Y, Bao J, Beta T. 2015. Phenolic Compounds and Antioxidant Properties of Breeding Lines between the White and Black Rice. *Food Chemistry* 172: 630–39. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.118>.

**Research Article****Induksi Kalus Sisik Umbi *Lilium longiflorum* Thunb. oleh Auksin dan Sitokinin, serta Respons Pertumbuhannya Secara *In Vitro******Callus Induction of Lilium longiflorum Thunb. Bulb Scales by Auxin and Cytokinin, and Its Growth Responses In Vitro***Yeni Ekawati <sup>1</sup>, Anggraeni <sup>1\*</sup>, Apriliana Dyah Prawestri <sup>2</sup>, Eddy Nurtjahya <sup>1</sup><sup>1</sup>Program Studi Biologi, Fakultas Pertanian, Perikanan, dan Biologi, Universitas Bangka Belitung, Kampus Terpadu UBB Balunijuk, Merawang, Bangka 33172<sup>2</sup>Pusat Riset Rekayasa Genetika, Organisasi Riset Ilmu Hayati dan Lingkungan, BRIN, Kawasan Sains dan Teknologi Soekarno, Jl. Raya Jakarta Bogor KM 46, Cibinong, Bogor 16911

Received: Agustus 12, 2021 /Received in revised : July 15, 2022/ Accepted: Desember 29, 2022

**ABSTRACT**

*Lilium longiflorum* Thunb. is a potential ornamental plant that has been developed in several industry, such as pharmaceutical industry and floriculture industry. Generative propagation of *L. longiflorum* is difficult and more effective when propagated asexually through tissue culture techniques. This research aimed to analyze callus induction from *L. longiflorum* bulb scale and its growth response to the addition of auxin and cytokinin in culture media. This research were tested in two treatments: MS + 3.0 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D + 0.5 mg L<sup>-1</sup> BAP, incubated in dark condition for 24 hours (treatment 1) and MS + 1.5 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D + 1.0 mg L<sup>-1</sup> BAP, photoperiod 16/8 h (treatment 2). Furthermore, calli were planted on regeneration media (MS + 3.4 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0.09 mg L<sup>-1</sup> NAA). The result showed that explant in treatment 2 (MS + 1.5 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D + 1.0 mg L<sup>-1</sup> BAP, photoperiod 16/8 hours dark/light) is more responsive than treatment 1 on callus induction and subculture treatment. This treatment also produced good quality of calli which were shown in a compact texture, yellowish green colour and 100 % survived. Regeneration media succeeded in regenerating calli into indirect shoots by 100 %, even though no direct shoots and roots were found in this experiment. This research suggest that treatment 2 can used as an effective protocol on developing *L. longiflorum*.

**Keywords:** Micropropagation, Tissue Culture, *Lilium longiflorum*, Organogenesis**ABSTRAK**

*Lilium longiflorum* Thunb. adalah florikultura potensial untuk dikembangkan di bidang industri farmasi dan florikultura. Perbanyakkan *L. longiflorum* secara generatif sulit dilakukan dan perbanyakkan vegetatif dengan kultur jaringan jauh lebih efektif. Oleh karena itu, diperlukan sebuah protokol perbanyakkan *L. longiflorum* secara *in vitro* yang efisien. Tujuan penelitian ini adalah mengamati induksi kalus dari eksplan sisik umbi dari planlet *L. longiflorum* dan respons pertumbuhannya terhadap penambahan auksin dan sitokinin dalam media kultur. Respons sisik umbi pada induksi kalus diuji dengan dua perlakuan, yaitu MS + 3,0 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D + 0,5 mg L<sup>-1</sup> BAP dengan inkubasi dalam keadaan 24 jam gelap (perlakuan 1) dan MS + 1,5 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D + 1,0 mg L<sup>-1</sup> BAP dengan fotoperiode 16/8 jam (perlakuan 2), selama 28 minggu. Kemudian, respons regenerasi kalus menjadi tunas diuji dengan penanaman kalus pada media regenerasi (MS + 3,4 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0,09 mg L<sup>-1</sup> NAA) selama 12 minggu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa eksplan pada perlakuan 2 lebih responsif untuk menginduksi kalus dari

\*Korespondensi Penulis.

E-mail : [anggieib@gmail.com](mailto:anggieib@gmail.com)DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v6i2.316>

sisik umbi *L. longiflorum* dibandingkan eksplan pada perlakuan 1. Kalus yang dihasilkan bertekstur kompak dan berwarna hijau kekuningan dengan tingkat kesintasan 100 % dan daya proliferasi yang tinggi. Media regenerasi berhasil meregenerasikan kalus menjadi tunas sebesar 100 %, meskipun tidak terdapat pertumbuhan akar dalam penelitian ini. Perlakuan MS + 1,5 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D + 1,0 mg L<sup>-1</sup> BAP dengan fotoperiode 16/8 jam direkomendasikan sebagai sebuah protokol yang efektif dalam pengembangan *L. longiflorum*.

**Kata kunci:** Mikropropagasi, Kultur Jaringan, *Lilium longiflorum*, Organogenesis

## 1. Pendahuluan

Lili (*Lilium longiflorum* Thunb.) merupakan tanaman florikultura dari Famili *Liliaceae* yang potensial untuk dikembangkan. Tanaman tersebut memiliki nilai jual yang tinggi sebagai bunga potong (Haryati 2015). Lestari *et al.* (2020) melaporkan bahwa *Lilium* merupakan salah satu bunga potong yang penting dan terbaik dalam perdagangan florikultura dunia, serta telah digunakan sebagai tanaman hias selama berabad-abad karena memiliki ukuran bunga yang besar. Budidaya *L. longiflorum* saat ini juga semakin maju dengan pengembangan dan eksplorasi dalam industri farmasi. Pemanfaatan saponin dalam umbi *L. longiflorum* dapat dikembangkan sebagai obat kanker (Kim *et al.* 2015), antiinflamasi, antitusif dan sedatif. *L. longiflorum* menjadi sangat populer karena memiliki masa simpan yang lama sebagai bunga potong (*long vase life*), mampu beradaptasi dan memiliki nilai ornamental yang tinggi.

Beberapa tantangan dalam perbanyakan *L. longiflorum* di antaranya adalah individu *self-incompatible* (Anggraeni & Iriawati 2017), *hermaprodit* dan *heterostyly* (Deswiniyanti *et al.* 2012). Perbanyakan *Lilium* secara generatif melalui biji menjadi kurang optimal karena ukuran biji yang relatif kecil, memiliki tingkat perkecambahan yang lambat dan menghasilkan variabilitas genetik yang tidak diinginkan (Ali *et al.* 2013), serta pengadaan biji tergantung musim (Bakhshaie *et al.* 2016). Sifat-sifat tersebut secara langsung akan menghambat waktu dalam budidaya dan perbanyakan secara generatif. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbanyakan vegetatif melalui kultur jaringan secara *in vitro*.

Pendekatan melalui teknik kultur jaringan secara *in vitro* merupakan upaya perbanyakan tanaman yang potensial untuk mendukung pengadaan benih *L. longiflorum*. Teknik ini dapat memproduksi tanaman dengan kualitas yang baik (Kanchanapoom *et al.* 2011), menjanjikan bibit secara massal, cepat dan memiliki keseragaman genetik yang bebas dari kontaminan (Minarsih *et al.* 2016), serta terbukti paling efisien untuk propagasi dan multiplikasi pada genus *Lilium* (Bhandari & Aswath 2018).

Keberhasilan kultur jaringan juga didukung dengan pemilihan eksplan yang tepat. Pramanik dan Rachmawati (2010) menyatakan bahwa di dalam eksplan sisik umbi terdapat kandungan sitokinin endogen yang tinggi sehingga dapat menginduksi tunas dengan cepat. Paric *et al.* (2011) melaporkan bahwa eksplan sisik umbi memiliki kemampuan yang tinggi dalam regenerasi sebesar 100 %. Aslam *et al.* (2013) menyatakan bahwa metode propagasi yang paling baik dan proliferaif pada *Lilium* adalah kultur sisik umbi, dan data terbaru menunjukkan bahwa eksplan sisik umbi *L. longiflorum* merupakan eksplan terbaik dalam membentuk tunas dan umbi mikro *in vitro* (Lestari & Deswiniyanti 2020).

Keberhasilan tersebut akhirnya digunakan sebagai awal mula dalam pengembangan *L. longiflorum*. Secara kuantitatif, pembentukan kalus mampu menghasilkan jumlah planlet yang lebih banyak dibandingkan dengan perbanyakan secara konvensional (Kurniati *et al.* 2012), serta menghasilkan kandungan metabolit sekunder yang jauh lebih banyak daripada metabolit sekunder yang diambil langsung dari tanaman (Mahadi *et al.* 2016). Induksi kalus dapat dilakukan pada bagian tanaman manapun (Rasud & Bustaman 2020) dan memiliki sifat perakaran yang sama dengan bibit yang berasal dari biji (Lestari 2011).

Respons pertumbuhan pada induksi kalus sisik umbi *L. longiflorum* dengan zat pengatur tumbuh (ZPT) 2,4-D dan BAP secara spesifik belum pernah dilaporkan. Selain itu, tingkat sensitivitas setiap tumbuhan bahkan eksplan terhadap pemberian auksin dan sitokinin berbeda-beda sehingga respons pertumbuhan pun berbeda juga. Oleh karena, itu penelitian respons pertumbuhan terhadap induksi kalus ini sangat menarik dan penting dilakukan untuk memperoleh suatu protokol yang efisien dalam perbanyakan *L. longiflorum*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis respons pertumbuhan kalus dari induksi eksplan sisik umbi *L. longiflorum* oleh kombinasi perlakuan 2,4-D dan BAP *in vitro*, dan menganalisis respons pertumbuhan dan regenerasi kalus akibat penambahan zat pengatur tumbuh BAP dan NAA.

## 2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2018 sampai Juni 2020. Proses induksi, subkultur dan regenerasi dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan, Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian Perikanan dan Biologi, Universitas Bangka Belitung.

### 2.1. Eksplan

Eksplan yang digunakan untuk induksi kalus, yaitu sisik umbi dari planlet *L. longiflorum in vitro* steril. Sebelum diinduksi, rumpun planlet *in vitro* disubkultur terlebih dahulu pada media MS (Murashige & Skoog 1962) tanpa zat pengatur tumbuh selama 2 minggu sebelum dipindahkan ke media induksi kalus (Delidha 2016).

### 2.2. Induksi kalus

Perlakuan untuk induksi kalus adalah kombinasi penambahan ZPT dalam media dan pencahayaan selama inkubasi kultur. Perlakuan 1: MS + 3,0 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D + 0,5 mg L<sup>-1</sup> BAP, inkubasi dalam keadaan gelap 24 jam (Tang *et al.* 2010), dan perlakuan 2: MS + 1,5 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D + 1,0 mg L<sup>-1</sup> BAP, inkubasi dengan fotoperiode 16/8 jam gelap/terang (Panwar *et al.* 2017). Masing-masing perlakuan induksi kalus memiliki 3 ulangan dengan 5 eksplan setiap ulangan. Variabel pengamatan yang diamati berupa ukuran (panjang, lebar dan tinggi), kesintasan, dan persentase kalus yang mengalami pencoklatan (*browning*). Pengamatan tersebut dilakukan setiap 4 minggu sekali.

Kalus yang berhasil terinduksi kemudian disubkultur sebanyak 3 kali dengan periode subkultur 1 bulan (4 minggu) (Rachmawati *et al.* 2014). Parameter yang diamati selama periode subkultur ini yakni ukuran, kesintasan, persentase kalus yang mengalami pencoklatan (*browning*) dan jumlah tunas.

### 2.3. Regenerasi kalus menjadi tunas

Kalus *L. longiflorum* dari subkultur ketiga (usia 12 minggu) pada perlakuan 2 dipindah pada media regenerasi yang terdiri dari 3,4 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0,09 mg L<sup>-1</sup> NAA (Kanchanapoom *et al.* 2011). Kalus kemudian diinkubasi selama 4 minggu dalam ruang inkubasi pada suhu 20 °C dalam keadaan terang

24 jam hingga membentuk tunas (Fauziah *et al.* 2019).

Variabel penelitian yang diamati, yaitu jumlah tunas, panjang daun, jumlah daun, jumlah akar, kesintasan kalus, dan persentase *browning*. Penghitungan jumlah tunas dilakukan pada kalus yang terdapat tonjolan berwarna hijau muda (Prayoga 2009). Perhitungan jumlah daun dilakukan pada tunas yang sudah memiliki daun sepanjang 1 cm. Panjang daun yang diukur dari pangkal hingga ujung daun menggunakan mistar.

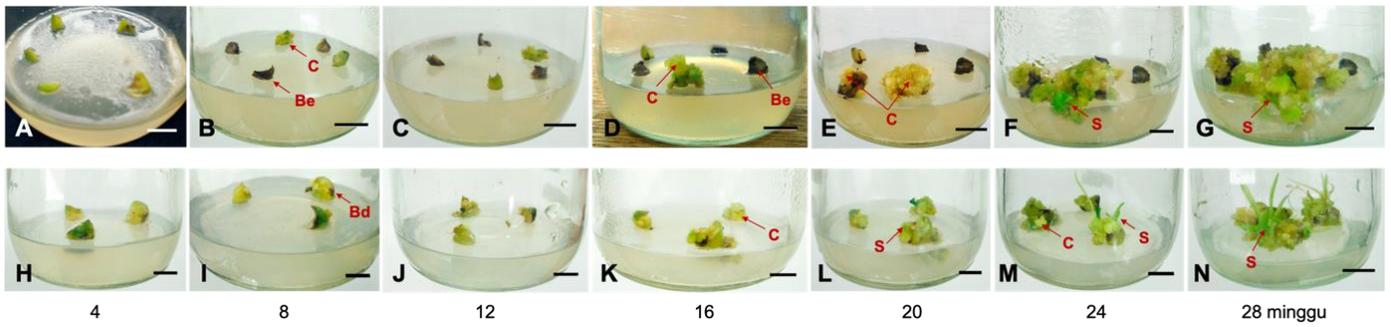
### 2.4. Analisis data

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor tunggal, yaitu pemberian zat pengatur tumbuh (ZPT) yang dikombinasikan dengan foto periode saat proses inkubasi kultur. Data kuantitatif dianalisis dengan analisis ragam (*analysis of variant*) dengan taraf 5 % menggunakan program SPSS versi 17 untuk mengetahui pengaruh beda pada setiap perlakuan, sedangkan data kualitatif dianalisis secara deskriptif.

