

Volume 7, Nomor 1, 2023

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

AGROSAINSTEK

Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian

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

DAFTAR ISI (CONTENT)

Aplikasi Jenis Kompos dan Dosis Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai di Entisol Bengkulu <i>Hesti Pujiwati, Atra Romeida, Widodo, Dotti Suryati, Prasetyo, Wuri Prameswari, Wahyu Hidayat, Edi Susilo.....</i>	1 – 7
Potensi dan Mekanisme Yeast-Like Fungus <i>Pseudozyma</i> dalam Mengendalikan Antraknosa pada Cabai <i>Sri Hartati, Suryo Wiyono, Sri Hendrastuti Hidayat, Meity Suradji Sinaga.....</i>	8 – 16
Hubungan Skor Penyakit Tungro terhadap Kehilangan Komponen Hasil Padi <i>Firmansyah, Khaerana, Effi Alfiani Sidik.....</i>	17 – 24
Pemanfaatan Bokhasi Paitan (<i>Tithonia diversifolia</i>) dan Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) untuk Budidaya Tanaman Jagung pada Tanah Pasca Penambangan Batuan <i>Cecep Hidayat, Yati Setiati Rachmawati, Noviana Herlina, Sofiya Hasani.....</i>	25 – 31
The Relationship Between Soil Fertility and Basal Stem Rot Disease in Oil Palm Plantations <i>Evan Purnama Ramdan, Arief Hartono, Giyanto, Sri Hendrastuti Hidayat, Widodo.....</i>	32 – 39
Adaptive Soybean Cultivation Technology on Space Between Immature Rubber Plants <i>Siti Rosmanah, Miswari, Alfayanti, Tri Wahyuni, Taupik Rahman, Hertina Artant, Herlena Bidi Astuti, Shannora Yuliasari, Yahumri, Wawan Eka Putra.....</i>	40 – 47

AGROSAINSTEK

Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian

Volume 7 ▪ Nomor 1 ▪ 2023

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 Marta 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@ubb.ac.id

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****Aplikasi Jenis Kompos dan Dosis Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai di Entisol Bengkulu****Application of Compost Type and NPK Fertilizer Dosage on Soybean Growth and Yield in Entisol Bengkulu****Hesti Pujiwati^{1*}, Atra Romeida¹, Widodo¹, Dotti Suryati¹, Prasetyo¹, Wuri Prameswari¹, Wahyu Hidayat¹, Edi Susilo²**¹ Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu, Jl. Raya Kandang Limun Bengkulu² Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Ratu Samban, Bengkulu Utara

Received: February 10, 2021 /Received in revised : June 9, 2021/ Accepted: January 19, 2023

ABSTRACT

Soybeans can be cultivated in Entisol. However, soybean cultivation on Entisol land has problems, including low soil fertility. Providing compost and NPK is an alternative to overcome this. The research objective was to determine the best type of compost and NPK fertilizer dosage for soybean growth and yield in entisol. The research has carried out in the Entisol Bengkulu field from August to November 2020. The research design used a Complete Randomized Block Design (CRBD) with 2 factors including: the type of compost organic fertilizer consisting of: P1 = *Widelia trilobata*, P2 = *Tithonia diversivolia*, P3 = oil palm empty bunches, and P4 = *Eichhornia crassipes* and the NPK fertilizer dosage consisting of: N0 = 0 kg ha⁻¹, N1 = 150 kg ha⁻¹, N2 = 300 kg ha⁻¹, N3 = 450 kg ha⁻¹. Observation variables include plant growth and yield and supporting observations which include the results of initial soil analysis and climate data during the study. The results showed that NPK dosing had a significant effect on the variables of plant height, number of leaves, number of branches, root wet weight per plant, and dry weight per plant. However, the application of compost did not significantly affect all variables. Meanwhile, there was no interaction between the application of compost types and NPK dose on the growth and yield of soybean in entisols. The application of compost types and NPK fertilizer doses up to 450 kg ha⁻¹ has not improved the growth and yield of soybeans in entisol fields.

Keywords: entisol, soybean, compost, NPK fertilizer**ABSTRAK**

Kedelai dapat dibudidayakan di lahan Entisol. Namun budidaya kedelai di lahan Entisol memiliki kendala diantaranya adalah kesuburan tanah rendah. Pemberian pupuk kompos dan NPK merupakan alternatif untuk mengatasinya. Tujuan penelitian adalah untuk menentukan jenis kompos dan dosis pupuk NPK yang terbaik untuk pertumbuhan dan hasil kedelai di lahan entisol. Penelitian dilaksanakan di lahan Entisol Bengkulu pada bulan Agustus sampai November 2020. Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 2 faktor yang meliputi: jenis pupuk organik kompos yang terdiri dari : P1 = Tusuk Konde (*Widelia Trilobata*), P2 = Paitan (*Tithonia diversivolia*), P3 = Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit, dan P4 = Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) serta dosis pupuk NPK yang terdidi dari: N0 = 0 kg ha⁻¹, N1 = 150 kg ha⁻¹, N2 = 300 kg ha⁻¹, N3 = 450 kg ha⁻¹. Variabel pengamatan meliputi pertumbuhan dan hasil tanaman serta pengamatan pendukung yang meliputi hasil analisis tanah awal dan data iklim selama penelitian. Hasil

*Korespondensi Penulis.

E-mail : hesti_pujiwati@yahoo.co.idDOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v7i1.251>

penelitian menunjukkan bahwa pemberian dosis NPK berpengaruh nyata terhadap variabel tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang 5 MST, bobot basah akar per tanaman, dan bobot kering per tanaman. Namun pengaplikasian jenis kompos tidak berpengaruh nyata terhadap semua variabel. Sementara itu tidak terjadinya interaksi antara pengaplikasian jenis kompos dan dosis NPK terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai di entisol. Pengaplikasian jenis kompos dan dosis pupuk NPK hingga mencapai 450 kg ha⁻¹ belum mampu memperbaiki pertumbuhan dan hasil kedelai di lahan entisol.

Kata kunci: entisol, kedelai, kompos, pupuk NPK

1. Pendahuluan

Komoditas tanaman pangan utama di Indonesia salah satunya adalah kedelai (*Glycine max* (L.) yang memiliki protein 40 persen serta dapat digunakan untuk keperluan industri, pangan, maupun pakan (Pambudi, 2013). Menurut data Badan Pusat Statistik pada tahun 2015, produksi tanaman kedelai di Indonesia pada tahun 2013 mencapai 779.992 ton. Menurut data tahun 2015 produksi kedelai mengalami kenaikan hingga 963.183 ton, sedangkan di provinsi Bengkulu produksi kedelai pada tahun 2014 yaitu 5.715 ton. Sementara tahun 2015 produksi kedelai provinsi di Bengkulu mengalami penurunan menjadi 5.388 ton. Penurunan produksi kedelai di akibatkan karena lahan yang ada dimanfaatkan untuk kegiatan selain pertanian. Produksi kedelai dapat ditingkatkan dengan menggunakan lahan Entisol yang merupakan lahan marginal.

Kendala pengembangan budidaya tanaman di lahan Entisol yaitu kadar bahan organik rendah serta kesuburan sedang hingga rendah, pencucian yang sangat tinggi menyebabkan rendahnya bahan organik (Manurung, 2013). Bahan induk mempengaruhi hara di lahan Entisol. Kandungan hara N rendah di lahan Entisol karena lahan didominasi oleh pasir yang menyebabkan ekstraksi padat cair (*leaching*). Selanjutnya Bondansari dan Bambang (2011) menyatakan permasalahan lain di lahan Entisol adalah bahan organik yang pada keadaan segar belum dapat diserap tanaman (P dan K), hal ini yang menyebabkan produksi tanaman tidak maksimal. Penambahan bahan organik dan pemupukan merupakan salah satu pilihan untuk menanggulangi permasalahan di lahan Entisol.

Pupuk organik yang diberikan di lahan Entisol diharapkan dapat memperbaiki tingkat kesuburan tanah. Subaedah (2017) menunjukan pemberian pupuk organik dapat memperbaiki pertumbuhan dan hasil tanaman. Salah satu pupuk organik adalah kompos yang dalam pembuatannya melalui proses dekomposisi. Proses dekomposisi menghasilkan bahan organik matang (Kutsanedzie *et al.* 2015). Terdapatnya aktivitas mikroorganisme yang berperan dalam proses dekomposisi (Omar *et al.* 2011).

Bahan pembuatan kompos dapat berasal dari *Widelia*, *Tithonia diversivolia*, Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan *Eichhornia crassipes*. Kompos *Widelia* dapat digunakan sebagai pupuk organik, Hasil penelitian Setyowati *et al.* (2014) penggunaan pupuk kompos wedelia sebanyak 20 ton ha⁻¹ menghasilkan tanaman cabai yang lebih tinggi serta bobot kering akar yang lebih berat dibandingkan pemberian pupuk kompos *Chromolaena odorata*. *Tithonia diversivolia* juga dapat digunakan sebagai pupuk bagi tanaman (Crespo *et al.*, 2011). Kandungan kompos tithonia meliputi: P 0,22%, K 0,63%, dan N 0,85% (Setyowati *et al.* 2018). Pupuk organik juga dapat berasal dari TKKS yang dapat dibuat kompos dan melalui proses dekomposisi menjadi pupuk organik matang (Warsito *et al.*, 2016). TKKS dapat memperbaiki stabilitas agregat dan struktur tanah serta meningkatkan daya simpan dan penyerapan air (Alfian *et al.*, 2017). Pemanfaatan *Eichhornia crassipes* yang dikomposkan juga dapat menambah hara bagi tanaman. Kandungan *E. crassipe* adalah hara N sebesar 1,86%, P sebesar 1,2%, K sebesar 0,7%, rasio C/N sebesar 6,18%, bahan organik sebesar 25,16% dan C-organik 19,61 % Syawal (2010). Pertumbuhan dan hasil kacang hijau dapat ditingkatkan dengan penambahan kompos dosis 15 ton ha⁻¹ (Monanda 2016).

Pemberian pupuk anorganik juga diharapkan dapat memperbaiki tingkat kesuburan di lahan Entisol yang bermanfaat untuk perbaikan sifat fisik, biologi dan kimia tanah. Kandungan NPK pada pupuk NPK mutiara dapat menambah unsur hara makro bagi tanaman. Penelitian Tingkat kehijauan daun dan jumlah biji per sampel dapat ditingkatkan dengan pemerian dosis NPK 250 kg ha⁻¹ (Ratnasari *et al.*, 2015) menjelaskan bahwa dosis pupuk NPK 250 kg ha⁻¹ menunjukkan tingkat kehijauan daun dan jumlah biji per sampel.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jenis kompos dan dosis pupuk NPK yang terbaik untuk pertumbuhan dan hasil kedelai di lahan Entisol.

2. Bahan dan Metode

Pelaksanaan penelitian pada bulan Juni sampai September 2020 di Lahan Entisol Kuala Alam, Kecamatan Gading Cempaka, Kota Bengkulu. Alat yang diperlukan yaitu alat tulis, parang, Arit, Cangkul, kamera, meteran, gembor, pancang kayu, waring, timbangan analitik dan jangka sorong digital. Sedangkan bahannya yaitu benih Anjasmoro, Dolomit, Furadan 3G, EM4, Bahan Organik eceng gondok, tusuk konde, TKKS, Paitan, dan NPK mutiara.

Rancangan penelitian adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah jenis pupuk organik yang terdiri dari: P1 = Tusuk Konde (*Widelia Trilobata*), P2 = Paitan (*Tithonia diversivolia*), P3 = Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit, P4 = Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan masing-masing dosis 5 kg. Faktor kedua adalah dosis pupuk NPK Mutiara yang terdiri dari :N0 = 0 kg ha⁻¹, N1 = 150 kg ha⁻¹, N2 = 300 kg ha⁻¹, N3 = 450 kg ha⁻¹. Pada penelitian ini terdapat 16 kombinasi perlakuan dengan 3 ulangan sehingga didapatkan 48 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan berukuran Petakan berukuran 1 m x 1,5 m, setiap satuan percobaan terdiri dari 25 tanaman dengan jarak tanam 20 cm x 30 cm. sehingga total tanaman sebanyak 1.200 tanaman.

Tahapan penelitian meliputi: 1) Analisis tanah awal dilakukan sebelum pengolahan lahan dengan cara mengambil sampel tanah pada 5 titik yang berbeda yang mewakili kondisi seluruh lahan tanam sedalam 10 cm- 20 cm masing masing sebanyak 0,5 kg. Kemudian sampel tanah dikompositkan/ dicampurkan hingga merata kemudian dianalisis di Laboratorium Ilmu Tanah Universitas Bengkulu. Tujuan analisis yaitu untuk mengetahui kandungan dalam tanah seperti bahan organik, pH, Ca, unsur hara makro (N,P, dan K) sebelum diberi perlakuan. Kegiatan analisis dilakukan pada saat sebelum dilakukan penanaman, 2) Persiapan lahan yang dimulai dengan melakukan pembukaan lahan pengolahan lahan setelah itu dilanjutkan dengan pembuatan petakan dengan jumlah petakan sebanyak 48 petak dengan ukuran 1m x 1,5 m, 3) Pupuk kompos yang digunakan berasal dari bahan tusuk konde, paitan, TKKS, eceng gondok. Bahan organik di komposkan selama 1 bulan hingga siap pakai, Pembuatan pupuk kompos bahan tusuk konde, thitonia, dan eceng gondok dicacah dengan ukuran 1 – 2 cm. Kemudian bahan kompos di takar menggunakan ember

dengan perbandingan 3:1. Lalu di kompositkan dan di tambahkan menggunakan cairan EM4 yang sudah di larutkan dengan 1 liter air sebanyak 10 ml EM4, Kemudian di tutup dan di bolak-balik setiap minggunya, 4) Seleksi benih dengan menyeleksi benih yang sehat dan seragam, 5) Kedelai ditanam dengan menggunakan tugal pada kedalaman 3-4 cm pada jarak tanam 20 x 30 cm dan diberi karbofuran secukupnya agar benih tidak dimakan oleh semut atau serangga yang ada di dalam tanah. Setiap lubang tanam ditanami 2 butir benih yang telah diberikan bakteri *Rhizobium sp* 6). Pada umur 1 MST diberi pupuk NPK 16-16-16 kemudian dilakukan pemupukan kembali 4 MST dan 8 MST sesuai dengan dosis perlakuan, dan 7) pemeliharaan tanaman, dan 8) panen.

Pengamatan dilakukan pada masa vegetatif dan generatif tanaman. Selain pengamatan tanamaan juga dilakukan analisis tanah awal di Laboratorium Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan IPB. Data dianalisis menggunakan analisis varian (ANOVA) taraf 5% dan jika berpengaruh nyata maka dilakukan uji lanjut BNT taraf 5%.

3. Hasil

Lokasi penelitian ini di lahan Entisol Bengkulu pada bulan Juni sampai September 2020 pada ketinggian 5 mdpl. Analisis tanah awal menunjukkan kandungan pasir, debu dan liat masing-masing sebesar 91,32%, 1,95%, dan 6,73%, pH tanah 5.93 (agak masam), C organik 6.13 % (sangat tinggi), KTK 16.76 cmol⁺/kg (rendah), P 19.84 ppm (sangat tinggi), N total 0.04 % (sangat rendah), K 0.13 cmol⁺/kg (rendah), Na 0.08 cmol⁺/kg (sangat rendah),

Rekapitulasi sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara jenis pupuk kompos dan dosis pupuk NPK pada semua variabel yang diamati. Jenis pupuk kompos tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada semua variabel yang diamati. Sementara itu, dosis pupuk NPK menunjukkan perbedaan yang nyata pada tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah cabang pada 7 MST, serta bobot basah dan bobot kering akar (Tabel 1).

Perlakuan antara jenis kompos tidak menunjukkan perbedaan nyata pada variabel pada semua variabel yang diamati. Sementara perlakuan antara dosis pupuk NPK berpengaruh nyata pada tinggi tanaman dan jumlah daun 3, 5, dan 7 MST, jumlah cabang 5 MST, serta bobot basah dan bobot kering akar (Tabel 2).

Tabel 1. Rekapitulasi pertumbuhan dan hasil kedelai akibat perlakuan kompos dan NPK yang berbeda

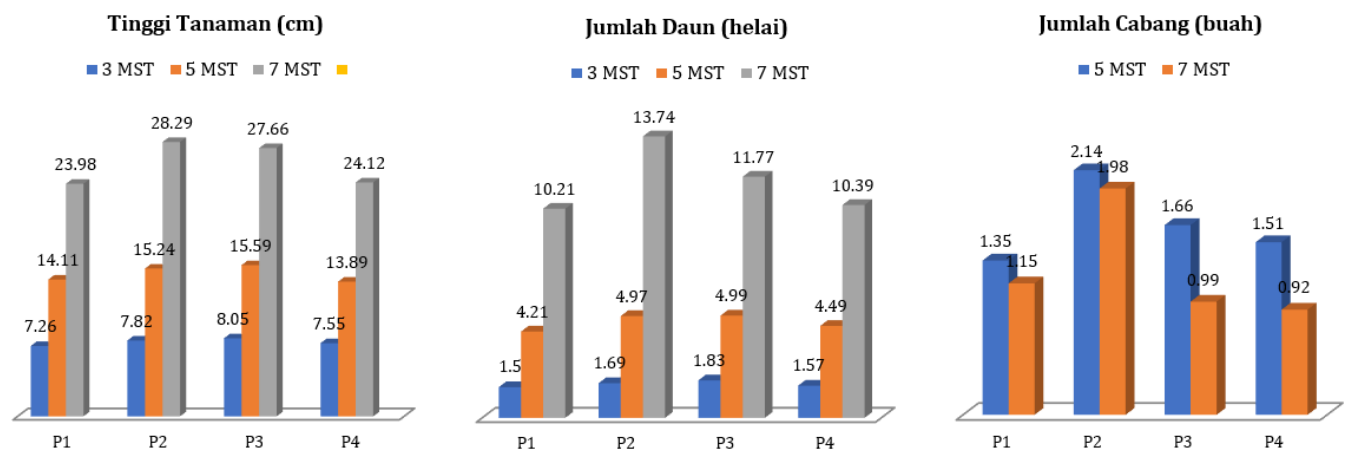
No	Variabel pengamatan	Kompos (P)	NPK (N)	Interaksi (P x N)
1	Tinggi Tanaman 7 MST	1.66 ^{tn}	6.83 **	0.39 ^{tn}
2	Jumlah Daun 7 MST	1.27 ^{tn}	4.38 *	0.42 ^{tn}
3	Jumlah Cabang 7 MSt	2.26 ^{tn}	2.12 ^{tn}	0.52 ^{tn}
4	Jumlah Polong per Tanaman	1.25 ^{tn}	1.21 ^{tn}	0.55 ^{tn}
5	Jumlah Polong Hampa per Tanaman	1.38 ^{tn}	0.89 ^{tn}	0.67 ^{tn}
6	Jumlah Biji per Tanaman	1.13 ^{tn}	1.33 ^{tn}	0.60 ^{tn}
7	Bobot Basah Tajuk per Tanaman	0.93 ^{tn}	1.79 ^{tn}	0.40 ^{tn}
8	Bobot Basah Akar per Tanaman	0.72 ^{tn}	3.10 *	0.23 ^{tn}
9	Bobot Kering Tajuk per Tanaman	0.93 ^{tn}	1.60 ^{tn}	0.37 ^{tn}
10	Bobot Kering Akar per Tanaman	0.50 ^{tn}	3.27 *	0.33 ^{tn}
11	Bobot Biji per Tanaman	0.24 ^{tn}	1.13 ^{tn}	0.75 ^{tn}

Keterangan : * = berbeda nyata, ** = berbeda sangat nyata; dan tn = tidak berbeda nyata

Tabel 2. Rataan Tinggi Tanaman , Jumlah Daun 7 MST dan Jumlah Cabang 7 MST

Perlakuan	TT 7 MST (cm)	JD 7 MST (helai)	JC 7 MST (buah)	BBA	BKA
N0	19.08 b	7.08 b	0.78 b	0.62 b	0.44 b
N1	28.33a	12.70 a	1.92 a	0.96 ab	0.70 ab
N2	28.36 a	12.46 a	1.82 a	0.91 ab	0.64 ab
N3	28.28 a	13.88 a	2.14 a	1.41 a	1.02 a

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.



Gambar 1. Pertumbuhan Tinggi Tanaman, Jumlah Daun dan Jumlah Cabang Minggu ke-3, 5 dan 7 pada tanaman kedelai.

Tabel 3. Analisis Kandungan Pupuk Kompos

No.	Pupuk Kompos	H ₂ O	C Organik (%)	N (%)	Rasio C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Kadar Air (%)
1	TKKS	7,33	40,1	2.82	14.21	1.48	3.25	25.13
2	Paitan	8,41	27,68	1.70	16.27	1.48	4.54	25.07
3	Eceng Gondok	8,08	29,27	0.78	37.69	1.74	1.66	17.64
4	Tusuk Konde	8,41	28,03	1.61	17.36	1.43	6.17	24.20

4. Pembahasan

4.1. Interaksi Jenis Pupuk Kompos dan Dosis Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai

Hasil analisis varian pada Tabel 1 menunjukkan tidak terdapat interaksi antara jenis pupuk kompos dan dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai. Hal ini disebabkan karena pupuk kompos yang diberikan belum terurai sempurna. Pupuk kompos yang berbahan dasar biomasa tumbuhan, memiliki struktur serat tumbuhan yang sulit terurai. Hal ini disebabkan oleh rasio C/N yang sangat tinggi pada hasil analisis jenis pupuk kompos, yaitu berkisar antara 14,21 hingga 37,69 yang menyebabkan unsur hara dari pupuk kompos lambat tersedia (Tabel 3). Sesuai dengan hasil laporan Wahyudi *et al.* (2018) bahwa pupuk kompos sulit mengalami mineralisasi sehingga tanaman belum sepenuhnya menyerap unsur hara dan unsur hara yang belum tersedia pada masa tanam sekarang akan dimanfaatkan oleh pertanaman berikutnya.

Selain itu tidak adanya interaksi antara jenis kompos dan dosis pupuk NPK dapat diakibatkan karena hasil analisis tanah awal kandungan hara N dan K rendah masing-masing sebesar 0.04 % (sangat rendah) dan 0.13 cmol⁺/kg (rendah) sehingga pemberian NPK di tanah Entisol hingga dosis 450 kg ha⁻¹ belum mampu memperbaiki pertumbuhan dan hasil kedelai. Ditambahkan juga bahwa kondisi tanah sangat porous sehingga kemungkinan permasalahan tanaman tidak tumbuh dengan baik dikarenakan tidak terpenuhi kebutuhan airnya. dengan hasil laporan Wahyudi *et al.* (2018) bahwa pupuk kompos sulit mengalami mineralisasi sehingga tanaman belum sepenuhnya menyerap unsur hara dan unsur hara yang belum tersedia pada masa tanam sekarang akan dimanfaatkan oleh pertanaman berikutnya.

Selain itu tidak adanya interaksi antara jenis kompos dan dosis pupuk NPK dapat diakibatkan karena hasil analisis tanah awal kandungan hara N dan K rendah masing-masing sebesar 0.04 % (sangat rendah) dan 0.13 cmol⁺/kg (rendah) sehingga pemberian NPK di tanah Entisol hingga dosis 450 kg ha⁻¹ belum mampu memperbaiki pertumbuhan dan hasil kedelai. Ditambahkan juga bahwa kondisi tanah sangat porous sehingga kemungkinan permasalahan tanaman tidak tumbuh dengan baik dikarenakan tidak terpenuhi kebutuhan airnya.

4.2. Pengaruh Faktor Jenis Pupuk Kompos dan Dosis Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan Kedelai

Hasil analisis pada Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan jenis kompos tidak menunjukkan perbedaan nyata pada variabel tinggi tanaman 3. 5. dan 7 MST. jumlah daun 3.5. dan 7 MST. jumlah cabang 5 dan 7 MST. Keempat jenis pupuk kompos yang diberikan tidak menunjukkan pengaruh yang berbeda pada pertumbuhan dan hasil kedelai. Pupuk kompos yang digunakan berasal dari biomasa tumbuhan, hal ini tentu mempengaruhi proses penguraian pupuk. Salah satu ciri sel tumbuhan adalah memiliki dinding sel yang kokoh dan menyebabkan beberapa tumbuhan sulit terurai. Meskipun telah mengalami proses pengomposan, namun serat dari biomasa tumbuhan masih sulit terurai. Hal ini yang diduga menjadi salah satu penyebab lambatnya unsur hara yang tersedia untuk tanaman. Bahan pupuk kompos yang halus mampu menyediakan hara untuk masa tanam saat ini, sedangkan yang kasar untuk masa tanam yang akan datang (Riwandi *et al.*, 2015). Ditambahkan juga oleh Jamilah *et al.* (2016) mengemukakan bahwa bahan organik akan mengalami proses mineralisasi dimana agar kandungan unsur hara pada bahan organik dapat diserap oleh tanaman. Bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah harus beberapa kali dirombak oleh mikroorganisme sehingga unsur hara dapat tersedia dan terserap oleh tanaman (Simanungkalit *et al.*, 2006). Oleh sebab itu beberapa faktor tersebut membuat bahan organik lama menyediakan unsur hara sehingga penyerapan unsur hara ke tanaman kurang optimal.

Perlakuan dosis NPK berpengaruh nyata pada tinggi tanaman dan jumlah daun 3. 5. dan 7 MST serta jumlah cabang 5 MST. Perbedaan nyata terdapat pada semua perlakuan dibandingkan dengan kontrol namun diantara perlakuan dosis NPK tidak terdapat perbedaan nyata. Hal ini diduga dikarenakan kandungan hara pada lahan percobaan masih relatif tinggi untuk mendorong pertumbuhan tanaman. Seperti yang dikemukakan oleh Ademiluyi (2015) bahwa unsur N merupakan unsur penting yang dikaitkan dengan aktivitas proses fotosintesis yang tinggi dan pertumbuhan fase vegetatif yang kuat pada daun.

4.3. Pengaruh Faktor Jenis Pupuk Kompos dan Dosis Pupuk NPK terhadap Hasil Kedelai

Rekapitulasi sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata pada pemberian berbagai jenis kompos terhadap semua variabel yang diamati seperti jumlah polong (JP)

jumlah polong hampa (JPH), jumlah biji (JB), bobot basah tajuk dan akar, bobot kering tajuk dan akar, serta bobot 100 biji (Tabel 3). Pemberian kompos P2 (paitan) menghasilkan jumlah polong sebanyak 18,93 buah, sedangkan pemberian kompos P3 (TKKS) menghasilkan jumlah polong terendah yaitu sebesar 9,19 polong.

