

Perbedaan Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Akibat Pemberian Berbagai Dosis Kompos Daun Trembesi dan *Bacillus subtilis*

Shantosa Yudha Siswanto^{1*)}, Aurelia Puspa Triana²⁾, Marendra Ishak Sonjaya Sule³⁾

¹⁾Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Sub Lab Konservasi Tanah dan Air. Jalan Raya Bandung-Sumedang Km. 21 Jatinangor, Sumedang. e-mail: shantosa@unpad.ac.id

²⁾ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Jalan Raya Bandung-Sumedang Km. 21 Jatinangor, Sumedang. e-mail: aurelia20005@mail.unpad.ac.id

³⁾Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Sub lab Evaluasi Lahan. Jalan Raya Bandung-Sumedang Km. 21 Jatinangor, Sumedang. e-mail: marendra@unpad.ac.id

* Koresponden: shantosa@unpad.ac.id

ABSTRAK

Produksi akan sawi hijau di Indoensia selalu mengalami peningkatan setiap tahunnya, hal ini menandakan permintaan akan sawi hijau meningkat setiap tahunnya hal ini dapat memicu budidaya pertanian yang intensif tanpa penerapan konservasi tanah yang baik. Selain itu, budidaya tanaman sawi kerap kali dilakukan di areal lahan miring yang rentan terhadap erosi. Hal tersebut dapat merusak sifat fisika, biologi, dan kimia tanah. Solusi dari permasalahan tersebut salah satunya ialah pengaplikasian bahan organik berupa kompos daun trembesi dan bakteri *Bacillus subtilis*. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh beberapa taraf dosis kompos daun trembesi dan *Bacillus subtilis* terhadap pertumbuhan tanaman sawi khususnya tinggi tanaman. Penelitian dilaksanakan di Rumah Kaca, Kebun Percobaan Ciparanje, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran dan Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran pada bulan Mei hingga Agustus 2024. Rancangan percobaan yang dilakukan yaitu Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola Faktorial dengan dua faktor yang terdiri masing-masing tiga perlakuan dalam tiga kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi antara kompos daun trembesi dan *Bacillus subtilis* terhadap tinggi tanaman sawi, namun pemberian aplikasi dosis kompos daun trembesi 20 ton ha⁻¹ dan 25 ton ha⁻¹ berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot segar sawi. Sedangkan, pemberian dosis *Bacillus subtilis* tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot segar sawi.

Kata Kunci: Tinggi tanaman, sawi hijau, *Bacillus subtilis*, kompos daun trembesi

The Growth of Mustard Greens (*Brassica juncea* L.) as Affected by Various Doses of Trembesi Leaf Compost and *Bacillus subtilis*

ABSTRACT

The production of green mustard in Indonesia has consistently increased each year, indicating that the demand for green mustard is rising annually. This trend can lead to intensive agricultural practices without the proper implementation of soil conservation measures. Additionally, mustard cultivation is often carried out on sloping land, which is prone to erosion. This can damage the physical, biological, and chemical properties of the soil. One solution to address this issue is the application of organic materials such as trembesi leaf compost and *Bacillus subtilis* bacteria. This study aimed to analyse the effects of various doses of trembesi leaf compost and *Bacillus subtilis* on the growth of green mustard, particularly plant height. The research had been conducted at the Greenhouse of the Ciparanje Experimental Farm and the Soil Biology Laboratory, Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran, from May to August 2024. The experimental design employed a Factorial Randomized Block Design (RBD) with two factors, each consisting of three treatments and three replications. The results showed no interaction effects between trembesi leaf compost and *Bacillus subtilis* on the plant height of green mustard. However, the application of trembesi leaf compost at doses of 20 tons ha⁻¹ and 25 tons ha⁻¹ significantly increased plant height, leaf number, or fresh weight of green mustard. In contrast, the application of *Bacillus subtilis* doses gave no significant affect on plant height, leaf number, or fresh weight of green mustard.