## 3. Hasil

### 3.1. Induksi kalus dari sisik umbi *in vitro Lilium longiflorum*

Zat pengatur tumbuh (ZPT) pada perlakuan 1 (3,0 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D dan 0,5 mg L<sup>-1</sup> BAP, 24 jam gelap) mampu menginduksi kalus dari eksplan sisik umbi *in vitro L. longiflorum* dalam waktu 8 minggu sebanyak 20 %, namun hanya 6,66 % saja yang berhasil hidup hingga 28 minggu (Tabel 1). Pada perlakuan 2 (1,5 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D dan 1,0 mg L<sup>-1</sup> BAP, fotoperiode 16/8 jam) ZPT mampu menginduksi kalus dalam 4 minggu dengan pembentukan kalus mencapai 100 % (Tabel 1). Hasil induksi kalus pada perlakuan 1 (Gambar 1A) menunjukkan secara jelas pada minggu ke-4 mulai terdapat titik-titik cokelat pada eksplan (*brown dot*). Kalus mulai terbentuk pada minggu ke-8, berwarna hijau kekuningan dan bertekstur kompak (Gambar 1B) dengan tingkat kesintasan yang rendah (6,66 %) hingga minggu ke-28 (Tabel 1). Kalus mulai berproliferasi pada minggu ke-20 (Gambar 1E) dan mulai terbentuk tunas berwarna hijau pada minggu ke-24 (Gambar 1F).



Gambar 1. Pertumbuhan kalus dari eksplan sisik umbi in vitro *L. longiflorum* selama 28 minggu pada perlakuan media induksi kalus. A-G: Eksplan ditanam pada perlakuan 1, media MS + 3,0 mg L-1 2,4-D + 0,5 mg L-1 BAP dalam keadaan 24 jam gelap. H-N: Eksplan ditanam pada perlakuan 2, media MS + 1,5 mg L-1 2,4 + 1,0 mg L-1 BAP dengan fotoperiode 16/8 jam. Tanda panah merah menunjukkan: Brown dot (Bd); Browning explant (Be); Callus (C); Shoot (S). Skala: 10 mm.

Tabel 1. Pengaruh perlakuan kombinasi ZPT (2,4-D dan BAP) dan pencahayaan pada persentase tingkat kesintasan dan browning pada kalus dari eksplan sisik umbi selama 28 minggu.

Perlakuan	Minggu ke-	Kesintasan (%)	Browning (%)
Perlakuan 1 MS + 3,0 mg L <sup>-1</sup> 2,4-D + 0,5 mg L <sup>-1</sup> BAP, 24 jam gelap	4	0	0
	8	20	80
	12	6,66	93,33
	16	6,66	93,33
	20	6,66	93,33
	24	6,66	93,33
	28	6,66	93,33
Perlakuan 2 MS + 1,5 mg L <sup>-1</sup> 2,4-D + 1,0 mg L <sup>-1</sup> BAP, fotoperiode 16/8 jam	4	100	0
	8	100	0
	12	100	0
	16	100	0
	20	100	0
	24	100	0
	28	100	0

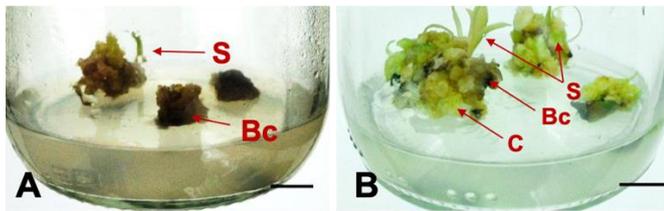
Pada perlakuan 2, respons pembentukan kalus terjadi lebih cepat dibandingkan pada perlakuan 1. Eksplan sisik umbi *L. longiflorum* membengkak (*swelling*) dan mulai terbentuk kalus berwarna hijau kekuningan dan bertekstur kompak pada minggu ke-4 (Gambar 1H). Selama 28 minggu kalus

terus berproliferasi (Gambar 1N) dengan tingkat kesintasan sebesar 100 % (Tabel 1) sehingga berpengaruh pada ukuran kalus yang lebih besar dibandingkan dengan ukuran kalus pada perlakuan 1 dan secara statistik berbeda nyata (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh perlakuan kombinasi ZPT (2,4-D dan BAP) dan pencahayaan pada pertambahan ukuran kalus selama 28 minggu.

Ukuran (mm)	Perlakuan	Waktu Induksi (minggu)						
		4	8	12	16	20	24	28
Panjang	1	0,00±0,00 b	0,26±0,32 b	0,20±0,40 b	0,33±0,66 b	1,33±2,66 b	2,33±4,66 b	3,46±6,93 b
	2	2,13±0,65 a	3,33±0,76 a	5,40±0,16 a	7,33±2,14 a	8,93±2,31 a	10,50±2,62 a	12,53±2,72 a
Lebar	1	0,00±0,00 b	0,33±0,42 b	0,26±0,53 b	0,66±1,33 b	1,13±2,26 b	1,66±3,33 b	1,66±3,33 b
	2	1,66±0,21 a	2,60±0,48 a	3,60±0,67 a	4,86±0,93 a	6,20±1,10 a	7,53±0,97 a	9,33±1,05 a
Tinggi	1	0,00±0,00 b	0,26±0,32 b	0,20±0,40 b	0,73±1,46 b	1,06±2,13 b	1,26±2,53 b	2,00±4,00 b
	2	1,80±0,45 a	3,20±0,71 a	4,60±0,99 a	6,26±0,95 a	7,86±1,20 a	9,10±0,94 a	10,86±1,43 a

Keterangan: rerata±standar deviasi. Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji ANOVA dengan  $\alpha = 5 \%$ .



Gambar 2. Perkembangan kalus selama 4 minggu setelah subkultur. A) Eksplan ditanam pada perlakuan 1, media MS + 3,0 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D + 0,5 mg L<sup>-1</sup> BAP dalam keadaan 24 jam gelap. B) Eksplan ditanam pada perlakuan 2, media MS + 1,5 mg L<sup>-1</sup> 2,4 + 1,0 mg L<sup>-1</sup> BAP dengan fotoperiode 16/8 jam. Tanda panah merah menunjukkan: *Brown callus* (Bc); *Callus* (C); (S) *Shoot*. Skala: 10 mm.

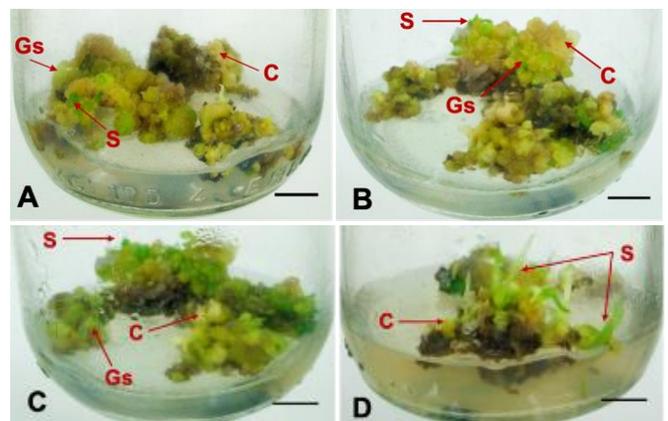
Setelah proses induksi, kalus disubkultur pada media dan kondisi pencahayaan yang sama selama 12 minggu. Hasil yang diperoleh dari tahap subkultur minggu ke-4 pada perlakuan 1, yaitu seluruh kalus mengalami *browning* dan mati (Gambar 2A) sehingga tidak terdapat kalus yang berhasil dilanjutkan dalam tahap subkultur minggu ke-8 dan ke-12 (Tabel 3). Sementara itu, respons pertumbuhan tampak pada kalus hasil induksi perlakuan 2, ditandai dengan ukuran kalus yang semakin besar karena proliferasi sel (Gambar 2B). Namun demikian, kalus pada perlakuan 2 juga mulai mengalami *browning* pada minggu ke-4 subkultur (6,6 %) dan terus meningkat hingga mencapai 40 % pada minggu ke-12 sehingga menyisakan 60 % kalus yang bertahan hidup (Tabel 3).

### 3.2. Regenerasi kalus membentuk tunas

Pembentukan tunas ditandai dengan adanya tonjolan berwarna hijau pada permukaan kalus. Hasil pada Gambar 1 dan 2 menunjukkan bahwa respons organogenesis pada kalus dipengaruhi oleh faktor cahaya. Pada perlakuan 1, eksplan ditanam pada keadaan gelap, regenerasi kalus menjadi tunas

mulai tampak pada minggu ke-24 (Gambar 1F). Sementara itu, respons organogenesis terjadi lebih cepat pada eksplan yang ditanam pada perlakuan 2 (pencahayaan fotoperiode 16/8 jam), dimana tunas mulai tumbuh pada kalus yang berusia 20 minggu dan pada minggu ke-24 sudah terbentuk daun (Gambar 2L-M).

Setelah kalus dipindah pada media regenerasi dengan pencahayaan penuh (24 jam), kalus tampak lebih responsif dalam membentuk tunas (Gambar 3 dan Tabel 4). Tabel 4 menunjukkan bahwa pembentukan tunas terus meningkat selama 4 minggu, yaitu rata-rata tunas sebanyak 16,29 tunas per kalus dengan tingkat kesintasan 100 %. Rata-rata pembentukan daun juga teramati semakin banyak, yaitu 5,43 daun per tunas dengan rata-rata panjang daun adalah 19,58 mm. Pada media regenerasi dengan pencahayaan penuh ini teramati tidak ada kalus yang membentuk akar.



Gambar 3. Regenerasi kalus selama empat minggu pada media regenerasi MS + 0,09 mg L<sup>-1</sup> NAA + 3,4 mg L<sup>-1</sup> BAP dengan pencahayaan penuh (24 jam). Kalus usia: A) 1 minggu; B) 2 minggu; C) 3 minggu; D) 4 minggu. Tanda panah merah menunjukkan: *Callus* (Ca); *Green spot* (Gs); *Shoot* (S). Skala: 10 mm.

Tabel 3. Pengaruh perlakuan kombinasi ZPT (2,4-D dan BAP) dan pencahayaan pada daya hidup (kesintasan) dan pertumbuhan kalus selama 12 minggu setelah subkultur pada media yang sama.

Perlakuan	Minggu ke-	Kesintasan (%)	<i>Browning</i> (%)	Rerata ukuran kalus (mm)		
				Panjang	Lebar	Tinggi
Perlakuan 1 MS + 3,0 mg L <sup>-1</sup> 2,4-D + 0,5 mg L <sup>-1</sup> BAP, 24 jam gelap	4	0	100	3,46±6,93	1,66±3,33	2,00±4,00
	8	0	100	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
	12	0	100	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
Perlakuan 2 MS + 1,5 mg L <sup>-1</sup> 2,4-D + 1,0 mg L <sup>-1</sup> BAP, fotoperiode 16/8 jam	4	93,4	6,6	13,90±2,83	10,90±0,98	13,06±1,25
	8	86,7	13,3	15,16±4,54	11,60±2,78	13,93±3,76
	12	60,0	40,0	26,08±5,25	17,79±3,78	18,37±4,16

Keterangan: rerata±standar deviasi.

Tabel 4. Pengaruh kombinasi ZPT (BAP dan NAA) dan pencahayaan penuh pada daya hidup (kesintasan) dan regenerasi kalus selama 4 minggu setelah dipindah pada media regenerasi.

Media Regenerasi	Minggu ke-	Kesintasan (%)	<i>Browning</i> (%)	Rerata			
				Jumlah tunas	Jumlah daun	Panjang daun (mm)	Jumlah akar
MS + 3,4 mg L <sup>-1</sup> BAP + 0,09 mg L <sup>-1</sup> NAA	1	100	0	5,25 ± 1,49	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	2	100	0	7,83 ± 2,62	1,6 ± 1,24	10,20 ± 0,16	0,00 ± 0,00
	3	100	0	12,00 ± 2,83	2,4 ± 1,49	13,12 ± 0,12	0,00 ± 0,00
	4	100	0	16,29 ± 2,41	5,43 ± 3,95	19,58 ± 0,32	0,00 ± 0,00

Keterangan: rerata ± standar deviasi.

## 4. Pembahasan

### 4.1. Induksi kalus dari sisik umbi *in vitro* *Lilium longiflorum*

Eksplan *in vitro* sisik umbi *L. longiflorum* secara umum mampu membentuk kalus pada perlakuan 1 (MS + 3,0 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D + 0,5 mg L<sup>-1</sup> BAP, diinduksi dalam 24 jam gelap) dan perlakuan 2 (MS + 1,5 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D + 1,0 mg L<sup>-1</sup> BAP, fotoperiode 16/8 jam) dengan respons pertumbuhan yang bervariasi. Respons awal pada tahap induksi kalus berbeda-beda. Bagian eksplan yang dipotong mengalami pembengkakan (*swelling*) dan tumbuh kalus dari bagian bawah sisik umbi yang tertanam dalam media. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Sitinjak *et al.* (2015) bahwa kalus yang terbentuk dimulai pada bagian yang kontak dengan media dengan ciri morfologi berupa pembengkakan eksplan yang menandakan adanya aktivitas proliferasi sel dalam eksplan. Munculnya kalus pada eksplan secara *in vitro* merupakan respons dari adanya penambahan jenis dan konsentrasi ZPT eksogen, cahaya, serta adanya pelukaan pada eksplan sehingga menstimulasi jaringan di dalam eksplan untuk memunculkan reaksi pembentukan kalus sebagai respons untuk penutupan luka (Indah & Ermavitalini 2013; Ikeuchi *et al.* 2013; Chen *et al.* 2019).

Dalam penelitian ini, dua perlakuan induksi menghasilkan respons pembentukan kalus yang berbeda. Konsentrasi 2,4-D yang tinggi dalam media kultur serta keadaan gelap (perlakuan 1) menginduksi pembentukan kalus lebih lambat (8 minggu) dibandingkan dengan konsentrasi 2,4-D yang lebih rendah pada fotoperiode 16/8 jam (perlakuan 2) (4 minggu). Hal ini kemungkinan disebabkan konsentrasi auksin 2,4-D yang melebihi batas optimum pada pembentukan kalus dari eksplan. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Harahap *et al.* (2019) bahwa tingginya konsentrasi auksin 2,4-D dapat menyebabkan penundaan dan penghambatan dalam

pembentukan kalus pada eksplan umbi nanas Sipahutar. Menurut Zuyasna *et al.* (2014), konsentrasi auksin eksogen yang lebih tinggi dari batas optimum akan mengakibatkan jaringan memproduksi senyawa etilen yang menghambat pertumbuhan sel.