Pada variabel jumlah polong hampa pemberian kompos P3 menghasilkan jumlah polong hampa yang lebih rendah yaitu sebesar 3.11 polong hampa bila dibandingkan dengan pemberian P1, P4, dan P2 secara berturut-turut 3.88, 3.88, dan 6.17 polong hampa. Respon tanaman kedelai terhadap pemberian jenis kompos tidak mempengaruhi jumlah biji per tanaman. Jenis kompos terbaik adalah paitan yang menghasilkan jumlah biji per tanaman sebesar 21,40 biji, sementara untuk pemberian kompos P3 (TKKS) dan P4 (eceng gondok) menghasilkan jumlah biji terendah yaitu sebesar 9.97 dan 10.77 biji. Selain itu variabel bobot 100 biji juga menunjukkan hasil yang tidak signifikan pada berbagai jenis pemberian kompos terhadap tanaman kedelai. Pemberian kompos P2 dan P1 menghasilkan bobot 100 biji tertinggi yaitu sebesar 0,78 dan 0,74 g secara berturut-turut.

Pemberian dosis NPK menunjukkan tidak berbeda nyata hampir terhadap semua variabel pengamatan seperti jumlah polong (JP) jumlah polong hampa (JPH), jumlah biji (JB), bobot basah tajuk, bobot kering tajuk, dan bobot 100 biji. Namun berbeda nyata terhadap variabel bobot basah dan bobot kering akar (tabel 3).

Pemberian dosis NPK mampu meningkatkan bobot basah akar tanaman kedelai sebesar 127,41% (1,41 g) lebih tinggi dibandingkan tanpa pemberian pupuk NPK. Tanpa dosis pupuk NPK bobot basah akar yaitu 0.62 g, diikuti dengan dosis NPK 150 kg/ha dan 300 kg/ha yaitu 0.96 dan 0.91 g secara berturut-turut. Selain itu, pada variabel bobot kering akar juga menunjukkan pengaruh nyata pada berbagai pemberian dosis NPK. Pemberian dosis NPK mampu meningkatkan bobot kering akar tanaman kedelai sebesar 131,8% (1.02 g) lebih tinggi dibandingkan tanpa pemberian dosis pupuk NPK. Pemberian dosis NPK 450 kg/ha menghasilkan bobot kering akar tertinggi yaitu sebesar 1.02 g, Sementara dosis NPK 150 kg/ha dan 300 kg/ha tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan yaitu secara berturut-turut sebesar 0.70 dan 0.64 g. Tanpa pemberian dosis NPK menghasilkan bobot kering akar terendah yaitu sebesar 0.44 g. Pemberian dosis NPK tertinggi yaitu 450 kg/ha mampu meningkatkan bobot basah dan bobot kering akar, dimana semakin tinggi pengaplikasian dosis NPK maka akan semakin meningkat pula bobot basah dan bobot kering akar tanaman kedelai (Dewi, 2015)

5. Kesimpulan

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa berdasarkan analisis uji tanah awal, kandungan C organik sangat tinggi sehingga pemberian bahan organik hingga 450 kg Ha⁻¹ tidak berpengaruh maupun terjadi interaksi. Sementara itu, pemberian dosis pupuk NPK berbeda nyata bila dibandingkan dengan kontrol tetapi tidak berbeda nyata diantara perlakuan dosis NPK pada variabel tinggi tanaman dan jumlah daun serta bobot basah dan bobot kering akar.

6. Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Bengkulu yang telah mendanai penelitian ini melalui Penelitian Unggulan Universitas Bengkulu Tahun 2020.

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

- Alfian. Nelvian dan A. I. Amri. 2017. Pengaruh pemberian amelioran organik dan anorganik pada media *subsoil* ultisol terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis jacq.*) di pre nursery. *Jom Faperta*. 4 (2): 1-12.
- Ademiluyi, B.O., Fabiyi, E.P. 2015. Response of hybrid maize (*Zea mays*) to organic and anorganic fertilizers in soils of South - West and North - Central Nigeria. *Int J Plant Soil Sci* 7(2): 121-127
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2015. Tanaman pangan. Badan Pusat Statistik.
- Bondansari, S. dan Bambang, S.S. 2011. Pengaruh Zeloit dan Pupuk Kandang Terhadap Beberapa Sifat Fisik Tanah Ultisol dan Entisol pada Pertanian Kedelai (*Glycine max* L. Merril). Fakultas Pertanian Universitas Jendral Soedirman. Purwokerto.
- Crespo. G., T.E. Ruiz. and J. Alvarez. 2011. Effect of green manure from *Tithonia* (*T. diversifolia*) on the establishment and production of forage of *P. purpureum* cv. Cuba CT-169 and on some soil properties. *J. Agric. Sci.* 45:79-82.

- Dewi R, Mbue Kata Bangun, Revandy Iskandar M. Damanik. 2015. Respons Dua Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill.) pada Pemberian Pupuk Hayati dan NPK Majemuk. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 3(1): 276-282
- Kutsanedzie, F., Ofori, V., and Diaba, K. (2015). Maturity and Safety of Compost Processed in HV and TW Composting Systems. *International Journal of Science, Technology and Society*, 3(4), 202–209. <https://doi.org/10.11648/j.ijsts.20150304.24>
- Manurung, R. H. 2013. Pengaruh Pemberian Kompos Kulit Durian pada Entisol, Inceptisol, dan Ultisol terhadap Beberapa Aspek Kesuburan Tanah (pH, C-organik, dan N-total) serta Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Monanda, A.R., Arnis, E.Y., Nurbaiti. 2016. Pengaruh Kompos Eceng Gondok dan Pupuk Fosfor terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). *J. JOM Faperta*. 3 (1) : 1-16.
- Omar, L., Ahmed, O. H., & Majid, N. M. A. (2011). Enhancing nutrient use efficiency of maize (*Zea mays* L.) from mixing urea with zeolite and peat soil water. *International Journal of the Physical Sciences*, 6(14), 3330–3335.
- Pambudi. S. 2013. Budidaya dan Khasiat Kedelai. Yogyakarta. Pustaka Baru Press.
- Setyowati, N., Sudjarmiko, S., Mukhtar, Z., Fahrurrozi, F., Chozin, M. & Simatupang, P. (2018). Growth and yield responses of cauliflower on tithonia (*Tithonia diversifolia*) compost under organic farming practices. *International Journal of Agricultural Technology*, 14(7), 1905-1914.
- Setyowati, N., Z. Mukhtar, S. Oktiasa and D.W. Genefianti. 2014. Growth and yield of chili papper under different time application of wedelia (*Wedelia trilobata*) and siam weed (*Chromolaena odorata*) organic fertilizers. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, 4(6) : 13-16.
- Subaedah, St. 2017. Peran bahan organi *Chromolaena odorata* dan *Crotalaria juncea* dalam meningkatkan ketersediaan hara fosfor bagi pertumbuhan tanaman kedelai di lahan kering. *Jurnal Agrotek*, 1(2): 63-74.
- Syawal. Y. 2010. Pertumbuhan Tanaman Lidah Buaya dan Gulma yang diaplikasi Bokhasi Enceng Gondok dan Kiambang serta Pupuk Urea. *J. Agrivigor*. Vol 10 no. 1. hal 108-116.
- Ratnasari.D., M.K. Bangun dan R.I.M. Damanik. 2015. Respons dua varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill.) pada pemberian pupuk hayati dan NPK majemuk. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 3(1):276-282
- Warsito. J., S. M. Sabang dan K. Mustapa. 2016. Pembuatan pupuk organik dari limbah tandan kosong kelapa sawit. *Jurnal Akademika Kimia*. 5(1): 8-15.

**AGROSAINSTEK****Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian**Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>**Research Article****Potensi dan Mekanisme Yeast-Like Fungus Pseudozyma dalam Mengendalikan Antraknosa pada Cabai*****Potency and Mechanism of Yeast-Like Fungus Pseudozyma in Controlling Anthracnose on Chili*****Sri Hartati^{1*}, Suryo Wiyono², Sri Hendrastuti Hidayat², Meity Suradji Sinaga²**¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung-Sumedang KM 21 Jatinangor, Sumedang 45363²Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Jl. Kamper Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

Received: April 3, 2021 /Received in revised : August 30, 2021/ Accepted: May 31, 2023

ABSTRACT

Application of biocontrol agents on pre- and post-harvest commodities is a promising disease control strategy. This research was objected to study the potencies and antagonism mechanisms of eight isolates of yeast-like fungus *Pseudozyma*, i.e. *P. hubeiensis* Dmg 18 BEP, Dmg 20 DEP, Dmg 23 DEP, Dmg 27 BEP, and Dmg 32 DEP, *P. shanxiensis* Dmg 28 DEP, dan *P. aphidis* SG 25 BE and SG 53 BE in controlling *Colletotrichum acutatum*, the cause of anthracnose on chili. Those isolates of *Pseudozyma* were obtain from chili leaf and fruit surfaces and tissues. To study their potencies in controlling anthracnose on chili caused by *C. acutatum*, the eight *Pseudozyma* isolates were applied on chili fruit. While the study of the antagonism mechanisms was performed by antibiosis, volatile compound formation, chitinolytic activities, hyperparasitism, and ACC deaminase production tests. The results showed that all isolates of the *Pseudozyma* had the potencies to control anthracnose on chili caused by *C. acutatum* with more than 60% control levels. The mechanisms were production of volatile compounds, chitinolytic activities, and hyperparasitism. Those *Pseudozyma* isolates did not produce ACC deaminase.

Keywords: *chitinolytic activity, Colletotrichum acutatum, hyperparasitism, volatile compound***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⁻¹ 2,4-D + 0,5 mg L⁻¹ BAP dengan inkubasi dalam keadaan 24 jam gelap (perlakuan 1) dan MS + 1,5 mg L⁻¹ 2,4-D + 1,0 mg L⁻¹ 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⁻¹ BAP + 0,09 mg L⁻¹ NAA) selama 12 minggu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa eksplan pada perlakuan 2 lebih responsif untuk menginduksi kalus dari sisik umbi *L. longiflorum* dibandingkan eksplan pada perlakuan 1. Kalus yang dihasilkan bertekstur kompak dan

*Korespondensi Penulis.

E-mail : s.hartati@unpad.ac.idDOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v7i1.275>

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⁻¹ 2,4-D + 1,0 mg L⁻¹ BAP dengan fotoperiode 16/8 jam direkomendasikan sebagai sebuah protokol yang efektif dalam pengembangan *L. longiflorum*.

Kata kunci: mikropopagasi, kultur jaringan, *Lilium longiflorum*, organogenesis

1. Pendahuluan

Antraknosa merupakan penyakit utama pada tanaman cabai yang membatasi produksi cabai di semua negara baik tropik maupun subtropik (Sangdee 2011). Penyakit ini bersifat tular benih dan tular udara dan berpengaruh terhadap perkecambahan benih dan kesehatan bibit cabai (Saxena et al. 2016). Antraknosa pada cabai disebabkan oleh beberapa spesies *Colletotrichum* seperti *Colletotrichum acutatum*, *Colletotrichum gloeosporioides*, dan *Colletotrichum capsici* (AVRDC 2004). Seperti halnya cendawan yang lain, genus *Colletotrichum* memiliki dinding sel yang mengandung kitin (Prihatiningsi et al. 2019). Kandungan kitin dalam dinding sel merupakan karakteristik dari mikroorganisme yang termasuk dalam kelompok cendawan. Cendawan *Colletotrichum* dapat menyerang bagian daun, batang, dan buah cabai (Manda et al. 2020). Konidia cendawan ini dapat menempel dan berkecambah pada permukaan tanaman cabai, peg penetrasi yang dihasilkan akan mempenetrasi lapisan kutikula tanaman dan menghasilkan hifa infeksi yang menyebabkan terjadinya lesio (Yu et al. 2013). Gejala antraknosa pada buah berupa lesio cekung melingkar atau bersudut, lesio pada batang dan daun tampak seperti bintik kecil coklat keabuan dengan pinggiran gelap (Saxena et al. 2016). Kehilangan hasil akibat patogen antraknosa pada buah cabai dapat mencapai 50% (Pakdeevaporn et al. 2005).

Pengendalian antraknosa pada cabai umumnya dilakukan menggunakan fungisida sintetik. Akan tetapi, penggunaan fungisida sintetik dapat menyebabkan efek negatif terhadap lingkungan, resistensi patogen, dan residu pada produk pascapanen. Pengendalian hayati telah dikembangkan sebagai alternatif pengendalian antraknosa pada cabai seperti *Trichoderma viride* dan *Pseudomonas fluorescens* (Lokhande et al. 2019). Beberapa spesies khamir juga dilaporkan efektif mengendalikan antraknosa cabai seperti *Pichia guilliermondii* (Y-12) dan *Hanseniaspora uvarum* (Y-73) (Raghunandan et al. 2019).

Mekanisme agens biokontrol dalam menekan perkembangan patogen penting diketahui untuk mengoptimalkan aplikasi dan pemanfaatan agens biokontrol tersebut. Mekanisme utama agens

biokontrol dalam mengendalikan patogen meliputi kompetisi ruang dan nutrisi, antibiosis, hiperparasitisme dan induksi resistensi (Srivastava et al. 2021). Saat ini penggunaan khamir dan yeast-like fungus sebagai agens biokontrol patogen pada komoditas pra- dan pascapanen telah dikembangkan. Beberapa penelitian menunjukkan mekanisme kerja khamir dan yeast-like fungus dalam mengendalikan patogen pada komoditas pascapanen melalui mekanisme antibiosis, senyawa volatil (VOCs), enzim hidrolitik, dan hiperparasitisme (Nunes 2012; Liu et al. 2013). *Candida intermedia* (Huang et al. 2011) dan *Aureobasidium pullulans* (Francesco et al. 2014) dilaporkan memiliki kemampuan membentuk VOCs, *Candida oleophila* (Tamayo-Urbina et al. 2016) dilaporkan membentuk ekstraselular eksokitinase dan β -1,3-glukanase, dan *Candida famata* memiliki mekanisme hiperparasitisme (Magallon-Andalon et al. 2012). Khamir juga dilaporkan memiliki aktivitas ACC deaminase yang berperan sebagai penghambat sintesis hormon etilen seperti *Candida tropicalis* (Amprayn et al. 2012).

Genus *Pseudozyma* merupakan yeast-like fungus yang telah dilaporkan berpotensi sebagai agens biokontrol. Beberapa genus *Pseudozyma* seperti *Pseudozyma aphidis* dan *Pseudozyma flocculosa* dilaporkan mampu mengendalikan penyakit kapang kelabu (*Botrytis cinerea*) dan embun tepung (*Podosphaera xanthii*) melalui mekanisme antibiosis, induksi resistensi, dan kompetisi ruang dan nutrisi (Buxdorf et al. 2013; Gafni et al. 2015). Khamir *P. flocculosa* dilaporkan menghasilkan komponen antimikroba yang efektif mengendalikan patogen embun tepung (Hammami et al. 2011). Akan tetapi, potensi maupun mekanisme biokontrol dari spesies genus *Pseudozyma* seperti *Pseudozyma hubeiensis*, *Pseudozyma shanxiensis*, dan *P. aphidis* dalam mengendalikan penyakit antraknosa cabai belum banyak dilaporkan. Lima isolat *P. hubeiensis*, satu isolat *P. shanxiensis*, dan dua isolat *P. aphidis* telah diisolasi dari daun dan buah cabai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi dan menentukan mekanisme pengendalian delapan isolat dari ketiga spesies *Pseudozyma* tersebut terhadap antraknosa yang disebabkan oleh *C. acutatum* pada cabai.

2. Bahan dan Metode

Lima isolat *P. hubeiensis* (Dmg 18 BEP, Dmg 20 DEP, Dmg 23 DEP, Dmg 27 BEP, dan Dmg 32 DEP), satu isolat *P. shanxiensis* (Dmg 28 DEP), dan dua isolat *P. aphidis* (SG 25 BE, SG 53 BE) telah diisolasi dari permukaan daun dan buah cabai (*Capsicum annuum*) pada penelitian sebelumnya (Hartati *et al.* 2014). Patogen antraknosa *C. acutatum* diisolasi dari buah cabai yang menunjukkan gejala antraknosa (Hartati *et al.* 2014). Percobaan dilakukan dengan metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 9 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang diuji adalah a. *P. hubeiensis* Dmg 18 BEP, b. *P. hubeiensis* Dmg 20 DEP, c. *P. hubeiensis* Dmg 23 DEP, d. *P. hubeiensis* Dmg 27 BEP, e. *P. hubeiensis* Dmg 32 DEP, f. *P. shanxiensis* Dmg 28 DEP, g. *P. aphidis* SG 25 BE, h. *P. aphidis* SG 53 BE, dan i. Kontrol.

2.1. Pengujian Potensi *Pseudozyma* dalam Mengendalikan Antraknosa Cabai

Pengujian potensi *Pseudozyma* dilakukan menggunakan buah cabai tanpa gejala antraknosa dan tanpa perlakuan pestisida. Buah cabai yang telah didisinfeksi dengan NaOCl 1% dan alkohol 70% dicelupkan ke dalam suspensi isolat *Pseudozyma* dengan kerapatan sel khamir 10^7 sel ml^{-1} yang telah diberi 0,02% tween 80% (v/v). Buah berperlakuan dikeringanginkan selama 2 jam. Selanjutnya, buah tersebut diinokulasi patogen dengan meneteskan suspensi konidia *C. acutatum* kerapatan 10^4 konidia ml^{-1} sebanyak 20 μl . Inokulasi dilakukan melalui luka yang dibuat dengan menggunakan jarum steril pada dua titik. Kontrol positif dibuat dengan menginokulasi buah cabai dengan suspensi konidia *C. acutatum* tanpa perlakuan *Pseudozyma*, sedangkan kontrol negatif dibuat dengan meneteskan akuades steril dengan teknik yang sama. Sebagai pembanding, digunakan Mankozeb 80%. Buah yang telah diberi perlakuan dan kontrol diinkubasi dalam wadah tertutup pada kondisi lembap (RH 95%) pada suhu 28-30 °C. Perlakuan diulang 3 kali, masing-masing ulangan terdiri dari 3 buah cabai.

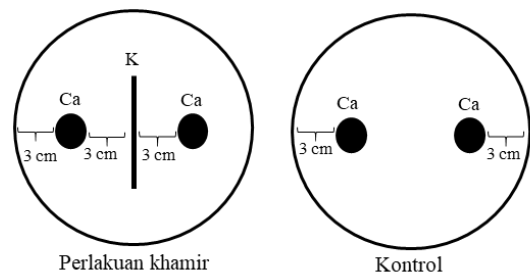
Pengamatan dilakukan terhadap persentase gejala antraknosa yang timbul pada hari ke-5 setelah perlakuan (hsp) dan menghitung tingkat pengendaliannya. Tingkat pengendalian antraknosa dihitung berdasarkan rumus:

$$\text{TP} = ((\text{Gk} - \text{Gp}) / \text{Gk}) \times 100\%$$

Keterangan: TP = Tingkat pengendalian (%); Gk = Gejala antraknosa pada kontrol (%); Gp = Gejala antraknosa pada perlakuan (%).

2.2. Pengujian Antibiosis

Pengujian antibiosis dilakukan dengan metode kultur ganda (*dual culture*). Isolat *Pseudozyma* umur 5 hari digoreskan pada medium PDA tepat di tengah cawan petri (diameter 9 cm) secara transversal sebanyak 1 lup inokulasi dan *C. acutatum* umur 10 hari (diameter 6 mm) ditumbuhkan di tepi kiri dan kanan goresan khamir dengan jarak 3 cm (Gambar 1). Potongan isolat *C. acutatum* diletakkan pada posisi yang sama tanpa isolat *Pseudozyma* sebagai kontrol (Gambar 1). Pengamatan dilakukan setiap hari terhadap lebar zona bening hingga isolat *C. acutatum* pada kontrol memenuhi cawan petri.



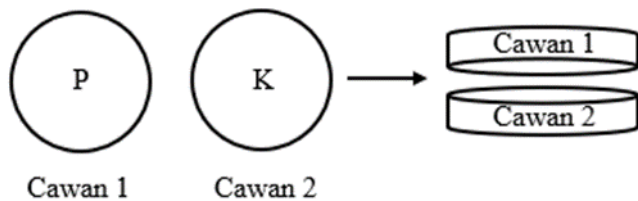
Gambar 1. Skema uji antibiosis khamir terhadap *Colletotrichum acutatum* (K: khamir, Ca: *Colletotrichum acutatum*)

2.3. Pembentukan Senyawa Volatil

Pengujian pembentukan senyawa volatil dilakukan menurut metode Huang *et al.* (2011) dengan beberapa modifikasi (Gambar 2). Isolat *Pseudozyma* umur 5 hari digoreskan sebanyak 1 lup tepat di tengah cawan petri yang berisi medium PDA dan potongan *C. acutatum* umur 10 hari (diameter 6 mm) ditumbuhkan tepat di tengah cawan petri lain yang juga berisi medium PDA. Selanjutnya, kedua cawan petri tersebut ditangkupkan dengan posisi cawan petri yang berisi *Pseudozyma* diletakkan di bawah dan cawan petri yang berisi *C. acutatum* di atas kemudian ditutup dengan menggunakan plastik wrap. Medium PDA dalam cawan petri yang berisi *C. acutatum* ditangkupkan dengan cawan petri yang hanya berisi medium PDA tanpa *Pseudozyma* digunakan sebagai kontrol. Pengamatan dilakukan setiap hari sampai koloni *C. acutatum* pada kontrol memenuhi cawan petri. Persentase tingkat hambatan relatif terhadap *C. acutatum* dihitung menggunakan rumus:

$$\text{HR} = ((\text{Øk} - \text{Øp}) / \text{Øk}) \times 100\%$$

Keterangan: HR = tingkat hambatan relatif; Øk = diameter *C. acutatum* pada kontrol; Øp = diameter *C. acutatum* pada perlakuan.



Gambar 2. Skema uji pembentukan senyawa volatil khamir terhadap *Colletotrichum acutatum* (K: khamir, P: patogen (*Colletotrichum acutatum*))

2.4. Pengujian Aktivitas Kitinolitik

Pengujian pembentukan kitinolitik dilakukan pada medium koloidal kitin agar 0,5%. Pembuatan koloidal kitin mengikuti metode Arnold & Solomon (1986). Medium koloidal kitin dibuat dengan melarutkan sebanyak 20 g kitin ($C_8H_{13}NO_5$)_n yang diperoleh dari kulit udang (*C7170 practical grade sigma*) ke dalam 400 ml HCl pekat. Larutan tersebut dibiarkan selama 24 jam pada kondisi dingin, selanjutnya disaring menggunakan *glass wool*. Filtrat yang diperoleh ditambah dengan 200 ml akuades dingin dan ditambah 10 N NaOH hingga diperoleh pH 7. Filtrat disentrifugasi pada kecepatan 7000 rpm selama 10 menit, selanjutnya diresuspensi dengan akuades dingin dan disentrifugasi lagi. Medium koloidal kitin agar dibuat dengan melarutkan koloidal kitin (5 g) dan agar (20 g) dalam 1000 ml akuades atau larutan garam mineral.

Aktivitas kitinolitik diuji dengan menanam isolat *Pseudozyma* umur 5 hari pada medium koloidal kitin agar. Khamir memiliki aktivitas kitinolitik apabila menghasilkan zona bening pada tepi koloni. Indeks kitinolitik dihitung berdasarkan rumus:

$$\Delta Y = y_2/y_1$$

Keterangan: ΔY = indeks kitinolitik; y_2 = lebar zona bening dan koloni; y_1 = lebar koloni.

2.4. Pengujian Hiperparasitisme

Hiperparasitisme diuji menggunakan metode agar blok dengan *water agar* berukuran 0,6 cm². Isolat *Pseudozyma* umur 5 hari ditumbuhkan pada satu sisi agar blok dan *C. acutatum* umur 10 hari ditumbuhkan pada sisi yang lain. Agar blok ditempatkan pada gelas obyek steril dan ditutup dengan gelas penutup steril, selanjutnya gelas obyek ditempatkan pada cawan petri steril. Pengamatan dilakukan di bawah mikroskop

photomicrograph multi eyepiece (Zeiss Axiocam) pada 4 sampai 6 hari inkubasi.

2.5. Pengujian Produksi Enzim ACC Deaminase

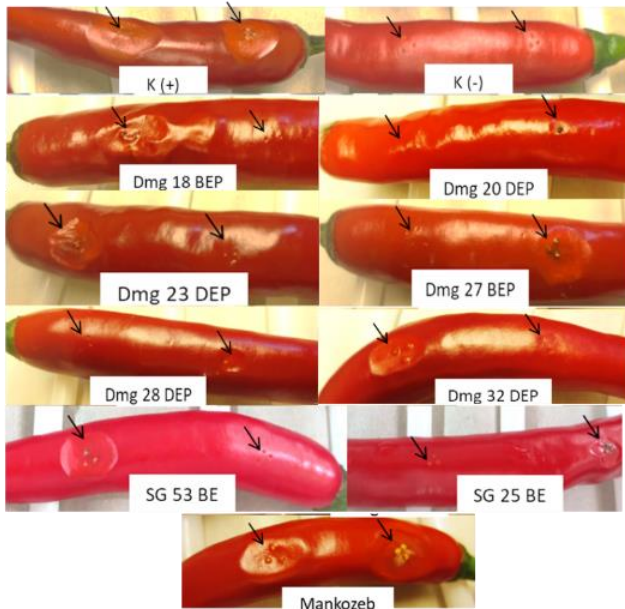
Pengujian aktivitas enzim ACC deaminase menggunakan medium garam Dworkin-Foster (DF) (Dworkin & Foster 1958) yang diperkaya dengan substrat *1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid* (ACC) dan ammonium sulfat. Isolat *Pseudozyma* umur 5 hari pada medium PDA, ditumbuhkan dalam medium *Yeast Malt Extract Broth* (YMB) dan *dishaker* (IKA KS 260 *Basic type rotary shaker*) selama 48 jam kecepatan 150 rpm. Pelet sel dipanen dengan sentrifugasi (*Beckman Coulter Allegra X-22R Centrifuge*) kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Pelet sel dibilas dengan akuades steril dan disuspensikan kembali dalam larutan 100 mM $MgSO_4$ steril (pH 7). Suspensi sel diatur pada kerapatan optik 0,5 dengan panjang gelombang 780 nm. Pelet sel diinokulasikan ke medium cair DF, DF+ACC dan DF+ammonium sulfat, masing-masing sebanyak 1 ml. Pertumbuhan isolat pada medium cair diamati setiap 6 jam selama 24 jam dengan mengukur kerapatan optik biakan pada panjang gelombang 600 nm dengan UV spektrofotometer (*Shimadzu UV Mini 1240*). Nilai kerapatan optik 0,05 atau lebih, khususnya isolat yang ditumbuhkan pada media DF+ACC, mengindikasikan bahwa isolat memiliki aktivitas enzim ACC deaminase.

