

Uji Efektivitas Kombinasi Pupuk Hayati Berbasis *Bacillus* dan NPK Terhadap Laju Pertumbuhan Fase Pembibitan Sawi Pagoda (*Brassica Narinosa*)

Nazar Affandi Rahmat Budi^{1*}, Muhammad Haikal Rahman², Ghina Ulfah Fadhillah Lubis³, Dinda Putri Cahyani⁴

¹⁻⁴ Fakultas Ilmu Matematika dan Pengetahuan Alam Militer, Universitas Pertahanan Republik Indonesia, Bogor

*Corresponding email: nazaraffandi31@gmail.com

Abstrak: Fase pembibitan merupakan masa kritis dalam budidaya sawi pagoda (*Brassica narinosa*), di mana penggunaan pupuk anorganik seperti NPK sering memicu cekaman abiotik akibat stres osmotik pada sistem perakaran. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas aplikasi pupuk hayati berbasis konsorsium *Bacillus* sp. dengan pupuk kimia NPK terhadap laju pertumbuhan vegetatif pembibitan sawi pagoda. Eksperimen dilaksanakan di Rumah Kaca Universitas Pertahanan RI menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga perlakuan, yaitu Kontrol (P0), Pupuk Hayati + *Bacillus* sp. (P1), dan Pupuk Kimia NPK (P2), yang masing-masing diulang tiga kali selama 15 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan P1 memberikan laju pertumbuhan tinggi tanaman yang paling optimal dengan rata-rata 9,83 cm. Sebaliknya, perlakuan P2 menghasilkan pertumbuhan terendah yakni 7,17 cm, bahkan berada di bawah kontrol P0 (8,50 cm), karena tingginya konsentrasi garam yang memicu plasmolisis akar. Kesimpulannya, pupuk hayati *Bacillus* sp. secara signifikan lebih efektif memacu pertumbuhan bibit dibandingkan pupuk NPK. Penelitian ini berkontribusi pada praktik pertanian berkelanjutan dengan merekomendasikan agen biologi sebagai substitusi absolut pupuk kimia pada fase kritis perkecambahan.

Kata kunci: fase pembibitan, NPK, pupuk hayati, sawi pagoda, pertumbuhan.

Abstract: The nursery phase is a critical period in the cultivation of pagoda mustard (*Brassica narinosa*), where the application of inorganic fertilizers such as NPK often triggers abiotic stress due to osmotic stress on the root system. This study aims to compare the effectiveness of a *Bacillus* sp. consortium-based biofertilizer application with chemical NPK fertilizer on the vegetative growth rate of pagoda mustard seedlings. The experiment was conducted at the Universitas Pertahanan RI Greenhouse using a Randomized Block Design (RBD) with three treatments: Control (P0), Biofertilizer + *Bacillus* sp. (P1), and Chemical NPK Fertilizer (P2), each replicated three times over 15 days. The results showed that the P1 treatment provided the most optimal plant height growth rate, reaching an average of 9.83 cm. Conversely, the P2 treatment resulted in the lowest growth at 7.17 cm, which was even below the P0 control (8.50 cm), due to high salt concentrations triggering root plasmolysis. In conclusion, the *Bacillus* sp. biofertilizer is significantly more effective at stimulating seedling growth compared to NPK fertilizer. This research contributes to sustainable agricultural practices by recommending biological agents as an absolute substitute for chemical fertilizers during the critical germination phase.

Keywords: germination phase, NPK, biofertilizer, pagoda cabbage, growth.

PENDAHULUAN

Sawi pagoda (*Brassica narinosa*) merupakan sayuran famili Brassicaceae yang memiliki nilai ekonomis dan gizi tinggi, serta digemari karena morfologi rosetnya yang khas. Keberhasilan budidaya tanaman ini sangat bergantung pada keberhasilan fase pembibitan. Pada rentang waktu perkecambahan hingga pembentukan daun sejati (hari ke-1 hingga ke-15), bibit berada dalam fase kritis fisiologis di mana sistem perakaran masih sangat rentan terhadap fluktuasi nutrisi dan kondisi lingkungan. Oleh karena itu, manajemen pemupukan pada fase awal harus dilakukan secara presisi untuk menjamin viabilitas dan laju pertumbuhan vegetatif yang optimal.