Perlakuan 1 juga menghasilkan respons kematian eksplan yang jauh lebih tinggi dibandingkan pada perlakuan 2. Kematian eksplan disebabkan oleh *browning* yakni jaringan mengalami pencokelatan sebagai respons pengaruh fisik, seperti pelukaan yang memicu oksidasi senyawa fenolik (Ahmad *et al.* 2013), konsentrasi ZPT eksogen yang tidak optimal (Chen *et al.* 2019), serta kalus memasuki fase stasioner (penuaan) (Purnamaningsih & Ashrina 2011). Senyawa fenolik, seperti flavonoid merupakan metabolit sekunder yang terdapat di seluruh organ terutama pada Famili *Liliaceae*, *Leguminosae*, *Polygonaceae* dan *Scrophulariaceae* (Lestari *et al.* 2018). Jin *et al.* (2012) melaporkan bahwa 6 spesies *Lilium* (*L. regale*, *L. concolor*, *L. pumilum*, *L. leucanthum*, *L. davidii* var. *unicolor* dan *L. lancifolium*) memiliki senyawa fenolik yang tinggi pada bagian sisik umbi. Konsentrasi 2,4-D yang ditambahkan pada media kultur juga dapat menjadi penyebab *browning*. Zuyasna *et al.* (2014) menyatakan konsentrasi auksin yang tinggi meningkatkan sintesis etilen yang menyebabkan *browning* dan penghambatan pertumbuhan sel. Walaupun senyawa 2,4-D lebih efektif bekerja dalam keadaan gelap (Kurniati *et al.* 2012), namun berdampak buruk jika diberikan dalam konsentrasi yang tidak tepat.

Hasil induksi kalus perlakuan 1 banyak eksplan gagal membentuk kalus. Hal tersebut kemungkinan akibat perbedaan kemampuan jaringan menyerap unsur hara dan zat pengatur tumbuh dalam media induksi (Ibrahim *et al.* 2010), jumlah sel kompeten dalam setiap eksplan tidak selalu sama (Budiarto *et al.* 2015), serta perbedaan kemampuan jaringan dalam menyerap air dan unsur hara seperti proses

difusi, osmosis dan tekanan turgor sel (Marthani *et al.* 2016). Selain itu, tingginya konsentrasi auksin 2,4-D yang melebihi batas optimum diduga mengakibatkan sel dipaksa melakukan pemanjangan dan peregangan secara terus menerus dan cepat, sehingga sel tidak mendapatkan kesempatan untuk kembali ke proses yang normal (Harahap *et al.* 2019).

Dari hasil penelitian didapatkan kalus cokelat pada perlakuan pertama dan berwarna hijau kekuningan pada kedua perlakuan. Widyawati (2010) menyatakan bahwa kalus berwarna hijau disebabkan akibat pengaruh pemberian sitokinin dalam pembentukan klorofil. Anggraeni dan Iriawati (2017) menegaskan bahwa pemberian sitokinin berperan penting dalam memperlambat senescence (penuaan) dengan cara menghambat perombakan butir klorofil dan protein dalam sel. Sedangkan, kalus yang berwarna kuning menandakan bahwa kalus masih tetap memiliki kemampuan proliferasi yang baik. Warna kuning merupakan hasil dari akumulasi pigmen flavonoid pada sel parenkim penyusun kalus (Wijayanto 2016).

Salah satu variabel pengamatan yang berguna untuk menggambarkan kondisi kalus adalah tekstur kalus. Tekstur kalus yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah kompak. Kalus kompak menurut Fiah *et al.* (2014) merupakan kalus yang memiliki tonjolan-tonjolan nodular yang akan berkembang menjadi calon organ apabila dirangsang dengan ZPT, padat dan keras, tersusun dari sel-sel kecil yang rapat, dan tidak dapat dipisahkan menjadi 1 sel (Wijawati *et al.* 2019). Tekstur kalus kompak karena lignifikasi, kalus memiliki tekstur lebih keras oleh sitokinin yang berperan dalam transport zat hara (Mahadi *et al.* 2016).

Kalus kompak pada penelitian ini mengalami organogenesis tidak langsung dengan membentuk tunas. Diduga efek sitokinin endogen dan eksogen serta interaksinya dengan auksin berperan penting dalam pertumbuhan tunas, dan hanya sel yang kompeten saja yang mampu menghasilkan tunas (Sari *et al.* 2014). Balilashaki *et al.* (2015) menjelaskan bahwa pertumbuhan kalus dapat mengarah ke pembentukan tunas jika konsentrasi sitokinin dan auksin tepat dalam menginduksi pertumbuhan tunas. Sejalan dengan penelitian Muliati *et al.* (2017) bahwa konsentrasi BAP yang rendah mampu merangsang terbentuknya kalus dan tunas, tunas merangsang pertumbuhan daun sehingga jumlah daun menjadi bertambah. Nurchayati *et al.* (2018) menjelaskan bahwa BAP mampu mengaktifkan gen-gen untuk membentuk tunas dan berperan dalam menstimulasi diferensiasi sel.

Proses subkultur kalus dalam penelitian ini sangat penting dalam meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan kalus. Hasil subkultur setelah minggu ke-4 dari perlakuan 1 mengalami penurunan kesintasan kalus hingga 0 % akibat *browning* walaupun berasal dari sumber kalus yang berwarna hijau. Hal ini diduga karena sel masih beradaptasi pada media baru dengan konsentrasi auksin yang tinggi, sehingga memunculkan respons pencokelatan dan kematian kalus. Menurut Fauzy *et al.* (2016), sel-sel muda yang sehat dan berwarna kuning dapat berubah menjadi cokelat seiring dengan pertumbuhan kalus yang semakin tua dan diduga sebagai respons stres terhadap faktor eksternal sel. Selain itu, diduga karena ZPT dalam perlakuan 1 belum mencapai keseimbangan konsentrasi dalam membentuk kalus.

Hasil subkultur perlakuan kedua juga mengalami penurunan kesintasan kalus menjadi 60 %. Namun, daya proliferasi pada subkultur kalus *L. longiflorum* mengalami peningkatan pada minggu ke-4 hingga minggu ke-12 dilihat dari ukuran kalus yang semakin besar. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Wulansari *et al.* (2015) bahwa subkultur berulang pada kalus jeruk tidak mengurangi kemampuan proliferasi dan morfologinya. Hal ini kemungkinan karena perlakuan 1 meningkatkan respons pertumbuhan pada kalus sehingga sel-sel kalus masih memiliki kemampuan proliferasi yang baik dan mempertahankan sifat kompeten untuk beregenerasi ke tahap pembentukan tunas.

#### **4.2. Regenerasi tunas dari kalus *L. longiflorum* *in vitro***

Kalus yang kompeten adalah kalus yang memiliki kemampuan untuk beregenerasi menjadi tunas. Awal pembentukan tunas ditandai dengan perubahan warna kalus dari hijau kekuningan menjadi hijau (*green spot*). Menurut Hapsoro dan Yusnita (2016), warna hijau pada kalus merupakan akibat dari peningkatan sintesis klorofil karena pengaruh sitokinin. *Green spot* pada kalus selanjutnya membentuk tunas dan berdiferensiasi menjadi daun. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kalus yang berasal dari perlakuan 2 memiliki tingkat regenerasi yang tinggi dengan jumlah tunas yang semakin banyak selama 4 minggu pada media regenerasi, sementara keseluruhan kalus dari perlakuan 1 mengalami kematian bahkan sebelum dipindah ke media regenerasi.

Faktor ZPT juga mempengaruhi pembentukan dan pertumbuhan tunas. Dalam penelitian ini, konsentrasi sitokinin pada perlakuan 2 lebih tinggi daripada perlakuan 1. Selain itu, konsentrasi sitokinin pada media regenerasi lebih tinggi daripada konsentrasi auksin. Menurut Nabila *et al.*

(2020) konsentrasi sitokinin yang lebih tinggi daripada auksin dapat memicu pembentukan tunas. Hal ini sesuai dengan penelitian Anisah *et al.* (2015) bahwa tunas *Dendrobium* sp. teramati tumbuh lebih banyak pada media yang mengandung sitokinin yang lebih tinggi. Selain itu, penelitian Deswiniyanti dan Lestari (2020) juga menggunakan konsentrasi 1 mg L<sup>-1</sup> BAP dan 0,5 mg L<sup>-1</sup> NAA pada kalus *L. longiflorum* dari eksplan sisik umbi dalam membentuk tunas.

Sebagai bentuk respons organogenesis, kalus tidak membentuk akar. Menurut Roostika *et al.* (2012), organogenesis hanya menghasilkan 1 kutub pertumbuhan (unipolar), yaitu tunas atau akar saja. Oleh karena itu, perlu dilakukan tahap subkultur ke media yang mengandung auksin lebih tinggi daripada sitokinin untuk menginduksi respons organogenesis dalam membentuk akar. Hasil penelitian ini serupa dengan hasil penelitian Sari *et al.* (2014) bahwa penambahan 4 mg L<sup>-1</sup> BAP dan 0,2 mg L<sup>-1</sup> NAA hanya mampu menghasilkan tunas tanpa membentuk akar.

## 5. Kesimpulan

Media kultur MS + 1,5 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D + 1,0 mg L<sup>-1</sup> BAP yang dikombinasikan dengan pencahayaan fotoperiode 16/8 jam (perlakuan 2) menginduksi pembentukan kalus dari eksplan sisik umbi *L. longiflorum* lebih baik, dengan seluruh kalus berhasil hidup dengan tingkat proliferasi yang tinggi setelah disubkultur pada media induksi maupun pada media regenerasi. Kalus bertekstur kompak dan berwarna hijau kekuningan serta memiliki kemampuan organogenesis yang tinggi dalam membentuk tunas. Penelitian ini merekomendasikan perlakuan 2 sebagai sebuah protokol efektif untuk pengembangan *L. Longiflorum*.

## 6. Pernyataan Konflik Kepentingan (Declaration of Conflicting Interests)

Penulis menyatakan tidak ada potensi konflik kepentingan sehubungan dengan penelitian, kepengarangan, dan/atau publikasi dari artikel ini (*The authors have declared no potential conflicts of interest concerning the study, authorship, and/or publication of this article*).

## 7. Daftar Pustaka

- Ahmad I, Hussain T, Ashraf I, Nafees M, Maryam, Rafay M, Iqbal M. 2013. Lethal Effects of Secondary Metabolites on Plant Tissue Culture. *American-Eurasian Journal Agriculture and Environment Science*, 13 (4): 539-547.
- Ali A, Yasmin S, Niazi RS, Majid A, Naveed NH. 2013. Role of Different Cytokinins and Auxins for Micropropagation, Callusgenesis and Plant Regeneration in *Lilium* (*Lilium longiflorum*). *Asian Journal of Chemistry*, 25 (1) :427-432.
- Anggraeni, Iriawati. 2017. Respon Antera *Lilium longiflorum* Thunb. dengan Berbagai Stadium Perkembangan Mikrospora pada Kombinasi Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh. *Jurnal Agrosainstek*, 1 (2): 49-55.
- Anisah S, Thumilisar C, Lestari T. 2015. Pengaruh Pemberian Jenis dan Konsentrasi Auksin Terhadap Induksi Perakaran pada Tunas *Dendrobium* Sp Secara *In Vitro*. *Bioma*, 11 (1): 56-66.
- Aslam F, Shagufta N, Amina T, Saiqa I, Kiran S. 2013. Rapid Multiplication of Ornamental Bulbous Plants of *Lilium orientalis* and *Lilium longiflorum*. *Pakistan Journal Botani*, 45 (6): 2051-2055.
- Bakhshaie M, Khosravi S, Azadi P, Bagheri H, Jaap MVT. 2016. Biotechnological Advances in *Lilium*. *Plant Cell Report*, 35: 1799-1826.
- Balilashaki K, Vahedi M, Karimi R. 2015. In Vitro Direct Regeneration from Node and Leaf Explant of *Phalaenopsis* cv. Surabaya. *Plant Tissue Culture & Biotechnology*, 25 (2): 193-205.
- Bhandari NS, Aswath C. 2018. Standardization of an Effective Protocol for In Vitro Culture of *Lilium longiflorum* Thunb cv. Pavia. *International Journal Current Microbiology Applied Science*, 7 (4): 1183-1190.
- Budiarto R, Soeparjono S, Hariyono K. 2015. Induksi Kalus dan Daya Regenerasi *In Vitro* Berbagai Umur Kalus dan Kultivar Tebu Thailand (*Saccharum officinarum* L.). *Berkala Ilmiah Pertanian*, 1 (1): 1-6.
- Chen YM, Huang JZ, Hou TW, Pan IC. 2019. Effects of Light Intensity and Plant Growth Regulators on Callus Proliferation and Shoot Regeneration in the Ornamental Succulent *Haworthia*. *Botanical Studies*, 60 (10): 1-8.
- Delidha D. 2016. Pengaruh Kekuatan Media MS dan Konsentrasi Paclobutrazol Terhadap Pertumbuhan dan Multiplikasi Tunas Bawang Merah (*Allium cepa* L.) Secara *In Vitro* [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 51 hlm.
- Deswiniyanti NW, Astarini IA, Puspawati NM. 2012. Studi Fenologi Perbungaan *Lilium longiflorum* Thunb. *Jurnal Metamorfosa*, 1 (1): 6-10.
- Deswiniyanti NW, Lestari NKD. 2020. In Vitro Propagation of *Lilium longiflorum* Bulbs Using NAA and BAP Plant Growth Regulator Treatment. *Life Sciences*, 45: 32-45.