Keywords: plant height, green mustard, *Bacillus subtilis*, trembesi leaf compost

PENDAHULUAN

Berdasarkan data yang diperoleh dari lembaga PUSDATIN (2020) terkait konsumsi komoditas sayuran sawi di Indonesia mengalami peningkatan konsumsi sebesar 5 ton pada tahun 2018 berjumlah sebesar 596.000 ton kemudian mengalami peningkatan pada tahun 2019 menjadi 601.000 ton. Dalam memenuhi tingkat konsumsi sawi perlu dilakukan peningkatan budidaya tanaman sawi. Andisols merupakan tanah yang baik dimanfaatkan untuk lahan pertanian seperti sawi karena sifatnya yang subur. Permasalahan utama dari Andisols yaitu terkait stabilitas agregat yang rendah dan peka terhadap erosi [1].

Budidaya tanaman yang praktiknya tidak memerhatikan konservasi tanah dan air, seperti penanaman sawi di lahan miring, akan menyebabkan tingginya erosi. Erosi yang terjadi akan merusak sifat fisika, kimia, dan biologi tanah yang dapat berpengaruh terhadap penurunan produktivitas hasil tanaman. Dalam mendukung aktivitas budidaya pertanian yang berkelanjutan diperlukan adanya perbaikan sifat-sifat tanah. Penggunaan bahan organik seperti kompos daun trembesi beserta bakteri *Bacillus subtilis* dapat ditujukan dalam menjaga bahkan memperbaiki sifat-sifat tanah khususnya sifat fisik tanah. Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa penggunaan bahan organik dan bakteri dapat memiliki potensi tinggi untuk konservasi pertanian [2].

Kompos daun trembesi adalah pupuk organik yang terbuat dari daun tanaman trembesi (*Samanea saman*) yang telah mengalami proses dekomposisi oleh mikroba. Kompos ini termasuk ke dalam pupuk organik sehingga ramah lingkungan karena memanfaatkan sampah daun yang ada di lingkungan sekitar [3]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Darma *et al* [4] menyatakan bahwa kandungan daun trembesi memiliki unsur hara N Total sebesar 4,20%. Dapat dikatakan bahwa kompos daun trembesi memiliki hara nitrogen yang tinggi yang dapat mendukung pertumbuhan pada tanaman yang memiliki organ target daun

seperti sawi. Selain itu, bahan organik berpengaruh dalam memperbaiki sifat fisika tanah seperti menurunkan bobot isi, meningkatkan porositas total, permeabilitas, dan indeks stabilitas agregat tanah [5].

Bacillus subtilis adalah bakteri yang dapat menghasilkan eksopolisakarida yang digunakan sebagai agen perekat dalam membantu dalam memperbaiki stabilitas agregat tanah seperti Andisols. *Bacillus subtilis* merupakan bakteri non-patogen yang dapat ditemukan secara alami di dalam tanah [6]. *Bacillus* merupakan salah satu bakteri PGPR (*Plant Growth Promotion Rhizobacteria*) yang memiliki kemampuan dalam memfiksasi N₂, pelarutan fosfat, dan membantu sintesis fitohormon IAA (Indole 3-Acetic Acid) yang berfungsi dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman [7]. Selain itu, senyawa eksopolisakarida yang dihasilkan bakteri ini dapat membantu dalam memperbaiki sifat-sifat tanah.

Penggunaan bahan organik dan bakteri penting dalam memperbaiki sifat fisika, kimia, dan biologi untuk menunjang pertumbuhan tanaman sawi. Penggunaan bahan organik dan bakteri diharapkan mampu dalam meningkatkan produktivitas tanaman sawi serta dapat menciptakan budidaya pertanian yang berkelanjutan. Dengan demikian penelitian ini akan membahas terkait penggunaan bahan organik dan bakteri dalam mendukung komponen pertumbuhan sawi hijau.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei hingga Agustus 2024 yang berlokasi di Rumah Kaca, Kebun Percobaan Ciparanje, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran dengan ketinggian 722 mdpl. Analisis kepadatan mikrob, pengkulturan bakteri, dan analisis eksopolisakarida dilaksanakan di Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola Faktorial dengan dua faktor dalam tiga kali ulangan, yaitu:

Faktor I : Taraf dosis kompos daun trembesi (B) terdiri dari tiga taraf perlakuan yaitu:

- b_0 = Kontrol (tanpa kompos daun)
- b_1 = 20 ton ha⁻¹ (66 g tanaman⁻¹)
- b_2 = 25 ton ha⁻¹ (83 g tanaman⁻¹)

Faktor II : Bakteri *Bacillus subtilis* (M) terdiri dari tiga taraf perlakuan yaitu:

- m_0 = Kontrol (tanpa bakteri)
- m_1 = 15 mL kepadatan 10⁹ CFU mL⁻¹
- m_2 = 20 mL kepadatan 10⁹ CFU mL⁻¹.