Pada umumnya, petani mengandalkan pupuk anorganik seperti pupuk majemuk NPK (Nitrogen, Fosfat, Kalium) untuk mempercepat pertumbuhan bibit. Kendati NPK menyediakan unsur hara makro yang instan, aplikasinya pada benih dan bibit muda berisiko memicu cekaman abiotik. Penggunaan pupuk kimia pada fase awal sering kali memicu tingginya konsentrasi garam terlarut di sekitar rizosfer. Kondisi hipertonic eksternal ini memicu stres osmotik dan berpotensi menyebabkan plasmolisis pada sel-sel bulu akar yang

baru terbentuk. Akibatnya, alih-alih menyerap nutrisi, perakaran benih justru mengalami dehidrasi dan hambatan penyerapan air.

Dalam praktik di lapangan, para petani umumnya mengandalkan pupuk anorganik seperti pupuk majemuk NPK (Nitrogen, Phospat, Kalium) dengan harapan dapat mempercepat pertumbuhan bibit. Kendati NPK mampu menyediakan unsur hara makro secara instan, pengaplikasiannya pada benih dan bibit muda justru berisiko memicu cekaman abiotik yang merugikan. Penggunaan pupuk kimia pada fase krusial ini sering kali memicu tingginya konsentrasi ion garam terlarut di sekitar area rizosfer. Kondisi hipertonik eksternal ini akan memicu stres osmotik yang berpotensi kuat menyebabkan plasmolisis pada sel-sel bulu akar. Akibatnya, alih-alih memanfaatkan nutrisi yang ada, sistem perakaran benih justru mengalami dehidrasi dan hambatan dalam penyerapan air.

Untuk mengatasi efek toksisitas pupuk anorganik pada fase awal, pemanfaatan agen biologi (pupuk hayati) menjadi pendekatan yang berlandaskan prinsip pertanian berkelanjutan. Kelompok bakteri *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria* (PGPR), khususnya genus *Bacillus* sp., terbukti secara ekstensif mampu menstimulasi pertumbuhan awal tanpa menimbulkan efek toksik. Genus *Bacillus* sp. memiliki mekanisme aksi ganda, antara lain kemampuan memfiksasi nitrogen, melarutkan senyawa fosfat tak tersedia, serta mensintesis fitohormon pengatur tumbuh seperti *Indole Acetic Acid* (IAA). Senyawa IAA esensial dalam memacu pembelahan sel, diferensiasi, dan elongasi akar sejak fase awal benih pecah. Mekanisme hayati ini memfasilitasi penyerapan nutrisi secara bertahap dan aman bagi jaringan meristem bibit.

Meskipun potensi pupuk hayati telah diakui, studi komparatif harian yang mengevaluasi secara langsung intervensi *Bacillus* sp. versus pupuk NPK konvensional pada 15 hari pertama benih sawi pagoda masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan laju efektivitas aplikasi pupuk hayati berbasis *Bacillus* sp. dengan pupuk kimia NPK terhadap parameter pertumbuhan vegetatif pembibitan sawi pagoda (*Brassica narinosa*).

LANDASAN TEORI

Karakteristik Biologis dan Tantangan Fase Pembibitan Sawi Pagoda

Sawi pagoda (*Brassica narinosa*) merupakan komoditas sayuran dari famili Brassicaceae yang digemari karena morfologi rosetnya yang khas serta memiliki nilai ekonomis dan gizi yang tinggi. Dalam tahapan budidayanya, rentang waktu perkecambahan hingga pembentukan daun sejati (hari ke-1 hingga ke-15) merupakan fase kritis fisiologis. Pada masa pembibitan ini, sistem perakaran benih masih sangat rentan terhadap fluktuasi lingkungan dan ketersediaan nutrisi. Manajemen pemupukan yang presisi menjadi penentu viabilitas bibit, di mana aplikasi agen biologi seperti pupuk organik hayati terbukti memengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman sawi pagoda. Selain agen mikrobiologi, pemberian nutrisi organik alternatif, seperti pupuk organik cair dari kombinasi limbah bonggol pisang dan rebung bambu, juga diketahui memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan sawi pagoda pada sistem hidroponik.