- Fauziah RH, Kusmiyati F, Anwar S. 2019. *Lilium longiflorum* Plant Growth with a combination of Naphtylacetic Acid (NAA) and 6-Benzylaminopurine (BAP) In Vitro. *Journal Tropical Crop Science and Technology*, 1 (2): 78-92.
- Fauzy E, Mansyur, Husni A. 2016. Pengaruh Penggunaan Media Murashige dan Skoog (MS) dan Vitamin Terhadap Tekstur, Warna, dan Berat Kalus Rumpuk Gajah (*Pennisetum purpureum*) CV. Hawah Pasca Radiasi Sinar Gamma pada Dosis LD50. *Student E-Journal*, 5 (4): 1-22.
- Fiah RL, Taryono, Toekidjo. 2014. Kemampuan Regenerasi Kalus Empat Klon Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Vegetalika*, 3 (1): 91-102.
- Hapsoro D, Yusnita. 2016. *Kultur Jaringan untuk Perbanyak Klonal Kelapa Sawit (Elaeis guineensis* Jaeq.). Aura Publishing: Lampung.
- Harahap F, Diningrat DS, Poerwanto R, Nasution NEA, Hasibuan RFM. 2019. In Vitro Callus Induction of Sipahutar Pineapple (*Ananas comosus* L.) from North Sumatra Indonesia. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 22 (11): 518-526.
- Haryati BZ. 2015. Pengaruh Pemberian Kombinasi Zat Pengatur Tumbuh Terhadap Pembentukan Tunas Bunga Lili (*Lilium longiflorum* Thunb.) secara *In Vitro*. *Jurnal KIP*, 3 (3): 667-673.
- Herlina D, Samijan, Winarto B. 2020. Responses of Lily Types in Different Vernalization Periods on Vegetative and Generative Growth Performances of Lily. *South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment*, 11 (1): 1-14.
- Ibrahim MSD, Rostiana O, Khumaida N. 2010. Pengaruh Umur Eksplan Terhadap Keberhasilan Pembentukan Kalus Embriogenik pada Kultur Meristem Jahe (*Zingiber officinale* Rose). *Jurnal Littri*, 16 (1): 37-42.
- Ikeuchi M, Sugimoto K, Iwase A. 2013. Plant Callus: Mechanisms of Induction and Repression. *Plant Cell*, 25: 3159-3173.
- Indah PN dan Ermavitalini D. 2013. Induksi Kalus Daun Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* Linn.) pada Beberapa Kombinasi Konsentrasi 6-Benzylaminopurine (BAP) dan 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D). *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 2 (1): 2337-3520.
- Jin L, Zhang Y, Yan L, Guo Y, Niu L. 2012. Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Bulb Extracts of Six *Lilium* Species Native to China. *Molecules*, 17: 9361-9378.
- Kanchanapoom K, Ponpiboona T, Wirakiatb W. 2011. Regeneration of Lily (*Lilium longiflorum* 'Easter lily') by Callus Derived from Leaf Explants Cultured In Vitro. *Science Asia*, 37: 373-376.
- Kim K, Hwang YJ, Lee SC, Yang TJ, Lim KB. 2015. The Complete Chloroplast Genome Sequence of *Lilium hansonii* Leichtlin ex D.D.T. Moore. *Mitochondrial DNA. MappSeq Anal*, 27 (5): 3678-3690.
- Kurniati R, Purwito A, Wattimena GA, Marwoto B, Supenti. 2012. Induksi Kalus dan Bulblet Serta Regenerasi Tanaman Lili Varietas Sorbon dari Tangkai Sari Bunga. *Journal Horticulture*, 22 (4): 303-308.
- Lestari DM, Mahmudati N, Sukarsono, Nurwidodo, Husamah. 2018. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Fenol Daun Gayam (*Inocarpus fagiferus* Fosb). *Biosfera*, 35 (1): 37-43.
- Lestari EG. 2011. Peranan Zat Pengatur Tumbuh dalam Perbanyak Tanaman Melalui Kultur Jaringan. *Agrobiogen*, 7 (1): 63-68.
- Lestari NKD, Deswiniyanti NW. 2020. In Vitro Propagation of *Lilium longiflorum* Bulbs Using NAA and BAP Plant Growth Regulator Treatment. *Life Sciences*, 45: 32-45.
- Lestari NKD, Deswiniyanti NW, Astarini IA, Arpiwi LM. 2020. Morphogenesis *in vitro* Flower Pedicel of *Lilium longiflorum* with NAA and BAP. IC-BIOLIS The 2019 International Conference on Biotechnology and Life Sciences, 18-31.
- Mahadi I, Syafi'i W, Sari Y. 2016. Induksi Kalus Jeruk Kasturi (*Citrus microcarpa*) Menggunakan Hormon 2,4-D dan BAP dengan Metode *In Vitro*. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 21 (2): 84-89.
- Marthani QKA, Anggraito YU, Rahayu ES. 2016. Kalogenesis Eksplan Setengah Biji Koro Benguk (*Mucuna pruriens* L.) Secara *In Vitro* Menggunakan BAP dan NAA. *Life Science*, 5 (1): 72-78.
- Minarsih H, Suharyo, Riyadi I, Ratnadewi D. 2016. Pengaruh Jumlah Subkultur dan Media Sub-optimal Terhadap Pertumbuhan dan Kemampuan Regenerasi Kalus Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Menara Perkebunan*, 84 (1): 28-40.
- Muliati, Nurhidayah T, Nurbaiti. 2017. Pengaruh NAA, BAP, dan Kombinasinya pada Media MS Terhadap Perkembangan Eksplan *Sansevieria macrophylla* Secara *In Vitro*. *Jomfaperta*, 4 (1): 1-13.
- Murashige T, Skoog F. 1962. A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Culture. *Physiology Plantarum*, 15: 473-479.

- Nabila TN, Rugayah, Karyanto A, Widagdo S. 2020. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh Alami pada Pertumbuhan *Seedling* Manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*, 8 (3): 493-500.
- Nurchayati Y, Santosa, Laurentius H, Nugroho, Indrianto A. 2018. Penggunaan Kinetin, Asam Naftalen Asetat, dan Benzil Adenin dalam Induksi Kalus Kecubung (*Datura metel* L.) Secara *In Vitro*. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 3 (1): 105-109.
- Panwar GS, Srivastava SK, Uniyal PL. 2017. Callus Mediated Organogenesis in *Lilium polyphyllum* D. Don ex Royle: a Critically Endangered *Astavarga* Plant. *Current Science*, 113 (5): 946-950.
- Pramanik D, Rachmawati F. 2010. Pengaruh Jenis Media Kultur *In Vitro* dan Jenis Eksplan terhadap Morfogenesis Lili Oriental. *Jurnal Hortikultura*, 20 (2): 111-119.
- Prayoga L. 2009. Pengaruh Media dan Konsentrasi BAP Terhadap Pertumbuhan Tunas Mikro Pisang Raja Secara *In Vitro*. *Agritech*, 11 (2): 96-106.
- Purnamaningsih R, Ashrina M. 2011. Pengaruh BAP dan NAA Terhadap Induksi Kalus dan Kandungan Artemisin dari *Artemisia annua* L. *Berita Biologi*, 10 (4): 481-489.
- Rachmawati F, Purwito A, Wiendi NMA, Mattjik NA, Winarto B. 2014. Perbanyakkan Massa Anggrek *Dendrobium Gradita* 10 Secara *In Vitro* Melalui Embriogenesis Somatik. *Jurnal Hortikultura*, 24 (3): 196-209.
- Rasud Y, Bustaman. 2020. Induksi Kalus secara *In Vitro* dari Daun Cengkeh (*Syzigium aromaticum* L.) dalam Media dengan Berbagai Konsentrasi Auksin. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25 (1): 67-72.
- Roostika I, Mariska I, Khumaida N, Wattimena GA. 2012. Indirect Organogenesis and Somatic Embryogenesis of Pineapple Induced by Dichlorophenoxy Acetic Acid. *AgroBiogen*, 8 (1): 8-18.
- Sari N, Suwarsi E, Sumadi. 2014. Optimasi Jenis dan Konsentrasi ZPT dalam Induksi Kalus Embriogenik dan Regenerasi menjadi Planlet pada *Carica pubescens* (Lenne & K.Koch) *Biosaintifika*, 6 (1): 52-59.
- Sitinjak MA, Isda MN, Fatonah S. 2015. Induksi Kalus dari Eksplan Daun *In Vitro* Keladi Tikus (*Typhonium* sp.) dengan Perlakuan 2,4-D dan Kinetin. *Al-Kaunyah Jurnal Biologi*, 8 (1): 32-39.
- Tang YP, Liu XQ, Gituru RW, Chen LQ. 2010. Callus Induction and Plant Regeneration from *In Vitro* Cultured Leaves, Petioles and Scales of *Lilium leucanthum* (Baker) Baker. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 24 (4): 2071-2076.
- Widyawati G. 2010. Pengaruh Variasi Konsentrasi NAA dan BAP Terhadap Induksi Kalus Jarak Pagar [thesis]. Surakarta: Universitas Sebelas Maret. 55 hlm.
- Wijawati N, Habibah NA, Musafa F, Mukhtar K, Anggraito YU, Widiatningrum T. 2019. Pertumbuhan Kalus Rejasa (*Elaeocarpus grandiflorus*) dari Eksplan Tangkai Daun pada Kondisi Gelap. *Life Science*, 8 (1): 17-24.
- Wijayanto D. 2016. Induksi Kalus Embriogenik Jenis Eksplan Bulbil Bawang Putih CV. Tawangmangu Baru pada Beberapa Kombinasi Zat Pengatur Tumbuh [skripsi]. Bogor: Departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor. 49 hlm.
- Wulansari A, Purwito A, Husni A, Sudarmonowati E. 2015. Kemampuan Regenerasi Kalus Embriogenik Asal Nuselus Jeruk Siam serta Variasi Fenotipe Tunas Regeneran. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1 (1): 97-104.
- Zuyasna, Nurahmi E, Fajri R. 2014. Pengaruh Jenis Kakao dan Kombinasi Zat Pengatur Tumbuh Terhadap Induksi Embrio Somatik Secara *In Vitro*. *Jurnal Floratek*, 9: 102-110.



# AGROSAINSTEK

## Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian

Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>

### Research Article

## Kualitas Kimia Kompos Hasil Biokonversi Berbagai Jenis Limbah Organik Menggunakan Larva *Black Soldier Fly* dan EM-4

### *Chemical Quality Of Compost Produced by Bioconversion Of Various Organic Waste by Using Black Soldier Fly and EM-4*

Deni Pratama<sup>1\*</sup>, Rion Apriyadi<sup>1</sup>, Rahmad Lingga<sup>2</sup>, Meri Rahmawati<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Perikanan, dan Bologi, Universitas Bangka Belitung. Jl. Raya Balunijuk, Bangka 33215

<sup>2</sup>Jurusan Biologi, Fakultas Pertanian, Perikanan, dan Bologi, Universitas Bangka Belitung. Jl. Raya Balunijuk, Bangka 33215

Received: November 18, 2022 /Received in revised : December 19, 2022/ Accepted: December 30, 2022

#### ABSTRACT

Waste is a major problem that is often faced by Indonesian people. The existence of waste that has not been handled properly will have a negative impact on the quality of the community's environment. Waste handling with the bioconversion method with the help of Black soldier Fly (BSF) larvae and EM-4 bio-activator can minimize waste capacity and be useful for the community. This study aims to compare the ability between bioconversion agent and quality of various types of organic waste that use for bioconversion. The research was conducted in January – August 2022 at Experimental dan Research Garden (KP2) Universitas Bangka Belitung and Laboratory of Indonesian Center for Biodiversity and Biotechnology. This study used a factorial randomized block design (RAKF) with 2 factors. The first factor were bioconversion agents consist of 3 levels, P0 (control), P1 (EM-4 activator) (15 ml), P2 (Black Soldier Fly) (5 grams/bio-pond). The second factor were different kind of organic waste materials consists of 3 levels, L1 (pineapple peel waste), L2 (orange peel waste), L3 (bagasse). The results showed that BSF larvae had a potential as bioconversion agent and its ability close to EM-4. Generally, application of bioconversion agent increased the quality of compost compare to without application of bioconversion agent. Application of bioconversion agent combined with pineapple peel waste had quality close to standards from Ministry of Agriculture No. 261, 2019.

**Keywords:** *Black Soldier Fly larvae, Bioconversion, Bio-activator, Compost, EM-4, Organic Waste.*

#### ABSTRAK

Limbah organik merupakan masalah utama yang sering dihadapi oleh masyarakat Indonesia. Limbah yang tidak tertangani dengan baik akan berdampak negatif terhadap kualitas lingkungan di masyarakat. Penanganan sampah dengan metode biokonversi dengan bantuan larva Black soldier Fly (BSF) dan bioaktivator EM-4 dapat mengurangi kapasitas limbah dan bermanfaat bagi masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kemampuan antara agen biokonversi dan kualitas berbagai jenis limbah organik yang digunakan untuk biokonversi. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari – Agustus 2022 di Kebun Penelitian dan Percobaan (KP2) Universitas Bangka Belitung dan Laboratorium Indonesian Center for Biodiversity and Biotechnology (ICBB). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAKF) faktorial dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah agen biokonversi yang terdiri dari 3 taraf, P0 (kontrol), P1 (aktivator EM-4) (15 ml), P2 (Black

\*Korespondensi Penulis.

E-mail : [deni-pratama@ubb.ac.id](mailto:deni-pratama@ubb.ac.id) ; [deni.pratama16@gmail.com](mailto:deni.pratama16@gmail.com) DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v6i2.434>

*Soldier Fly*) (5 gram/bio-pond). Faktor kedua adalah jenis limbah organik yang terdiri dari 3 taraf yaitu L1 (limbah kulit nanas), L2 (limbah kulit jeruk) dan L3 (ampas tebu). Hasil penelitian menunjukkan bahwa larva BSF berpotensi sebagai agen biokonversi dan kemampuannya mendekati EM-4. Secara umum, aplikasi agen biokonversi meningkatkan kualitas kompos dibandingkan tanpa aplikasi agen biokonversi. Aplikasi agen biokonversi yang dikombinasikan dengan limbah kulit nanas memiliki mutu yang mendekati standar Permentan No. 261 Tahun 2019.

**Keywords: Bioaktivator, Biokonversi, Black Soldier Fly, EM-4, Kompos, Limbah Organik.**

## 1. Pendahuluan

Limbah di perkotaan merupakan masalah utama yang sering dihadapi masyarakat Indonesia. Limbah yang jumlahnya sangat tinggi mengakibatkan pemerintah daerah mengalami keterbatasan kemampuan dalam menangani masalah tersebut (Nursaid et al. 2019). Keberadaan timbunan limbah yang belum ditangani dengan baik akan berakibat buruk terhadap kualitas lingkungan dan kualitas hidup penduduk yang tinggal di kawasan perkotaan (Fitriansyah 2021). Menurut Kemeskes RI, (2018), proporsi kualitas limbah rumah tangga berdasarkan karakteristik tempat tinggalnya, pengelolaan limbah di perkotaan sebesar 55,42%. Data tersebut menunjukkan kesadaran masyarakat akan pentingnya mengolah limbah harus ditingkatkan. Strategi pengelolaan limbah dengan cara mengumpulkan dan mendaur ulang limbah (Wardana et al. 2012).

Limbah organik bersifat dapat terurai secara hayati oleh mikroorganisme sehingga mudah terdekomposisi dalam waktu yang cepat, sedangkan limbah anorganik bersifat tidak dapat terurai sehingga sulit terdekomposisi. Bahan organik sebagian besar terdiri atas sisa makanan, kertas, kardus, karet, kulit, kayu, limbah pasar, limbah industri kewirusahaan, dan limbah kebun. Bahan anorganik sebagian besar terdiri dari plastik, kaca, tembikar, kain, dan logam (Saragi 2015). Jenis limbah organik yang sering dijumpai banyak terbuang dimasyarakat berupa sayuran dan buahan dari limbah industri kewirausahaan, limbah pedagang sayur di pasar, maupun dari rumah tangga (Khusaema 2020). Masalah yang ditimbulkan dari limbah yang tidak tertangani dengan baik adalah masalah estetika, polusi udara, polusi air, polusi tanah, serta menjadi tempat berkembangnya penyakit. Permasalahan limbah menjadi hal yang sangat penting untuk ditangani (Guruh 2017).