Kombinasi perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1. Dengan demikian, total percobaan sebesar 27 satuan percobaan. Variabel respon yang diamati berupa tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), dan bobot segar tanaman sawi (g).

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan antara Kompos Daun Trembesi dan *Bacillus subtilis*

Kompos Daun Trembesi (b)	<i>Bacillus subtilis</i> (m)		
	m_0	m_1	m_2
b_0	b_0m_0	b_0m_1	b_0m_2
b_1	b_1m_0	b_1m_1	b_1m_2
b_2	b_2m_0	b_2m_1	b_2m_2

Media tanam yang digunakan dalam percobaan merupakan tanah *top soil* Andisols yang diambil secara komposit dari lapisan olah 0 cm hingga kedalaman 30 cm. Tanah yang telah diambil kemudian dikeringanginkan dan dibersihkan dari kotoran, gulma-gulma, sampah dan lainnya. Selanjutnya, tanah diayak menggunakan saringan berdiameter 5 mm sehingga menghasilkan tanah dengan butiran agregat yang sama. Tanah yang telah diayak dimasukkan ke dalam *soil box* dan diberi perlakuan. Media semai yang digunakan berupa campuran *top soil* Andisols dan

kompos dengan perbandingan 1:1 yang dimasukkan ke dalam *seed tray*.

Inokulum bakteri yang digunakan adalah *Bacillus subtilis* koleksi Laboratorium Biologi Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran pada agar miring NA (Nutrient Agar) dengan komposisi peptone, yeast extract, agar, air destilasi, dan NaCl. Isolat *Bacillus subtilis* ditambahkan 10 ml NaCl fisiologis lalu di inokulasikan ke dalam 150 mL NB di tabung erlenmeyer, kemudian dikocok menggunakan *shaker* selama 72 jam. Kemudian, inokulan dipindahkan ke dalam jerigen berisi 1500 mL NB dikocok selama 72 jam pada *shaker* dengan kecepatan 115 rotasi per menit (rpm) pada temperatur kamar. Selanjutnya, dihitung populasi dengan metode *Total Plate Counting* (TPC) hingga kepadatan bakteri mencapai 10⁹ CFU/mL.

Kegiatan pemeliharaan dilakukan yaitu: Penyiraman dilakukan secara rutin setiap hari selama masa pertumbuhan, penyiangan dilakukan secara manual dengan mencabut gulma yang tumbuh di sekitar pertanaman sawi, pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan cara yaitu disemprotkan pestisida. Pengamatan tinggi tanaman dilakukan setiap satu minggu sekali mulai dari 2 MST hingga 5 MST.

Data mentah yang diperoleh dilakukan uji normalitas untuk mengetahui sebaran data mengikuti sebaran normal menggunakan uji Shapiro-Wilk. Jika data tidak menyebar normal, maka dilakukan transformasi data. Data yang menyebar normal dilakukan analisis ragam pada taraf nyata 5% untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diujikan. Jika hasil analisis ragam berpengaruh nyata, maka akan dilanjutkan dengan uji lanjut jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5% untuk mengetahui perbedaan nilai rata-rata antar perlakuan. Analisis statistik menggunakan program Smartstat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Kompos Daun Trembesi dan *Bacillus subtilis* terhadap Tinggi Tanaman Sawi

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara dosis kompos daun trembesi dan dosis *Bacillus subtilis* berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman sawi yang diamati. Hal ini disebabkan bahan organik yang terdapat dalam kompos daun trembesi belum dapat mencukupi sumber makanan *Bacillus subtilis* untuk meningkatkan aktivitas bakteri tersebut. Bakteri membutuhkan bahan organik dalam perkembangan dan pertumbuhan mikrob^[8]. *B. subtilis* akan memanfaatkan bahan organik sebagai sumber makanan yang terdapat dalam kompos daun trembesi^[9]. Selain itu, penambahan bahan organik juga dapat meningkatkan aktivitas mikrob^[10].