Dampak Fisiologis Aplikasi NPK pada Fase Awal Pertumbuhan

Pupuk majemuk NPK (Nitrogen, Phospat, Kalium) menyediakan unsur hara makro secara instan yang umumnya digunakan petani untuk memacu pertumbuhan bibit. Akan tetapi, aplikasi NPK pada benih dan bibit muda memiliki risiko memicu cekaman abiotik. Penggunaan pupuk kimia ini sering kali memicu tingginya konsentrasi garam terlarut di sekitar area rizosfer, yang menciptakan kondisi hipertonik eksternal. Kondisi hipertonik tersebut memicu stres osmotik dan berpotensi menyebabkan terjadinya plasmolisis pada sel-

sel bulu akar yang baru terbentuk. Sebagai akibatnya, sistem perakaran justru mengalami dehidrasi dan hambatan dalam penyerapan air, alih-alih menyerap nutrisi dari pupuk tersebut.

Peran *Bacillus* sp. sebagai *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria* (PGPR)

Untuk memitigasi efek toksisitas dari pupuk anorganik, pemanfaatan bakteri *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria* (PGPR), khususnya genus *Bacillus* sp., menjadi pendekatan yang sejalan dengan prinsip pertanian berkelanjutan. Genus ini menstimulasi pertumbuhan awal tanpa menimbulkan efek toksik melalui mekanisme aksi ganda, seperti kemampuan memfiksasi nitrogen, melarutkan fosfat tak tersedia, serta mensintesis fitohormon Indole Acetic Acid (IAA). Senyawa IAA sangat esensial dalam memacu pembelahan sel, diferensiasi, dan elongasi akar sejak benih pecah. Genus *Bacillus* juga banyak diseleksi sebagai penambat NPK sekaligus memiliki kemampuan dalam menghambat aktivitas jamur. Kemampuan *Bacillus* dalam melawan patogen juga dibuktikan oleh formulasi pupuk bio-organik berbahan *Bacillus amyloliquefaciens* W19 yang memiliki efek antagonisme terhadap penyakit layu *Fusarium* pada tanaman pisang.

Sinergi dan Intervensi *Bacillus* Terhadap Cekaman Lingkungan dan Kebutuhan Nutrisi

Selain memacu pertumbuhan, genus *Bacillus* terbukti mampu mendukung tanaman menghadapi berbagai kondisi cekaman. Sebagai contoh, inokulasi *Bacillus subtilis* diketahui memengaruhi dinamika pertumbuhan vegetatif pada tanaman jagung manis yang ditanam di tanah salin dengan aplikasi pupuk NPK berdosisi seragam. Dalam hal efisiensi serapan nutrisi, inovasi teknologi seperti pupuk NPK yang dilapisi oleh *Bacillus* (*Bacillus-coated NPK fertilizer*) terbukti memengaruhi biomassa, ketersediaan hara dalam tanah, serta serapan nutrisi pada tanaman selada. Selain diaplikasikan melalui pelapisan pupuk, metode intervensi *Bacillus* sp. juga dapat dilakukan pada fase awal benih, seperti melalui perendaman benih yang dikombinasikan dengan pupuk NPK untuk melihat pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan hasil panen komoditas lain seperti kacang tanah.