2.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan software SPSS (versi 25.0 for Windows). Uji lanjut dilakukan dengan uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf nyata 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

3. Hasil

Hasil pengujian potensi lima isolat *P. hubeiensis*, satu isolat *P. shanxiensis*, dan dua isolat *P. aphidis* dalam mengendalikan antraknosa cabai menunjukkan bahwa seluruh isolat mampu mengendalikan penyakit antraknosa pada cabai (Gambar 3). Tingkat pengendalian delapan isolat *Pseudozyma* yang diuji mencapai lebih dari 60%, tingkat pengendalian tersebut berkisar antara 63,80%-99,14% (Tabel 1). Apabila dibandingkan dengan mankozeb 80%, tingkat pengendalian antraknosa oleh delapan isolat *Pseudozyma* lebih tinggi.



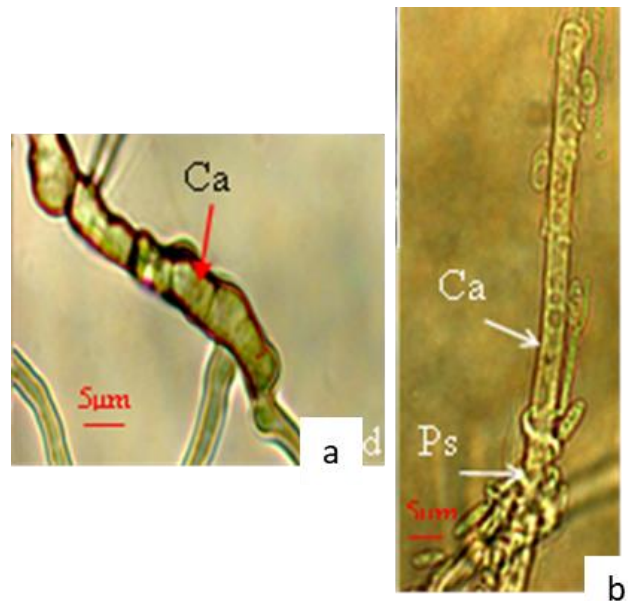
Gambar 3. Variasi gejala antraknosa (*C. acutatum*) pada buah cabai dengan perlakuan khamir (K(+): Kontrol +, K (-): Kontrol -)

Hasil pengamatan terhadap mekanisme antibiosis dengan kultur ganda menunjukkan bahwa seluruh isolat *Pseudozyma* baik *P. hubeiensis*, *P. shanxiensis* maupun *P. aphidis* tidak menghasilkan zona bening (Tabel 1). Berbeda dengan pengujian antibiosis dengan kultur ganda, seluruh isolat *Pseudozyma* mampu menghasilkan senyawa volatil (VOCs) (Tabel 1). Kemampuan membentuk senyawa volatil ini menunjukkan bahwa seluruh isolat *Pseudozyma* yang diuji menghasilkan mekanisme antibiosis. Pembentukan senyawa volatil ditunjukkan oleh adanya penghambatan pertumbuhan koloni *C. acutatum* yang terjadi tanpa adanya kontak fisik antara kedua mikroba tersebut. Spesies *P. hubeiensis* isolat Dmg 23 DEP menyebabkan penghambatan pertumbuhan *C. acutatum* tertinggi melalui pembentukan senyawa volatil yaitu sebesar 38,52% (Tabel 1).

Mekanisme pengendalian oleh isolat *Pseudozyma* terhadap antraknosa cabai yang disebabkan oleh *C. acutatum* juga ditunjukkan dengan adanya aktivitas kitinolitik. Aktivitas kitinolitik ditandai dengan terbentuknya zona bening pada tepi koloni isolat yang ditumbuhkan pada medium koloidal kitin agar. Hal ini menunjukkan bahwa isolat tersebut dapat memanfaatkan kitin dalam medium tumbuhnya. Dua isolat *P. hubeiensis* Dmg 23 DEP dan Dmg 27 BEP, satu isolat *P. shanxiensis* Dmg 28 DEP, serta

satu isolat *P. aphidis* SG 25 BE memiliki aktivitas kitinolitik (Tabel 1).

Mekanisme hiperparasitisme isolat *Pseudozyma* terhadap *C. acutatum* hanya ditunjukkan oleh dua isolat. Mekanisme hiperparasitisme tersebut ditunjukkan oleh isolat *P. hubeiensis* Dmg 20 DEP dan isolat *P. shanxiensis* Dmg 28 DEP. Isolat *P. hubeiensis* Dmg 20 DEP menyebabkan malformasi berupa pembengkakan hifa *C. acutatum*, sedangkan isolat *P. shanxiensis* Dmg 28 DEP melilit hifa *C. acutatum* (Gambar 4).



Gambar 4. Kerusakan hifa *C. acutatum* akibat mekanisme hiperparasitisme beberapa isolat *Pseudozyma* a. *P. hubeiensis* (Dmg 20 DEP), b. *P. shanxiensis* (Dmg 28 DEP), Ca: *C. acutatum*, Ps: *P. shanxiensis* (photomicrograph multi eyepiece Zeiss Axiocam)

Pengamatan produksi ACC deaminase menunjukkan bahwa *P. hubeiensis* yang diwakili oleh isolat Dmg 18 BEP, *P. shanxiensis* Dmg 28 DEP, dan *P. aphidis* SG 25 BE tidak menghasilkan ACC deaminase (Tabel 1). Hal ini ditunjukkan dengan nilai kerapatan optik pada 600 nm kurang dari 0,05 dalam medium DF yang diperkaya dengan ACC. Meskipun hasil pengamatan pada medium DF ammonium sulfat menunjukkan bahwa isolat *P. hubeiensis* Dmg 18 BEP, *P. shanxiensis* Dmg 28 DEP, dan *P. aphidis* SG 25 BE tersebut menghasilkan ACC deaminase, namun kemampuan ini masih bersifat *putative* karena ACC deaminase yang dihasilkan hanya berupa potensi secara intrinsik (Tabel 2).

Tabel 2. Mekanisme antagonisme beberapa isolat *Pseudozyma* terhadap antraknosa cabai

Spesies/kode isolat	Uji kultur ganda (Zona bening)	Hambatan pertumbuhan <i>C.acutatum</i> oleh senyawa volatil (%)	Indeks kitinolitik	Hiper-parasitisme	Aktivitas ACC deaminase
Kontrol	-	-	0,00 e	-	TD
Ph/Dmg18BEP	-	33,47 e	0,00 e	-	-
Ph/Dmg20DEP	-	9,43 b	0,00 e	+	TD
Ph/Dmg23DEP	-	39,00 g	1,41 ab	-	TD
Ph/Dmg27BEP	-	20,20 c	1,02 bc	-	TD
Ph/Dmg32DEP	-	36,70 f	0,00 e	-	TD
Ps/Dmg28DEP	-	29,47 d	1,43 ab	+	-
Pa/SG 53 BE	-	7,04 a	0,00 e	-	TD
Pa/SG 25 BE	-	21,13 c	1,28 b	-	-

Tabel 3. Aktivitas ACC deaminase beberapa isolat *Pseudozyma* pada medium garam minimal Dworkin-Foster (DF) ditambah ammonium sulfat dan ACC sebagai sumber N

Jenis khamir	DF+AmS (OD ₆₀₀) ^a	DF+ACC (OD ₆₀₀) ^a	DF kontrol (OD ₆₀₀) ^a
<i>Pseudozyma hubeiensis</i> (Dmg18BEP)	0,060	0,039	0,034
<i>Pseudozyma aphidis</i> (SG25BE)	0,064	0,044	0,041
<i>Pseudozyma shanxiensis</i> (Dmg28DEP)	0,060	0,039	0,035

4. Pembahasan

Pengendalian antraknosa dengan menggunakan *Pseudozyma* menunjukkan hasil yang baik. Seluruh isolat *Pseudozyma* yang diuji menunjukkan kemampuan antagonisme yang lebih tinggi dibandingkan mankozeb 80%. Teknik pencelupan buah dalam suspensi *Pseudozyma* yang dilakukan dalam penelitian ini memungkinkan isolat *Pseudozyma* mengkoloni permukaan buah dengan cepat sebelum datangnya patogen. Menurut Afsah-Hejri (2013) khamir mampu mengkoloni permukaan tanaman bahkan dalam kondisi kering, sehingga khamir mampu melawan patogen yang datang dari luar tanaman. Inokulasi *C. acutatum* setelah perlakuan pencelupan buah dalam suspensi *Pseudozyma*, menyebabkan proses pra- penetrasi atau infeksi awal patogen ini dapat dihambat. *Pseudozyma* merupakan salah satu mikrob utama di filoplan, sehingga dapat memengaruhi fase infeksi awal dengan mencegah adhesi konidia *C. acutatum* atau mendegradasi polimer ekstraseluler konidia *C. acutatum*. Degradasi polimer ekstraseluler konidia akan memecah dormansi konidia yang merupakan tahap kritis untuk mengawali proses infeksi (Jeffries & Koomen 1992).

Kemampuan *Pseudozyma* dalam mengendalikan antraknosa cabai dalam penelitian ini disebabkan oleh beberapa mekanisme pengendalian di antaranya adalah pembentukan senyawa volatil,

pembentukan enzim kitinolitik, dan hiperparasitisme. Mekanisme pembentukan senyawa volatil dihasilkan oleh seluruh isolat *Pseudozyma* yang diuji. Senyawa volatil (*Volatile Organic Compounds/VOCs*) merupakan campuran dari senyawa-senyawa fase gas berbau dasar karbon (Morath *et al.* 2012) seperti hidrokarbon, aldehid, keton, alkohol, fenol, tioalkohol, tioester dan turunannya, turunan benzen dan sikloheksan (Huang *et al.* 2011). Isolat *Pseudozyma* yang diuji diduga memiliki salah satu atau beberapa senyawa volatil yang pernah dilaporkan tersebut. Komponen senyawa volatil berperan dalam biokontrol patogen tumbuhan karena merupakan senyawa toksik yang dapat menghambat pertumbuhan bahkan mematikan patogen. Pengaruh senyawa volatil dalam menghambat pertumbuhan patogen di antaranya diduga disebabkan oleh kemampuan senyawa ini dalam menghambat produksi enzim hidrolisis patogen (Fialho *et al.* 2011). Senyawa volatil juga dilaporkan dapat menginduksi ketahanan tanaman. Park *et al.* (2013) melaporkan bahwa senyawa volatil C13 VOC yang dihasilkan oleh *Paenibacillus polymyxa* E681 dapat menginduksi ketahanan tanaman untuk melawan *Pseudomonas syringae*. Senyawa volatil juga dapat meniadakan pengenalan signal antara patogen dengan tanaman, sehingga tidak terjadi hubungan

yang kompatibel antara patogen dan tanaman (Agrios 2005). Mekanisme ini diduga terlibat dalam hubungan antara *Pseudozyma* yang diuji dengan *C. acutatum*.

Mekanisme pengendalian lain yang dihasilkan oleh *Pseudozyma* dalam penelitian ini adalah aktivitas kitinolitik. Sekresi enzim seperti kitinase, glucanase atau protease selalu dilaporkan dan merupakan mekanisme penting dari khamir antagonis dalam pengendalian hayati (Freimoser *et al.* 2019). Menurut Zajc *et al.* (2019) suatu agens biokontrol diharapkan memiliki karakteristik berupa sekresi enzim kitinolitik dalam mekanisme pengendaliannya. Aktivitas kitinolitik dari *Pseudozyma* diduga terlibat dalam penghambatan antraknosa pada buah cabai dengan menghidrolisis ikatan β -1,4 dalam kitin, dimana kitin merupakan komponen utama dinding sel *C. acutatum* (Prihatiningsi *et al.* 2019). Aktivitas kitinolitik tersebut juga diduga berperan secara tidak langsung yaitu memicu ketahanan tanaman melalui monomer-monomer hasil degradasi dinding sel patogen yang berperan sebagai elisitor. Hasil degradasi kitin oleh enzim kitinase berupa chito-oligosaccharides (CHOS) dapat menginduksi ketahanan tanaman (Langner & Gohre 2015).

Hasil pengamatan hiperparasitisme menunjukkan bahwa dua isolat *Pseudozyma* menyebabkan mekanisme hiperparasitisme. Mekanisme hiperparasitisme oleh isolat *P. hubeiensis* Dmg 20 DEP menyebabkan malformasi hifa *C. acutatum*, sedangkan isolat *P. shanxiensis* Dmg 28 DEP menyebabkan pelilitan hifa. Gejala malformasi berupa pembengkakan hifa diduga disebabkan oleh enzim hidrolitik lain yang dihasilkan oleh isolat tersebut. Srivastava *et al.* (2021) menyatakan bahwa beberapa enzim pendegradasi dinding sel dan protease dapat menyebabkan mekanisme hiperparasitisme. Mekanisme hiperparasitisme juga ditunjukkan oleh adanya pelilitan hifa. Gafni *et al.* (2015) melaporkan bahwa *P. aphidis* menyebabkan gejala pelilitan hifa pada hifa *Podosphaera xanthii* penyebab embun tepung mentimun.

Mekanisme hiperparasitisme sangat ditentukan oleh kemampuan agens antagonis dalam melakukan proses adhesi pada patogen. Beberapa spesies khamir seperti *P. flocculosa* (Laur *et al.* 2018), *P. aphidis* (Gafni *et al.* 2015) dan *Rhodotorula mucilaginosa* (Magallon-Andalon *et al.* 2012) menunjukkan mekanisme hiperparasitisme melalui fiksasi miselium dengan proses adhesi.

Berdasarkan pengujian enzim ACC deaminase diketahui bahwa beberapa isolat *Pseudozyma* yang

diuji tidak menghasilkan ACC deaminase. Hasil ini mengindikasikan bahwa *Pseudozyma* yang diuji tidak mampu mendegradasi substrat ACC. ACC deaminase adalah enzim pendegradasi 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) menjadi α -ketobutirat dan ammonia. Asam amino ACC merupakan prekursor hormon etilen pada tanaman (Glick 2014). Aktivitas ACC deaminase dapat membantu tanaman untuk tumbuh di bawah tekanan biotik dan abiotik dengan mengurangi tingkat *stress ethylene* yang menghambat pertumbuhan tanaman (Singh *et al.* 2015). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ketiga isolat *Pseudozyma* yang diuji tidak mampu menghambat sintesis hormon etilen. Akan tetapi, ketiga isolat *Pseudozyma* tersebut mampu menghambat antraknosa cabai dengan mekanisme yang lain.

5. Kesimpulan

Delapan isolat *Pseudozyma* yaitu *P. hubeiensis* (Dmg 18 BEP, Dmg 20 DEP, Dmg 23 DEP, Dmg 27 BEP, dan Dmg 32 DEP), *P. shanxiensis* (Dmg 28 DEP), dan *P. aphidis* (SG 25 BE, SG 53 BE) berpotensi antagonis terhadap *C. acutatum* penyebab antraknosa cabai. Mekanisme pengendalian beberapa isolat *Pseudozyma* tersebut bersifat spesifik antar isolat. Mekanisme pengendalian antraknosa cabai melalui pembentukan senyawa volatil dihasilkan oleh seluruh isolat *Pseudozyma* yang diuji. Selain pembentukan senyawa volatil, isolat *P. hubeiensis* Dmg 23 DEP dan Dmg 27 BEP menghasilkan aktivitas kitinolitik, *P. hubeiensis* Dmg 20 DEP menghasilkan mekanisme hiperparasitisme, *P. shanxiensis* Dmg 28 DEP menghasilkan aktivitas kitinolitik dan hiperparasitisme, dan *P. aphidis* SG 25 BE menghasilkan aktivitas kitinolitik. Penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk mengetahui mekanisme lain yang diduga terlibat dalam pengendalian antraknosa cabai oleh isolat *Pseudozyma*.

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

- [AVRDC] Asian Vegetable Research Development and Center. 2004. Evaluation of phenotypic and molecular criteria for the identification of *Colletotrichum* species causing pepper anthracnose in Taiwan. In: AVRDC Report. Shanhua : AVRDC. p 92-93.
- Afsah-Hejri L. 2013. Saprophytic yeasts: effective biocontrol agents against *Aspergillus flavus*. *Int. Food. Res J.* 20(6): 3403-3409.
- Agrios GN. 2005. *Plant Pathology*, fifth ed. New York : Elsevier Academic Press.
- Amprayn K, Rose MT, Kecskés M, Pereg L, Nguyen HT, Kennedy IR. 2012. Plant growth promoting characteristics of soil yeast (*Candida tropicalis* HY) and its effectiveness for promoting rice growth. *Applied Soil Ecol.* 61: 295-299.
- Arnold LD, Solomon NA. 1986. *Manual of Industrial Microbiology and Biotechnology*. Washington : American Society for Microbiology.
- Buxdorf K, Rahat I, Gafni A, Levy M. 2013. The epiphytic fungus *Pseudozyma aphidis* induces jasmonic acid- and salicylic acid/nonexpressor of PR1-independent local and systemic resistance. *Plant Physiol.* 161: 2014–2022.
- Dworkin M, Foster J. 1958. Experiments with some microorganisms which utilize ethane and hydrogen. *J. Bacteriol.* 75(5): 592-601.
- Fialho MB, Ferreira LFR, Monteiro RTR, Pascholati SF. 2011. Antimicrobial volatile organic compounds affect morphogenesis-related enzymes in *Guignardia citricarpa*, causal agent of citrus black spot. *Biocont. Sci. Technol.* 2:797–807.
- Francesco AD, Ugolini L, Lazzeri L, Mari M. 2014. Production of volatile organic compounds by *Aureobasidium pullulans* as a potential mechanism of action against postharvest fruit pathogens. *Biol. Control.* 81: 8-14.
- Freimoser FM, Rueda Mejia MP, Tilocca B, Migheli Q. 2019. Biocontrol yeasts: mechanisms and applications, *World J. Microbiol. Biotechnol.* 35:154
- Gafni A, Calderon CE, Harris R, Buxdorf K, Dafabberger A, Zelinger E, Levy M. 2015. Biological control of the cucurbit powdery mildew pathogen *Podosphaera xanthii* by means of the epiphytic fungus *Pseudozyma aphidis* and parasitism as a mode of action. *Front. Plant Sci.* 6: 132-142.
- Glick BR. 2014. Bacteria with ACC deaminase can promote plant growth and help to feed the world. *Microbiol. Res.* 169(1):30–39.
- Hammami W, Castro CQ, Rémus-Borel W, Labbé C, Bélanger RR. 2011. Ecological basis of the interaction between *Pseudozyma flocculosa* and powdery mildew fungi. *Appl. Environ. Microbiol.* 77: 926–33.
- Hartati S, Wiyono S, Hidayat SH, Sinaga MS. 2014. Seleksi Khamir Epifit Sebagai Agens Antagonis Penyakit Antraknosa Pada Cabai (Selection of Epiphytic Yeasts as Antagonist of Anthracnose on Chili). *J. Hort.* 24(3):258-265.
- Huang R, Li GQ, Zhang J, Yang L, Che HJ, Jiang DH, Huang HC. 2011. Disease control and pest management control of postharvest botrytis fruit rot of strawberry by volatile organic compounds of *Candida intermedia*. *Phytopathology.* 101: 859-869.
- Jeffries P, Koomen I. 1992. Strategies and Prospects for Biological Control of Diseases caused by *Colletotrichum*. In: Bailey, J.A., M.J. Jeger (eds). *Colletotrichum Biology, Pathology and Control*. CAB Internasional : p 337-357.
- Langner T, Gohre V. 2016. Fungal chitinases: function, regulation, and potential roles in plant/pathogen interactions. *Curr Genet.* 62:243–254.
- Laur J, Ramakrishnan GB, Labbé C, Lefebvre F, Spanu PD, Bélanger RR. 2018. Effectors involved in fungal-fungal interaction lead to a rare phenomenon of hyperbiotrophy in the tritrophic system biocontrol agent-powdery mildew-plant. *New Phytol.* 217: 713–725.
- Liu P, Luo L, Long C. 2013. Characterization of competition for nutrients in the biocontrol of *Penicillium italicum* by *Kloeckera apiculata*. *Biol. Control.* 67(2): 157-162.
- Lokhande RD, Tiwari S, Patil RV. 2019. Eco-friendly management of anthracnose of chilli (*Capsicum annum* L.) caused by *Colletotrichum capsici* (Syd.) Butler and Bisby. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.* 8(2): 1045-1052
- Magallon-Andalon CG, Luna-Solano G, Ragazzo-Sanchez JA, Calderon-Santoyo M. 2012. Parasitism and substrate competitions effect of antagonistic yeasts for biocontrol of *Colletotrichum gloeosporioides* in papaya (*Carica papaya* L.) var Maradol. *Mex. J. Sci. Res.* 1(1): 2-9.
- Manda RR, Pavithra G, Addanki VA, Srivastava S. 2020. Review Article: Anthracnose of *Capsicum annum* L. (Chilli). *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.* 9(11): 749-756.
- Morath SU, Hung R, Bennett JW. 2012. Review fungal volatile organic compounds: A review with emphasis on their biotechnological potential. *Fungal Biol. Rev.* 26: 73-83.

- Nunes CA. 2012. Biological control of postharvest diseases of fruit. *Eur. J. Plant Pathol.* 133: 181-196.
- Pakdeevaporn P, Wasee S, Taylor PWJ, Mongkolporn O. 2005. Inheritance of resistance to anthracnose caused by *Colletotrichum capsici* in *Capsicum*. *Plant Breed.* 124(2): 206-208.
- Prihatiningsih N, Djatmiko HA, Erminawati, Lestari P. 2019. *Bacillus subtilis* from potato rhizosphere as biocontrol agent and chili growth promotor. *J. Perlindungan Tanaman Indones.* 23(2): 179-184.
- Raghunandan BL, Patel MV, Patel NM, Mehta DM. 2019. Bio-efficacy of different biological control agents for the management of chilli fruit rot/anthracnose disease. *J. Biol. Control.* 33(2): 163-168.
- Saxena A, Raghuwanshi R, Gupta VK, Singh HB. 2016. Review: Chilli anthracnose: The epidemiology and management. *Front. Microbiol.* 7(1527): 1-18.
- Singh RP, Shelke GM, Kumar A, Jha PN. 2015. Biochemistry and genetics of ACC deaminase: a weapon to “stress ethylene” produced in plants. *Front. Microbiol.* 6(937): 1-14.
- Tamayo-Urbina C, Guerrero-Prieto V, Guigon-Lopez C, Vargas-Albores F, Berlanga-Reyes D, Acosta-Muniz C, Ojeda-Barrios D. 2016. Purification and characterization of β -1,3-glucanase from *Candida Oleophila* for the biocontrol of *Penicillium expansum*. *J. Bot. Sci.* 5(1): 38-45.
- Yu, SM, Ramkumar G, Lee YH. 2013. Light quality influences the virulence and physiological responses of *Colletotrichum acutatum* causing anthracnose in pepper plant. *J. Appl Microbiol.* 115(2): 509–516.
- Zajc J, Gostincar C, Cernosa A, Gunde-Cimerman N. 2019. Stresstolerant yeasts: opportunistic pathogenicity versus biocontrol potential. *Genes (Basel).* 10:42.

**AGROSAINSTEK****Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian**Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>**Research Article****Hubungan Skor Penyakit Tungro terhadap Kehilangan Komponen Hasil Padi*****The Relationship Between Tungro Disease Score and Loss of Rice Yield Components*****Firmansyah^{1*}, Khaerana¹, Effi Alfiani Sidik¹**¹Loka Penelitian Penyakit Tungro, Jl. Bulu No. 101, Lanrang, Kabupaten Sidenreng Rappang, Sulawesi Selatan

Received: August 9, 2021 /Received in revised : August 3, 2022/ Accepted: May 25, 2023

ABSTRACT

The Tungro disease is a significant issue that impedes rice production. It is spread by green leafhopper vectors carrying the RTBV and RTSV pathogens. The infection causes a decline in various components of rice yield and is categorized based on a scoring system ranging from 1 to 9. The objective of this study was to investigate the correlation between the scoring values and yield loss, as well as determine the production factor that had the greatest impact on yield loss for each score. The research was conducted at the IP2TP Tungro Disease Research Station between August and October 2020. A purposive sampling technique, which involved the direct observation of tungro-affected rice fields, was employed as the research method. A score was assigned to 5 clumps of plants for each case. Data analysis was performed using simple regression, correlation, and PCA. The findings indicate that with the exception of the empty grain parameter, which increased along with the scoring value, each increment in the Tungro score resulted in a decrease in the yield variables. The components of yield that declined in all scores as a result of Tungro infection included total grain weight, weight of 100 seeds, total grain count, and total grain content.

Keywords: RTBV; RTSV; PCA**ABSTRAK**

Tungro merupakan penyakit penting yang menjadi faktor pembatas produksi padi. Penyakit tungro ditularkan oleh vektor wereng hijau pembawa RTBV dan RTSV. Infeksi tungro menyebabkan kehilangan komponen hasil padi dan dinyatakan dengan nilai skor yaitu 1,3,5,7 dan 9. Tujuan penelitian ini untuk menggambarkan korelasi antara nilai skor tungro dengan variabel produksi yang paling mempengaruhi kehilangan hasil pada setiap skoring. Penelitian dilaksanakan di IP2TP Loka Penelitian Penyakit Tungro pada bulan Agustus hingga Oktober 2020. Metode penelitian yang digunakan berupa purposive sampling yaitu pengambilan sampel dengan pengamatan langsung terhadap padi yang terinfeksi tungro. Masing-masing tanaman yang terserang tungro diskoring dan diambil sebanyak 5 rumpun tanaman. Data dianalisis menggunakan regresi sederhana, korelasi dan PCA. Hasil menunjukkan bahwa kecuali parameter gabah hampa akan naik seiring dengan meningkatnya nilai skor, setiap penambahan nilai skor tungro akan diikuti dengan berkurangnya nilai variabel komponen hasil. Komponen hasil yang paling menurun saat tanaman terinfeksi tungro di semua skoring yaitu berat gabah total, berat 100 biji, jumlah gabah total dan gabah isi.