Tabel 2. Pengaruh Mandiri Kompos Daun Trembesi terhadap Tinggi Tanaman pada 2-5 MST

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)			
	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST
Dosis Kompos Daun Trembesi				
b ₀	9,97	15,67 a	17,92 a	20,27
b ₁	11,17	19,08 b	21,74 b	24,02
b ₂	10,94	18,60 b	21,15 b	23,40
Dosis <i>Bacillus subtilis</i>				
m ₀	10,28	16,94	19,69	21,90
m ₁	11,03	18,37	20,84	23,27
m ₂	10,78	18,05	20,28	22,51

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama, tidak berbeda nyata menurut Uji Lanjut Duncan pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa perlakuan kompos daun trembesi secara mandiri berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman sawi pada 3 MST dan 4 MST. Pada saat 3 MST aplikasi kompos daun trembesi 20 ton ha⁻¹ dan 25 ton ha⁻¹ mampu meningkatkan tinggi tanaman sawi yang berbeda nyata jika dibandingkan dengan

kontrol yaitu secara berturut-turut meningkat sebesar 21,76% dan 18,70%. Pada saat 4 MST aplikasi kompos daun trembesi 20 ton ha⁻¹ dan 25 ton ha⁻¹ mampu meningkatkan tinggi tanaman sawi yang berbeda nyata jika dibandingkan dengan kontrol yaitu secara berturut-turut meningkat sebesar 21,32% dan 18,02%. Hal ini dikarenakan unsur hara yang terdapat pada kompos daun trembesi cukup lengkap. Nitrogen yang terkandung dalam kompos daun trembesi merupakan unsur hara utama yang dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan pembentukan organ vegetatif seperti batang, daun dan akar^[11]. Penyediaan unsur hara yang cukup dapat memberikan pengaruh positif dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman sawi^[12].

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa perlakuan *Bacillus subtilis* secara mandiri tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman sawi pada 2 MST hingga 5 MST. Hal ini diduga karena aplikasi *B. subtilis* menghasilkan efek antagonisme terhadap bakteri indigenous yang terdapat pada tanah. Bakteri *Bacillus Subtilis* mampu berperan sebagai antagonis melalui mekanisme antibiosis dan kompetisi baik ruang maupun nutrisi untuk mempertahankan populasi bakteri tersebut^[13]. Mekanisme antagonis *Bacillus Subtilis* terjadi karena *Bacillus subtilis* memiliki kecepatan tumbuh yang tinggi sehingga bakteri ini akan berkompetisi dengan bakteri indigenous. Dengan demikian, *Bacillus subtilis* belum dapat memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan tinggi tanaman sawi.

Pengaruh Kompos Daun Trembesi dan *Bacillus subtilis* terhadap Jumlah Daun Tanaman Sawi

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara dosis bahan organik dan dosis bakteri sehingga berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah daun sawi.

Berdasarkan Tabel 3 terkait hasil analisis pengaruh mandiri kompos daun trembesi terhadap jumlah daun sawi tidak

menunjukkan pengaruh nyata terkait peningkatan jumlah daun tanaman sawi. Hal ini dapat disebabkan aplikasi pemberian kompos daun trembesi belum menunjang pertumbuhan jumlah daun tanaman sawi terkait kebutuhan hara tanaman sawi. Berdasarkan hal tersebut, aplikasi yang diberikan pada penelitian ini membutuhkan pemupukan susulan menggunakan pupuk anorganik. Jumlah daun tanaman sawi tertinggi pada aplikasi dosis kompos daun trembesi secara mandiri terdapat pada dosis 20 ton ha⁻¹ (dari 2 MST hingga 5 MST) yaitu sebesar 11,78 helai (Tabel 3), tetapi tidak berbeda nyata dengan aplikasi bahan organik lainnya.