METODE

Bahan utama yang digunakan dalam eksperimen ini adalah benih sawi pagoda (*Brassica narinosa*) dengan viabilitas seragam, pupuk hayati komersial (Tani Nusantara) berbahan aktif konsorsium bakteri *Bacillus* sp., pupuk kimia majemuk NPK, media tanam semai, serta air bersih. Peralatan yang digunakan meliputi nampan semai (*seedling tray*) atau polybag kecil, penggaris presisi / jangka sorong untuk mengukur pertumbuhan, alat penyiram (*hand sprayer*), alat tulis, dan kamera untuk dokumentasi.

Bagian Isolat bakteri *Bacillus* sp. diremajakan pada media Nutrient Agar (NA). Berdasarkan uji pendahuluan, konsentrasi 10^8 CFU/mL dipilih untuk diaplikasikan. Inokulum dicampurkan ke dalam media pembawa pupuk hayati cair (Tani Nusantara). Penelitian dilaksanakan di Rumah Kaca Universitas Pertahanan RI menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Subjek penelitian meliputi satu spesies tanaman yaitu Sawi Pagoda. Terdapat 3 perlakuan: P0 (Tanpa pupuk), P1 (Pupuk Hayati + *Bacillus* sp.), dan P2 (Pupuk Kimia NPK Dosis Standar). Setiap unit diulang sebanyak 3 (tiga) kali (total 9 unit percobaan). Aplikasi dilakukan secara *drenching* (penyiraman) pada zona perakaran setiap hari. Parameter yang diukur adalah tinggi tanaman. Analisis data menggunakan ANOVA uji lanjut DMRT untuk menemukan grafik *ascending*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pengamatan terhadap parameter pertumbuhan vegetatif, khususnya tinggi tanaman sawi pagoda (*Brassica narinosa*), dilakukan secara intensif setiap hari selama 15 hari setelah

tanam (HST) pada fase kritis pembibitan. Secara umum, proses perkecambahan berlangsung dengan baik pada seluruh unit percobaan sejak hari pertama pengamatan. Pengukuran harian ini dilakukan untuk memantau dinamika laju perpanjangan batang dan daun sebagai respons langsung terhadap tiga perlakuan yang diujikan, yaitu tanpa pemupukan atau kontrol (P0), aplikasi pupuk hayati dengan konsorsium *Bacillus sp.* (P1), dan aplikasi pupuk kimia NPK dosis standar (P2). Rincian rekapitulasi data pertumbuhan tinggi tanaman dari hari ke-1 hingga hari ke-15 untuk setiap ulangan disajikan secara komprehensif pada Tabel 1 berikut.