Biokonversi digunakan sebagai kegiatan alternatif daur ulang limbah organik saat ini (Oktavia & Rosariawari 2020). Salah satu teknik untuk menangani limbah adalah dengan mempercepat proses dekomposisi. Lama proses dekomposisi tergantung pada karakter bahan yang digunakan. Metode biokonversi limbah dengan penambahan aktivator dapat menguraikan bahan

organik. Penambahan aktivator diharapkan dapat lebih meningkatkan kecepatan proses dekomposisi bahan organik. Aktivator tersebut antara lain larva BSF dan beberapa spesies mikroorganisme pengurai materi organik yang telah diisolasi, dioptimasi, dan terdapat pada keadaan inaktif seperti *Effective Microorganisme* (EM-4) (Octavia et al. 2012). Penanganan limbah dengan menggunakan metode biokonversi limbah organik dengan bantuan bioaktivator larva BSF dan EM-4 dapat meminimalisir kapasitas limbah dan berguna bagi masyarakat (Monita et al. 2017) serta dapat dimanfaatkan di bidang pertanian dan peningkatan kualitas lahan pasca tambang (Inonu et al. 2020 ; Yarda et al. 2019). Menurut Augusta et al. (2021), kulit nanas dapat digunakan sebagai media pertumbuhan maggot dengan penambahan dedak dan tetes tebu dengan perbandingan kulit nanas 15 kg, dedak 5 kg dan tutup botol 50 ml/5 berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan larva BSF.

Umumnya limbah diolah menjadi kompos dengan menggunakan bantuan mikroorganisme, tetapi proses biokonversi tidak menutup kemungkinan adanya agen lain yang dapat membantu dalam proses dekomposisi. Salah satu agennya adalah larva dari lalat *Black Soldier Fly* yang masih belum banyak dimanfaatkan sebagai agen dekomposer. Menurut Kinasih et al. (2017), lalat *Black Soldier Fly* merupakan organisme serangga penting di alam, yang memiliki peran sebagai serangga dekomposer berbagai limbah organik. Metode biokonversi menggunakan larva *Black Soldier Fly* atau maggot dapat menyerap nutrisi dari limbah organik menjadi biomassa larva (Nugraha 2019). Bahan organik yang disukai oleh larva BSF adalah sisa makanan seperti limbah pasar, limbah kandang, limbah agroindustri, limbah dapur dari restoran, limbah buah dan sayur yang banyak mengandung air, serta limbah yang kaya protein (Khusaema 2020). Karakteristik larva BSF yang memiliki nafsu makan yang tinggi sehingga lebih cepat mengurai limbah organik.

*Effective Microorganisme* merupakan capuran dari berbagai jenis mikroorganisme yang bermanfaat (bakteri fotosintetik, bakteri asam laktat, ragi, aktinomisetes dan jamur fermentasi) sehingga dapat meningkatkan keragaman mikroba tanah (Siboro et al. 2013). Menurut Jalaluddin et al.

(2017) semakin lama waktu fermentasi dan semakin banyak volume EM-4 yang digunakan maka semakin tinggi nilai N, P, dan K yang didapat dari pengolahan limbah sampah buah-buahan. Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui kemampuan larva BSF dalam mengkonversi limbah organik dan dibandingkan dengan metode pengomposan yang umum digunakan oleh petani yang menggunakan EM-4. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang perbandingan kemampuan agen biokonversi dan jenis limbah organik terbaik dalam mendekomposisi bahan organik dari segi kuantitas dan kualitas hasil biokonversi.

## 2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2022 hingga Agustus 2022. Penelitian ini akan dilaksanakan di Kebun Percobaan dan Penelitian Fakultas Pertanian, Perikanan dan Biologi Universitas Bangka Belitung dan analisis kimia kompos akan dilakukan di Laboratorium ICBB (*Indonesian Center for Biodiversity and Biotechnology*) PT. Biodiveritas Bioteknologi Indonesia Bogor Barat. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF) dengan 2 faktor. Faktor pertama yaitu bioaktivator limbah yang terdiri dari 3 taraf. P0 Tanpa aktivator (kontrol), P1 (Aktivator EM-4) (sebanyak 15 ml), P2 (Aktivator larva *Black Soldier Fly*) (sebanyak 5 g/*biopond*). Faktor kedua yaitu bahan limbah organik yang terdiri dari 3 taraf, L1 (limbah kulit nanas), L2 (limbah jeruk peras), L3 (limbah ampas tebu). Terdapat 9 kombinasi perlakuan yang terdiri 3 blok sehingga terdapat 27 unit percobaan.

Eksperimen dimulai dengan pembuatan rak *biopond* dengan ukuran 4 m x 2 m x 3 m, lalu *Biopond* yang terbuat dari kotak *styrofoam* yang berukuran 29,6 cm x 19,8 cm x 11 cm disusun di rak *Biopond*. Kotak dilapisi dengan jaring kasa dan diberikan jarak 2 cm untuk perlakuan bioaktivator larva, kemudian ditutup menggunakan kain kasa. Limbah organik didapat di Pasar Kaget, Pasar Pagi dan dari limbah sisa industri kewirausahaan di Taman Dealova Pangkalpinang seperti jeruk peras dan ampas tebu. Limbah kulit nanas, limbah jeruk peras dan limbah ampas tebu dicacah secara manual dengan ukuran 0,5 – 1 cm, lalu diangin-anginkan dalam udara terbuka selama 24 - 48 jam, limbah yang telah siap kemudian dipindahkan kedalam *biopond*.

Pembiakan larva yang digunakan adalah larva yang sudah menetas. Penetasan telur menggunakan media tumbuh larva seperti media ampas kelapa dan dedak yang digunakan sebagai sumber

makanan disekitar telur. Pemindahan larva BSF ke media pembesaran jika sudah 14 - 16 hari setelah menetas. Jumlah larva yang telah menetas untuk tiap *biopond* adalah 5 gram/*bi-pond*. Larva yang telah dibiakkan dimasukkan kedalam *biopond* yang sudah berisi bahan limbah, lalu wadah ditutup menggunakan kain kasa. Pada perlakuan EM-4, Limbah organik yang telah siap dimasukkan kedalam wadah yang telah ditambahkan bioaktivator EM-4 sebanyak 15 ml. Pengaplikasian EM-4 dengan mencampurkan larutan EM-4 sebanyak 15 ml dengan 1 liter air. Bioaktivator EM-4 disiram ke bahan limbah, kemudian diaduk secara merata. *Biopond* ditutup dengan penutup *styrofoam* yang dilapisi dengan plastik.

Pemeliharaan pada perlakuan larva BSF dilakukan dengan pembalikan setiap 2 hari sekali, agar menjaga ketersediaan oksigen bagi larva BSF. Pembasahan media limbah dengan air dilakukan untuk menjaga kelembaban agar media tidak kering. Setelah pembalikan, media limbah ditutup kembali menggunakan kain kasa. Pada perlakuan EM-4, pemeliharaan dilakukan dengan pembalikan bahan organik jika suhu lebih dari 50°C. Kompos hasil biokonversi dipanen secara bersamaan antara kontrol, larva BSF, dan EM-4. Kompos yang dipanen adalah yang telah matang berwarna kehitaman, berbau tanah, suhu sesuai dengan suhu air tanah

Parameter yang diamati meliputi Susut Bobot Limbah (%), Kelembaban (%), Derajat Keasaman (pH), Suhu Bahan (°C), Warna, Kadar Kimia Kompos (C-Organik, N-Total, P-Total, dan K- Total, Fe, Mn dan Zn), dan Jumlah Imago/lalat dewasa (ekor). Data kualitatif yang diperoleh seperti warna kompos dan kelembaban dianalisis secara deskriptif. Data kuantitatif berupa susut bobot limbah, dan suhu diuji menggunakan uji Analysis of Variance (ANOVA) dengan taraf kepercayaan 95%. Jika menunjukkan ada pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) pada taraf kepercayaan 95%. Data pengukuran berkala seperti derajat keasaman (pH) dan jumlah imago disajikan dalam bentuk grafik. Hasil analisis kimia kompos disesuaikan dengan kualitas kompos berdasarkan kualitas pupuk organik dari Permentan No. 261 (2019).

## 3. Hasil

Hasil analisis sidik ragam biokonversi limbah organik menggunakan larva BSF dan bioaktivator EM-4 menunjukkan pengaruh nyata pada peubah susut bobot, tetapi berpengaruh tidak nyata pada interaksi jenis limbah dan jenis agen biokonversi. Peubah suhu menunjukkan pengaruh yang tidak nyata baik pada pemberian agen biokonversi, jenis limbah ataupun interaksinya (Tabel 1). Hasil Uji

lanjut DMRT menunjukkan bahwa agen biokonversi EM-4 menunjukkan perlakuan susut bobot tertinggi sedangkan kontrol menunjukkan susut bobot terendah. Susut bobot tertinggi terdapat pada

limbah organik kulit jeruk, sedangkan limbah organik ampas tebu memiliki nilai susut bobot terendah (Tabel 2).

Tabel 1. Hasil sidik ragam biokonversi limbah organik menggunakan larva BSF dan bioaktivator EM-4 terhadap peubah susut bobot (g), dan suhu (°C).

Peubah	Agen Biokonversi	Limbah Organik	Interaksi	KK (%)
	Pr > F	Pr > F	Pr > F	
Susut Bobot (g)	0.0005**	0.0065**	0.0701 <sup>tn</sup>	11.16
Suhu (°C)	0.0973 <sup>tn</sup>	0.5067 <sup>tn</sup>	0.3155 <sup>tn</sup>	2.61

Keterangan : KK : Koefisien Keragaman; Pr > F : Nilai Probability; tn : berpengaruh tidak nyata; \*\* : Berpengaruh nyata.

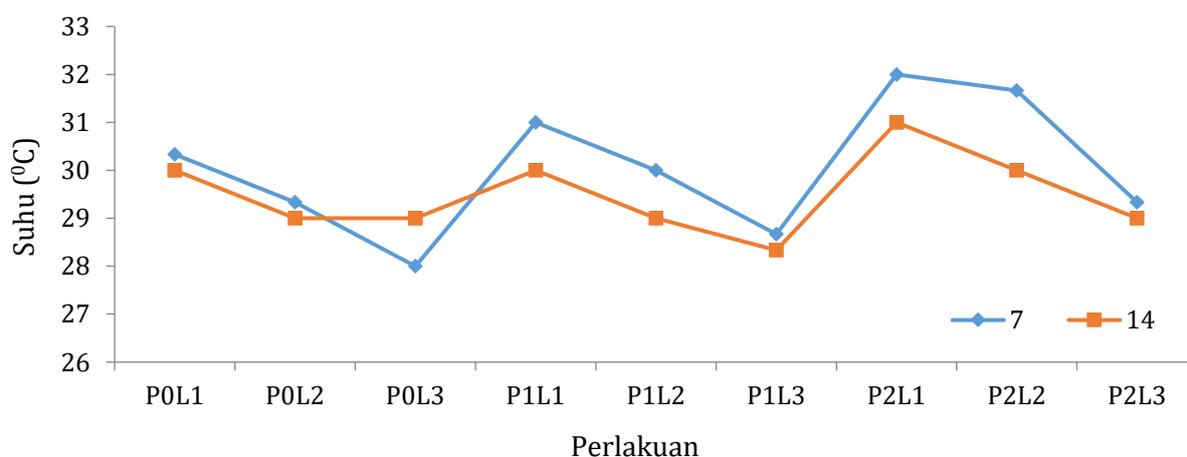
Tabel 2. Hasil uji lanjut DMRT pada susut bobot pengamatan hari ke-14 perlakuan agen biokonversi dan limbah organik.

Agen Biokonversi	Limbah Organik			Rata-rata
	Kulit nanas	Kulit jeruk	Ampas tebu	
Kontrol	1.050 b	1.100 a	0.933 b	1.025 b
EM-4	1.366 b	1.566 a	1.100 b	1.344 a
Larva BSF	1.033 b	1.233 a	1.166 b	1.144 b
Rata-rata	1.162 b	1.300 a	1.066 b	

Keterangan : Angka yang diikuti pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji lanjut DMRT taraf kepercayaan 95%.

Suhu tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan pada tiap perlakuan tetapi terjadi fluktuasi suhu selama proses biokonversi (Gambar 1). Perbedaan suhu yang tidak signifikan pada saat biokonversi ini diduga menjadi penyebab pengaruh yang tidak nyata pada peubah suhu (Tabel 3). Secara umum, pengamatan suhu hari ke-7 yang perlakuan dengan suhu yang cenderung lebih

tinggi terlihat pada perlakuan P2L1 (Larva BSF dan kulit nanas), sedangkan suhu terendah pada perlakuan P0L3 (kontrol dan ampas tebu). Pengatan suhu hari ke-14 menunjukkan suhu yang cenderung lebih tinggi terlihat pada perlakuan P2L1 (larva BSF dan kulit nanas), sedangkan yang terendah pada perlakuan P1L3 (EM-4 dan ampas tebu).



Gambar 1. Suhu pada 7 dan 14 hari proses biokonversi. P0L1 (kontrol + kulit nanas), P0L2 (kontrol + kulit jeruk), P0L3 (kontrol + ampas tebu), P1L1 (EM-4 + kulit nanas), P1L2 (EM-4 + kulit jeruk), P1L3 (EM-4 + ampas tebu), P2L1 (Larva BSF + kulit nanas), P2L2 (larva BSF + kulit jeruk), P2L3 (larva BSF + ampas tebu).

Tabel 3. Hasil uji lanjut DMRT pada suhu bahan pengamatan hari ke-17 perlakuan agen biokonversi dan limbah organik.

Agen Biokonversi	Limbah Organik			Rata-rata
	Kulit nanas	Kulit jeruk	Ampas tebu	
Kontrol	29.50 a	29.33 a	28.66 a	29.12 ab
EM-4	29.33 a	29.33 a	30.00 a	29.55 ab
Larva BSF	30.33 a	29.33 a	30.33 a	30.00 a
Rata-rata	29.75 a	29.66 a	29.33 a	

Keterangan : Angka yang diikuti pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT taraf kepercayaan 95%.