Tabel 3. Pengaruh Mandiri Bahan Organik dan *Bacillus subtilis* terhadap Jumlah Daun Sawi 2-5 MST

Aplikasi	Jumlah Daun (helai)			
	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST
Dosis Kompos Daun Trembesi (B)				
b ₀	5,76 a	8,53 a	10,92 a	11,14 a
b ₁	6,25 a	9,39 a	11,78 a	11,67 a
b ₂	6,22 a	9,22a	11,64 a	11,53 a
Dosis <i>Bacillus subtilis</i>				
m ₀	5,95 a	8,75 a	11,14 a	11,78 a
m ₁	6,22 a	9,25 a	11,67 a	12,53 a
m ₂	6,06 a	9,14 a	11,53 a	11,89 a

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama, tidak berbeda nyata menurut Uji Lanjut Duncan pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan data pada Tabel 3 terkait hasil analisis pengaruh mandiri bakteri *Bacillus subtilis* terhadap jumlah daun sawi, aplikasi bakteri tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap peningkatan jumlah daun tanaman sawi. Aplikasi dosis bakteri secara mandiri tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah daun sawi. Pemberian dosis bakteri 15 mL memberikan total jumlah daun tertinggi sebesar 12,53 helai (dari 2 MST hingga 5 MST), tetapi tidak berbeda nyata dengan aplikasi lainnya. Aplikasi bakteri *B. subtilis* secara langsung kedalam tanah

dengan inokulum cair diduga tidak efektif karena bakteri akan menempel pada partikel tanah, sehingga menghambat pergerakan vertikal dan kemampuan bakteri tersebut dalam menjajah sistem akar pada profil tanah bawah permukaan^{[14][15]}. Penggunaan *carrier* bisa menjadi solusi yang efektif untuk mengatasi ketiakterhasilan aplikasi secara langsung^[16].

Pengaruh Kompos Daun Trembesi dan *Bacillus subtilis* terhadap Bobot Segar Tanaman Sawi

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara dosis bahan organik dan dosis bakteri terhadap bobot segar sawi. Tidak adanya pengaruh interaksi ini diduga karena komposisi dan kandungan nutrisi pada kompos daun trembesi yang digunakan belum optimal untuk mendukung peningkatan hasil bobot segar sawi. Kandungan bahan organik yang rendah juga dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan *Bacillus subtilis* karena bakteri akan memanfaatkan bahan organik yang terdapat dalam kompos daun trembesi sebagai sumber makanan^[9]. *Bacillus* sp. adalah bakteri PGPR (*Plant Growth Promotion Rhizobacteria*) yang memiliki kemampuan dalam memfiksasi N₂, pelarutan fosfat, dan membantu sintesis fitohormon IAA (Indole 3-Acetic Acid) yang berfungsi dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman^[7].

Berdasarkan Tabel 4 Aplikasi dosis kompos daun trembesi memberikan berpengaruh yang tidak nyata terhadap peningkatan bobot segar sawi. Pada penelitian ini telah diberikan pupuk dasar NPK 16:16:16 sebanyak 150 kg.ha⁻¹ atau setara dengan 24 kg.ha⁻¹ N, 24 kg.ha⁻¹ P, dan 24 kg.ha⁻¹ K. Sementara itu, organ target yang dipanen pada tanaman sawi merupakan daun yang termasuk dalam masa pertumbuhan vegetatif sehingga membutuhkan lebih banyak nitrogen dalam pertumbuhan dan perkembangan tanamannya guna mengoptimalkan peningkatan jumlah daun sawi. Menurut Sarif *et al*^[17] tanaman

sawi memerlukan nitrogen sebesar 92 kg.ha⁻¹ sehingga pemberian pupuk dasar dan kompos daun trembesi belum dapat memenuhi kebutuhan hara tanaman sawi khususnya unsur nitrogen. Ketersediaan unsur hara nitrogen yang rendah akan memperlambat pertumbuhan tanaman.