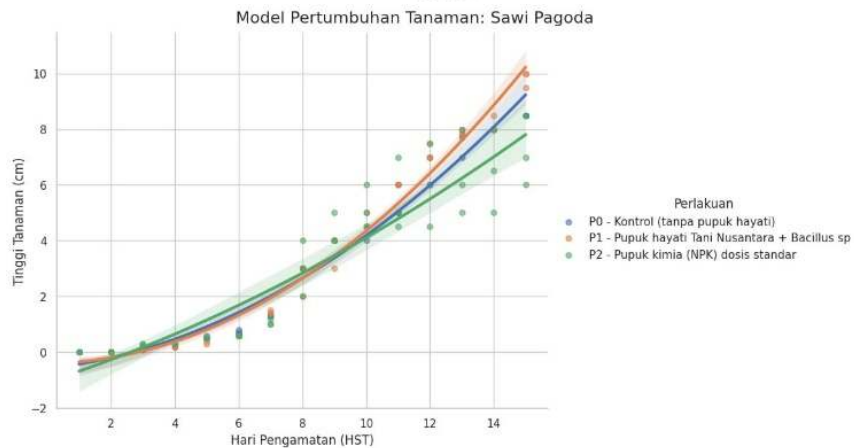
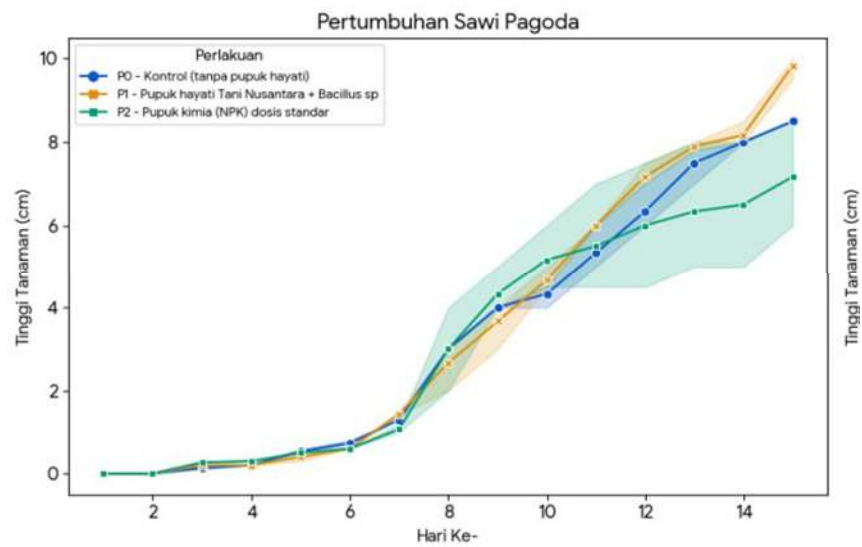
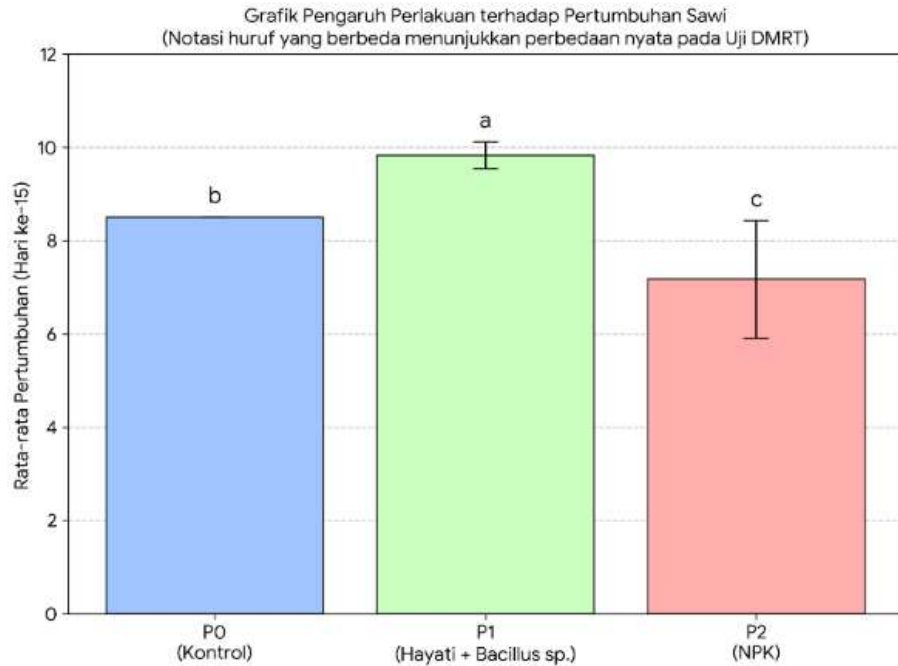
Tabel 1. Rata-rata pertumbuhan harian Tanaman Sawi

Perlakuan	Ulangan	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	Hari 7	Hari 8	Hari 9	Hari 10	Hari 11	Hari 12	Hari 13	Hari 14	Hari 15
P0	U1	0	0	0,1	0,2	0,5	0,8	1,3	3	4	5	6	7	7,8	8	9
P0	U2	0	0	0,2	0,2	0,6	0,7	1,3	3	4	5	5	6	7,7	8	9
P0	U3	0	0	0,1	0,2	0,5	0,7	1,3	3	4	4	5	6	7	8	9
P1	U1	0	0	0,2	0,2	0,4	0,6	1,4	3	4	5	6	7	7,8	8	8
P1	U2	0	0	0,2	0,2	0,3	0,6	1,5	2	3	5	6	7	7,9	8	8
P1	U3	0	0	0,2	0,2	0,5	0,6	1,4	3	4	5	6	7,5	8	8,5	8
P2	U1	0	0	0,2	0,3	0,5	0,6	1	2	4	5	4,5	4,5	5	5	6
P2	U2	0	0	0,3	0,3	0,5	0,6	1,2	4	5	6	7	7,5	8	8	9
P2	U3	0	0	0,3	0,3	0,5	0,6	1	3	4	5	5	6	6	6,5	7