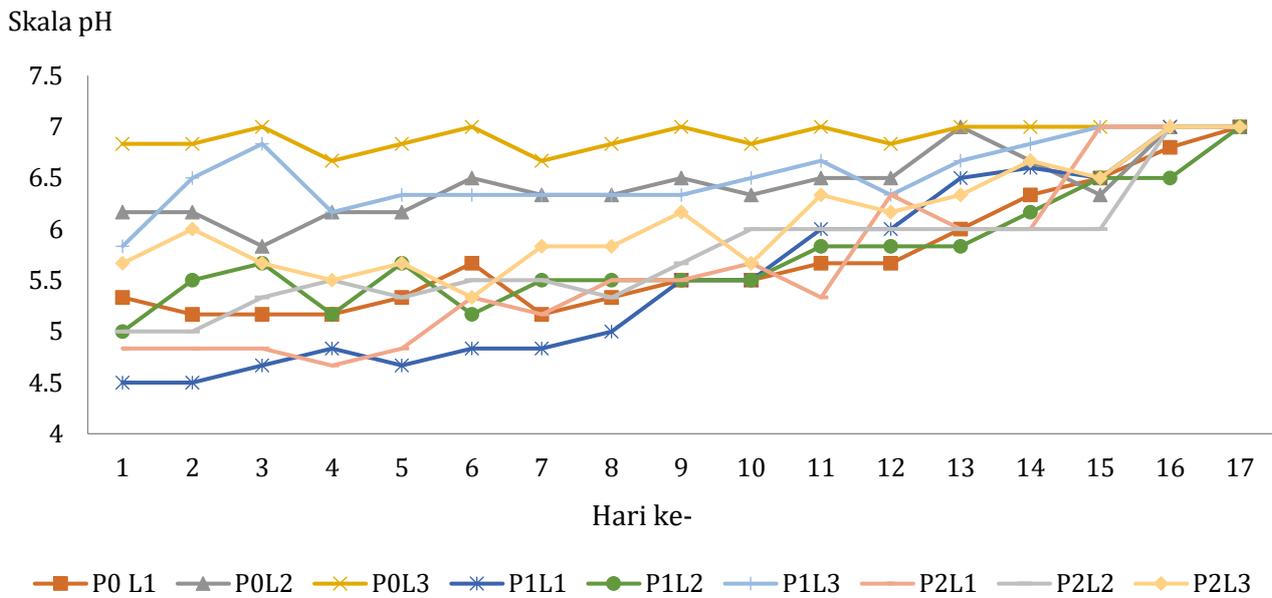
Tabel 4. Kelembaban bahan limbah pada saat proses biokonversi

Hari ke-	Rata-Rata Kelembaban Limbah Organik								
	Perlakuan								
	P0L1	P0L2	P0L3	P1L1	P1L2	P1L3	P2L1	P2L2	P2L3
1	Wet +	Wet +	Wet +	Wet +	Wet +	Wet +	Wet +	Wet +	Wet +
2	Wet +	Wet +	Wet +	Wet +	Wet +	Wet +	Wet +	Wet +	Wet +
3	Wet +	Wet +	Wet +	Wet +	Wet +	Wet +	Wet +	Wet +	Wet +
4	Wet +	Wet +	Wet +	Wet +	Wet +	Wet +	Wet +	Wet +	Wet +
5	Wet	Wet +	Wet	Wet +					
6	Wet	Wet	Wet	Wet +	Wet +	Wet +	Wet	Wet+	Wet +
7	Wet	Wet	Wet	Wet +	Wet +	Wet +	Wet	Wet	Wet
8	Wet	Wet	Wet	Wet	Wet +	Wet	Wet	Wet	Wet
9	Wet	Wet	Nor	Wet	Wet	Wet	Wet	Wet	Wet
10	Nor	Nor	Nor	Wet	Wet	Wet	Wet	Nor	Wet
11	Nor	Nor	Nor	Wet	Wet	Wet	Wet	Nor	Wet
12	Dry	Dry	Dry	Wet	Wet	Wet	Dry	Nor	Nor
13	Dry	Dry	Dry	Wet	Wet	Nor	Dry	Dry	Dry
14	Dry +	Dry	Dry +	Wet	Dry	Dry	Dry	Dry +	Dry +
15	Dry +	Dry +	Dry +	Dry	Dry	Dry	Dry +	Dry +	Dry +
16	Dry +	Dry +	Dry +	Dry	Dry	Dry	Dry +	Dry +	Dry +
17	Dry +	Dry +	Dry +	Dry	Dry	Dry	Dry +	Dry +	Dry +

Keterangan : Dry + (sangat kering), Dry (kering), Wet + (sangat basah), Wet (basah), Nor (normal). P0L1 (kontrol + kulit nanas), P0L2 (kontrol + kulit jeruk), P0L3 (kontrol + ampas tebu), P1L1 (EM-4 + kulit nanas), P1L2 (EM-4 + kulit jeruk), P1L3 (EM-4 + ampas tebu), P2L1 (Larva BSF + kulit nanas), P2L2 (larva BSF + kulit jeruk), P2L3 (larva BSF + ampas tebu).

Hasil pengamatan kelembaban pada biokonversi limbah organik menunjukkan perubahan yang tidak signifikan dikarenakan terdapat proses pemeliharaan kelembabab dengan penyiraman air ke bahan limbah selama proses biokonversi. Kelembaban pada hari ke-1 hingga hari ke-4 pada semua perlakuan dalam kategori Wet + (sangat basah). Hari ke-5 mengalami perubahan menjadi Wet (basah) pada perlakuan P0L1 dan P0L3. Hari ke-6 hingga hri ke-11 Wet (basah) dan Nor

(normal). Hari ke 12 dan hari ke- 13 berubah menadi Dry (kering). Hari ke 14 hingga hari ke-17 berubah menjadi Dry+ (sangat kering) (Tabel 4). Berdasarkan grafik pengamatan pH mengalami peningkatan pada setiap harinya. Skala pH limbah mengalami perubahan dengan berjalannya waktu. Hari ke- 1 degan skala rentang pH 4,5 – 7 pada perlakuan yang berbeda. Hari ke 17, pH berubah menjadi netral dengan skala pH berkisar pada pH 7 (Gambar 2).



Gambar 2. Pengamatan pH / hari. P0L1 (kontrol + kulit nanas), P0L2 (kontrol + kulit jeruk), P0L3 (kontrol + ampas tebu), P1L1 (EM-4 + kulit nanas), P1L2 (EM-4 + kulit jeruk), P1L3 (EM-4 + ampas tebu), P2L1 (Larva BSF + kulit nanas), P2L2 (larva BSF + kulit jeruk), P2L3 (larva BSF + ampas tebu).

Hasil pengamatan warna pada biokonversi limbah organik menunjukkan pada perlakuan P0L1 (kontrol/kulit nanas), P1L1 (EM-4/kulit nanas), P2L1 (larva BSF/kulit nanas), P0L2 (kontrol/kulit jeruk), P1L2 (EM-4/kulit jeruk), P2L2 (larva BSF/kulit jeruk) memiliki warna yang cenderung lebih hitam kemerahan dengan kode warna tanah 2.5/1 2.5 YR (*reddish black*). Warna limbah organik pada perlakuan P0L3 (kontrol/ampas tebu)

cenderung bewarna coklat zaitun muda dengan kode 5/4 10 YR (*light olive brown*). Warna limbah organik perlakuan P1L3 (EM-4/ampas tebu) cenderung bewarna kuning kecolatan dengan kode 6/4 10 YR (*light yellowish brown*). Perlakuan P2L3 (larva BSF/ampas tebu) cenderung bewarna kuning kecolatan dengan kode 6/4 10 YR (*light yellowish brown*) (Tabel 5).

Tabel 5. Rata-rata perubahan warna limbah organik

Hari ke-	Rata-Rata Warna Limbah Organik											
	Perlakuan											
	P0L1	P0L2	P0L3	P1L1	P1L2	P1L3	P2L1	P2L2	P2L3			
17	2.5/1 2.5 YR	2.5/1 2.5 YR	5/4 10 YR	2.5/1 2.5 YR	2.5/1 2.5 YR	6/4 10 YR	2.5/1 2.5 YR	2.5/1 2.5 YR	5/4 10 YR			

Keterangan : P0L1 (kontrol + kulit nanas), P0L2 (kontrol + kulit jeruk), P0L3 (kontrol + ampas tebu), P1L1 (EM-4 + kulit nanas), P1L2 (EM-4 + kulit jeruk), P1L3 (EM-4 + ampas tebu), P2L1 (Larva BSF + kulit nanas), P2L2 (larva BSF + kulit jeruk), P2L3 (larva BSF + ampas tebu).

Pengujian kadar kimia kompos disesuaikan dengan Permentan No. 261 (2019). Kadar C-Organik pada semua perlakuan sesuai dengan minimal 15 %. Kadar air pada semua perlakuan sesuai kecuali perlakuan P0L3 (kontrol + ampas tebu), dan P2L3 (larva BSF + ampas tebu), dengan minimal 10-25 %. Kadar air dengan nilai tertinggi pada perlakuan P2L1 (larva BSF + kulit nanas), dan terendah pada perlakuan P2L3 (larva BSF + ampas tebu). Kadar N-Total tertinggi pada perlakuan P1L2

(EM-4/kulit jeruk), dan terendah pada perlakuan P0L3 (kontrol + ampas tebu). Kadar P-Total memiliki nilai tertinggi pada perlakuan P2L1 (larva BSF + kulit nanas), dan terendah pada perlakuan P0L3 (kontrol + ampas Tebu), dan P1L3 (EM-4 + kulit jeruk). Kadar K-Total tertinggi pada perlakuan P1L1 (EM-4 + kulit nanas), dan terendah pada perlakuan P0L3 (kontrol + ampas tebu). Fe-Total memiliki nilai tertinggi pada perlakuan P2L2 (larva BSF + kulit jeruk) dan terendah pada perlakuan

P0L3 (kontrol + ampas tebu). Kadar Fe-Tersedia dengan nilai tertinggi pada perlakuan P2L3 (larva BSF + ampas tebu), dan yang terendah pada perlakuan P0L2 (kontrol + kulit jeruk). Kadar Zn-Total dengan nilai tertinggi pada perlakuan P1L1 (EM-4 + kulit nanas) dan terendah P0L3 (kontrol + ampas tebu). C/N rasio yang tertinggi pada perlakuan P0L3 (kontrol + ampas tebu), dan terendah pada perlakuan P2L1 (larva BSF + kulit nanas). Kadar pH yang tertinggi pada perlakuan agen biokonversi kontrol, EM-4 dan larva BSF dengan media limbah organik kulit nanas,

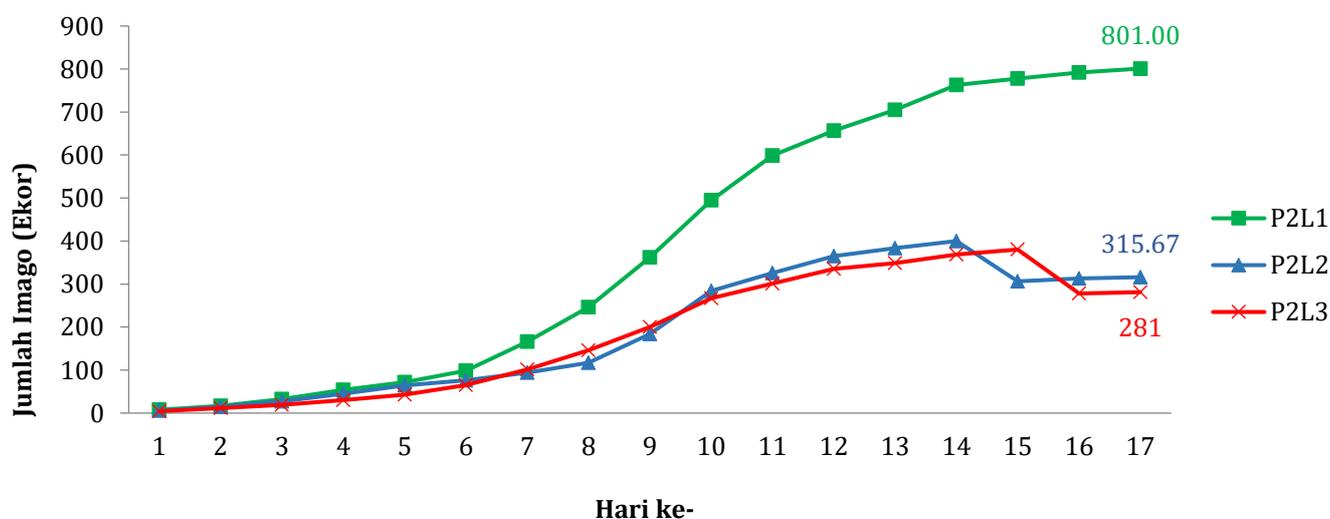
sedangkan yang terendah pada perlakuan P1L3 (EM-4 + ampas tebu) (Tabel 6).

Limbah organik kulit nanas merupakan perlakuan limbah organik yang menghasilkan imago terbanyak. Limbah organik ampas tebu merupakan limbah organik yang terendah pada jumlah imago. Jumlah imago mengalami peningkatan pada setiap harinya. Jumlah imago tertinggi hari ke-17 pada perlakuan P2L1 (larva BSF + kulit nanas), dan jumlah imago terendah pada perlakuan P2L2 (Larva BSF + kulit jeruk) dan P2L3 (larva BSF + ampas tebu) (Gambar 3).

Tabel 6. Hasil pengujian kadar kimia kompos

Parameter	Perlakuan									Permentan No. 261 (2019)
	P0L1	P0L2	P0L3	P1L1	P1L2	P1L3	P2L1	P2L2	P2L3	
C-Organik (%)	36,60	40,21	55,44	35,95	40,32	54,68	36,44	38,62	45,27	Min 15
Kadar Air (%)	14,55	10,78	8,04	14,06	11,85	10,86	15,17	10,86	7,38	10 - 25
N-Total (%)	1,43	3,07	0,49	2,85	3,31	0,62	3,05	3,18	1,05	Min. 2
P-Total (%)	0,60	0,41	0,05	0,69	0,51	0,05	0,89	0,45	0,19	Min. 2
K-Total (%)	6,63	3,34	0,21	6,83	4,06	0,28	6,10	3,46	0,51	Min. 2
Fe-Total (mg/Kg)	40730	103474	919	60197	78904	990	69194	122883	2768	Maks. 15.000
Fe Tersedia (mg/Kg)	21,1	18,2	26,5	46,5	39,1	61,3	48,6	41,2	64,0	Maks. 5.000
Zn-Total (mg/Kg)	60,5	46,7	32,2	71,8	53,0	32,8	64,5	50,3	42,6	Maks. 5.000
C/N Rasio	25,60	13,10	113,14	12,62	12,19	88,20	11,95	12,15	43,12	≤ 25
pH	9,7	9,7	9,7	8,8	9,2	9,1	7,4	6,1	6,5	4 - 9

Keterangan: P0L1 (kontrol + kulit nanas), P0L2 (kontrol + kulit jeruk), P0L3 (kontrol + ampas tebu), P1L1 (EM-4 + kulit nanas), P1L2 (EM-4 + kulit jeruk), P1L3 (EM-4 + ampas tebu), P2L1 (Larva BSF + kulit nanas), P2L2 (larva BSF + kulit jeruk), P2L3 (larva BSF + ampas tebu). Persentase standar yang terpenuhi dihitung dari total standar terpenuhi dibagi total standar yang diuji (10 standar).