Tabel 4. Pengaruh Mandiri Bahan Organik dan *Bacillus subtilis* terhadap Bobot Segar Sawi

Aplikasi	Bobot Segar Sawi (g)	Kenaikan (%)
Dosis Kompos Daun Trembesi		
b ₀ (Kontrol)	31,53 a	-
b ₁ (20 ton ha ⁻¹)	48,89 a	55,06%
b ₂ (25 ton ha ⁻¹)	44,97 a	42,63%
Dosis Bakteri Pemantap Agregat (BPA)		
m ₀ (Kontrol)	36,94 a	-
m ₁ (15 mL BPA)	45,39 a	22,88%
m ₂ (20 mL BPA)	43,06 a	16,57%

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama, tidak berbeda nyata menurut Uji Lanjut Duncan pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan Tabel 4 Aplikasi dosis BPA secara mandiri tidak memberikan pengaruh nyata terhadap bobot segar sawi. Pada dosis BPA 15 mL memberikan nilai sebesar 22,88%, tetapi tidak berbeda nyata dengan aplikasi lainnya. Pada penelitian ini aplikasi BPA dilakukan disiramkan secara langsung menggunakan media NB cair. Diduga aplikasi BPA *B. Subtilis* secara langsung ke dalam tanah dengan inokulum cair tidak efektif ^{[14][15]}. Penggunaan *carrier* bisa menjadi solusi yang efektif dalam mengatasi ketidakberhasilan aplikasi secara langsung ^[16].

KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi antara kompos daun trembesi dan *Bacillus subtilis* yang memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot segar sawi. Akan tetapi, terdapat pengaruh mandiri dari

kompos daun trembesi terhadap tinggi tanaman sawi.

Ucapan terima kasih

Terima kasih untuk Universitas Padjadjaran yang telah mendukung penelitian ini. Skema pendanaan yang digunakan adalah skema RPLK (Riset Percepatan Lektor Kepala) Unpad.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Pujawan, A. Afandi, H. Novpriansyah, and K. E. S. Manik, "Kemantapan Agregat Tanah pada Lahan Produksi Rendah dan Tinggi di PT. Great Giant Pineapple," *Jurnal Agrotek Tropika*, vol. 4, no. 1, Jan. 2016, doi: 10.23960/jat.v4i1.1915.
- [2] Ibrahim, N. Voncir, And, and A. M. Hassan, "Effect of Some Leguminous Green Manure Sources and NPK Levels on Growth Parameters of Maize (*Zea mays* L.)," *Ife Journal of Agriculture*, vol. 34, no. 1, pp. 87–103, Apr. 2022, Accessed: Aug. 30, 2024. [Online]. Available: <https://ija.oauiife.edu.ng/index.php/ija/article/view/648>
- [3] M. A'la and W. Winarsih, "Pengurangan Jejak Karbon (C) pada Serasah Daun Angsana (*Pterocarpus Indicus*) dan Daun Trembesi (*Samanea Saman*) Melalui Metode Pengomposan Lubang Resapan Biopori Inovatif," *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, vol. 10, no. 2, pp. 234–244, Jul. 2021, doi: 10.26740/lenterabio.v10n2.p234-244.
- [4] S. Darma, S. Ramayana, Sadaruddin, and B. Suprianto, "Investigasi Kandungan C Organik, N, P, K dan C/N ratio Daun Tanaman Buah Untuk Bahan Pupuk Organik," *Agroteknologi Tropika Lembab*, vol. 3, no. 1, pp. 12–18, 2020.