Tabel 2. Pengaruh perlakuan pupuk terhadap rata-rata pertumbuhan Sawi (hari ke-15)

Perlakuan	Rata-rata Pertumbuhan (cm/helai)*	Notasi DMRT ($\alpha = 5\%$)
P0 - Kontrol (tanpa pupuk hayati)	8.50 ± 0.00	ab
P1 - Pupuk Hayati Tani Nusantara + <i>Bacillus sp.</i>	9.83 ± 0.29	a
P2 - Pupuk kimia (NPK) dosis standar	7.17 ± 1.26	b

Berdasarkan pengamatan harian yang dilakukan selama 15 hari setelah tanam (HST), parameter tinggi tanaman sawi pagoda menunjukkan tren pertumbuhan vegetatif yang bervariasi pada setiap perlakuan. Pada fase awal perkecambahan (hari ke-1 hingga hari ke-7), laju pertumbuhan antar perlakuan (P0, P1, dan P2) belum menunjukkan perbedaan yang mencolok, di mana seluruh bibit masih dalam tahap pembentukan daun sejati dan adaptasi akar. Namun, seiring berjalannya waktu, divergensi kurva pertumbuhan mulai terlihat secara eksponensial sejak hari ke-8 hingga akhir masa pengamatan



Gambar 1. Pengaruh perlakuan pada pertumbuhan sawi

Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan selama 15 hari pertama pembibitan, perlakuan P1 (Pupuk Hayati + *Bacillus* sp.) menunjukkan laju pertumbuhan tinggi tanaman yang paling optimal, yakni mencapai rata-rata 9,83 cm. Hal ini mengonfirmasi bahwa intervensi *Bacillus* sp. secara *drenching* sangat efektif dalam menstimulasi pertumbuhan vegetatif bibit sawi pagoda tanpa menimbulkan efek toksik. Peningkatan laju pertumbuhan pada P1 sangat berkaitan erat dengan mekanisme aksi ganda dari kelompok *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria* (PGPR). Bakteri *Bacillus* sp. memfasilitasi penyerapan nutrisi secara bertahap melalui kemampuannya memfiksasi nitrogen dan melarutkan senyawa fosfat yang tidak tersedia di media tanam. Selain itu, kemampuan bakteri ini dalam mensintesis fitohormon pengatur tumbuh, khususnya Indole Acetic Acid (IAA), sangat esensial dalam memacu pembelahan sel, diferensiasi, dan elongasi akar sejak fase awal benih pecah.

Sebaliknya, perlakuan P2 (Pupuk kimia NPK dosis standar) justru memperlihatkan hasil pertumbuhan yang paling rendah (7,17 cm), bahkan berada di bawah nilai perlakuan P0 atau kontrol tanpa pupuk (8,50 cm). Penurunan laju pertumbuhan ini disebabkan oleh tingginya konsentrasi garam terlarut di sekitar rizosfer akibat aplikasi unsur hara makro instan pada bibit yang sistem perakarannya masih sangat rentan. Kondisi hipertonik eksternal tersebut memicu stres osmotik dan menyebabkan plasmolisis pada sel-sel bulu akar yang baru terbentuk. Akibatnya, alih-alih menyerap nutrisi, sistem perakaran bibit mengalami dehidrasi parah yang menghambat penyerapan air. Temuan ini didukung oleh hasil uji lanjut DMRT ($\alpha = 5\%$) di mana perlakuan P2 mendapatkan notasi *b*, yang mengindikasikan perbedaan efisiensi yang nyata dari perlakuan P1 yang bernotasi *a*. Dengan demikian, data ini memperluas pemahaman bahwa NPK tidak direkomendasikan pada 15 hari pertama benih sawi pagoda karena berisiko memicu cekaman abiotik.