Kata kunci: RTBV; RTSV; PCA

^{*}Korespondensi Penulis.E-mail : firmansyahfirdaus85@gmail.comDOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v7i1.315>

1. Pendahuluan

Padi termasuk dalam sektor pertanian tanaman pangan penghasil beras yang memegang peranan ekonomi Indonesia. Dalam hal peningkatan produktivitas, hama dan penyakit menjadi kendala. Penyakit tungro merupakan penyakit penting yang menyerang tanaman padi. Jenis virus RTBV (rice tungro bacilliform virus) dan RTSV (rice tungro spherical virus) yang berbentuk batang dan bulat merupakan penyebab penyakit tungro dan ditularkan melalui vektor wereng hijau secara semipersisten (Hibino & Cabunagan, 1986; Widiarta & Pakki, 2015). Performa tanaman yang terinfeksi tungro yaitu kerdil, daun berwarna jingga, malai menjadi hampa dan jumlah anakan sedikit. Menurut Bunawan et al. (2014) penyakit tungro menyebabkan penurunan produksi beras secara signifikan dan berkelanjutan di dunia. Penyebaran infeksi penyakit tungro masih meluas di seluruh Indonesia mencapai luasan 148 ha, tercatat sejak Januari hingga Februari 2020 (Firmansyah et al., 2020a). Luas serangan Tungro diperkirakan seluas 1.525 ha. Serangan tertinggi diperkirakan terjadi di Provinsi Jawa Barat seluas 359 ha, Bali seluas 285 ha, Jawa Tengah seluas 133 ha, dan Jawa Timur seluas 128 ha. Luas serangan Tungro di provinsi lainnya diperkirakan antara 0 - 105 ha (BBPOPT, 2021).

Penilaian serangan penyakit tungro dapat dikelompokkan berdasarkan nilai skor. Masing-masing skoring menunjukkan performa tanaman yang berbeda terhadap serangan tungro. IRRI (2013) mengkategorikan gejala tungro dalam 5 kelompok yang dinilai dalam bentuk skoring. Skor 1 apabila tanaman tidak menunjukkan gejala perubahan warna daun dan penurunan tinggi. Skor 3 apabila terjadi pengurangan tinggi 1-10% dan diskolorasi daun tidak jelas. Skor 5 apabila terjadi pengurangan tinggi 11-30% dan diskolorasi daun tidak jelas. Skor 7 apabila terjadi pengurangan tinggi 31-50% dengan perubahan warna daun kuning hingga jingga dan skor 9 apabila berkurangnya tinggi tanaman melebihi 50%, dengan perubahan warna daun kuning hingga jingga terlihat jelas.

Pengaruh penyakit tungro terhadap komponen hasil secara umum telah banyak dilaporkan. Praptana dan Yasin (2008) melaporkan bahwa penyakit tungro berdampak pada penurunan kandungan pati, pemendekan malai, penurunan jumlah malai per rumpun dan gabah per

malai. Ditambahkan oleh Bhusal et al. (2019) bahwa infeksi penyakit tungro menyebabkan kehilangan hasil hingga 22,9%, jumlah gabah berkurang hingga 88,9%, jumlah anakan berkurang hingga 16,3% dan jumlah anakan produktif berkurang hingga 85,9% dibandingkan dengan tanaman sehat. Namun dampak penyakit tungro berdasarkan kategori skor belum pernah dilaporkan. Tujuan penelitian ini untuk menggambarkan korelasi antara nilai skor tungro dengan variabel produksi yang paling mempengaruhi kehilangan hasil pada setiap skor.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di IP2TP Loka Penelitian Penyakit Tungro pada bulan Agustus hingga Oktober 2020. Metode penelitian yang digunakan berupa purposive sampling yaitu pengambilan sampel dengan pengamatan langsung terhadap lahan persawahan padi yang terkena tungro. Varietas TN1 ditanam pada petak berukuran (40 × 10) m dengan sistem tanam benih langsung hambur (tabela hambur). Penularan tungro dilakukan dengan menanam sumber inokulum berupa tanaman sakit yang diambil dari daerah Mamasa, Sulawesi barat. Tanaman sakit ditanam sebagai border dalam petakan. Padi varietas TN1 yang terserang penyakit tungro dikumpulkan kemudian dikelompokkan berdasarkan nilai skor (Tabel 1) sesuai Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 2013).

Setiap tanaman yang terserang tungro dilakukan skoring dan diambil sebanyak 5 rumpun. Komponen hasil yang dijadikan parameter pengamatan berupa jumlah anakan, jumlah anakan produktif, panjang malai, panjang cabang malai primer, jumlah cabang malai primer, jumlah cabang malai sekunder, jumlah gabah percabang primer, jumlah gabah isi, jumlah gabah hampa, jumlah gabah total, berat gabah total dan berat 100 biji.

Data dianalisis menggunakan regresi sederhana untuk mengetahui hubungan antara skoring dan variabel komponen hasil. Koefisien korelasi digunakan untuk menilai dan mengetahui keeratan hubungan antara variabel komponen hasil dan skoring yang disajikan dalam bentuk gambar dan untuk melihat kedekatan antar obyek pengamatan digunakan principle component analysis (PCA) dalam bentuk grafik biplot. Pengolahan data untuk regresi sederhana menggunakan program IBM SPSS Statistic 22 sedangkan korelasi dan PCA biplot menggunakan program Past.

Tabel 1. Nilai skor tungro dan deskripsi gejala

Skor	Deskripsi
1	Tidak menunjukkan gejala infeksi
3	Perubahan warna daun tidak Nampak jelas dan terjadi penurunan tinggi tanaman 1-10%
5	Perubahan warna daun tidak Nampak jelas dan terjadi penurunan tinggi tanaman 11-30%
7	Perubahan warna daun dari kuning menjadi jingga nampak jelas dan penurunan tinggi tanaman 31-50%
9	Perubahan warna daun dari kuning menjadi jingga nampak jelas dan penurunan tinggi tanaman > 50%

3. Hasil

Berdasarkan hasil pengamatan lapangan, penyakit tungro terinfeksi pada tanaman dan tersebar dari skor 1, 3, 5, 7 dan 9. Nilai skoring ditentukan berdasarkan ketentuan Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 2013). Gejala khas tungro yang ditemukan pada beberapa spot tanaman berupa warna daun berubah dari kuning hingga jingga, jumlah anakan menurun dan tanaman kerdil. Diskolorasi warna daun dari kuning hingga jingga terjadi pada skor 7 dan 9, sedangkan skor 1, 3 dan 5 belum menunjukkan diskolorasi warna yang jelas (gambar 1).

Analisa regresi merupakan sebuah teknik analisa berupa metode-metode yang digunakan dalam menerka dan memperkirakan nilai-nilai dari satu karakter atau lebih yang terikat akibat pengaruh dari satu karakter bebas maupun lebih (Umufatdilah and Adiredjo, 2019). Hasil analisis regresi pada tabel 1 menunjukkan bahwa nilai skor tungro memiliki keeratan hubungan yang bernilai negatif terhadap parameter jumlah anakan, anakan produktif, gabah total, gabah isi, gabah percabang primer, cabang malai sekunder, cabang malai

primer, berat gabah total, berat 100 biji, panjang malai dan panjang cabang primer, tetapi memiliki hubungan yang bernilai positif terhadap jumlah gabah hampa. Hubungan antara skoring tungro terhadap karakter lain yang bernilai negatif menunjukkan bahwa setiap penambahan nilai skor tungro maka akan disertai oleh berkurangnya nilai dari karakter lainnya begitupun sebaliknya.



Gambar 1. Performa gejala tungro skor 1 hingga skor 9 padi varietas TN1

Tabel 2. Fungsi Regresi Linier Karakter Komponen Hasil Varietas TN1 Terhadap Nilai Skor Tungro

No	Variabel Bebas (X)	Variabel Terikat (Y)	Fungsi	R ²
1	Jumlah Anakan	Nilai Skor Tungro	$Y = -0,261x + 14,64$	0,706
2	Jumlah Anakan Produktif		$Y = -0,415x + 14,71$	0,954
3	Panjang Malai		$Y = -0,761x + 19,38$	0,911
4	Panjang Cabang Malai Primer		$Y = -2,024x + 20,32$	0,856
5	Jumlah Cabang Malai Primer		$Y = -1,120x + 15,45$	0,902
6	Jumlah Cabang Malai sekunder		$Y = -6,982X + 19,84$	0,898
7	Jumlah Gabah Percabang Primer		$Y = -1,752x + 21,67$	0,928
8	Jumlah Gabah Isi		$Y = -0,048x + 8,779$	0,957
9	Jumlah Gabah Hampa		$Y = 0,280x + 0,266$	0,547
10	Jumlah Gabah Total		$Y = -0,001x + 8,944$	0,914
11	Berat Gabah Total		$Y = -0,304x + 10,52$	0,958
12	B100		$Y = -5,562x + 12,78$	0,984

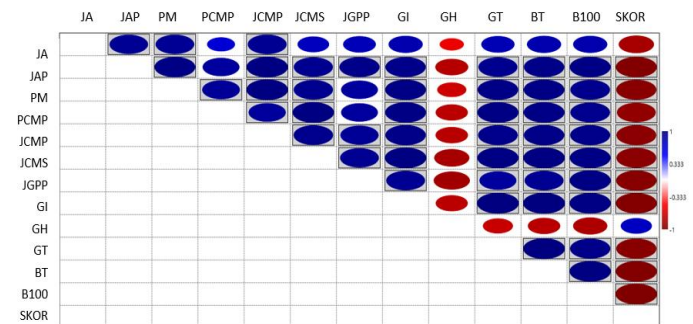
Berdasarkan nilai koefisien determinasi (R^2), kemampuan menjelaskan variabel bebas terhadap variabel terikat tinggi ditunjukkan pada nilai diatas 0,5 yang dihasilkan pada semua variabel. Bobot 100 biji memiliki nilai R^2 tertinggi sebesar 0,984. Hal ini menunjukkan bahwa variabel berat 100 biji secara simultan berpengaruh terhadap variabel nilai skor tungro sebesar 98 % sedangkan 2 % dipengaruhi oleh variabel lainnya. Fungsi yang dihasilkan bernilai negatif berarti variabel berat 100 biji padi akan menurun apabila mendapatkan nilai skor tungro tinggi.

Diantara semua parameter pengamatan, hanya variabel jumlah gabah hampa yang menunjukkan hubungan yang bernilai positif terhadap skor tungro dengan nilai koefisien determinasi 0,547 atau secara simultan variabel gabah hampa berpengaruh terhadap variabel nilai skor tungro sebesar 54 %. Hal ini menjelaskan bahwa semakin tinggi nilai skor penyakit tungro, maka jumlah gabah hampa semakin banyak. Penyakit tungro menyebabkan penurunan produksi dan menghambat pengisian biji pada bulir padi. Menurut Wirajaswadi (2010) ciri pada tanaman akibat serangan tungro berupa kekerdilan, perubahan daun menjadi kuning hingga jingga, penurunan jumlah anakan dan penambahan jumlah gabah yang hampa.

Berdasarkan analisis korelasi, terlihat jelas adanya hubungan antar variabel yang dibuktikan dengan korelasi yang kuat dan lemah. Gambar 1 menunjukkan korelasi antara nilai skor dengan beberapa parameter komponen hasil. Gambar lingkaran didalam kotak berarti memiliki korelasi yang signifikan antar variabel. Lingkaran berwarna merah menunjukkan nilai korelasi yang negatif sedangkan lingkaran berwarna biru berkorelasi positif. Semakin besar gambar lingkaran didalam kotak berarti korelasi yang dihasilkan semakin kuat begitupun sebaliknya.

Tabel 3 menggambarkan persentase keragaman dimensi 1 sebesar 91,58 % dan dimensi dua sebesar 4,7752 % sehingga total keragaman yang didapat

sebesar 95,93 %. Hal ini berarti hasil PCA biplot yang diperoleh mampu memberikan informasi sebanyak 95,93 % dari keseluruhan informasi. PC1 dan PC2 merupakan model yang tepat untuk menggambarkan hubungan antar variabel komponen hasil dan skoring tungro.



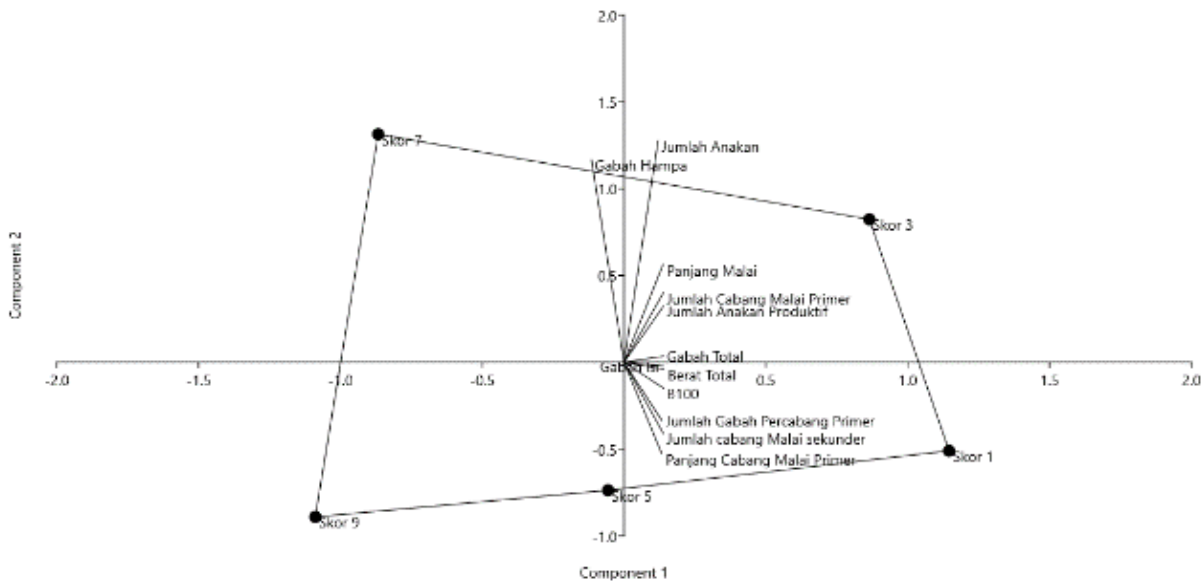
Gambar 2. Hasil Korelasi Karakter Jumlah Anakan (JA), Jumlah Anakan Produktif (JAP), Panjang Malai (PM), Panjang Cabang Malai Primer (PCMP), Jumlah Cabang Malai Primer (JCMP), Jumlah Cabang Malai Sekunder (JCMS), Jumlah Gabah Percabang Primer (JGPP), gabah isi (GI), gabah hampa (GH), gabah total (GT), berat gabah total (BT) dan berat 100 biji (B100) Varietas TN1 dengan Skoring Tungro

Tabel 3. Nilai Eigenvalue, keragaman dan keragaman kumulatif karakter komponen hasil varietas TN1 dan skoring Tungro.

Komponen Utama	Eigenvalue	Keragaman (%)	Keragaman Kumulatif (%)
PC1	10,939	91,158	91,158
PC2	0,5730	4,7752	95,933
PC3	0,3809	3,1742	99,107
PC4	0,1071	0,8924	100,000

Tabel 4. Nilai Principle Component Analysis (PCA) karakter komponen hasil varietas TN1 terhadap skoring Tungro

Media Regenerasi	Minggu ke-	Kesintasan (%)	Browning (%)	Rerata			
				Jumlah tunas	Jumlah daun	Panjang daun (mm)	Jumlah akar
MS + 3,4 mg L ⁻¹ BAP + 0,09 mg L ⁻¹ 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



Gambar 3. Skor plot PCA komponen hasil dan skoring tungro

Tabel 4 menunjukkan nilai PCA pada semua variabel komponen hasil terhadap skoring tungro. Variabel yang memiliki kontribusi utama pada setiap PC ditandai dengan nilai $PC > 0,6$ (Peres-Neto *et al.*, 2003). Berdasarkan hal tersebut maka karakter jumlah anakan pada PC2 berkontribusi utama terhadap skoring tungro dengan nilai PC sebesar 0,62648. Hasil dari analisis PCA dideskripsikan dalam bentuk biplot (gambar 3).

Hasil PCA menggambarkan empat kuadran pemisah yang dapat membedakan pengaruh skoring tungro terhadap karakter komponen hasil. Absis (sumbu x) diwakili oleh komponen utama pertama (PC1), sedangkan ordinat (sumbu y) diwakili oleh komponen utama kedua (PC2). Semakin besar kesamaan atau tergolong dalam kelompok yang sama, maka semakin dekat lokasi sampelnya. Variabel komponen hasil ada 4 kelompok yang memiliki karakter yang sama dalam merespon penyakit tungro (Gambar 3). Kelompok 1 terdiri dari jumlah anakan dan gabah hampa. Kelompok 2 panjang malai, jumlah cabang malai primer, jumlah anakan produktif. Kelompok 3 jumlah gabah isi, jumlah gabah total, berat gabah total dan kelompok 4 yaitu jumlah gabah percabang primer, jumlah cabang malai sekunder, panjang cabang malai primer.

4. Pembahasan

Pengelompokan nilai skor penyakit tungro tersebar mulai dari skor 1, skor 3, skor 5, skor 7 dan skor 9. Untuk menggambarkan pengaruh variabel komponen hasil terhadap nilai skor dapat digambarkan menggunakan PCA biplot. Biplot dapat digunakan dalam mencari hubungan antara

hasil dengan skor IPCA dan kemiripan karakter (Firmansyah *et al.*, 2020b). Dua obyek dengan karakter yang sama digambarkan sebagai dua faktor yang memiliki kedekatan/serupa, namun semakin besar jarak antara keduanya, semakin sedikit kesamaan atau tidak serupa. Hasil korelasi menunjukkan skoring tungro berkorelasi negatif dengan jumlah anakan produktif, panjang malai, jumlah cabang malai sekunder, jumlah gabah permalai primer, gabah isi, gabah total, berat gabah total dan berat 100 biji. Semakin tinggi nilai skoring sejalan dengan tingkat penurunan hasil. Hasil Penelitian Rosida *et al.*, (2020) beberapa tanaman yang diinokulasi penyakit tungro secara signifikan lebih pendek dari tanaman kontrol yang tidak diinokulasi. Infeksi virus tungro dapat mengakibatkan potensi kehilangan hasil yang signifikan, tergantung pada umur tanaman saat infeksi, musim tanam, lokasi titik infeksi dan varietas tanaman inang/padi (Mimi *et al.*, 2019).

PCA biplot merupakan teknik analisis deskriptif yang menampilkan citra multidimensi yang telah disederhanakan menjadi citra dua dimensi. Analisis PCA biplot menggunakan data kuantitatif. Komponen utama merupakan metode analisis multivariat yang dilakukan untuk mengetahui besarnya kontribusi suatu variabel karakter terhadap keragaman genetik sehingga karakter yang menjadi ciri suatu genotipe dapat teridentifikasi (Afuape *et al.*, 2011). Adapun jumlah komponen utama dapat ditunjukkan berdasarkan nilai eigenvalue. Nilai ini berperan dalam pemilihan banyaknya dimensi. Hasil penelitian menunjukkan terdapat satu nilai eigenvalue yang bernilai lebih besar dari 1 dengan keragaman kumulatif sebesar 91,158 % (tabel 3). Menurut Van Delsen *et al.*,

(2017) Nilai eigenvalue >1 , sehingga yang bernilai <1 dapat diabaikan.

Penggunaan analisis komponen utama telah dilakukan sebelumnya oleh Upadhyay et al., (2022) dalam menganalisis galur inbrida padi untuk mengetahui kontribusi variabel karakter morfologi Beberapa komponen padi. Tiga dari delapan komponen yang dievaluasi memiliki nilai Eigen lebih dari. Selain itu Talekar et al., (2022) juga telah menganalisis plasma nutfah padi menggunakan PCA dengan mendapatkan ragam kumulatif 55,60% yang dijelaskan oleh dua komponen utama pertama (PC1 dan PC2) dengan nilai eigen lebih besar dari 1. Nilai eigen lebih besar dari 1 pada PCA menunjukkan bahwa sifat-sifat yang teridentifikasi memiliki dampak yang signifikan terhadap fenotipe populasi dan menunjukkan lebih banyak variasi di antara galur-galur plasma nutfah (Christina et al., 2021)

Pola distribusi komponen hasil dan nilai skor dengan menggunakan PCA dapat dilihat pada gambar 3. Untuk mempermudah visualisasi umumnya pengelompokan dilakukan hanya berdasarkan komponen utama 1 dan komponen utama 2 (Prihaningsih et al., 2023). Hasil menunjukkan nilai skor tungro 3 masih memberikan pengaruh positif terhadap beberapa komponen hasil atau apabila terpapar tungro pada skor ini masih dapat ditoleransi oleh tanaman sedangkan skoring 5, 7 dan 9 memberikan dampak negatif terhadap komponen hasil varietas TN1. berat gabah total, jumlah gabah isi, jumlah gabah total dan berat 100 biji mendekati sumbu 0 sehingga komponen tersebut paling berpengaruh apabila tanaman terinfeksi tungro di semua skoring. Skoring 1 belum nampak gejala pada komponen hasil. Skoring 3 mempengaruhi pertumbuhan panjang malai, jumlah cabang malai primer, jumlah anakan produktif. Skor 5 lebih berpengaruh pada jumlah gabah percabang primer, jumlah cabang malai sekunder, panjang cabang malai primer, skoring 7 menyebabkan gabah hampa dan skor 9 sebagian besar menyebabkan tanaman mati atau puso.

Penyakit tungro menyebabkan terganggunya proses fotosintesis yang disebabkan oleh terjadinya disklorosis pada daun. Skor 7 dan 9 pada penyakit tungro akan menunjukkan kekerdilan tanaman dan terjadi perubahan warna daun menjadi oranye/jingga. Terjadi gradasi warna hijau kekuningan hingga oranye (IRRI, 2013). Perubahan warna daun tersebut, menyebabkan terganggunya proses metabolisme dalam tanaman. Perubahan tersebut akan menyebabkan dampak yang bersifat sistemik bagi metabolisme yang lainnya. Tumbuhan meningkatkan proses respirasinya untuk menjaga

stabilitas metabolisme dalam tubuh, yang memerlukan penyerapan lebih banyak air dan nutrisi karena lebih banyak energi diperlukan untuk mensintesis protein yang digunakan virus untuk multiplikasi. Infeksi tungro mengakibatkan degradasi klorofil dan hormon yang berdampak terhambatnya proses fotosintesis dan terjadi peningkatan laju respirasi (Asrori et al., 2014)

Secara morfologi tanaman yang terinfeksi virus tungro akan menyebabkan pemendekan batang, sehingga tanaman menjadi kerdil, luas daun menyempit. Secara fisiologi akan mempengaruhi kandungan klorofil dan aliran nutrisi dalam (Proklamaningsih et al., 2012; Jabeen et al., 2017). Hasil penelitian Komalasari et al. (2019) menunjukkan varietas rentan penyakit tungro secara signifikan lebih cepat mengalami degradasi klorofil saat terinfeksi virus tungro dibandingkan varietas tahan penyakit tungro

5. Kesimpulan

Nilai skor tungro sangat erat hubungannya dengan kehilangan komponen hasil. Setiap penambahan nilai skor tungro akan diikuti dengan berkurangnya nilai variabel komponen hasil. Skor 3 akan mengurangi pertumbuhan panjang malai, jumlah cabang malai primer, jumlah anakan produktif. Skor 5 pada jumlah gabah percabang primer, jumlah cabang malai sekunder, panjang cabang malai primer, skor 7 menyebabkan gabah hampa dan skor 9 menyebabkan tanaman mati atau puso. Jumlah gabah hampa meningkat seiring dengan meningkatnya nilai skoring sebesar 54 %. Komponen hasil yang menurun saat tanaman terinfeksi tungro pada semua skoring yaitu berat gabah total (95 %), jumlah gabah isi (95 %), jumlah gabah total (91%) dan berat 100 biji (98%).

6. Ucapan Terimakasih

Mengucapkan terima kasih kepada Loka Penelitian Penyakit Tungro, kementerian Pertanian atas dukungan pendanaan penelitian.