Gambar 3. Jumlah imago selama 17 hari. P2L1 (Larva BSF/kulit nanas), P2L2 (Larva BSF/kulit jeruk), P2L3 (Larva BSF/ampas tebu).

#### 4. Pembahasan

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penggunaan agen biokonversi dan limbah organik berpengaruh nyata terhadap susut bobot. Penggunaan agen biokonversi dan limbah organik berpengaruh tidak nyata terhadap suhu. Interaksi antara agen biokonversi dan limbah organik tidak berpengaruh nyata terhadap susut bobot, dan suhu bahan organik. Interaksi antara agen biokonversi dan limbah organik pada peubah susut bobot tertinggi cenderung dihasilkan oleh perlakuan agen biokonversi EM-4 + limbah kulit jeruk. Nilai rata-rata interaksi antara agen biokonversi dan limbah organik pada peubah suhu tertinggi cenderung dihasilkan oleh kombinasi agen biokonversi larva BSF + limbah kulit nanas. Pada penelitian ini BSF memiliki potensi dalam mendegradasi limbah organik tetapi masih belum bias menyaingi kemampuan dari EM-4. Menurut Fatmanintyas *et al.* (2022), nilai indeks pengurangan limbah menggunakan larva BSF berkisar antara 2,82% - 3,73%, nilai reduksi limbah lebih dari 50% menunjukkan adanya efektivitas larva BSF dalam mendegradasi limbah organik. Susut bobot kompos mulai terlihat penurunan pada minggu ke-1 hingga minggu ke-2. Setelah itu terjadinya susut bobot cenderung lebih sedikit. Dormans *et al.* (2017) menyatakan bahwa susut bobot yang semakin sedikit dikarenakan selama proses dekomposisi bahan - bahan kompos mulai diubah menjadi komposisi yang sederhana serta terjadinya penguraian yang membebaskan CO<sub>2</sub>.

Suhu bahan menunjukkan hasil yang cenderung lebih tinggi pada hari ke-7 perlakuan EM-4 dengan limbah kulit jeruk, sedangkan pada hari ke-14 cenderung lebih tinggi perlakuan larva BSF dengan limbah kulit nanas. Aktivitas larva selama fase makan sangat aktif dan lahap, sehingga suhu tubuh larva mempengaruhi peningkatan suhu bahan (Monita *et al.* 2017). Suhu optimal limbah organik yang dapat diberikan ke larva BSF dari 27°C - 30°C. Suhu hasil penguraian limbah yang telah matang dari proses biokonversi berada pada suhu air tanah yang tidak melebihi 30°C (Khaer *et al.* 2022). Suhu yang terlalu tinggi akan berdampak pada kondisi larva BSF dan mikroorganisme yang akan menurun sampai mengakibatkan kematian (Khaer *et al.* 2022). Kelembaban, dan pH serta ketersediaan oksigen menjadi salah satu faktor yang penting dalam proses biokonversi limbah organik. Hasil pengukuran pada penelitian menunjukkan larva BSF memakan limbah organik dan mikroorganisme bekerja secara optimal baik untuk mendegradasi limbah organik (Khaer *et al.* 2022). Hari ke- 1 hingga hari ke-4, pada semua perlakuan dalam keadaan sangat lembab, dikarenakan masih memiliki kadar

air yang tinggi pada limbah yang digunakan. Hari ke-5 hingga hari ke- 17 mengalami perubahan yang signifikan, dari keadaan sangat basah (Wet+) hingga menjadi sangat kering (Dry+). Perubahan tersebut terjadi dikarenakan suhu yang meningkat. Suhu dan kelembaban udara dalam *biopond* larva dapat mempengaruhi suhu media (Monita *et al.* 2017).

Hasil pengamatan pH menunjukkan bahwa pH pengomposan pada semua *biopond* mencapai kriteria kualitas kompos pada hari ke-17. Perubahan pH pada *biopond* hampir sama. Proses awal pengomposan akan membentuk asam organik (Atmaja *et al.* 2017). Pengukuran pH pada awal pengomposan limbah untuk perlakuan kontrol, EM-4 dan larva BSF dengan skala pH 5,5, 4,5 dan 4,5 termasuk dalam kategori asam, hal ini bisa terjadi karena disebabkan oleh kandungan bahan organik yang digunakan seperti buah - buahan yang menjadi salah satu bahan pengomposan limbah (Jalaluddin *et al.* 2017). Buah yang digunakan dalam proses biokonversi yang bersifat pH asam seperti buah nanas. Salah satu faktor yang mempengaruhi aktivitas mikroorganisme di dalam proses penguraian adalah pH. pH optimum yang digunakan untuk proses penguraian bahan organik berkisar antara 6.5-7.5 (Kusumawati *et al.* 2020). Kondisi pH terlalu asam akan menyebabkan mikroorganisme mati (Monita *et al.* 2017). Berdasarkan pengamatan, perubahan warna pada limbah dengan kombinasi perlakuan larva BSF pada limbah kulit nanas, kulit jeruk dan ampas tebu berubah selama pengamatan, yaitu pada hari ke-1 hingga hari ke-17. Perubahan warna pada perlakuan larva BSF dengan kulit nanas berwarna hitam kemerahan yang telah matang menandakan bahwa proses penguraian limbah organik telah selesai.

Kompos yang baik digunakan adalah pupuk kompos yang mengandung unsur hara makro N, P, K yang seimbang karena jika kadar N, P, K dalam pupuk kompos tidak seimbang dapat menyebabkan dampak negatif bagi tumbuhan (Indrawan 2016). Penetapan standar mutu dalam suatu produk pupuk mutlak diperlukan untuk menjamin kualitas kompos tersebut. Penetapan kualitas kompos memerlukan standar baku mutu yang dapat menjamin kualitas kompos yang mengacu pada Permentan No. 261/KPTS/SR.30/M/4/2019 tentang persyaratan teknis minimal pupuk organik, pupuk hayati, dan pembenah tanah. Berdasarkan hasil pengujian, dari 9 taraf perlakuan yang diujikan, P1L1 (EM-4 + kulit nanas), P2L1 (Larva BSF + kulit nanas), P2L2 (larva BSF + kulit jeruk) memenuhi 8 dari 10 standar kriteria sifat kimia kompos sesuai dengan Permentan No. 261 (2019). Parameter uji kimia yang belum bisa terpenuhi dari seluruh taraf perlakuan adalah parameter P-total (dibawah

standar). Parameter Fe-total juga hanya bisa dipenuhi oleh 3 perlakuan (POL3 (kontrol + ampas tebu), P1L3 (EM-4 + ampas tebu), dan P2L3 (larva BSF + ampas tebu)), hal ini menunjukkan kompos yang dibuat dari bahan dasar ampas tebu memiliki potensi Fe-total yang rendah, tetapi kadar N, P dan K yang dihasilkan juga rendah dan dibawah standar. Tinggi rendahnya kadar hara pada penelitian ini membuktikan bahwa kualitas kompos tidak hanya bergantung pada agen biokonversinya tetapi juga bergantung pada bahan dasar pembuatan kompos.

Larva BSF yang telah memasuki fase prepupa menetas menjadi imago muda memasuki fase serangga dewasa dan seiring berjalannya waktu imago terbang, melakukan aktivitas kawin dan bertelur. Jumlah imago / lalat dewasa mengalami peningkatan setiap harinya (Gambar 4). Perubahan fase metamorfosis dari prepupa menjadi lalat BSF menandakan bahwa nutrisi makanan yang diberikan optimal untuk pertumbuhan lalat BSF dewasa (Monita *et al.* 2017). Tahap prepupa hingga lalat BSF dewasa sangat rentan terhadap ancaman predator dan cekaman bahaya dari lingkungan sekitar, seperti banjir, cicak, semut dan tikus (Wardana 2016) Pencegahan yang dilakukan dengan melindungi *biopond* menggunakan jaring kasa guna terhindar dari ancaman predator. Jumlah imago yang sangat padat dengan ukuran *biopond* yang dirasa cukup kecil, menyebabkan imago tidak memiliki ruang pergerakan luas untuk melakukan aktivitas kawin dan dapat menyebabkan stress bagi imago. Faktor tersebut kemungkinan mempengaruhi imago yang kawin dan bertelur.

## 5. Kesimpulan

Agen biokonversi larva BSF memiliki potensi untuk digunakan sebagai agen biokonversi limbah organik dan kemampuannya sudah mendekati penggunaan EM-4, tetapi belum signifikan pada penurunan susut bobot limbah. Secara umum, penggunaan agen biokonversi (BSF dan EM-4) dapat meningkatkan kualitas kimia kompos dibandingkan tanpa penggunaan agen biokonversi. Penggunaan agen biokonversi (BSF dan EM-4) jika dikombinasikan dengan limbah kulit nanas memiliki kualitas kompos yang mendekati kualitas dari Permentan No. 261 tahun 2019 tetapi perlu perbaikan pada kualitas P-total dan Fe-total.

## 6. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Bangka Belitung yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Penelitian Dosen Tingkat Fakultas (PDTF) dengan nomor kontrak 199.F/UN50/L/PP/2022 yang diselenggarakan

oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM), Universitas Bangka Belitung.

## 7. Pernyataan Konflik Kepentingan (Declaration of Conflicting Interests)

Penulis menyatakan tidak ada potensi konflik kepentingan sehubungan dengan penelitian, kepengarangan, dan/atau publikasi dari artikel ini (*The authors have declared no potential conflicts of interest concerning the study, authorship, and/or publication of this article*).

## 8. Daftar Pustaka

- Atmaja IKM, Tika IW, Wijaya MAS. 2017. Pengaruh Perbandingan Komposisi Bahan Baku Terhadap Kualitas dan Lama Waktu Pengomposan. *Jurnal BETA (Biosistem dan Teknik Pertanian)*, 5 (1): 111-119.
- Augusta TS, Mantuh Y, Setyani, D. 2021. Pemanfaatan Kulit Nenas (Ananas Comosus) sebagai Media Pertumbuhan Maggot (*Hermetia illucens*). *ZIRAA'AH*, 46 (3): 299-305.
- Dormans B, Diener S, Verstappen B, Zurbrugg C. 2017. *Proses Pengolahan Sampah Organik dengan Black Soldier Fly (BSF)*. Swiss (CH): Eawag Swiss Federal Institute of aquatic Science and Technology.
- Fatmanintyas I, Ambarningrum TB, Atang A, Haryanto T, Setiyono E. 2022. Performa larva Lalat Tentara Hitam (*Hermetia Illucens*) Sebagai Biokonversi Limbah Industri Pengolahan Carica Dieng di Wonosobo. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 9 (1): 130.
- Fitriansyah H. 2021. *Pengaruh Reduksi Sampah Rumah Tangga Berbasis Program 3r Di Kota Pangkalpinang Menggunakan Pemodelan Sistem Dinamik*. [Tesis]. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Guruh D. 2017. Peran Unit Pelaksana Teknis (Upt) Kebersihan, Pertamanan, dan Pemakaman (KPP) pada Dinas Pekerjaan Umum dalam Pengelolaan Sampah di Kota Sangatta Kabupaten Kutai Timur. *Jurnal Universitas Mulawarman*, 1 (4).
- Indrawan MO, Widana GAB, Oviantari MV. 2016. Analisis Kadar N, P, K dalam Pupuk Kompos Produksi TPA Jagaraga, Buleleng. *Jurnal Wahana Matematika Dan Sains*, 9 (2): 25-31.
- Inonu I, Pratama D, Sari FIP, Suwardih NN. 2020. The effect of application of oil palm empty fruit bunch compost on production and metal uptake of eggplant in tailings of post-tin mining land. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 7 (3): 2149 - 2154.

- Jalaluddin ZA, Syafrina R. 2017. Pengolahan Sampah Organik Buah - Buah menjadi Pupuk dengan Menggunakan Efektive Mikroorganisme. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 5 (1): 17-29.
- [Kemenkes] Kementerian Kesehatan RI. 2018. *Laporan Riskeddas 2018 Provinsi Bangka Belitung*. Jakarta : Riskeddas.
- Khaer A, Budirman, Andini M. 2022. Efektifitas Pemanfaatan Larva Lalat Tentara Hitam (*Hermetia Illucens*) dalam Mengolah Sampah Rumah Tangga Menjadi Kompos. *Media Kesehatan Politeknik Kesehatan Makassar*.
- Kinasih I, Suryani Y, Yuliawati A. 2017. *Konversi Limbah Organik oleh Larva Lalat Tentara Hitam (Hermetia Illucens) menjadi Sumber Protein Terbarukan Bagi Produksi Pakan Ternak Organik*. Bandung: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Sunan Gunung Djati. Hal. 116-118.
- Kusumawati PE, Dewi YS, Sunaryanto R. 2020. Pemanfaatan Larva Lalat Black Soldier Fly (*Hermetia Illucens*) untuk Pembuatan Pupuk Kompos Padat dan Pupuk Kompos Cair. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan*. 1 (1): 1-12.
- Monita L, Sutjahjo SH, Amin AA, Fahmi MR. 2017. Pengolahan Sampah Organik Perkotaan Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 7 (3): 227-234.
- Nugraha, FA. 2019. Analisis Laju Penguraian dan Hasil Kompos pada Pengolahan Sampah Sayur dengan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia Illucens*). *Sciences and Technology (GCSST)*, (5): 1-9.
- Nursaid, A. A., Yuriandala Y, Maziya FB. 2019. Analisis Laju Penguraian dan Hasil Kompos pada Pengolahan Sampah Buah dengan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Environmental Engineering*. 1-9.
- Octavia, P., Suprihati, Simanjuntak BH. 2012. Pengujian Berbagai Kombinasi Aktivator Pada Pengomposan Limbah Teh. *Agric*, 24 (1): 91-97.
- Oktavia, E., & Rosariawari, F. 2020. Rancangan Unit Pengembangbiakan *Black Soldier Fly* (Bsf) Sebagai Alternatif Biokonversi Sampah Organik Rumah Tangga. *Enviroous*. 1 (1): 65-74.
- [Permentan] Peraturan Menteri Pertanian No. 261. 2019. *Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembena Tanah*. Jakarta: Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Saragi ES. 2015. Penentuan Optimal Feeding Rate Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) dalam Mereduksi Sampah Organik Pasar. 3 (7).
- Siboro ES, Surya E, Herlina N. 2013. Pembuatan Pupuk Cair dan Biogas dari Campuran Limbah Sayuran. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2 (3): 40-43.
- Wardana IW, Fadilah R, Sahid P. 2012. Sampah untuk Energi: Kelayakan Pemanfaatan Limbah Organik dari Kantin di Lingkungan Undip Bagi Produksi Energi dengan Menggunakan Reaktor Biogas Skala Rumah Tangga. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 9 (2): 79-83.
- Wardana, A. H. 2016. Potensi Pemanfaatan Black Soldier Fly, *Hermetia Illucens* (*Diptera : Sратиomyidae*) untuk Pakan Ternak. *Wartazoa*, 1 (1): 3-32.
- Yarda VRD, T Lestari, D Pratama. 2019. Application of Mulch and Palm Oil Waste as Bioremediation Agents in Post Mining Land [Proceeding]. *International Conference on Green Energy and Environment*. doi:10.1088/1755-1315/353/1/012021

# PEDOMAN PENULISAN JURNAL AGROSAINSTEK

Jurnal Agrosainstek merupakan jurnal yang menerbitkan artikel hasil penelitian, artikel *review*, dan catatan penelitian (*research note*) terkait bidang agroteknologi, baik dalam bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris. Bidang ilmu yang diterbitkan meliputi budidaya tanaman, pemuliaan tanaman, ekofisiologi tanaman, ilmu benih, lahan pertanian, pasca panen, hama penyakit tanaman, gulma, teknologi pertanian, dan bioteknologi pertanian.