- [5] Muyassir, Saputra, and Iwan, "Perubahan Sifat Fisika Inceptisol Akibat Perbedaan Jenis dan Dosis Pupuk Organik," *Lentera: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, vol. 12, no. 1, p. 150369, 2012, Accessed: Nov. 09, 2023. [Online]. Available: <https://www.neliti.com/publications/150369/>
- [6] F. Syarif, G. Mahadika Davino, and M. Ferry Ardianto, "Penerapan Teknik Biocementation Oleh Bacillus Subtilis Dan Pengaruhnya Terhadap Permeabilitas Pada Tanah Organik," *JURNAL SAINTIS*, vol. 20, no. 01, pp. 47–52, Apr. 2020, doi: 10.25299/saintis.2020.vol20(01).4809.
- [7] S. Nugroho Hadi, R. Syaeful Bahtiar, I. Widiyawati, and W. Cahyani, "Respon Pertumbuhan dan Hasil Padi Gogo Terhadap Aplikasi Bacillus sp Rizosfer Tanaman Singkong," *Vegetalika*, vol. 13, no. 3, pp. 246–259, Aug. 2024, doi: 10.22146/VEG.82748.
- [8] I. Farabi, Z. Zuraida, and Y. Jufri, "Kombinasi Kompos Trembesi dan Eco Farming terhadap Serapan Hara N, P, K dan Pertumbuhan Jagung (*Zea mays*) pada Inceptisol," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, vol. 8, no. 1, pp. 389–397, Feb. 2023, doi: 10.17969/jimfp.v8i1.23070.
- [9] Susilawati, E. Budhisurya, R. C. W. Anggono, and B. H. Simanjuntak, "Analisis Kesuburan Tanah dengan Indikator Mikroorganisme Tanah pada Berbagai Sistem Penggunaan Lahan di Plateau Dieng," *Agric*, vol. 25, no. 1, p. 64, Feb. 2016, doi: 10.24246/agric.2013.v25.i1.p64-72.
- [10] D. S. Sara, R. Hindersah, and M. R. Setiawati, "Pengaruh Kombinasi Pupuk NPK dengan Suplemen Pupuk Organik Cair terhadap Jumlah Bakteri dan Jamur Total di Rizosfer serta Hasil Tanaman Sawi Putih (*Brassica pekinensis* L.) pada Andisols Lembang," *Soilrens*, vol. 18, no. 2, pp. 44–48, Feb. 2021, doi: 10.24198/soilrens.v18i2.32076.
- [11] A. A. Suhastyo and F. T. Raditya, "Respon Pertumbuhan dan Hasil Sawi Pagoda (*Brassica Narinosa*) terhadap Pemberian Mol Daun Kelor," *Agrotechnology Research Journal*, vol. 3, no. 1, pp. 56–60, Jun. 2019, doi: 10.20961/agrotechresj.v3i1.29064.
- [12] I. Istarofah and Z. Salamah, "Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) dengan Pemberian Kompos Berbahan Dasar Daun Paitan (*Thitonia diversifolia*)," *BIO-SITE |Biologi dan Sains Terapan*, vol. 3, no. 1, pp. 39–46, Jan. 2018, Accessed: Dec. 07, 2024. [Online]. Available: <https://mail.online-journal.unja.ac.id/BST/article/view/3612>
- [13] A. Beneduzi, A. Ambrosini, and L. M. P. Passaglia, "Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): their potential as antagonists and biocontrol agents," *Genet Mol Biol*, vol. 35, no. 4 suppl 1, pp. 1044–1051, 2012, doi: 10.1590/S1415-47572012000600020.
- [14] T. Elsakhawy, A. Ghazi, and M. A. Abdel-Rahman, "Developing Liquid Rhizobium Inoculants with Enhanced Long-Term Survival, Storage Stability, and Plant Growth Promotion Using Ectoine Additive," *Curr Microbiol*, vol. 78, no. 1, pp. 282–291, Jan. 2021, doi: 10.1007/s00284-020-02265-z.
- [15] T. Palhares Farias, B. Lima Soares, C. S. Barbosa D'Eça, and F. M. de Souza Moreira, "Polymeric formulations of liquid inoculants with rhizobia exopolysaccharides increase the survival and symbiotic efficiency of elite Bradyrhizobium strains," *Arch Microbiol*, vol. 204, no. 3, p. 177, Mar. 2022, doi: 10.1007/s00203-022-02779-z.
- [16] P. Sashidhar *et al.*, "Biochar for delivery of agri-inputs: Current status and future perspectives," *Science of The Total Environment*, vol. 703, p. 134892, Feb. 2020, doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.134892.

- [17] P. Sarif, A. Hadid, and I. Wahyudi, "Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L.) Akibat Pemberian Berbagai Dosis Pupuk Urea Growth and Yield of Mustard (*Brassica juncea*L.) as Consequences of the Application of Various Rates of Urea Fertilizer," *J. Agrotekbis*, vol. 3, no. 5, pp. 585–591, 2015.