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

- Afuape SO, Okocha PI, Njoku D. 2011. Multivariate assessment of the agromorphological variability and yield components among sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) landraces. *African Journal of Plant Science* 5(2): 123–132.
- Asrori SH, Hadiastono T, Martosudiro M. 2014. Ketahanan Beberapa Galur dan Varietas Padi (*Oryza Sativa* L.) terhadap Serangan Virus Tungro. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*. 2(3): 59–65.
- [BBPOPT] Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tanaman. 2021. Prakiraan serangan OPT pada Tanaman Padi, Jagung, dan Kedelai MT 2021. Kementerian Pertanian.
- Bhusal KSGC, Bhattarai K. 2019. A Review of Rice Tungro Virus in Nepal. *Journal of Plant Sciences and Crop Protection* 2(1): 1–5.
- Bunawan H, Dusik L, Bunawan SN, Amin NM. 2014. Rice Tungro Disease: from Identification to Disease Control. *World Applied Sciences Journal*. 31(6): 1221–1226. doi: 10.5829/idosi.wasj.2014.31.06.610.
- Christina GR, Thirumurugan T, Jeyaprakash P, Rajanbabu V. 2021. Principal component analysis of yield and yield related traits in rice (*Oryza sativa* L.) landraces. *Electronic Journal of Plant Breeding* 12(3): 907–911.
- van Delsen MSN, Wattimena AZ, Saputri S. 2017. Penggunaan metode analisis komponen utama untuk mereduksi faktor-faktor inflasi di Kota Ambon. *Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan* 11(2): 109–118.
- Firmansyah, Isnaini RN, Komalasari E, Ismayanti R. 2020a. Penentuan Umur Panen dan Lama Pengeringan Benih Penjenis Padi Varietas Inpari 36 Lanrang Tahan Tungro. *Prosiding Webinar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan ke 25 Perhimpunan Entomologi Indonesia dan Perhimpunan Fitopatologi Indonesia Komisariat Daerah Sulawesi Selatan*. Makasar hlm. 52–61
- Firmansyah F, Kadarsih SA, Taryono T. 2020b. Penggunaan Teknik Analisis AMMI Biplot untuk Mengenali Aksesori Wijen Tahan Salin. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*. 12(2): 86–93. doi: 10.21082/btsm.v12n2.2020.86-93.
- Hibino H, Cabunagan RC. 1986. Rice Tungro Associated Viruses and Their Relation to Host Plants and Vector Leafhopper. *Tropical Agriculture Research Series*. 19(1): 173–182.
- [IRRI] International Rice Research Institute. 2013. Standard Evaluation System for Rice. International Rice Research Institute, Manila, Philippines Juni 2013.
- Jabeen A, Kiran TV, Subrahmanyam D, Lakshmi D, Bhagyanarayana G, Krishnaveni D. 2017. Variations in Chlorophyll and Carotenoid Contents in Tungro Infected Rice Plants. *J Res Development*. 5(1): 1–7. doi: 10.4172/2311-3278.1000153.
- Komalasari E, Widiyanti F, Sari S, Carsono N. 2019. Karakterisasi Karakter Fisiologi Genotipe-Genotipe F2 Padi Ketan dengan Kemampuan Recovery Setelah Infeksi Tungro. *AGROSAINSTEK: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*. 3(2): 59–64. doi: 10.33019/agrosainstek.v3i2.67.
- Mimi S, Yenny S, Priyatningsih P, Fausiah LT. 2019. Deteeksi virus tungro pada padi di bengkulu. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia* 21(2): 99–102.
- Peres-Neto PR, Jackson DA, Somers KM. 2003. Giving Meaningful Interpretation to Ordination Axes: Assessing Loading Significance in Principal Component Analysis. *Ecology*. 84(9): 2347–2363. doi: 10.1890/00-0634.
- Praetana H, Yasin R. 2008. Epidemiologi dan Strategi Pengendalian Penyakit Tungro. *Iptek Tanaman Pangan*. 3(2): 184–204.
- Prihaningsih A, Terryana RT, Azwani N, Nugroho K, Lestari P. 2023. Analisis Keragaman 8 Varietas Cabai Berdasarkan Karakter Morfologi Kualitatif dan Kuantitatif. *Vegetalika* 12(1): 21–35. doi: 10.22146/veg.76984.
- Proklamningsih E, Prijambada ID, Rachmawati D, Sancayaningsih RP. 2012. Laju Fotosintesis dan Kandungan Klorofil Kedelai pada Media Tanam Masam dengan Pemberian Garam Aluminium. *Agrotop*. 2(1): 17–24.
- Rosida N, Kuswinanti T, Amin N, Nasruddin A. 2020. Resistance Durability Of Several Rice Cultivars Against Rice Tungro Disease In South Sulawesi, Indonesia. *Pakistan Journal of Phytopathology* 32(2): 203–211.
- Talekar SC, Praveena MV, Satish RG. 2022. Genetic diversity using principal component analysis and hierarchical cluster analysis in rice. *Int J Plant Sci* 17(2): 191–196. doi: 10.15740/has/ijps/17.2/191-196.
- Umufatdilah E, Adiredjo AL. 2019. Analisa Regresi dan Korelasi Beberapa Karakter Tanaman Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) Generasi F2 Hasil Persilangan Varietas HC48 dan SM004. *Jurnal Produksi Tanaman*. 7(4): 637–642. doi: 10.21176/PROTAN.V7I4.1098.

- Upadhyay S, Rathi S, Choudhary M, Snehi S, Singh V, Singh PK, Sing RK. 2022. Principal Component analysis of Yield and its attributing Traits in advanced Inbred Lines of Rice under Sodicity condition (*Oryza sativa* L.) Biological Forum-An International Journal. 14(2): 1273-1276. doi: 10.13140/RG.2.2.28006.50249.
- Widiarta N, Pakki S. 2015. Variasi Virulensi Virus Tungro Bersumber dari Inokulum di Daerah Endemis Tungro di Indonesia. Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika 15(1): 1-9. doi: 10.23960/j.hptt.1151-9.
- Wirajaswadi L. 2010. Wereng Coklat dan Pengendaliannya. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Nusa Tenggara Barat.

**AGROSAINSTEK****Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian**Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>**Research Article****Pemanfaatan Bokhasi Paitan (*Tithonia diversifolia*) dan Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) untuk Budidaya Tanaman Jagung pada Tanah Pasca Penambangan Batuan*****Utilization of Bokhasi Paitan (*Tithonia diversifolia*) and Phosphate Solubilizing Bacteria (PSB) for Corn Cultivation in Post-Rock Mining Soil*****Cecep Hidayat^{1*}, Yati Setiati Rachmawati¹, Noviana Herlina¹, Sofiya Hasani¹**¹ Jurusan Agroteknologi Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Jl. AH. Nasution 105, Bandung 40615

Received: May 11, 2022 / Received in revised : February 9, 2023 / Accepted: May, 2023

ABSTRACT

Utilization postmine sandpits soil for maize cultivation can be done by improving soil fertility by applying organic matter and Phosphate Solubilizing Bacteria. This study aims to determine the effect of the application of bokashi paitan and Phosphate Solubilizing Bacteria on the improvement of soil fertility post mine sandpits soil, growth, and yield of maize. The study used a factorial randomized block design. The first factor was the concentration of PSB (0, 10, 20 ml plant⁻¹) and the second factor was the dose of bokashi *Tithonia diversifolia* (0, 10, 20, 30 t ha⁻¹). The parameters observed were soil organic C, available P, RSR, leaf area, harvest index, and weight of corn without husks. The results showed that PSB inoculation increased C-organic and P-available, harvest index and weight of corn without husks. Application of bokashi paitan increases leaf area. PSB inoculation of 20 ml plant⁻¹ improved soil C-organic and P-available as well as maize yields grown in post mine sandpits soil.

Keywords: PSB, *Tithonia*, Corn, C-organic, P-available.**ABSTRAK**

Pemanfaatan tanah pasca penambangan batuan untuk budidaya tanaman jagung dapat dilakukan dengan memperbaiki kesuburan tanahnya dengan cara aplikasi bahan organik dan Bakteri Pelarut Fosfat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi bokhasi paitan dan Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) terhadap perbaikan kesuburan tanah pasca penambangan batuan, pertumbuhan, dan hasil tanaman jagung. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok pola faktorial. Faktor pertama konsentrasi BPF (0, 10, 20 ml tanaman⁻¹) dan faktor kedua dosis bokhasi paitan (0, 10, 20, 30 t ha⁻¹). Parameter yang diamati adalah C-organik tanah, P-tersedia, luas daun, indeks panen, dan bobot jagung tanpa kelobot. Hasil penelitian menunjukkan inokulasi BPF meningkatkan C-organik dan P-tersedia, indeks panen dan bobot jagung tanpa kelobot. Aplikasi bokhasi paitan meningkatkan luas daun. Inokulasi BPF 20 ml tanaman⁻¹ memperbaiki C-organik tanah dan P-tersedia serta hasil tanaman jagung yang ditanam pada tanah pasca penambangan batuan sebesar 10,86 persen.

Kata kunci: BPF, paitan, jagung, C-organik, P-tersedia

*Korespondensi Penulis.

E-mail : cephidaya62@uinsgd.ac.idDOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v7i1.383>

1. Pendahuluan

Bahan galian golongan C yang telah diganti istilahnya menjadi batuan menurut Undang-Undang No. 4 Tahun 2009, ditemukan hampir di semua wilayah Indonesia. Sumber Daya Alam ini dieksploitasi untuk memenuhi bahan pembangunan dan menjadi sumber pendapatan asli daerah. Permasalahan yang terjadi dalam pemanfaatan bahan batuan tersebut dimulai sejak proses penambangan sampai pasca tambang berupa kerusakan lingkungan sehingga sesuai dengan Peraturan Pemerintah (PP) RI No. 76 Tahun 2008 tentang Rehabilitasi dan Reklamasi Hutan perlu adanya pemanfaatan dan perbaikan lahan, agar lahan tersebut dapat berfungsi sesuai dengan fungsinya (Hidayat *et al.*, 2019).

Rehabilitasi tanah pasca penambangan batuan dengan melakukan revegetasi mempunyai dua sisi manfaat, yaitu perbaikan lingkungan dan kepentingan produktif. Revegetasi dilakukan dengan melakukan budidaya tanaman bernilai ekonomis tinggi dan untuk memperkuat ketahanan pangan. Pilihan jatuh pada tanaman jagung yang berperan sebagai bahan pangan manusia dan pakan ternak. Untuk menghasilkan produksi jagung tinggi pada tanah pasca batuan perlu mengetahui faktor pembatas tanah pasca penambangan batuan tersebut dan cara mengatasinya.

Karakteristik tanah pasca penambangan batuan adalah tekstur didominasi pasir, C-organik rendah, kandungan hara rendah, pH agak alkalis, dan P-total sangat tinggi (Allo, 2016; C Hidayat *et al.*, 2020; M. F. Ramadhan *et al.*, 2015). Untuk mengatasi kendala tanah pasca penambangan batuan berupa tekstur berpasir, C-organik rendah, dan kandungan hara rendah dapat dilakukan dengan menambahkan bahan organik. Bahan organik meningkatkan C-organik tanah dan hara yang diperlukan tanaman, serta menjadi sumber energi bagi mikroorganisme tanah. Bahan organik yang digunakan adalah paitan (*Tithonia diversifolia*) yang merupakan tumbuhan tidak dikehendaki, namun adaptif pada berbagai kondisi lingkungan. Pemanfaatan 30 t ha⁻¹ kompos paitan dapat meningkatkan hasil tanaman cabai pada lahan pasca galian batuan (Cecep Hidayat *et al.*, 2018). Peningkatan P-tersedia ditempuh dengan merubah P-total yang tinggi dalam tanah pasca penambangan batuan memanfaatkan Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) (Ritonga *et al.*, 2015). Unsur hara P salah satu unsur hara makro yang berpengaruh terhadap pembentukan bunga, biji, buah pada tanaman jagung. Bahkan unsur P sering menjadi faktor

pembatas dalam budidaya jagung dan pemenuhan unsur tersebut meningkatkan hasil secara signifikan. Dalam penelitian ini pemenuhan kebutuhan unsur hara P dan yang lainnya didekati dengan pemanfaatan BPF dan bokhasi paitan.

Pemanfaatan bahan organik dan BPF bersinergi dalam memperbaiki sifat kimia tanah dan produksi tanaman. Bahan organik mampu menyediakan sumber makanan bagi BPF sehingga bakteri tersebut meningkat populasinya. Bertambahnya populasi BPF didalam tanah dapat membantu melepaskan P-total di dalam tanah sehingga tersedia bagi tanaman. BPF juga merupakan mikroba yang mampu membantu proses pelapukan bahan organik, sehingga dapat membantu dekomposisi paitan dan pelepasan unsur hara yang dikandungnya untuk menambah ketersediaan unsur hara yang rendah pada tanah pasca penambangan batuan. Inokulasi BPF bersamaan dengan pemberian bokhasi paitan diharapkan mampu merubah P-total yang tinggi pada tanah pasca galian batuan menjadi P-tersedia yang dapat dimanfaatkan tanaman jagung manis yang dibudidayakan pada tanah tersebut. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh bokhasi paitan (*Tithonia diversifolia*) dan BPF terhadap perbaikan kesuburan tanah pasca penambangan batuan, pertumbuhan serta hasil tanaman jagung.

2. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan pada penelitian ini: Tanah pasca penambangan batuan daerah Tasikmalaya, BPF, bokhasi paitan, benih Jagung manis. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial terdiri dari dua faktor yang diulang sebanyak tiga kali. Faktor pertama pemberian Bokhasi Paitan yang terdiri dari b0 (0 t ha⁻¹), b1 (10 t ha⁻¹), b2 (20 t ha⁻¹) dan b3 (30 t ha⁻¹). Faktor 2 yaitu Bakteri Pelarut Fosfat yang terdiri dari m0 (0 ml tanaman⁻¹), m1 (10 ml tanaman⁻¹), dan m2 (20 ml tanaman⁻¹).

Parameter yang diamati dilakukan sebelum penelitian dilaksanakan berupa analisis kimia, fisik tanah dan analisis kimia bokhasi paitan, serta setelah penelitian dilaksanakan berupa sifat tanah dan respons tanaman. Respons tanah dan tanaman yang diamati adalah sebagai berikut,

- C-organik tanah (%). Penetapan C-organik tanah diukur menggunakan spektrofotometer panjang gelombang 561 nm dengan metode Kumies. Pengambilan sampel diambil pada saat panen (11 MST).

- b. P-Tersedia tanah (ppm) ditetapkan dengan menggunakan metode Olsen/Bray. Pengambilan sampel diambil pada saat panen (11MST).
- c. Luas Daun (cm²) diukur dengan menggunakan metode gravimetri (Sitompul, 2016). Diamati pada saat fase vegetatif akhir.

$$LD = BDT/BDS \times n \cdot \pi \cdot r^2$$

Keterangan

LD : Luas daun

BDT : Berat kering daun total

BDS : Berat kering daun sub sampel

- d. Indeks panen merupakan perbandingan antara berat kering hasil panen dengan berat kering total tanaman (Sitompul, 2016).

$$IH = Y/W$$

Keterangan

IH :Indeks panen

Y :Berat Kering yang memiliki nilai ekonomi

W :Berat kering total tanaman

- e. Bobot Jagung tanpa kelobot (g) dilakukan pada saat panen dengan menggunakan timbangan digital.

Hasil pengukuran parameter dianalisis dengan Anova dan uji lanjut jarak berganda Duncan pada taraf 5 %. Pada penelitian ini digunakan tanah pasca penambangan batuan yang berasal dari lokasi penambangan pasir Gunung Galunggung, Kabupaten Tasikmalaya, Provinsi Jawa Barat (Lintang-7°19' "Bujur 108° 10"). Penelitian dilakukan secara *exsitu* pada bulan Desember 2020 sampai Mei 2021. Tanah sebelum diaplikasikan BPF dan penanaman tanaman Jagung dilakukan analisis kandungan bahan organik, N dan P tersedia, P total di Laboratorium Analisis Tanah dan Tanaman Balai Penelitian Tanaman Sayuran (Balitsa) Lembang. Selanjutnya dicampur dengan bokhaski Paitan sesuai perlakuan. Media tersebut disaring dengan menggunakan saringan ukuran 2cm dimasukkan kedalam polibag berukuran 40 cm x 40 cm sebanyak 16 kg. Aplikasi BPF dilakukan 4 hari sebelum tanam sesuai dengan perlakuan. Penanaman biji jagung satu biji per lubang tanam pada kedalaman 3-5 cm dilakukan 2 minggu sejak

media disiapkan. Pemeliharaan Jagung meliputi penyiraman, penyulaman, penyiangan, pemupukkan susulan serta pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Penyiraman disesuaikan dengan kondisi media. Penyulaman dilakukan saat tanaman berumur 1 Minggu Setelah Tanam (MST). Penyiangan dilakukan ketika gulma mulai tumbuh disekitar tanaman budidaya. Gulma yang ditemukan dicabut dan dibuang. Pemupukkan susulan dilakukan pada umur 3 MST dan 7 MST masing masing diberikan sebanyak 30% dosis rekomendasi Jurhana *et al.*, (2017) yaitu urea sebanyak 2,4 g polybag⁻¹, TSP sebanyak 0,8 g polybag⁻¹ dan KCl sebanyak 0,8 g polybag⁻¹. Pengendalian hama penyakit dilakukan secara mekanik atau menggunakan perangkap hama. Panen setelah masak fisiologis dengan kelobot yang telah mengering, yaitu pada 11 MST.

3. Hasil

3.1. Karakteristik Tanah Pasca Penambangan Batuan dan Bokhaski Paitan

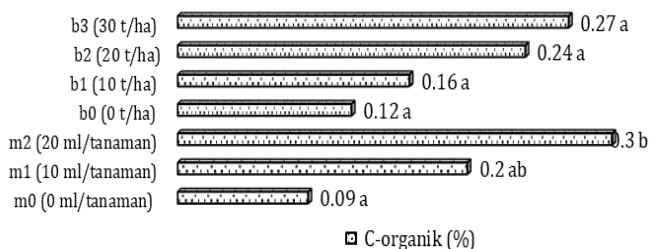
Tanah galian batuan asal Gunung Galunggung Kabupaten Tasikmalaya, Jawa Barat menunjukkan sifat kimia umumnya tergolong rendah dengan nilai pH 7,6 (agak alkalis), C-organik 0,19 % (sangat rendah), N-total 0,02 % (sangat rendah), P-tersedia 14,4 ppm (rendah), P-total 160,96 mg 100 g⁻¹ (sangat tinggi), K dengan nilai 67,1% (sangat tinggi). Sifat fisik tanah galian batuan yang dianalisis termasuk kelas tekstur lempung dengan kandungan pasir 32%, debu 41%, dan liat 27%. Hasil analisis bokhaski paitan didapatkan C-organik 23,50% (sedang), N-total 2,23%, P 1,89%, K 3,50%, dan C/N rasio 11 (sedang).

3.2. C-organik Tanah

Berdasarkan hasil analisis varians tidak terdapat pengaruh interaksi bokhaski paitan dan BPF terhadap C-organik tanah (Tabel 1). Perlakuan bokhaski paitan tidak memberikan pengaruh nyata dan BPF memberikan pengaruh mandiri terhadap C-Organik tanah. Peningkatan C-organik secara nyata ditunjukkan pada aplikasi BPF 20 ml tanaman⁻¹. Aplikasi BPF 20 ml tanaman⁻¹ memiliki C-Organik sebanyak 0,30% (Gambar 1).

Tabel 1 Analisis Varian Rancangan Acak Kelompok

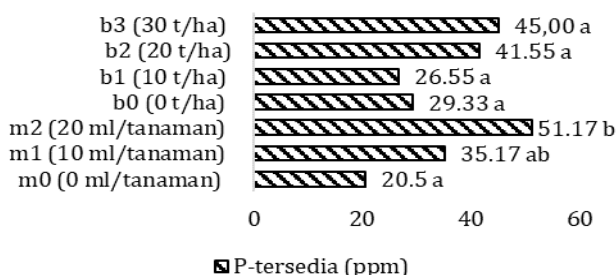
No	Pengamatan	F-hitung			KV (%)
		b	m	b x m	
1	C-Organik	3,69*	10,42*	1,53 ^{ns}	55,64
2	P Tersedia	4,69*	18,04*	1,35 ^{ns}	35,12
3	Luas Daun	4,23*	0,52 ^{ns}	1,76 ^{ns}	36,84
4	Index Panen	1,70 ^{ns}	5,84*	2,37 ^{ns}	34,93
5	Bobot Jagung Tanpa Kelobot	3,72*	3,76*	1,95 ^{ns}	29,65



Gambar 1. Pengaruh BPF dan Bokhasi Paitan terhadap C-organik tanah (%)

3.3. P-tersedia

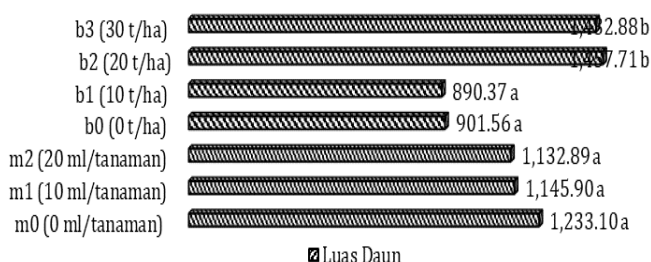
Berdasarkan hasil analisis varians tidak terdapat pengaruh interaksi bokhasi dan BPF paitan terhadap P-tersedia tanah (Tabel 1). Perlakuan bokhasi paitan tidak memberikan pengaruh nyata dan BPF memberikan pengaruh mandiri. Aplikasi BPF 20 ml tanaman⁻¹ meningkatkan P-tersedia secara nyata sebanyak 51,17 ppm (Gambar 2).



Gambar 2. Pengaruh BPF dan Bokhasi Paitan terhadap P-Tersedia tanah (ppm)

3.4. Luas Daun

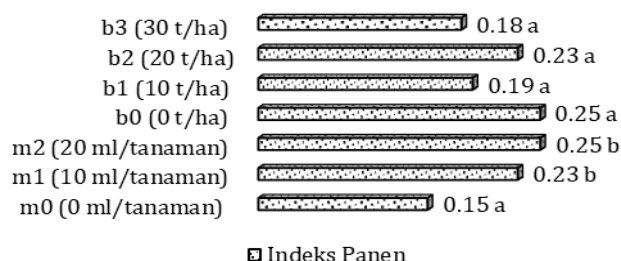
Berdasarkan hasil analisis varians tidak terjadi interaksi antara BPF dan bokhasi paitan terhadap luas daun (Tabel 1). Secara mandiri berbagai dosis BPF tidak berpengaruh nyata terhadap luas daun, namun berbagai dosis bokhasi paitan memberikan pengaruh nyata terhadap luas daun dimulai dari 20 t ha⁻¹ (Gambar 3).



Gambar 3. Pengaruh BPF dan Bokhasi Paitan terhadap Luas Daun (cm²)

3.5. Indeks Panen

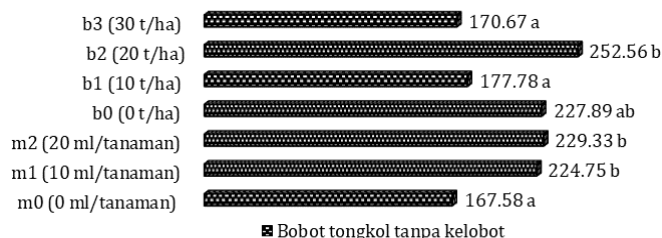
Berdasarkan hasil analisis varians tidak terjadi interaksi antara BPF dan bokhasi paitan terhadap Indeks Panen (Tabel 1). Inokulasi BPF meningkatkan Indeks Panen dimulai dari 10 ml tanaman⁻¹, namun pemberian bokhasi paitan tidak meningkatkan Indeks Panen (Gambar 4).



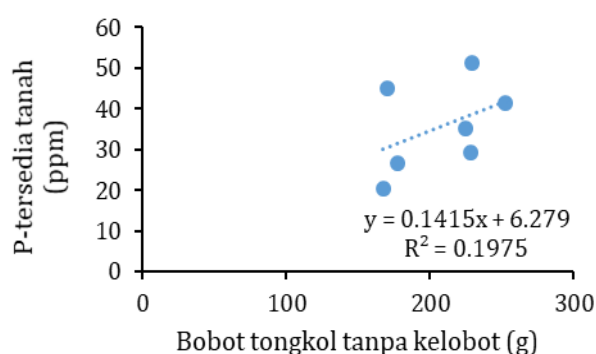
Gambar 4. Pengaruh BPF dan Bokhasi Paitan terhadap Indeks Panen

3.6. Bobot Jagung Tanpa Kelobot

Aplikasi BPF dan bokhasi paitan secara interkasi berpengaruh tidak nyata terhadap bobot tongkol tanpa kelobot (Tabel 1). Inokulasi BPF berpengaruh secara mandiri dan bokhasi paitan tidak berpengaruh terhadap bobot tongkol tanpa kelobot. Peningkatan bobot tongkol jagung tidak berkelobot secara nyata dimulai dari aplikasi BPF 10 ml tanaman⁻¹ (Gambar 5).



Gambar 5. Pengaruh BPF dan Bokhasi Paitan pada bobot tongkol tanpa kelobot (g)



Gambar 6. Hubungan bobot tongkol tanpa kelobot dengan P-Tersedia tanah

4. Pembahasan

Terjadi peningkatan Nilai C-organik yang diinokulasi BPF sebesar 0,20 – 0,30 % dibandingkan tanpa inokulasi (Gambar 1). Data ini sejalan dengan penelitian Arifin *et al.* (2021) yang mendapatkan peningkatan nilai C-organik tanah dengan inokulasi BPF. Meskipun terjadi peningkatan tajam C-organik tanah sebagai akibat dari inokulasi BPF, dilihat dari nilainya masih tergolong sangat rendah dan belum mencapai nilai minimal C-organik tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman, yaitu 2 %. Hal ini berkaitan dengan C-organik yang terdapat sangat rendah dalam tanah galian batuan dan proses dekomposisi bahan organik oleh BPF memerlukan waktu lama. Waktu tiga bulan belum memadai untuk menghasilkan dekomposisi maksimal, seperti terlihat dari Gambar 1 inokulasi BPF 10 ml tanaman⁻¹ dan 20 ml tanaman⁻¹ menghasilkan nilai C-organik tanah masing-masing 0,2 % dan 0,3 %.

Aplikasi bokhaski paitan dari 10 t ha⁻¹ sampai 30 t ha⁻¹ meningkatkan C-organik tanah, namun tidak signifikan, sehingga memerlukan penambahan bahan organik pada musim berikutnya. Data ini juga mengindikasikan proses pelapukan bahan organik bokhaski paitan belum maksimal atau dengan kata lain masih terus berlangsung mengingat waktu pengamatan baru 3 bulan dari waktu aplikasi bokhaski paitan. Faktor lain yang berpengaruh adalah kandungan C-organik tanah pasca penambangan batuan yang sangat rendah jauh dibawah satu persen sehingga penambahan bokhaski paitan sampai 30 t ha⁻¹ belum berhasil meningkatkan C-organik secara signifikan.

Pada parameter P-tersedia, inokulasi BPF berhasil meningkatkan P-tersedia tanah dari kategori rendah menjadi sedang-tinggi. Menurut Ritonga *et al.* (2015) BPF menghasilkan asam-asam organik, enzim fosfatase yang dapat merubah P-total menjadi P-tersedia tanah. Penelitian Khalisha *et al.*, (2022) menunjukkan BPF dapat melarutkan P yang berasal dari batuan fosfat dan feldspar. Dalam penelitian ini P-total terdapat sangat tinggi dan oleh BPF dirubah menjadi P-tersedia tanah yang termasuk kategori tinggi. pH tanah pasca penambangan batuan 7,6 (agak alkalis) juga menjadi faktor yang membantu enzim fosfatase BPF dalam melarutkan P yang terikat oleh Ca menjadi P tersedia bagi tanaman.

Aplikasi bokhaski meningkatkan P-tersedia tanah, namun tidak signifikan. Hal ini berkaitan dengan proses dekomposisi bokhaski paitan yang belum tuntas. Pelepasan unsur hara yang terdapat dalam bokhaski paitan memerlukan waktu. BPF yang diharapkan membantu proses dekomposisi tidak dapat melaksanakan peran tersebut karena

keterbatasan C-organik tanah pasca penambangan batuan sebagai sumber energi dan makanannya.