Semua naskah yang diajukan ke jurnal harus ditulis dalam bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris yang baik. Naskah dapat berupa: hasil-hasil penelitian mutakhir (paling lama 5 tahun terakhir), ulasan (*review*), analisis kebijakan atau catatan penelitian (*research note*) singkat mengenai teknik percobaan, alat, pengamatan, hasil awal percobaan (*preliminary result*). Naskah yang diterima adalah naskah yang belum pernah dimuat atau tidak sedang dalam proses publikasi dalam jurnal ilmiah nasional maupun internasional lainnya.

## FORMAT

Naskah dikirimkan dengan mengikuti format naskah yang telah ditentukan. Naskah, termasuk Abstrak dan *Abstract*, diketik 1,5 spasi pada kertas HVS ukuran A4 (210 x 297 mm), pias 2,5 cm di semua sisi, dan huruf Times New Roman berukuran 12 point. Naskah diketik dengan program *Microsoft Word* (doc). Setiap halaman diberi nomor secara berurutan dengan jumlah maksimal 15 halaman, termasuk tabel dan gambar. Tabel dan gambar disajikan di bagian akhir naskah (disatukan dengan naskah).

## SUSUNAN NASKAH

Naskah disusun dengan urutan:

- Judul
- Nama lengkap Penulis (beri tanda \* pada penulis untuk korespondensi)
- Nama lembaga/institusi, disertai alamat lengkap
- Email penulis untuk korespondensi
- Abstrak
- Kata kunci
- Pendahuluan
- Bahan dan Metode
- Hasil
- Pembahasan
- Kesimpulan
- Ucapan terima kasih (bila diperlukan)
- Daftar Pustaka
- Tabel dan gambar beserta keterangannya

Naskah berupa ulasan, analisis kebijakan, dan catatan penelitian tidak harus ditulis menurut susunan naskah hasil penelitian. Ketentuan untuk naskah berupa hasil penelitian adalah maksimum 15 halaman (termasuk tabel dan gambar). Pendahuluan dan metode ditulis singkat, dan tanpa abstrak. Ulasan ditulis sebagai naskah sinambung tanpa sub judul Bahan dan Metode, Hasil dan Pembahasan.

Penulis dapat mengunduh **Template Penulisan Jurnal Agrosainstek** yang telah disediakan untuk memudahkan penulis dan mengurangi kesalahan dalam format penulisan.

## DESKRIPSI TIAP BAGIAN NASKAH

### Halaman Judul

Judul dicetak tebal (*bold*) dengan huruf kapital pada setiap awal kata, kecuali kata sambung. Judul maksimum terdiri atas 15 kata (kecuali kata sambung). Naskah dalam Bahasa Indonesia harus disertai judul dalam Bahasa Inggris yang ditulis miring (*italic*). Di bawah judul, ditulis nama lengkap (tidak disingkat) semua penulis beserta nama dan alamat lembaga afiliasi penulis. Beri tanda \* pada nama penulis untuk korespondensi. Alamat untuk korespondensi harus dilengkapi dengan kode pos, nomor telepon dan HP, faksimile, dan email.

### Abstrak dan Kata Kunci

Abstrak adalah paragraf yang berdiri sendiri dan harus mencakup tujuan, metode, dan hasil secara ringkas. Tidak ada kutipan pustaka di dalam Abstrak. Abstrak ditulis dalam Bahasa Inggris, satu paragraph, maksimum 250 kata, dan diketik dalam 1,5 spasi. Kata kunci ditulis setelah abstrak, sebanyak tiga sampai enam kata. Naskah dalam Bahasa Indonesia harus menyertakan juga abstrak dan kata kunci dalam Bahasa Indonesia, dituliskan setelah abstrak dan kata kunci dalam Bahasa Inggris.

### Teks

Awal paragraf dimulai dengan indent 1 cm dari sisi kiri naskah. Penulisan sub judul (**PENDAHULUAN, BAHAN DAN METODE, HASIL, PEMBAHASAN, KESIMPULAN, UCAPAN TERIMA KASIH, DAFTAR PUSTAKA**) ditulis di tengah dengan huruf kapital. Sub-sub judul level 2 ditulis di kiri halaman dengan huruf kapital di awal setiap kata, sedangkan sub-sub judul level 3 ditulis dengan cetak miring (*italic*) dan huruf kapital di setiap awal kata. Setiap sub judul dan sub-sub judul diberikan nomor (contoh : 1. Pendahuluan, kemudian 1.1, 1.1.1, dst)

Nama organisme harus diikuti dengan nama ilmiahnya secara lengkap pada pengungkapan pertama. Nama ilmiah ditulis miring, sedangkan nama penulis dari nama ilmiah dan kata seperti var. ditulis tegak. Contoh: ***Elaeis guineensis* Jacq.** Singkatan pertama kali ditulis dalam kurung setelah kata kata yang disingkatnya. Nama organisme (Indonesia/Daerah) yang tidak umum dikenal harus diikuti nama ilmiahnya pada pengungkapan pertama kali. Contoh : **Keramunting (*Rhodomyrtus tomentosa* (Ait.) Hassk).**

Penulisan satuan menggunakan Standar Internasional (SI). Eksponen negatif digunakan untuk menyatakan satuan penyebut. Contoh: **mg L<sup>-1</sup>**, bukan **mg/L**. Satuan ditulis menggunakan spasi setelah angka, kecuali untuk menyatakan persen. Penulisan desimal menggunakan koma (bukan titik), kecuali untuk naskah berbahasa PBB. Contoh: **37 °C**, bukan **37°C**; **0,8%**, bukan **0,8 %**. Seluruh tabel dan gambar harus dirujuk dalam teks. Penggunaan nilai rata-rata (*means*) harus disertai dengan standar deviasi.

Hasil dan pembahasan ditulis secara terpisah. Hasil harus jelas dan singkat. Menyatakan hasil yang diperoleh berdasarkan metode yang telah dilakukan. Hindari penggunaan data yang sama pada tabel dan grafik. Pembahasan harus menjelaskan secara detail hasil yang diperoleh. Data dibahas dengan membandingkan data yang telah diperoleh saat ini dan hasil penelitian sebelumnya. Ungkapkan kesamaan,

perbedaan, dan keunikan dari data penelitian anda. Disarankan untuk menghindari kutipan yang terlalu umum dan membahas literatur yang telah dipublikasikan.

Kesimpulan harus menjawab tujuan penelitian. Menceritakan bagaimana kelebihan penelitian ditinjau dari perkembangan ilmu pengetahuan. Jangan mengulangi isi abstrak atau hanya daftar hasil eksperimen. Kesimpulan memberikan pembenaran ilmiah yang jelas untuk hasil penelitian dan kemungkinan untuk dikembangkan ataupun diaplikasikan. Anda juga bisa menyarankan untuk penelitian selanjutnya terkait dengan topik tersebut.

#### Daftar Pustaka

Ketentuan untuk pustaka sebagai rujukan adalah:

1. Proporsi pustaka primer (jurnal, prosiding, paten, disertasi, tesis, dan buku teks), minimal 80%.
2. Sumber pustaka primer minimal 80% yang dipublikasikan dalam 10 tahun terakhir.
3. Membatasi jumlah pustaka yang mengacu pada diri sendiri (*self citation*).
4. Sebaiknya dihindari: penggunaan pustaka di dalam pustaka, buku populer, dan pustaka dari internet kecuali jurnal dan dari instansi pemerintah atau swasta.
5. Abstrak tidak diperbolehkan sebagai rujukan.

Daftar pustaka ditulis dengan format **Council of Science Editors (CSE): Author-Year**

**Pustaka di dalam teks.** Pustaka ditulis menurut nama akhir (nama keluarga) dan tahun. Jika penulis lebih dari dua orang, maka ditulis nama penulis pertama diikuti dengan *et al.* yang dicetak miring (*italic*). Jika penulis hanya dua orang, maka ditulis menggunakan simbol &. Contoh:

**Yusnita et al. (1997)** menyatakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi pembentukan akar pada setek, adalah zat pengatur pertumbuhan.

Zat perangsang akar seperti IBA dan NAA yang ditambahkan pada setek mampu meningkatkan inisiasi, jumlah, dan kualitas akar (**Hitchcock & Zimmerman 1936**).

Daftar pustaka ditulis berdasarkan urutan alfabet dari nama akhir penulis pertama. Pustaka dengan nama penulis (kelompok penulis) yang sama diurutkan secara kronologis. Apabila ada lebih dari satu pustaka yang ditulis penulis (kelompok penulis) yang sama pada tahun yang sama, maka huruf 'a', 'b' dan seterusnya ditambahkan setelah tahun. Beberapa contoh penulisan daftar pustaka adalah sebagai berikut:

#### Jurnal:

Kusmiadi R, Prayoga GI, Apendi F, Alfiansyah. 2018. Karakterisasi Plasma Nutfah Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) Lokal Asal Bangka Berdasarkan Karakter Morfologi. *AGROSAINSTEK: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*. 2(2): 61-66. DOI: 10.33019/agrosainstek.v2i2.25.

#### Buku

Suprihatno B, Daradjat AA, Satoto, Baehaki SE, Widiarta IN, Setyono A, Indrasari SE, Lesmana OS, Sembiring H. 2009. Deskripsi Varietas Padi. Subang : Balai Besar Penelitian Tanaman Padi.

#### Bab dalam Buku:

Jones MM, Turner MC, Osmond CB. 1991. Mechanisms of Drought Resistance. *In*: Paleg, L.G., D. Aspinall

(eds). *The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants*. New York : Academic Press. p15-53

#### Prosiding

Radjaguguk B. 1990. Pengelolaan Produktivitas Lahan Gambut. Dalam: Aguslin, T., M.H. Abas dan Yurnalis (eds). *Prosiding Pengelolaan Sawah Buakan Baru Meningkatkan Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi*. Padang 17-18 Sept. 1990. hlm217-235.

#### Skripsi/Tesis/Disertasi:

Harnowo D. 1992. Respon Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) Terhadap Pemupukan Kalium dan Cekaman Kekeringan pada Fase Reproduksi. [Tesis]. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

#### Informasi dari Internet

Hansen L. 1999. Non-Target Effects of Bt Corn Pollen on the Monarch Butterfly (Lepidoptera: Danaeidae). <http://www.ent.iastate.edu/entsoc/ncb99/prog/abs/D81.html>. [21 Agustus 1999].

#### Tabel

Tabel berukuran lebar maksimal 166 mm. Penomoran tabel adalah berurutan. Judul tabel ditulis singkat namun lengkap. Judul dan kepala tabel menggunakan huruf kapital pada awal kalimat. Garis vertikal tidak boleh digunakan. Catatan kaki menggunakan angka dengan kurung tutup dan diketik *superscript*. Tanda bintang (\*) atau (\*\*) digunakan untuk menunjukkan tingkat nyata berturut-turut pada taraf 95% dan 99%. Jika digunakan taraf nyata yang lain, gunakan simbol tambahan.

#### Gambar

Gambar dan ilustrasi harus menggunakan resolusi tinggi dan kontras yang baik dalam format JPEG, PDF atau TIFF. Resolusi minimal untuk foto adalah 300 dpi (*dot per inch*), sedangkan untuk grafik dan *line art* adalah 600 dpi. Gambar hitam putih harus dibuat dalam mode *grayscale*, sedangkan gambar berwarna dalam mode RGB. Gambar dibuat berukuran lebar maksimal 80 mm (satu kolom), 125 mm (satu setengah kolom), atau 166 mm (dua kolom). Keterangan di dalam gambar harus jelas. Jika ukuran gambar diperkecil maka semua tulisan harus tetap dapat terbaca.

#### Prosedur Publikasi

Seluruh naskah yang diterima akan dikirimkan ke Dewan Editor untuk dinilai. Dewan Editor berhak meminta penulis untuk melakukan perbaikan sebelum naskah dikirim ke penelaah. Editor juga berhak menolak naskah jika naskah tidak sesuai dengan format yang telah ditentukan.

Naskah akan ditelaah oleh minimum dua orang ahli di bidang yang bersangkutan (mitra bestari). Hasil penelaahan akan diberitahukan kepada penulis untuk diperbaiki dan kemudian ditelaah kembali oleh mitra bestari. Dewan Editor akan menentukan naskah yang dapat diterbitkan berdasarkan hasil penelaahan. Naskah akhir sebelum diterbitkan akan dikirimkan kembali kepada penulis untuk mendapatkan persetujuan.

#### Pengiriman Naskah dan Biaya Publikasi

Naskah dikirimkan dalam bentuk file Ms. Word melalui website jurnal agrosainstek atau ke alamat email : [agrosainstek@gmail.com](mailto:agrosainstek@gmail.com). Biaya cetak untuk naskah yang telah disetujui adalah **Rp. 800.000**.