Fenomena menarik lainnya dari hasil pengamatan ini adalah superioritas pertumbuhan tanaman kontrol (P0) dibandingkan dengan perlakuan pupuk kimia NPK (P2). Hal ini mengindikasikan bahwa pada rentang waktu awal perkecambahan, cadangan energi intrinsik dari benih serta ketersediaan hara dasar pada media semai sebenarnya sudah relatif memadai untuk menopang viabilitas bibit, asalkan kondisi osmotik di lingkungan perakaran tetap stabil. Kerusakan fisiologis pada perlakuan P2 mempertegas bahwa intervensi ion garam yang berlebihan dari pupuk anorganik pada fase kritis ini justru merusak keseimbangan alamiah tersebut. Sebaliknya, performa maksimal pada perlakuan P1 mengonfirmasi bahwa inokulasi *Bacillus* sp. tidak hanya berfungsi sebagai agen pemacu pertumbuhan dan penyedia nutrisi, tetapi juga bertindak sebagai penyangga (*buffer*) biologis yang meregulasi dan menstabilkan kondisi rizosfer. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang membuktikan bahwa aplikasi pupuk hayati sangat memengaruhi keberhasilan pertumbuhan sawi pagoda, serta membuktikan ketangguhan genus *Bacillus* dalam memelihara dinamika pertumbuhan vegetatif tanaman secara aman, mirip dengan kemampuannya dalam melindungi perakaran tanaman dari cekaman lingkungan bersalinitas tinggi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa aplikasi pupuk hayati berbasis konsorsium *Bacillus* sp. secara signifikan lebih efektif dalam memacu laju pertumbuhan vegetatif pada fase pembibitan sawi pagoda (*Brassica narinosa*) dibandingkan dengan penggunaan pupuk kimia majemuk NPK. Perlakuan *Bacillus* sp. mampu menghasilkan rata-rata tinggi tanaman tertinggi (9,83 cm) karena memfasilitasi penyerapan nutrisi yang aman. Sebaliknya, aplikasi NPK pada rentang 15 hari pertama justru menghambat viabilitas bibit (7,17 cm) akibat timbulnya stres osmotik dan plasmolisis pada jaringan akar. Penelitian ini berkontribusi pada praktik pertanian berkelanjutan dengan merekomendasikan agen biologi sebagai substitusi absolut pupuk kimia pada fase kritis

perkecambahan. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar dilakukan pengujian komparatif efektivitas konsorsium bakteri ini hingga fase panen raya, serta pengamatan langsung terhadap biomassa akar segar.