Inokulasi BPF tidak memberikan pengaruh nyata terhadap luas daun pada 7 MST. Sebagai makhluk hidup BPF memerlukan kondisi lingkungan yang sesuai untuk keperluan hidup dan aktivitasnya. Salah satu faktor yang diperlukan untuk mendukung kehidupan dan aktivitas BPF adalah bahan organik sebagai sumber energi dan sumber karbon. Dari hasil analisis tanah galian batuan menunjukkan C-organik tergolong sangat rendah. Keterbatasan C-organik menyebabkan pasokan energi yang diperlukan BPF menjadi terbatas yang berakibat pada menurunnya kemampuan BPF dalam melaksanakan fungsinya. Disamping C-organik yang rendah pada tanah pasca penambangan batuan, kandungan N juga rendah. N merupakan unsur yang diperlukan dalam pembentukan organ vegetatif tanaman, termasuk daun. Dengan N yang terbatas maka pembentukan daun pun menjadi tidak maksimal.

Pemberian bokhaski paitan dengan dosis 10 t ha⁻¹ belum meningkatkan luas daun. Baru pada pemberian 20 t ha⁻¹ dan 30 t ha⁻¹ berhasil menambah luas daun secara signifikan. Dengan dosis bokhaski paitan 20 t ha⁻¹ kandungan hara N sudah terpenuhi. Unsur hara N yang terdapat di dalam bokhaski paitan sebesar 2,23 % berkontribusi terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman salah satunya luas daun pada kondisi N total tanah pasca galian batuan yang sangat rendah. Unsur N yang terserap oleh tanaman mampu mendorong aktivitas pertumbuhan organ daun yang akan mempengaruhi nilai luas daun. Unsur N yang diserap oleh tanaman dengan optimal akan mendorong pembentukan daun dan kandungan klorofil (Mahdiannor, 2014).

Unsur N yang dilepaskan bokhaski paitan akan menghasilkan asam nukleat dan protein yang mempengaruhi pembentukan klorofil. Apabila jumlah klorofil tinggi maka cahaya matahari yang diserap akan tinggi sehingga akan meningkatkan laju fotosintesis yang akan menghasilkan fotosintat yang maksimal (Rachmadhani *et al.*, 2018) untuk keperluan pembentukan organ, termasuk daun.

Inokulasi BPF dengan takaran sebanyak 10 ml tanaman⁻¹ dan 20 ml tanaman⁻¹ berhasil meningkatkan nilai Indeks Panen. Data ini menunjukkan bahwa BPF telah menjalankan fungsi dalam merubah P tidak tersedia menjadi P tersedia. Pada tanah galian batuan yang berasal dari gunung Galunggung yang mempunyai kandungan P total tinggi telah dirubah oleh BPF menjadi P tersedia dalam tanah (Gambar 2), sejalan dengan pendapat Ritonga *et al.* (2015) bahwa BPF menghasilkan asam organik dan enzim *fosfatase* yang dapat mengkhelat logam dalam tanah sehingga fosfat menjadi tersedia bagi tanaman dalam bentuk

ortofosfat (PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , and H_2PO_4^-) (Tian *et al.*, 2021). Adapun hasil penelitian Fitriatin *et al.* 2017) mendapatkan inokulasi BPF meningkatkan enzim fosfatase. Dengan meningkatkan ketersediaan P dalam tanah, tanaman akan menyerap dan memanfaatkannya untuk berbagai aktivitas metabolisme tanaman. Unsur P diperlukan tanaman dalam kaitannya dengan partisi fotosintat. P berperan sebagai regulator pembagian hasil fotosintesis antara sumber dan organ panen (Ramadhan & Sumarni 2018). Kecukupan unsur P dalam tanaman akan membantu didalam translokasi fotosintat dari daun menuju organ panen (bonggol jagung). Dalam penelitian ini terjadi peningkatan 53 – 66 % Indeks Panen pada tanaman yang diinokulasi BPF dibandingkan dengan tanpa inokulasi. Meskipun demikian nilai Indeks Panen masih dibawah nilai indeks panen untuk tanaman jagung pada daerah tropis sekitar 0,39.

Aplikasi bokhasi paitan tidak meningkatkan Indeks Panen. Indeks panen yang menggambarkan berapa banyak fotosintat dialirkan kepada organ panen diatur oleh unsur P dan K. Unsur P dalam tanah galian batuan berdasarkan hasil analisis termasuk kategori rendah sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan tanaman, terutama dalam kaitannya dengan aliran fotosintat ke organ panen. Fosfor berperan mengatur partisi fotosintat tersebut. Kandungan P dalam bokhasi paitan rendah sehingga tidak dapat berkontribusi terhadap penambahan aliran fotosintat ke organ panen. Demikian juga dengan kalium berperan dalam meningkatkan translokasi fotosintat ke organ panen. Dalam hal unsur kalium dalam tanah pasca galian batuan tergolong tinggi, sehingga penambahan unsur tersebut dari bokhasi paitan tidak dapat meningkatkan aliran fotosintat ke organ panen (Ramadhan & Sumarni, 2018; Sharma *et al.*, 2013; Taber *et al.*, 2008).

Inokulasi BPF sebanyak 10 ml tanaman⁻¹ dan 20 ml tanaman⁻¹ meningkatkan bobot tongkol tanpa kelobot 34,11 – 36,85% dibanding tanaman yang tidak diinokulasi BPF. Peningkatan ini terjadi karena BPF berhasil meningkatkan ketersediaan P tanah melalui aktifitas senyawa organik dan enzim fosfatase yang dilepaskannya (Tabel 3). Menurut Ingle & Padole (2017) BPF mensekresikan asam organik seperti asam glukonat, asam oksalat, dan asam sitrat yang dapat melarutkan dan melepaskan P yang terikat oleh senyawa logam. P-tersedia tanah diserap dan digunakan tanaman, termasuk untuk pembentukan biji dan tongkol tanaman jagung. Pembentukan tongkol yang sempurna akan meningkatkan bobot tongkol. Unsur P turut menentukan aliran fotosintat ke bagian tongkol tanaman. Dengan demikian tingginya partisi fotosintat ke bagian tongkol akan meningkatkan

bobot tongkol. Lovitna *et al.* (2021) menemukan hubungan antara P-tersedia tanah dengan bobot tongkol. Pada penelitian ini bobot tongkol terbesar pada perlakuan yang diberi BPF didukung oleh data P-tersedia tanah (Gambar 6). Demikian juga data Indeks Panen (Gambar 4) membuktikan aliran fotosintat lebih besar akibat inokulasi BPF mendukung besarnya bobot tongkol tanpa kelobot.

Aplikasi bokhasi paitan 20 t ha⁻¹ meningkatkan bobot jagung tanpa kelobot secara tidak nyata dibanding kontrol. Hal ini terjadi karena unsur P dan K dalam bokhasi paitan kandungannya rendah sehingga tidak dapat mendukung dalam pembentukan biji dan tongkol. Menurut Sasmita *et al.* (2015) unsur P mempengaruhi perkembangan ukuran tongkol dan biji serta unsur hara K berperan dalam mempercepat translokasi hara dalam memperbesar kualitas tongkol. Puspitasari *et al.* (2018) menemukan pemberian pupuk P berpengaruh terhadap bobot tongkol tanpa kelobot, dimana penambahan dosis pupuk P meningkatkan bobot tongkol tanpa kelobot (Gambar 6). Hal ini menunjukkan bahwa unsur P berperan penting dalam pembentukan biji jagung, sehingga bila unsur tersebut kurang maka akan menimbulkan rendahnya bobot tongkol jagung.

5. Kesimpulan

Aplikasi BPF dan bokhasi paitan secara bersama-sama tidak berpengaruh terhadap perbaikan kesuburan kimia tanah pasca galian batuan, pertumbuhan, dan hasil tanaman jagung. Inokulasi BPF 20 ml tanaman⁻¹ memperbaiki C-organik tanah dan P-tersedia serta meningkatkan hasil tanaman jagung yang ditanam pada tanah pasca galian batuan sebesar 10,86 persen.

6. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung dan Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (LP2M) yang telah mendanai penelitian ini pada Tahun Anggaran 2021.

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

- Allo MK. 2016. Kondisi Sifat Fisik dan Kimia Tanah pada Bekas Tambang Nikkel serta Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Trengguli dan Mahoni. *Jurnal Hutan Tropis*, 4(2), 207–217.
- Arifin Z, Susilowati LE, Kusumo BH, Mas'hum, M. 2021. Potensi Pupuk Hayati Fosfat dalam Mengefisiensi Penggunaan Pupuk P- Anorganik pada Tanaman Jagung. *Prosiding Saintek LPPM Universitas Mataram*, 3, 9–10.
- Fitriatin BN, Agustina M, Hindersah R. 2017. Populasi Bakteri Pelarut Fosfat, P-Potensial Dan Hasil Jagung Yang Dipengaruhi Oleh Aplikasi MPF Pada Ultisols Jatinangor. *Agrologia*, 6(2), 75–83. <https://doi.org/10.30598/a.v6i2.171>
- Hidayat C, Ahyar Y, Setiati Y. 2019. The effect of swimmer crab flour (*Protunus pelagicus*) and Arbuscular Mycorrhizal Fungi on flowering and yield of Japanese Cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Journal of Physics: Conference Series*, 1402(3). <https://doi.org/10.1088/17426596/1402/3/033037>
- Hidayat C, Supriadin A, Huwaida'a F, & Rachmawati YS. 2020. Aplikasi Bokashi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dan Fungi Mikoriza Arbuskula untuk Perbaikan Sifat Fisika Tanah Pasca Galian C dan Hasil Tanaman Cabai (*Capsicum frutescens* L.). *AGROSAINSTEK*, 4(2), 95–102. <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v4i2.124>
- Hidayat C, Frasetya B, Syamsudin IN. 2018. Adjustment of phosphorus concentration to increase growth and yield of cherry tomato using hydroponic drip system. *Jurnal Agro*, 5(2), 140–147. <https://doi.org/10.15575/3658>
- Ingle KP, Padole DA. 2017. Phosphate Solubilizing Microbes: An Overview. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(1), 844–852. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.601.099>
- Jurhan Made U, Madauna I. 2017. Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata*) Pada Berbagai Dosis Pupuk Organik. *E-J. Agrotekbis*, 5(3), 324–328.
- Khalisha A, Widyastuti R, Chaniago IA. 2022. Use of phosphorus- and potassium-solubilizing multifunctional microbes to support maize growth and yield. *Sains Tanah*, 19(1), 91–98. <https://doi.org/10.20961/stjssa.v19i1.57816>
- Lovitna G, Nuraini Y, Istiqomah N. 2021. Pengaruh Aplikasi Bakteri Pelarut Fosfat dan Pupuk Anorganik Fosfat terhadap Populasi Bakteri Pelarut Fosfat, P-Tersedia, dan Hasil Tanaman Jagung pada Alfisol. *JTSL*, 8(2), 437–449.
- Mahdiannor. 2014. Pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays* L. Var. *Saccharata*) dengan pemberian pupuk hayati pada lahan rawa lebak. *Ziraa'Ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 39(3), 105–113.
- Puspitasari HM, Yunus A, Harjoko D. 2018. Dosis Pupuk Fosfat Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Jagung Hibrida. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*, 20(2), 34. <https://doi.org/10.20961/agsjpa.v20i2.22058>
- Rachmadhani NW, Hariyono, D, Santosa, M. 2018. Efisiensi Pemupukan Urea pada Tanaman Jagung. *Buana Sains Vol 18 No 1: 1-10*, 201, 18(1), 1–10.
- Ramadhan AFN, Sumarni T. 2018. Respon Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) terhadap Pupuk Kandang dan Pupuk Anorganik (NPK). *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(5), 815–822.
- Ramadhan MF, Hidayat C, Hasani S. 2015. Pengaruh aplikasi ragam bahan organik dan FMA terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai (*Capsicum annum* L.) varietas Landung pada tanah pasca galian C. *J. Agro*, 2(2).
- Ritonga M, Sitorus B, Sembiring, M. 2015. Perubahan bentuk P oleh mikroba pelarut fosfat dan bahan organik terhadap P-tersedia dan produksi kentang (*Solanum tuberosum* L.) Pada tanah andisol terdampak erupsi gunung sinabung. *Agroekoteknologi*, 4(1), 1641–1650. <https://doi.org/10.32734/jaet.v4i1.12883>
- Sasmita R, Yetti H, Idwar. 2015. Aplikasi kompos kulit buah kakao dan pupuk urea, TSP dan KCl terhadap pertumbuhan tanaman jagung manis (*Zea mays Saccharata* Sturt). *Jom Faperta Vol 2 No 2 Oktober 2015*, 2(2), 1–15.
- Sharma SB, Sayyed RZ, Trivedi MH, Gobi TA. 2013. Phosphate solubilizing microbes: Sustainable approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils. *SpringerPlus*, 2(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-587>
- Sitompul SM. 2016. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Tim UBPress.
- Taber H, Perkins-Veazie P, Li S, White, W, Rodermeil S, Xu Y. (2008). Enhancement of tomato fruit lycopene by potassium is cultivar dependent. *HortScience*, 43(1), 159–165. <https://doi.org/10.21273/hortsci.43.1.159>
- Tian J, Ge F, Zhang D, Deng S, Liu X. 2021. Roles of phosphate solubilizing microorganisms from managing soil phosphorus deficiency to mediating biogeochemical p cycle. *Biology*, 10(2), 1–19. <https://doi.org/10.3390/biology10020158>



AGROSAINSTEK

Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian

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

Research Article

The Relationship Between Soil Fertility and Basal Stem Rot Disease in Oil Palm Plantations

Evan Purnama Ramdan^{1,2}, Arief Hartono³, Giyanto⁴, Sri Hendrastuti Hidayat⁴, Widodo^{4*}

¹Phytopathology Departement, Graduate School, IPB University. Jl. Raya Dramaga, Kampus IPB Dramaga, Bogor, 16680

²Agrotechnology Departement, Faculty of Industrial Technology, University of Gunadarma. Jl. Margonda Raya 100, Pondok Cina, Beji, Depok, 16424

³Soil Science and Land Resource Departement, Faculty of Agriculture, IPB University. Jl. Meranti Kampus IPB Dramaga, Bogor, 16680

⁴Plant Protection Departement, Proteksi Tanaman, Faculty of Agriculture, IPB University. Jl. Kamper, Kampus IPB Dramaga, Bogor, 16680

Received: May 18, 2022 /Received in revised : February 9, 2023/ Accepted: May 15, 2023

ABSTRACT

In oil palm, *Ganoderma boninense* causes stem rot disease, which is often difficult to control, and soil fertility status is related to the ecology of *G. boninense* as a soil-borne pathogen. Therefore, this study aims to evaluate the relationship between soil fertility and stem rot disease as well as appropriate management methods to control the disease. This was carried out at the Nusantara Plantation Company's 7, Unit Kiwah Rejosari-Pematang from June 2021 to January 2022. The determination of observation blocks was carried out selectively using three blocks of land attacked by *Ganoderma boninense* with the same criteria for the year of planting and the same soil type. Each block consists of five plots with a size of 50 x 50 m. Each plot consisted of five sub-plots measuring 10 x 10 m, consisting of 3 oil palms for disease severity assessment and soil sampling. The soil for each subplot was composed of 15 samples, which were analyzed for physical and chemical properties of the soil, including soil texture, pH, CEC, base saturation, C-organic, P₂O₅, and K₂O. Determination of fertility status is based on the soil research manual published by the Indonesian Bogor Soil Research Center with parameters from the analysis results. The limiting factor for fertility is the cation exchange capacity of the soil, which ranges from 10.07 meq/100 g to 17.68 meq/100 g, and the C-organic content, which ranges from 0.40 to 1.15%. According to chi-square analysis, this fertility-limiting factor is related to disease severity. Therefore, management needs to be done by adding organic matter to the soil, practicing organic or inorganic fertilization, and following the principles of cultivating healthy oil palm plants.

Keywords: Basal stem rot, soil physical chemistry, soil health

1. Introduction

Oil palm is the leading plantation commodity in Indonesia with an estimated area of 14,858.30 ha in 2020 (BPS 2021). Most of the plants are found in Sumatra and Kalimantan, while Papua and Sulawesi have the potential for oil palm development (Rianto 2010). Through this oil palm industry, the country becomes the world's largest vegetable oil producer supplying 61% of global production which accounts

for 30% of its economic resources (Lam *et al.* 2019). According to Treu (1998), Semangun (1990), and Susanto *et al.* (2013a), the challenge in oil palm cultivation is *Ganoderma boninense* causing basal stem rot disease. Due to the attack by *G. boninense*, the standing trees per hectare in several oil palm plantations in Indonesia reach 50%-80% and a more severe fresh fruit bunch (FFB) loss is experienced (Subagio and Foster 2003; Susanto 2011), with economic losses of up to 67-73%

*Korespondensi Penulis.

E-mail : widodo@apps.ipb.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v7i1.384>

(Kamu *et al.* 2021). Various controls, including biological agents, technical cultures, and resistant varieties (Susanto *et al.*, 2005; Priwiratama *et al.*, 2014a), have proven ineffective in controlling *Ganoderma* (Priwiratama *et al.*, 2014b). *G. boninense* is difficult to be controlled because it has various resistant properties, such as being a good saprophyte (Susanto *et al.* 2005), and a soil-borne pathogen whose life cycle partly occurs in the soil (Nurhayati 2013).

Furthermore, *G. boninense* is transmitted to healthy plants through their root contact with an inoculum source in the soil. Therefore, an understanding of the soil ecology that affects pathogens ought to be the basis for controlling soil-borne pathogens (Bande *et al.* 2016). Plant nutrition influences disease resistance and susceptibility, as well as pathogens' ability to survive in hosts (Gupta *et al.* 2017). Because mineral elements play a role in plant protection, complete and balanced nutrition is the primary defense of plants (Tripathi *et al.* 2022). Nitrogen, potassium, and phosphorus are important macronutrients in plant resistance. Nitrogen is essential in many metabolic and physiological processes, including photosynthesis, amino acid synthesis, respiration, and the tricarboxylic acid cycle (Foyer *et al.*, 2011). A high N supply can reduce the severity of infection in facultative parasitic pathogens such as *Ganoderma* (Dordas *et al.* 2008; Tripathi *et al.* 2022).

Meanwhile, plant resistance caused by potassium availability is related to the patterns and concentrations of the plant metabolites it affects (Marschener 2012). When there is an adequate supply of potassium, the concentration of phenol increases, while the concentration of low molecules such as organic acids, amino acids, and amides that play a role in disease development decreases (Prasad *et al.* 2010). Although no specific role of phosphorus (P) in plant disease resistance has been identified, high P content may increase plant susceptibility to pathogen. Similarly, micronutrients such as manganese, which can produce mitotoxins in pathogenic microorganisms, play a role in lignin biosynthesis and other metabolic functions (Tripathi *et al.* 2022). According to the description above, plant nutrients have an effect on increasing or decreasing plant diseases, so maintaining their availability in the soil is critical.

According to Harahap *et al.* (2020), soil fertility constraints in the Labuan Batu Oil Palm plantation are the organic matter content and base saturation, divided into low and very low categories, respectively. There is a correlation between soil fertility and plant diseases in bananas, for example, the severity of yellow sigatoka leaf spot disease is

higher on land with low soil fertility (Freitas *et al.* 2015). Meanwhile, the fertility status of land infected with *Ganoderma* is not yet reported. Soil chemical properties have been stated to not affect the pathogen presence (Puspika and Pinem 2018), but physical properties such as sand percentage and soil moisture affect the spread and rate of infection (Susanto *et al.* 2013b; Utami *et al.* 2016; Puspika and Pinem 2018). Therefore, this research aims to evaluate the relationship between soil fertility and basal stem rot disease as well as appropriate management methods to control the disease.

2. Material and Methods

This research was conducted at Perkebunan Nusantara 7 Company, Rejosari Unit-Pematang Kiah, Lampung, and the Laboratory in the Department of Soil Science and Land Resources, Faculty of Agriculture, IPB University from June 2021 to January 2022. The observation blocks were determined selectively on land affected by *G. boninense* with the same criteria for planting year and soil type. Plants in each block were censused visually by considering the symptoms of those infected. Disease incidence (DI) was then calculated by the formula: $DI = (n / N) \times 100\%$, where n = the number of affected plants and N = the total sample plants observed. Soil sampling and disease incidence assessment were carried out in the same block.

Each block was divided into five plots of a 50 × 50 m size comprising four at the corners and one in the middle, making a total of 15 observation plots as presented in Table 1. Furthermore, each plot was re-divided into five subplots measuring 10 × 10 m with the position of four subplots at the edge and one in the middle. Each subplot was made up of three oil palms. Each plant was evaluated for disease severity using the MPOB (2014) method, as shown in Table 2. Therefore, soil samples in a topsoil form with a depth of 10 – 20 cm were collected at three points from the disk of each of the three palm trees found in each subplot. After obtaining the samples from each plot, they were composited into a total of 15 and analyzed at the Laboratory of the Soil Science and Land Resources Department, Faculty of Agriculture, IPB University.

The samples were analyzed for physical and chemical properties including soil texture, namely sand, clay, and loam, using the pipette method. Moreover, the pH and total P_2O_5 (mg/100g) were determined using a pH meter with a soil-solvent ratio of 1:1 and 25% HCL extraction, respectively. Total K_2O and organic C were determined with 25% HCL extraction and using wet digestion and bichromatic acid according to the Walkley and

Black method. The CEC value was ascertained through saturation using 1 N ammonium acetate at pH 7.0, and base saturation (BS) was calculated by dividing the number of bases by the CEC multiplied by 100. The test data were then classified according to the soil value criteria provided by the Center for Soil Research (1995), as presented in Tables 3 and 4. Descriptive analysis was carried out based on the results of soil fertility status to determine the limiting factors and give recommendations for soil fertility management.

Table 1. Coordinate points of sampling in each observation block

No	Coordinat points	
	x	y
1	5°17'59.0"S	105°09'38.0"E
2	5°17'55.0"S	105°09'35.0"E
3	5°17'50.0"S	105°09'28.0"E
4	5°18'02.0"S	105°09'29.0"E
5	5°17'47.9"S	105°09'37.7"E
6	5°17'49.0"S	105°09'41.0"E
7	5°18'00.0"S	105°09'43.0"E
8	5°17'55.0"S	105°09'48.0"E
9	5°18'00.0"S	105°09'52.0"E
10	5°17'48.0"S	105°09'53.0"E
11	5°17'46.0"S	105°09'54.0"E
12	5°17'48.0"S	105°09'41.0"E
13	5°17'43.0"S	105°09'47.0"E
14	5°17'38.0"S	105°09'41.0"E
15	5°17'36.4"S	105°09'51.9"E

The severity of the disease was classified into three categories: mild (scores 1-2), moderate (score 3), and severe (scores 4-5). On the limiting factors of soil fertility, chi-square analysis was used to examine the relationship between the two qualitative variables (disease severity class and limiting factors of soil fertility). Limiting factors for soil fertility values are first classified into classes. The information is then organized into a contingency table, with disease incidence classes as columns and factors as rows. A significant correlation coefficient value indicates the presence of a correlation. Factors with a significant relationship according to the chi-square test ($P < 0.05$).

Table 2. Criteria for disease severity MPOB (2014)

Score	Description
0	There are no fruit bodies and signs of leaf and stem rot at the base
1	White mycelium or fruiting bodies are present (e.g., the form of small white buttons). There are no foliar symptoms, and there is little or no stem rot (10%) at the base.
2	White mycelium or fruiting bodies are present (e.g., a small white button shape or bracket shape). At the base, the oil palm displayed symptoms of leaf (50%) and slight stem rot (30%).
3	White mycelium or fruiting bodies are present (e.g., a small white button shape or bracket shape). At the base of oil palms, there is evidence of leaf rot (>50%) and stem rot (>30%).
4	White mycelium or fruiting bodies are present (e.g., a small white button shape or bracket shape). Symptoms include dead or collapsed palms.

Table 3. Criteria for assessing soil chemical properties based on Soil Research Center (1995)

Soil properties	Very low	Low	Moderate	High	Very High	Desc.
CEC (me/100 g)	<5	5-16	17-24	25-40	>40	
Base Saturation (%)	<20	20-35	36-50	51-70	>70	
Organic C (%)	<1,00	1,00-2,00	2,01-3,00	3,01-5,00	>5,00	
P ₂ O ₅ (mg/100 g)	<10	10-20	21-40	41-60	>60	
K ₂ O (mg/ 100 g)	<10	10-20	21-40	41-60	>60	
pH H ₂ O	Very acidic	Acidic	Rather acidic	Neutral	Rather alkaline	Alkaline
	<4,5	4,5-5,5	5,6-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5	>8,5

Table 4. Criteria for determining soil fertility status based on Soil Research Center (1995)

No	CEC	Base Saturation	Organic C, P ₂ O ₅ , K ₂ O	Fertility Status
1	H	H	≥ 2 H without L	High
2	H	H	≥ 2 H with L	Moderate
3	H	H	≥ 2 M without L	High
4	H	H	≥ 2 M with L	Moderate
5	H	H	H > M > L	Moderate
6	H	H	≥ 2 L with H	Moderate
7	H	H	≥ 2 L with M	Low
8	H	M	≥ 2 H without L	High
9	H	M	≥ 2 H with L	Moderate
10	H	M	≥ 2 M	Moderate
11	H	M	Another combination	Low
12	H	R	≥ 2 H without L	Moderate
13	H	R	≥ 2 H with L	Low
14	H	R	Another combination	Low
15	M	L	≥ 2 H without L	Moderate
16	M	L	≥ 2 M without L	Moderate
17	M	L	Another combination	Low
18	M	M	≥ 2 H without L	Moderate
19	M	M	≥ 2 M without L	Moderate
20	M	M	Another combination	Low
21	M	L	3 H	Moderate
22	M	L	Another combination	Low
23	L	H	≥ 2 H without L	Moderate
24	L	H	≥ 2 H with L	Low
25	L	H	≥ 2 M without L	Moderate
26	L	H	Another combination	Low
27	L	M	≥ 2 H without L	Moderate
28	L	M	Another combination	Low
29	L	L	All combination	Low
30	VL	H/L/M	All combination	Very low

3. Result

3.1. Incidence of Basal Stem Rot (BSR) Disease

According to Table 5, the disease incidence in field observations showed different percentages in three locations, namely 10%, 41%, and 54%, respectively. The BSR symptoms discovered in the field ranged from mild attacks to dead trees. In the initial symptoms or mild attacks, the affected oil palm plants experienced symptoms in the form of an association of spear or young leaves not opening, as well as leaves that were pale yellowish, dull, and not shiny. Severe symptoms were characterized by basidiocarp appearance at the stem base which became porous and perforated, thereby causing the palm trees to fall as demonstrated in Figure 1.

Table 5. Incidence rate of BSR in oil palm at the study site

No Block	Disease Incidence (%)	Attack category
1	10	Mild (< 10%)
2	41	Moderate (11 – 50%)
3	54	Severe (>50%)

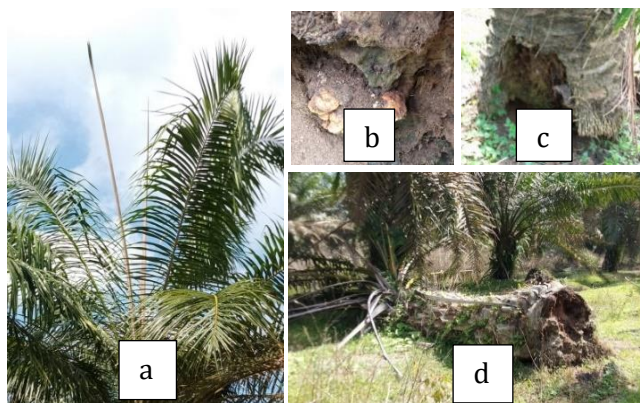


Figure 1. Variations in symptoms of basal stem rot disease, a) appearance of two or more spear, b) presence of fruiting body, c) stem rotting at the base, and d) palm dead/collapsed.

3.2. Soil Physical and Chemical Properties

The test results show that the oil palm area infected with *Ganoderma* is dominated by sandy loam texture, as presented in Table 6. Soil acidity consists of two criteria: slightly acidic and neutral with a pH range of 6.1–7.1, while the organic C content is at a low to very low level. with a range of 0.4%–1.2%. Low to moderate CEC values with a capacity of 10.1–17.7 me/100g, while low to very high base saturation is 36.3–96.3%. Total P₂O₅ has very low to very high phosphorus content, ranging from 18.5–171 mg/100g, and moderate to very high potassium content, ranging from 2.55–95.55 mg/100g.

3.3. Assessment of Soil Fertility Status

Table 6 shows that the infected oil palm areas had low fertility status based on the soil value criteria at all collection points. Low CEC (ranging from 10.07 meq/100 g to 17.68 meq/100 g) and low organic content (ranging from 0.40 to 1.15%) were the limiting factors for soil fertility.

Table 6. Physical and chemical properties of soil and soil fertility status in oil palm land

No	Texture	pH	CEC	BS	Total P ₂ O ₅	Total K ₂ O	C-organik	Fertility Status
1	Sandy clay loam	7.06 (N)	14.02 (L)	87.62 (VH)	9.3 (VL)	0.99 (VL)	0.65 (VL)	L
2	Sandy clay loam	6.32 (RA)	15.94 (L)	36.33 (L)	8.1 (VL)	0.97 (VL)	0.66 (VL)	L
3	Sandy clay loam	6.89 (N)	14.72 (L)	50.50 (M)	8.3 (VL)	1.21 (VL)	0.82 (VL)	L
4	Sandy clay loam	6.63 (N)	14.73 (L)	53.36 (M)	71.3 (VL)	1.20 (VL)	0.67 (VL)	L
5	Sandy clay loam	7.12 (N)	13.71 (L)	66.29 (H)	10.9 (VL)	1.41 (VL)	1.12 (L)	L
6	Sandy loam	7.05 (N)	10.07 (L)	96.15 (VH)	17.6 (L)	1.74 (VL)	0.65 (VL)	L
7	Clay laom	6.31 (RA)	17.25 (M)	45.20 (M)	12.8 (VL)	1.70 (VL)	0.57 (VL)	L
8	Clay laom	6.45 (RA)	14.70 (L)	58.60 (M)	91.7 (VH)	2.04 (VL)	0.74 (VL)	L
9	Sandy loam	6.86 (N)	11.83 (L)	78.13 (H)	73.3 (VH)	0.93 (VL)	0.57 (VL)	L
10	Sandy clay loam	6.62 (N)	12.75 (L)	79.76 (H)	54.1 (H)	1.41 (VL)	1.15 (L)	L
11	Sandy clay loam	6.74 (N)	10.70 (L)	75.68 (H)	74.8 (VH)	1.75 (VL)	0.40 (VL))	L
12	Sandy clay loam	6.56 (RA)	13.53 (L)	44.64 (M)	21.5 (M)	0.54 (VL)	0.74 (VL)	L
13	Sandy clay loam	6.48 (RA)	14.34 (L)	54.23 (M)	40.7 (H)	0.70 (VL)	0.90 (VL)	L
14	Sandy clay loam	6.56 (RA)	17.68 (M)	46.91 (M)	32.5 (M)	1.85 (VL)	0.74 (VL)	L
15	Sandy loam	6.48 (RA)	13.14 (L)	66.19 (H)	69.8 (VH)	1.95 (VL)	0.90 (VL)	L

4. Discussion

Due to the incidence of various diseases at the observation sites, soil fertility status needs to be determined. Priwiratama *et al.* (2014a) discovered that BSR incidence tends to increase continuously all through the year. Even in the treatment performed with hole-in-hole planting and the standard planting system 10 years after cultivating an oil palm land, a similar incidence occurred.

The soil texture in the cultivated land was dominated by sandy clay loam and sandy loam. The sand fraction content at the research site was higher than other soil fractions. Soils with a higher sand fraction permit easier water escape (Holilullah *et al.* 2015; Haridjaja *et al.* 2013). Susanto *et al.* (2013b) reported that the infection rate is high in sandy soils due to their physical properties of high porosity or loose soil nature, hence plant roots move more quickly to the source of *Ganoderma* inoculum. Furthermore, gardens adjacent to sandy soil

conditions experience a high disease incidence (Salsabila *et al.* 2022).

Soil pH in oil palm fields varies from 6.13 to 7.12, which affects disease development and plant ability to resist pathogen attack (Sewards 2014). The influence of this parameter on *Ganoderma boninense* was reported by Chong *et al.* (2017). Soil pH has a significant positive effect on BSR, and pH 6 is the most effective in suppressing the development of this disease in nurseries (Rahman & Othman 2020). It can inhibit the *Ganoderma* transmission process in soil with a pH of 6. Furthermore, the root biomass will grow. This rise is due to an increase in soil microbial activity, which breaks down organic matter and allows plant nutrients to be absorbed (Alexander *et al.* 2019). Plant resistance to pathogens is eventually formed.

Soil texture with a high proportion of sand correlates with low organic C, according to Xia *et al.* (2021). The macropores dominate the high sand fraction, resulting in a low capacity to bind water and nutrients (Zulkoni *et al.* 2020). The C-organic

content of oil palm infected with *Ganoderma* was found to be very low (0.4%-1.2%) in this study. Low cation exchange capacity can be caused by both low and high sand content. According to the CEC, this study showed a low level ranging from 10.7 me/100 g to 17.7 me/100 g, as shown in Table 6. Organic C and CEC are soil fertility limiting factors in oil palm plantations. Unlike other materials with moderate to high content. In the Chi square factor analysis presented in Table 7, the limiting factors for fertility in the form of organic C and CEC were shown to have a relationship with BPB disease severity. Low nutrient availability can make it difficult for soil microorganisms to survive (Smith et al. 2013). Furthermore, nutrient-deficient soil causes plants to lose resistance to pathogenic infections (Susanto et al. 2013b).

According to Husni et al. (2016), fertile soil has a base saturation of more than 80%, but similar values were only found in two plots of study locations, while saturation was 80% in the other plots. The BS of soil and pH have a positive relationship because the value increases proportionally (Suarjana et al. 2016). Because the availability of phosphorus in soil is affected by pH, soil organic matter, and soil texture (Hadi et al. 2014), the phosphorus content in this test ranged from low to very high levels in the range of 18.5-210 mg/100g. In contrast, total potassium levels in the test range from 25.5-91.4 mg/100g, indicating moderately to very highly elevated levels.

Improvement efforts are required due to the low fertility status, such as increasing the carbon content of the soil and improving its texture through the addition of organic matter. Applying 40 tons/ha of oil palm empty fruit bunches at least once a year can contribute to increasing the C-organic content in sandy soils (Darlita et al. 2017). The carbon cycle, nutrients, and soil pH also need the presence of organic matter (Wang et al. 2013). Besides organic matter addition, soil liming is used to overcome an acidic pH. According to Parulian et al. (2013), the addition of microorganisms increases soil fertility.

The BSR disease incidence caused by *Ganoderma* attack is greater in soil containing relatively poor nutrients. Therefore, the principles of healthy plant cultivation need to be applied to oil palm. These include 1) increasing soil fertility by adding organic fertilizer and dolomite lime to neutralize the soil from acidic pH and toxic compounds (Molle et al. 2021). 2) Returning plant residues such as empty bunches to facilitate organic matter addition (Darlita et al. 2017). 3) BSR control with preventive measures such as hole-in-hole planting systems, surgery, and backfilling accompanied by *Trichoderma* application (Priwiratama et al. 2014a).

5. Conclusion

The disease incidence in oil palm infected with *Ganoderma* ranges from 10% to 54%, and soil fertility in the fields is low. Low soil fertility in oil palm affects the development of stem rot disease. This is supported by the existence of a significant relationship between organic C and CEC and BPB disease severity. Recommendations for improvement are lime and organic fertilizer addition, return of crop residues, and preventive measures to control the pathogen.

6. Acknowledgment

This study was supported by a research grand with contract number 1/E1/KP.PTNBH/2021 in 2021 by the Higher Education General Directory, Ministry of Education, Culture, Research and Technology, Indonesia.

7. Declaration of Conflicting Interests

The authors have declared no potential conflicts of interest concerning the study, authorship, and/or publication of this article.

8. References

- Alexander, A., Dayou, J., Abdullah, S., & Phin, C. K. (2019). Differential expression and profile of oil palm root-sterols composition related to *Ganoderma boninense* infection. *ASM Sci.J.*, 12(13), 40-47.
- Bande, L. O. S., Wahab, A., Hadisutrisno, B., Somowiyarjo, S., & Sunarminto, B. H. (2017). Korelasi Sifat Fisik dan Kimia Tanah Dengan Intensitas Penyakit Busuk Pangkal Batang Tanaman Lada. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 22(2), 63-70. <https://doi.org/10.21082/littri.v22n2.2016.63-70>.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. (2021). Luas Tanaman Perkebunan Menurut Provinsi (Ribuan Hektar), 2019-2021. <https://www.bps.go.id/indicator/54/131/1/luas-tanaman-perkebunan-menurut-provinsi.html>.
- Chong, K. P., Dayou, J., & Alexander, A. (2017). Pathogenic Nature of *Ganoderma boninense* and Basal Stem Rot Disease. *SpringerBriefs in Agriculture*, 5-12. https://doi.org/10.1007/978-3-319-54969-9_2.

- Darlita, R., Joy, B., & Sudirja, R. (2017). Analisis Beberapa Sifat Kimia Tanah Terhadap Peningkatan Produksi Kelapa Sawit pada Tanah Pasir di Perkebunan Kelapa Sawit Selangkun. *Agrikultura*, 28(1), 15–20. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v28i1.12294>.
- Dordas, C. (2008). Role of nutrients in controlling plant disease in sustainable agriculture a review. *Agron. Sustain.Dev.*, 38, 33-46. doi: 10.1051/agro:2007051.
- Foyer, C. H., Noctor, G., & Hodges, M. 2011. Respiration and nitrogen assimilation: targeting mitochondria-associated metabolism as a means to enhance nitrogen use efficiency. *Journal of Experimental Botany*, 62(4), 1467-1482. doi:10.1093/jxb/erq453
- Freitas, A. S., Pozza, E. A., Alves, M. C., Coelho, G., Rocha, H. S., & Pozza, A. A. A. (2015). Spatial distribution of Yellow Sigatoka Leaf Spot correlated with soil fertility and plant nutrition. *Precision Agriculture*, 17(1), 93–107. doi:10.1007/s11119-015-9409-6.
- Gupta, N., Debnath, S., Sharma, S., Sharma, P., & Purohit, J. (2017). Role of nutrients in controlling the plant disease in sustainable agriculture. In: Meena, V.S., Mishra, P. K., Bisht, J. K., & Pattanayak, A. (eds), *Agricultural Important Microbes of Sustainable Agriculture*. USA: Springer. doi: 10.1007/978-981-10-5343-6_8
- Hadi, M., Razali, R., & Fauzi, F. (2014). Pemetaan Status Unsur Hara Fosfor Dan Kalium di Perkebunan Nanas (*Ananas comosus* L. Merr) Rakyat Desa Panribuan Kecamatan Dolok Silau Kabupaten Simalungun. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 2(2), 427–439. <https://doi.org/10.32734/jaet.v2i2.7046>.
- Harahap, F. S., Yana, R. F., Jamidi, & Harahap, A. (2020). Characteristics of chemical properties of oil palm soil at plant age in different areas of land. *Jurnal Pertanian Tropik*, 6(2), 180–189. <https://doi.org/10.32734/jpt.v7i2>.
- Haridjaja, O., Baskoro, D. P. T., & Setianingsih, M. (2013). Perbedaan Nilai Kadar Air Kapasitas Lapang Berdasarkan Metode Alhricks, Drainase Bebas, Dan Pressure Plate Pada Berbagai Tekstur Tanah dan Hubungannya Dengan Pertumbuhan Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.). *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 15(2), 52–59. <https://doi.org/10.29244/jitl.15.2.52-59>.
- Holilullah, A., & Novpriansyah, H. (2015). Karakteristik Sifat Fisik Tanah Pada Lahan Produksi Rendah dan Tinggi Di PT Great Giant Pineapple. *Jurnal Agrotek Tropika*, 3(2), 278–282. <https://doi.org/10.23960/jat.v3i2.2014>.
- Husni, M. R., Sufardi, S., & Khalil, M. (2016). Evaluasi Status Kesuburan Pada Beberapa Jenis Tanah Di Lahan Kering Kabupaten Pidie Provinsi Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 1(1), 147–154. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v1i1.950>.
- Lam, W. Y., Kulak, M., Sim, S., King, H., Huijbregts, M. A. J., & Chaplin-Kramer, R. (2019). Greenhouse Gas Footprints of Palm Oil Production in Indonesia Over Space and Time. *Science of the Total Environment*, 688, 827–837. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.377>.
- Marschener. 2012. *Mineral Nutrition of Higher Plant*, 3rd Editon. US: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-63043-9>
- MPOB. (2014). *Standar Operating Procedures (SOP) for Ganoderma Diseases in Oil Palm*. In *Workshop on Integrated management of Ganoderma Disease in Oil Pal*. Malaysian Palm Oil Board.
- Molle, E. S., Setiawan, A. W., & Sutrisno, A. J. (2021). Penilaian Status Kesuburan Tanah Desa Tijayan Kecamatan Manisrenggo Kabupaten Klaten. *Agrotechnology Research Journal*, 5(2), 48–54. <https://doi.org/10.20961/agrotechresj.v5i2.54230>.
- Nurhayati. (2013). Tanah dan Perkembangan Patogen Tular Tanah. *Prosiding Seminar Nasional VII. Meningkatkan Ketahanan Pangan dan Mencegah Kekeringan Dan Kelangkaan Air*, 326–330.
- Parulian, A. S., Gunawan, J., & Arief, F. B. (2013). Evaluasi Kesuburan Tanah Untuk Replanting Kelapa Sawit di Afdeling I (satu) PTPN XIII Kabupaten Landak. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 2(2), 1–14. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jspp/article/view/2465>.
- Prasad, D., Singh, R., & Singh, A. (2010). Management of sheath blight of rice with integrated nutrients. *Indian Phytopathol*. 63, 11–15.
- Priwiratama, H., Prasetyo, A., & Susanto, A. (2014a). Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit secara Kultur Teknis. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 10(1), 1–7. <https://doi.org/10.14692/jfi.10.1.1>.
- Priwiratama, H., & Susanto, A. (2014b). Utilization of Fungi for the Biological Control of Insect Pests and. *Journal of Agricultural Science and Technology A* 4, 4(July), 103–111.

- Puspika, M. A., & Pinem, M. I. (2018). Sifat Fisika dan Kimia Pada Tanah Supresif Terhadap Keberadaan *Ganoderma boninense* Pada Kelapa Sawit. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 6(2), 356–361.
- Rahman, K. A., & Othman, R. (2020). Influence of pH Levels on Disease Development in Oil Palm Seedling Roots Infected with *Ganoderma boninensis*. *Rhizosphere*, 13, 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2019.100181>.
- Rianto, B. (2010). Palm oil plantation; Industry Landscape, Regulatory, and Financial Overview. Price Water House Coopers Indonesia, 16. <https://www.pwc.com/id/en/publications/asets/palm-oil-plantation.pdf>.
- Salsabila, A., Ramdan, E. P., Asnur, P., & Hidayat, H. (2022). Survei Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit di Kebun Cikasungka, PT Perkebunan Nusantara VIII, Bogor. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*, 24(1), 1–5. <https://doi.org/10.20961/agsjpa.v24i1.56720>.
- Semangun, H. (1990). Penyakit–penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia. Gadjah Mada University Press.
- Sewards, J. (2014). Soil pH and its Effect on Nutrient Availability, Soil Microbial Activity and Plant Health. Florida: UF/IFAS Extension, Volusia County., 1–11. <https://www.volusia.org/core/fileparse.php/4461/urlt/BG-July-2014.pdf>.
- Soil Research Center. (1995). Kombinasi Beberapa Sifat Kimia Tanah dan Status Kesuburan. Soil Research Center.
- Suarjana, I. W., Supadma, A. A. N., & Arthagama, I. D. M. (2016). Kajian Status Kesuburan Tanah Sawah Untuk Menentukan Anjuran Pemupukan Berimbang Spesifik Lokasi Tanaman Padi di Kecamatan Manggis. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika (Journal of Tropical Agroecotechnology)*, 4(4), 314–323. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/JAT/article/view/18019>.
- Subagio, A., & Foser, H. L. (2003). Implications of *Ganoderma* disease on Loss in Stand and Yield Production of Oil Palm in North Sumatra. *Proceedings of the 6th International Conference on Plant Protection in the Tropics*.
- Susanto, A., Sudharto, P. S., & Purba, R. Y. (2005). Enhancing biological control of basal stem rot disease (*Ganoderma boninense*) in oil palm plantations. *Mycopathologia*, 159(1), 153–157. <https://doi.org/10.1007/s11046-004-4438-0>.
- Susanto, A. (2011). *Ganoderma di Perkebunan Kelapa Sawit Dari Waktu ke Waktu*. Prosiding Simposium Nasional Dan Lokakarya *Ganoderma: Sebagai Patogen Penyakit Tanaman Dan Bahan Baku Obat Tradisional*.
- Susanto, A., Prasetyo, A., Priwiratama, H., Wening, S., & Surianto, S. (2013a). *Ganoderma boninense* Penyebab Penyakit Busuk Batang Atas Kelapa Sawit. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 9(4), 123–126. <https://doi.org/10.14692/jfi.9.4.123>.
- Susanto, A., Prasetyo, A., & Wening, S. (2013b). Laju Infeksi *Ganoderma* Pada Empat Kelas Tekstur Tanah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 9(2), 39–46. <https://doi.org/10.14692/jfi.9.2.39>.
- Treu, R. (1998). Macro Fungi in Oil Palm Plantations of South East Asia. *Mycologist*, 12, 10–14.
- Tripathi, R., Tewari, R., Singh, K. P., Keswani, C., Minkina, T., Srivastava, A. K., De Corato, U., & Sainsinenea, E. (2022). Plant mineral nutrition and disease resistance; A significant linkage for sustainable crop protection. *Front. Plant. Sci.* 13, 883970. doi: 10.3389/fpls.2022.883970.
- Utami, K., Supriadi, & Lubis, K. S. (2016). Evaluasi Sifat Fisik Tanah Terhadap Laju Infeksi *Ganoderma* di Perkebunan Kelapa Sawit (Studi Kasus : PT. PD. PATI). *Jurnal Agroforestri*, 4(3), 2146–2157. <https://talenta.usu.ac.id/joa/article/view/2158/1563>.
- Wang, Y., Tang, C., Wu, J., Liu, X., & Xu, J. (2013). Impact of Organic Matter Addition on pH Change of Paddy Soils. *Journal of Soils and Sediments*, 13(1), 12–23. <https://doi.org/10.1007/s11368-012-0578-x>.
- Xia, S., Song, Z., Wang, Y., Wang, W., Fu, X., Singh, B. P., Kuzyakov, Y., & Wang, H. (2021). Soil Organic Matter Turnover Depending on Land Use Change: Coupling C/N ratios, $\delta^{13}C$, and lignin biomarkers. *Land Degradation & Development*, 32(4), 1591–1605. <https://doi.org/10.1002/ldr.3720>.
- Zulkoni, A., Rahyuni, D., & Nasirudin. (2020). Pengaruh Bahan Organik dan Jamur Mikoriza Arbuskula Terhadap Harkat Tanah Pasir Pantai Selatan Yogyakarta yang Menjadi Medium Pertumbuhan Jagung (*Zea Mays*). *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 5(1), 8–15. <https://doi.org/10.33084/mitl.v5i1.1348>.

**AGROSAINSTEK****Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian**Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>**Research Article****Teknologi Budidaya Kedelai yang Adaptif pada Gawangan Tanaman Karet Belum Menghasilkan*****Adaptive Soybean Cultivation Technology on Space Between Immature Rubber Plants*****Siti Rosmanah¹, Miswarti¹, Alfayanti^{2*}, Tri Wahyuni³, Taupik Rahman³, Hertina Artanti⁴, Herlena Bidi Astuti⁴, Shannora Yuliasari⁴, Yahumri¹, Wawan Eka Putra⁵**¹Research Center for Food Crops-National Research and Innovation Agency, Bogor 16911²Research Center for Behavioral and Circular Economics-National Research and Innovation Agency, Jakarta 12710³Research Center for Sustainable Production System and Life Cycle Assessment-National Research and Innovation Agency, Banten⁴Indonesian Agency for Agricultural Instrument Standardization-Ministry of Agriculture, Bogor⁵Research Center for Macroeconomics and Finance - National Research and Innovation Agency, Jakarta 12710

Received: April 3, 2023 /Received in revised : May 10, 2023/ Accepted: May 23, 2023

ABSTRACT

Space between plant (Gawangan) of immature rubber plant is one of the potential locations for the development of soybean plants. This study aims to obtain recommendations for adaptive soybean cultivation technology packages for immature rubber plantations. The research was conducted in August-November 2018 on a three-year-old rubber plantation in Gardu Village, Armajaya District, North Bengkulu Regency, Bengkulu Province. The study was conducted using a randomized block design of 4 treatments which was repeated 5 times. The data collected included the components of growth and yield of soybeans as well as input and production costs for each technology package. The growth component and yield component data were analyzed using analysis of variance and if there was a difference, then Duncan Multiple Range (DMRT) was done. The feasibility of farming is calculated from the value of the cost of revenue (R/C ratio). The results showed that the treatment had a significant effect on the number of branches, empty pods, weight of filled pods, filled seeds, seed weight per plant. However, the treatment had no significant effect on plant height, filled pods, number of pods per plant, empty or damaged seeds, number of seeds per stem, percentage of empty or damaged seeds, 1000 grain weight of seeds. All technology packages are economically feasible to develop because they have an R/C ratio > 1.

Keywords: space between plant, rubber, technology package, soybean, intercropping**ABSTRAK**

Gawangan tanaman karet belum menghasilkan merupakan salah satu lokasi yang berpotensi untuk pengembangan tanaman kedelai. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan rekomendasi paket teknologi budidaya kedelai yang adaptif pada gawangan tanaman karet yang belum menghasilkan. Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus-November 2018 di lahan perkebunan karet berumur tiga tahun di Desa Gardu Kecamatan Armajaya Kabupaten Bengkulu Utara Provinsi Bengkulu. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok 4 perlakuan yang diulang sebanyak 5 kali. Data yang dikumpulkan antara lain komponen pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai serta biaya input dan produksi pada masing-masing paket teknologi. Data komponen

*Korespondensi Penulis.

E-mail : bundaqonita2012@gmail.comDOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v7i1.490>

pertumbuhan dan komponen hasil dianalisis menggunakan analisis varian dan bila terdapat perbedaan maka dilanjutkan dengan Duncan Multiple Range (DMRT). Kelayakan usahatani diukur dengan menghitung nilai imbalan penerimaan atas biaya (R/C ratio) dan imbalan pendapatan atas biaya (B/C ratio). Hasil penelitian menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata terhadap jumlah cabang, ersen polong hampa, bobot polong isi, biji isi, bobot biji per tanaman. Namun perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, polong isi, jumlah polong per tanaman, biji hampa atau sakit, jumlah biji per batang, persen biji hampa atau sakit, bobot biji 1000 butir. Semua paket teknologi layak secara teknis untuk dikembangkan karena memiliki nilai R/C rasio > 1.

Kata kunci: Gawangan, karet, paket teknologi, kedelai, tumpang sari

1. Introduction

Soybean is one of the strategic foodcrops in Indonesia after rice and corn. The high amino acid quality of its protein makes soybean used for various products in the food and animal feed industries (Zakaria, 2016). People's consumption patterns prioritizing low-carbohydrate foods with higher protein make soybeans superior (Anjani, 2019). The demand for various processed soybean products such as tempe, tofu and soy sauce is predicted to continue to increase along with the increase in population (Mahdoh & Risyanto, 2018).

The increasing demand for soybeans is not followed by an increase in domestic soybean production. The Ministry of Agriculture stated that domestic soybean production only covered less than 10 percent of the national soybean demand in 2021 (Pusdatin, 2022). Indonesia's soybean imports from 2014 to 2023 are forecasted to increase by 6,81 percent per year (Permadi, 2015). Nevertheless, Indonesia has the opportunity to become self-sufficient in soybeans as long as it can maintain production growth above consumption growth (Aldillah, 2015).

Soybean production growth can be increased by utilizing sources of production growth. One source of production growth is the expansion of the planting area by increasing the Planting Index (Adnyana & Kariyasa, 1999). The expansion of planting areas can utilize irrigated paddy fields, rain-fed paddy fields and dry land, including immature plantation land (oil palm and rubber) as intercrops. Rubber plantation areas that can be utilized for intercrops are around 50-60% of the land area (Rodrigo et al., 2001; Xianhai et al., 2012; Sahuri et al., 2016). Short-term intercropping in rubber plantations is usually done when the rubber is 1-2 years old after planting. This condition will provide additional income when there is no latex produced and can protect farmers from fluctuating rubber prices if done sustainably (Huang et al., 2020; Sahuri, 2019).

Soybean cultivation on gawangan of immature rubber plant will not only provide benefits for farmers but also the main crop. Tistama et al. (2016) reported that the intercropping of sorghum and soybean on gawangan of immature rubber plant

could increase the content of P, N, pH and CEC and can inhibit the development of white root fungus (*Rigidoporus microporus*). *Rhizobium* sp symbiosis with soybean can help improve soil biology in marginal drylands (Watkins et al., 2012).