Hasil penelitian ini menegaskan bahwa strategi pemupukan pada fase awal pertumbuhan tanaman perlu mempertimbangkan aspek fisiologis bibit dan interaksi biologis di dalam ekosistem rizosfer. Keberhasilan aplikasi *Bacillus* sp. menunjukkan bahwa pendekatan berbasis mikroorganisme mengarah pada konsep intensifikasi pertanian yang lebih adaptif, yaitu dengan meningkatkan efisiensi penggunaan unsur hara melalui mekanisme biologis tanpa memberikan tekanan fisiologis berlebih terhadap tanaman. Interaksi positif antara bakteri pemacu pertumbuhan tanaman (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria) dan tanaman inang berpotensi menjadi dasar pengembangan teknologi budidaya rendah input yang tidak hanya berorientasi pada peningkatan produktivitas, tetapi juga menjaga keberlanjutan kualitas tanah dalam jangka panjang. Oleh karena itu, pemanfaatan pupuk hayati berbasis *Bacillus* sp. dapat dipertimbangkan sebagai komponen penting dalam sistem produksi hortikultura modern yang mengintegrasikan produktivitas, efisiensi nutrisi, dan prinsip pertanian berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Wang, B., Yuan, J., Zhang, J., Shen, Z., Zhang, M., Li, R., ... & Shen, Q. (2013). Effects of novel bioorganic fertilizer produced by *Bacillus amyloliquefaciens* W19 on antagonism of *Fusarium* wilt of banana. *Biology and fertility of soils*, 49(4), 435-446. <https://doi.org/10.1007/s00374-012-0739-5>
- Anwar, A., Yusuf, M., Sembiring, J., & Ekowati, N. Y. (2026). Pengaruh Inokulasi *Bacillus subtilis* Terhadap Dinamika Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Jagung Manis Pada Tanah Salin Dengan Aplikasi Pupuk NPK Dosis Seragam Di Kabupaten Merauke. *Jurnal Agrotek Lestari*, 12(1), 1-11. <https://doi.org/10.35308/jal.v12i1.14824>
- Mawarni, D., Rahmadina, R., & Idris, M. (2024). Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Dari Kombinasi Limbah Bonggol Pisang Dan Rebung Bambu Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Pagoda (*Brassica narinosa* L.) Secara Hidroponik Sumbu (Wick System). *Jurnal Biogenerasi*, 9(1), 1009-1013. <https://doi.org/10.30605/biogenerasi.v9i1.3672>
- Hasibuan, E. S., Sulistiani, R., & Haron, F. F. (2025). Seleksi *Bacillus* sp. sebagai Penambat NPK dan Menghambat Aktivitas Jamur. *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 28(1), 11-23. <https://doi.org/10.30596/agrium.v28i1.21533>
- Pratama, M. W. (2023). Pengaruh Lama Perendaman Benih dengan Bakteri *Bacillus* Sp. dan Pemberian Pupuk Npk terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Tanah (*Arachis Hypogaea* L.). <https://repositori.uma.ac.id/jspui/handle/123456789/21368>
- Hindersah, R., Setiawati, M. R., Suryatmana, P., & Fitriatin, B. N. (2023). Effect of NPK and *Bacillus*-coated NPK fertilizer on biomass, nutrient content in soil and nutrient uptake by lettuce. *Jurnal Kultivasi*, 22(1), 11. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v22i1.43608>
- Kakisina, G., Rehatta, H., & Lawalata, I. J. (2023). Pengaruh Pupuk Organik Hayati Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Pagoda (*Brassica narinosa*). *Jurnal Budidaya Pertanian*, 19(1), 69-78. DOI: 10.30598/jbdp.2023.19.1.69
- Eldianti, R., Murnita, Badal, B., Putra, D. P., & Afrida. (2026). Uji Dosis POC Hijauan Tanaman Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Pagoda (*Brassica narinosa* L.). *Jurnal Research Ilmu Pertanian*, 6(1), 135-143. <https://doi.org/10.31933/jrip.v6i1>
- Dos Santos, R. M., Diaz, P. A. E., Lobo, L. L. B., & Rigobelo, E. C. (2018). Use of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria in Maize and Sugarcane: Characteristics and

- Applications. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2, 136.
<https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00136>
- Probojati, R. T., Hadiyanti, N., Handono, W., & Alfatin, M. (2022). Respon Pertumbuhan Dan Hasil Produksi Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica chinensis L.*) Terhadap Pemberian Konsentrasi PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria). *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 6(1), 61–67.
- Yulistiana, E., Widowati, H., & Sutanto, A. (2020). Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dari akar bambu apus (*Gigantochloa apus*) meningkatkan pertumbuhan tanaman. *Bioloa*, 1(1), 1-6.
- Sari, Y. P., & Suhartati, S. (2021). Dampak Cekaman Salinitas dan Toksisitas Pupuk Kimia pada Fase Perkecambahan Benih Sayuran Tropis. *Agroekoteknologi Tropika*, 10(2), 112-120.