Rubber is the primary commodity after oil palm, which plays a crucial role in the people's economy in Bengkulu Province. Based on data from the Central Bureau of Statistics in 2016, the area of rubber plants in Bengkulu Province reached 117,064 ha consisting of Mature Plants 72,320 ha, immature Plants 37,945 ha and old/dead plants/damaged plants 6,799 ha. The amount of immature plant area is still quite large, so it has the potential to cultivate soybean in the area. However, there is a need for soybean production technology that can increase productivity and be profitable for farmers. This study aims to obtain a package of adaptive soybean cultivation technology in the gawangan of immature rubber plant.

2. Material dan Methods

The research was conducted in Gardu Village, Arma Jaya Sub-district, North Bengkulu, Bengkulu. The research was conducted using an on-farm research approach involving farmers. The varieties used were Dena 1 and Anjasmoro, with fertilizer doses based on Information System of Integrated Planting Calendar (Katam) recommendations and Upland soil test kit (PUTK). Fertiliser doses based on Katam. recommendations at the research location were Urea 50 kg ha⁻¹, SP-36 100 kg ha⁻¹, KCl 75 kg ha⁻¹ equivalent to N = 23 kg ha⁻¹, P₂O₅=36 kg ha⁻¹, K₂O = 45 kg ha⁻¹. Fertiliser recommendations from PUTK analysis are Urea 25 kg ha⁻¹, SP-36 100 kg ha⁻¹, KCl 75 kg ha⁻¹ equivalent to N = 11,5 kg ha⁻¹, P₂O₅ = 36 kg ha⁻¹, K₂O = 45 kg ha⁻¹. The design used was Completely Randomized Block Design with one-factor and five replications (Table 1).

The technology applied consisted of complete tillage, *Rhizhoplus* seed treatment 40 g/8 kg of seed, planting method by direct sowing, with a spacing of 40 cm x 20 cm, fertilizer according to the treatment, weed control two times before fertilization, hilling together with weeding, pest management by applying integrated pest management, harvest time was marked by fallen leaves and yellow pods.

Table 1. Soybean technology package (P) in gawangan of immature rubber plant

Technology Package (P)	Description
1	Dena 1 variety, fertilizer recommendation based on Katam recommendation
2	Dena 1 variety, fertilizer recommendation based on PUTK analysis
3	Anjasmoro variety, fertilizer recommendation based on Katam recommendation
4	Anjasmoro variety, fertilizer recommendation PUTK analysis

Data collected consisted of growth components (plant height), yields and yield components (number of branches, number of pods, number of filled pods, number of empty/damaged pods, weight of filled pods, number of filled seeds, number of empty/damaged seeds, number of seeds per plant), input costs and output costs of each technology package. Data on growth and yield components were analyzed using analysis of variance with the model

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

and if there were differences, it was followed by Duncan Multiple Range Test (DMRT).

The technical feasibility of soybean cultivation farming was measured using the analysis of revenue return on cost (R/C ratio) based on the formula,

$$R/C \text{ ratio} = \frac{TR}{TC}$$

Where:

R/C = ratio of revenue and cost

TR = total revenue (Rp/ha)

TC = total cost (Rp/ha)

with decision:

R/C > 1, the farming business is feasible to develop

R/C = 1, farm business is at break-even point (BEP)

R/C < 1, the farming business is not worth developing

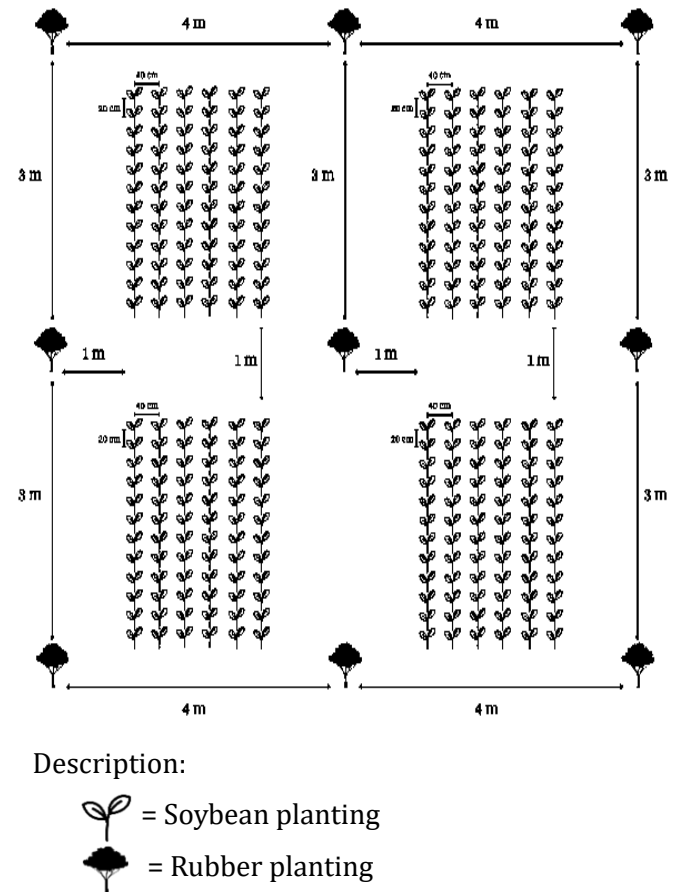


Figure 1. Diagram of rubber and soybean planting

3. Result

Gardu Village is one of the villages in the administrative area of Arma Jaya Sub-district, North Bengkulu Regency. The research area land is located at an altitude of 106 m above sea level (ASL) with undulating flat land conditions. Soil testing using the Dry Soil Test Device (PUTK) shows that the research soil is in zones I and II which have low available P nutrient status, medium available K, slightly acidic pH, and medium C-Organic (Table 2).

Table 2. Actual soil condition of rubber plantation land in Gardu Village, Arma Jaya Subdistrict, North Bengkulu Regency

No	Zone	Test results			
		P	K	pH	C-Org
1	I	Low	Moderate	Slightly acidic	Moderate
2	II	Low	Moderate	Slightly acidic	Moderate

The research area has a marginally suitable P nutrient status (S3), a moderately suitable K status (S2), and a suitable C-Organic nutrient status (S1), according to the parameters of the nutrient status. The C-Organic content falls within the medium category, which is 2 to 3%. In comparison, the slightly acidic pH status shows that the soil at the research site has a pH value range between 5,6 – 6,5 (Ritung *et al.*, 2011). The nutrient status of this soil can be improved using the recommendations of the PUTK (Table 3).

Table 3. Fertilization Recommendations Based on Dry Soil Test Device (PUTK)

Recommendation					
Urea (Kg)	SP- 36 (Kg)	KCl (Kg)	Lime (Kg)	Compost (Kg)	Desc.
50*)	200	100	-	1.000	2 ha
25	200	100	1.000	1.000 ha ⁻¹	1 ha

The components of growth and yield of soybean plants grown on immature rubber spacings showed significant and insignificant results. The components of number of branches, number of empty pods, weight of filled pods per plant (g), number of filled seeds, and seed weight per plant showed significant results. In contrast, plant height, number of filled pods, number of pods, number of empty or damaged seeds, number of seeds, and percent of empty or damaged seeds showed insignificant results (Table 4). DMRT further analysis test at the 5% level on components that showed different results showed P3 and P4 gave the best results (Table 5).

Table 4. Recapitulation of F-test results on growth and yield components of soybean activities in *gawangan* of immature rubber plant

No.	Observed variables	Treatments
1	Plant height	Ns
2	Number of branches	*
3	Number of filled pods	Ns
4	Number of empty/damaged pods	*
5	Number of pods	Ns
7	Weight of filled pods per plant (g)	*
8	Number of filled seeds	*
9	Number of empty/damaged seeds	Ns
10	Number of seeds	Ns
11	Percent of	Ns

empty/damaged seeds		
12	Seed weight per plant	*

Table 5. Mean values of technology treatment package effects on yield and yield components

Treatment	The number of branches	Number of empty/damaged pods	Weight of filled pods per plant (g)	Number of filled seeds	Seed weight per plant (g)
P1	1.56a	1.89b	7.81a	23.96a	3.72a
P2	2.33ab	2.21b	13.89ab	47.20ab	8.47ab
P3	3.68c	2.07b	19.43b	82.82bc	14.10b
P4	3.08bc	0.00a	22.95b	96.03c	15.10b

The calculation of the farm business also shows that P3 and P4 have higher R/C ratio values, although all technology packages are technically feasible to develop because they have R/C ratio values > 1 (Table 6). The similarity between P3 and P4 is that both use the Anjasmoro variety. This shows that the Anjasmoro variety has better performance compared to the Dena 1 variety. Even with different fertiliser recommendations, the Anjasmoro variety is able to produce higher yields than the Dena 1 variety.

Table 6. Analysis of soybean farming on *gawangan* of immature rubber plant in Gardu Village, Armajaya Sub-district, North Bengkulu Regency, Bengkulu Province, 2018.

Description	Treatment (P)			
	P1	P2	P3	P4
Cost (Rp ha ⁻¹)	4.976.600	4.884.350	4.976.600	4.884.350
Production (kg ha ⁻¹)	950	1.040	1.300	1.090
Selling price (Rp.)	6.000	6.000	6.000	6.000
Revenue (Rp.)	5.700.000	6.240.000	7.800.000	6.540.000
Income (Rp.)	723.400	1.355.650	2.823.400	1.655.650
R/C	1,15	1,28	1,57	1,34

4. Discussion

The rubber planted at the research area is approximately two years old and comes from the superior clone PB260 with a planting distance of 5 x 4 m. Farmers generally do not utilise immature rubber plantations, leaving most of them unused. Some farmers utilise the *gawangan* for the cultivation of kencur plants but only for personal

consumption. There are no obstructions from the rubber plant canopy around the research area. This condition causes unobstructed airflow, and sunlight can shine on the soybean plants because they are not yet covered by the plant canopy. Rubber plant crowns will cover each other at the age of 2 years (Sahuri, 2017). If the light intensity is reduced, it will reduce the leaf area even though the leaves play an important role in photosynthesis (Susanto & Sundari, 2010).

The application of fertilisers in accordance with PUTK recommendations can enhance soil nutrient status and potentially elevate the land suitability class from S3 to S2 or even S1, and from S2 to S1. This circumstance demonstrates that if the land is processed in a way that and applying ameliorants to soils that react to acid before fertilization can overcome the deficiencies of each limiting component (Nurmegawati *et al.*, 2021), it has the ability to grow and produce optimal results. The application of N, P and K fertilizer has its technical recommendations. According to Husnain *et al.* (2016), the application of N fertilizer can be done by mixing the fertilizer with the soil before spreading, buried in the soil so that it does not evaporate and giving it in stages 2-3 times in granule form for optimal absorption. P fertilizer is recommended to be applied according to the needs of plants, added organic fertilizer, at a soil pH of 6 - 7 and increased interaction with mycorrhiza. Meanwhile, K fertilizer can be applied at a distance of 2,5 cm beside the plant by burying it.

The number of branches in the P3 and P4 treatments showed significantly different results. This result shows there is no difference between the two treatments. The number of branches in the Anjasmoro variety was higher when compared to the Dena 1 variety. Regarding the component of empty or damaged pods, the Anjasmoro variety also showed the best results with fewer empty or damaged pods in the P4 treatment. The weight of filled pods, filled seeds and seed weight per plant also showed the highest results in the P4 treatment and were not significantly different from P3.

The significant difference in the number of branches in P3 and P4 compared to P1 and P2 is presumed due to genetic factors possessed by Anjasmoro varieties. Based on the description, the number of branches of Anjasmoro ranged from 2,9-5,6 higher when compared to Dena 1 which only ranged from 1-3 branches. So based on the description, the number of branches of the Dena 1 is less than that of the Anjasmoro. Branches on soybean plants are one of the yield components because the position of pods is on branches or leaf

axils (Tamba *et al.*, 2017). The pods produced depend on the number of branches produced. The more the number of branches produced, the more potential the pods will appear (Herawati *et al.*, 2017). Fertilizer treatment also influenced the number of empty or damaged pods in each treatment. The number of empty or damaged pods per plant showed the lowest results in P3 and P4 treatments compared to P1 and P2. This shows that the P3 and P4 treatments produce more number of pithy seeds compared to P1 and P2. In the P1 and P2 treatments, in addition to empty seeds, there were also seeds that were damaged by pests. The low number of empty pods in the P4 treatment was probably due to a lower dose of N fertilizer.

Nitrogen is one of the essential nutrients for plants whose contents have an influence on insect development. Using nitrogen in large quantities can increase plant growth rapidly, especially in the stems and leaves that become dark green and the plants become succulent, making it easier for pests and diseases to attack (Trisnawati *et al.*, 2017). In addition, the application of high amounts of N and rhizobium can suppress nodule growth and reduce nodule activity in tethering N from the air, thus affecting the number of pods formed (Meitasari dan Wicaksono, 2018).

The yield components that showed the highest yields in the P3 and P4 treatments showed that the Anjasmoro variety is a variety that is widely adapted to various environments. The adaptability of the Anjasmoro variety is better compared to the Dena 1 variety. Variations that arise in plant populations grown under the same environmental conditions are caused by variations in the genotypes of individual members of the population. In addition, the application of urea fertilizer could support appropriate growth so that the growth and development of plant vegetative organs becomes optimal, that also help generative development growth. The provision of nitrogen in small amounts with inoculation from rhizobium bacteria and sufficient water availability can increase the production of seed weight of soybean plants (Meitasari dan Wicaksono, 2018).

The use of Anjasmoro varieties in P3 and P4 significantly affected the production and R/C value. Despite applying different fertilizer recommendations, P3 and P4 still produced higher production and R/C value than P1 and P2. These results are in line with the results of research by Kuncahyo *et al.* (2019) who planted nine varieties of soybean on paddy fields in the dry season; Novianto *et al.* (2022) on palm-soybean intercropping pattern and Somantri *et al.* (2019) in monoculture pattern.

The farming R/C ratio of Anjasmoro variety in this study was also higher compared to several studies with different varieties. Nuswantara *et al.* (2019) reported an R/C value of 1,47 for the Grobogan variety with a selling price of IDR 7.916 kg⁻¹. In line with the research of Farikin *et al.* (2016) who also used the Grobogan variety with a selling price of Rp 6.940/kg obtained an R/C ratio of 1,73. Arifin dan Sahrawi (2014) who conducted research in Pakong District, Pamekasan Regency on the Wilis soybean variety obtained an R/C ratio of 1,56. The technology packages that apply fertilizer based on KATAM recommendations (P1 and P3) have higher costs. This is because the amount of urea fertilizer used in this recommendation is higher than the fertilizer based on the PUTK analysis. The higher amount of fertilizer also results in higher fertilizer purchase costs. However, using more fertilizer is not directly proportional to the production. Not all technology packages that applied fertilizer based on the Katam recommendations resulted in higher production compared to the fertilizer technology package with the PUTK recommendations.

The difference in fertilizer recommendations based on Katam recommendations and PUTK analysis lies only in the amount of urea fertilizer dosage. Urea fertilizer is closely related to the availability of N elements that plants will utilize. Prakoso *et al.* (2018) reported that urea fertilization had no effect on the growth and yield of Anjasmoro cultivar soybean. According to Purnamasari dan Tarbiyatul (2016), root nodules formed optimally in soybean can reduce the need for N elements when symbiotic with rhizobium. Root nodules can function as N fixers from the air through N₂ fixation, so these plants only require a small amount of additional N fertilizer.

5. Conclusion

Technology package 3 (P3), which uses the Anjasmoro variety with fertiliser doses based on KATAM recommendations, produces the highest production compared to the other technology packages. Although all technology packages are technically feasible to develop because they have an R/C ratio value >1, this technology package is not only the most feasible to develop because of its better yields, but also because it has the highest R/C ratio value.

The Anjasmoro variety also showed a better performance in comparison to the Dena 1 variety in this study. The Anjasmoro variety still produced higher yields than the Dena 1 variety, despite being grown with different recommended fertiliser doses

(KATAM and PUTK). This suggests that compared to Dena 1, the Anjasmoro variety has a better adaptability.

6. Acknowledgement

We would like to thank the Agricultural Research and Development Agency of the Ministry of Agriculture for funding this research, Darkam Musaddad as head of the Assessment Institute for Agriculture Technology Bengkulu and also Mr. Ir. Syahrial A., M.S for his guidance when writing the manuscript.

7. Declaration of Conflicting Interests

The authors have declared no potential conflicts of interest concerning the study, authorship, and/or publication of this article.

8. References

- Adnyana MO, Kariyasa K. 1999. Potensi Peningkatan Produksi Kedelai di Indonesia Melalui Penelitian Pengembangan dan Pemanfaatan Sumber Pertumbuhan Produksi. *Forum Agro Ekonomi*, 17(1), 38–48.
- Aldillah R. 2015. Proyeksi Produksi dan Konsumsi Kedelai Indonesia. *Ekonomi Kuantitatif Terapan*, 8(1), 9–23. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i2.26469>
- Anjani SR. 2019. Permintaan Kedelai Indonesia. *Jurnal Pemasaran Kompetitif*, 2(2), 1. <https://doi.org/10.32493/jpkpk.v2i2.2455>
- Arifin Z, Sahrawi. 2014. Analisa Usahatani Kedelai Varietas Wilis Pada Lahan Sawah Tadah Hujan Di Desa Klompang Barat Kecamatan Pakong Kabupaten Pamekasan. *Agromix*, 5(2), 26–37. <https://doi.org/10.35891/agx.v5i2.721>
- Atman. 2009. Strategi peningkatan produksi kedelai di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Tambua*, 8, 39–45.
- Farikin M, Saparto, Suharyono E. 2016. Analisis Usahatani Kedelai Varietas Grobogan di Desa Pandanharum Kabupaten Grobogan. *Agromedia*, 34(1), 56–63.
- Herawati N, Hipi A, Aisah, AR, Tantawizal. 2017. Keragaan Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Varietas Kedelai pada Berbagai Pupuk Organik Cair di Lahan Kering Beriklim Kering. Dalam: Pratiwi H, Sulistyio A, Lestari SAD, Sari KP, Kristiono A, Rahajeng W (eds). *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi*. 26 Juli. 2017. hlm165–174.

- Huang J, Pan J, Zhou L, Zheng D, Yuan S, Chen J, Li J, Gui Q, Lin W. 2020. An Improved Double-row Rubber (*Hevea brasiliensis*) Plantation System Increases Land Use Efficiency by Allowing Intercropping with Yam Bean, Common Bean, Soybean, Peanut, and Coffee : A 17-year Case Study on Hainan Island, China. *Journal of Cleaner Production*, 263, 121493. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121493>
- Husnain, Kasno A, Rochayati S. 2016. Pengelolaan Hara dan Tenologi Pemupukan Mendukung Swasembada Pangan di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 10(1), 25–36.
- Kuncahyo A, Agustiansyah A, Ermawati E, Pramono E. 2019. Studi Pertumbuhan, Produksi, dan Mutu Benih Sembilan Varietas Kedelai (*Glycine max*[L.] Merrill) Yang ditanam di Lahan Sawah Musim Kemarau. *Jurnal Agrotek Tropika*, 7(2), 343–349. <https://doi.org/10.23960/jat.v7i2.3257>
- Mahdoh, Risyanto H. 2018. Analisis Pengaruh Konsumsi Kedelai, Produksi Kedelai Dan Cadangan Devisa Terhadap Impor Kedelai Di Indonesia. *I-ECONOMICS: A Research Journal on Islamic Economics*, 4(2), 180–193. <https://doi.org/10.19109/ieconomics.v4i2.2736>
- Mawarni L. 2011. Kajian Awal Varietas Kedelai Tahan Naungan untuk Tanaman Sela pada Perkebunan Kelapa Sawit The Early Study of Shading Tolerance of Soybean Varieties for Oil Palm Plantation Pendahuluan Bahan dan Metode. *Jurnal Ilmu Pertanian KULTIVAR*, 5(2), 54–59.
- Meitasari AD, Wicaksono KP. 2018. Inokulasi Rhizobium dan Perimbangan Nitrogen pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* (l) merrill) varietas Wilis. *PLANTROPICA Journal of Agricultural Science*, 2(1), 55–63.
- Purnamasari M, Tarbiyatul M. 2016. Pengaruh Pemupukan Terhadap Peningkatan Produksi Kedelai di Kabupaten Kutai Kartanegara. Dalam: Surahman M, dkk (eds). *Prosiding Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Institut Pertanian Bogor 2016*. Bogor 1 Desember. 2016. hlm54–61.
- Novianto, Effendy I, Bahri S. 2022. Pengaruh Pemotongan Ujung Pelepah Kelapa Sawit Terhadap Produksi Berbagai Varietas Kedelai Melalui Pola Intercropping Sawit-Kedelai. *Gontor AGROTECH Science Journal*, 8(1), 9–17. <https://doi.org/10.21111/agrotech.v7i1.454>
- Nurmegawati, Sari WM, Damiri A, Wahyuni T, Calista I, Sastro Y, Oktavia Y, Yahumri, Yartiwi. (2021). Soil fertility management of rainfed rice fields in Bengkulu Province, Indonesia. *E3S Web of Conferences*, 306, 1–7. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202130604025>
- Nuswantara B, Prihtanti TM, Banjarnahor DRV, Suprihati S, Nadapdap HJ. 2019. Kelayakan Ekonomi Usahatani Kedelai Varietas Grobogan di Kabupaten Semarang. *Unri Conference Series: Agriculture and Food Security*, 1, 134–141. <https://doi.org/10.31258/unricsagr.1a18>
- Oktavia F, Panambangtua AP. 2019. Daya Hasil Kedelai Varietas Dena 1 dan Anjasmoro di Bawah Tegakan Kelapa Dalam dan Kelapa Genjah yang Telah Menghasilkan. *Prosiding Seminar Nasional Peran Komoditas Unggulan Daerah Mendukung Pencapaian Target Produksi Nasional*. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan. Kementerian Pertanian. Hal : 303-310.
- Permadi GS.2015. Analisis Permintaan Impor Kedelai Indonesia. *Ekonomi Regional*, 10(1), 23–31.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2022. Statistik Konsumsi Pangan Tahun 2022. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Prakoso DI, Indradewa D, Sulistyaningsih E. 2018. Pengaruh Dosis Urea terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai (*Glycine max* L. Merr.) Kultivar Anjasmoro. *Vegetalika*, 7(3), 16. <https://doi.org/10.22146/veg.35931>
- Ritung S, Nugroho K, Mulyani A, Suryani E. 2011. *Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian*. Bogor: Balai Besa Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Rodrigo VH, Stirling C, Teklehaimanot Z, Nugawela A. 2001. Intercropping With Banana to Improve Fractional Interception and Radiation-use Efficiency of Immature Rubber Plantations. *Field Crops Research*, 69(3), 237–249. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(00\)00147-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0378-4290(00)00147-7)
- Sahuri. 2017. Pengaturan Pola Tanam Karet (*Hevea brasiliensis* Muell . Arg .) untuk Tumpang Sari Jangka Panjang. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 22(1), 46–51. <https://doi.org/10.18343/jipi.22.1.46>

- Sahuri. 2019. Teknologi Tumpangsari Karet-Tanaman Pangan: Kendala dan Peluang Pengembangan Berkelanjutan. *Jurnal Litbang Pertanian*, 38(1), 23-34. <https://doi.org/10.21082/jp3.v38n1.2019.p23-34>
- Sahuri, Cahyo AN, Nugraha IS. 2016. Pola Tumpang Sari Karet-Padi Sawah Pada Tingkat Petani di Lahan Pasang Surut (Studi Kasus Di Desa Nusantara, Kecamatan Air Sugihan, Kabupaten OKI, Provinsi Sumatera Selatan). *Warta Perkaratan*, 35(2), 107-120.
- Sitanggang KD, Rini CY. 2019. Produksi Kedelai Dena 1 (*Glycine max* (L) Merrill.) di Bawah Tegakan Kelapa Sawit. *Jurnal Agroplasma*, 6(1), 7-12. <https://doi.org/10.36987/agr.v6i1.169>
- Somantri RU, Syahri S, Thamrin T. 2019. Keragaan Agronomis dan Kelayakan Usahatani Kedelai yang Dibudidayakan Secara Monokultur dan Polikultur di Sumatera Selatan. *Jurnal Lahan Suboptimal : Journal of Suboptimal Lands*, 8(2), 159-172. <https://doi.org/10.33230/jlso.8.2.2019.426>
- Susanto G, Sundari T. 2010. Pengujian 15 Genotipe Kedelai Pada Kondisi Intensitas Cahaya 50% dan Penilaian Karakter Tanaman Berdasarkan Fenotipnya. *Indonesian Journal of Biology*, 6(3), 459-471.
- Tamba H, Irmansyah T, Hasanah Y. 2017. Respons Pertumbuhan dan Produksi Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) Terhadap Aplikasi Pupuk Kandang Sapi dan Pupuk Organik Cair. *Agroekoteknologi*, 5(2), 307-315.
- Tistama R, Dalimunthe CI, Sembiring YRV, Fauzi IR, Hastuti RD, Suharsono. 2016. Tumpangsari Sorgum dan Kedelai untuk Mendukung Produktivitas Lahan TBM Karet. *Jurnal Penelitian Karet*, 34(1), 61-76.
- Trisnawati DW, Putra NS, Purwanto BH. 2017. Pengaruh Nitrogen dan Silika terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Spodoptera litura (Lepidoptera: Noctuidae) pada Kedelai. *Planta Tropika: Journal of Agro Science*, 5(1), 52-61. <https://doi.org/10.18196/pt.2017.071.52-61>
- Watkins M, Castlehouse H, Hannah M, Nash DM. 2012. Nitrogen and Phosphorus Changes in Soil and Soil Water after Cultivation. *Applied and Environmental Soil Science*, vol. 2012, Article ID 157068, 10 pages, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/157068>
- Xianhai Z, Mingdao C, Weifu L. 2012. Improving Planting Pattern for Intercropping in the Whole Production Span of Rubber Tree. *African Journal of Biotechnology*, 11(34), 8484-8490. <https://doi.org/10.5897/AJB11.3811>
- Zakaria AK. 2016. Kebijakan Pengembangan Budi Daya Kedelai Menuju Swasembada Melalui Partisipasi Petani. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 8(3), 259. <https://doi.org/10.21082/akp.v8n3.2010.259-272>

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⁻¹**, 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**. Biaya cetak untuk naskah yang telah disetujui adalah **Rp. 800.000**.