

RESPON PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN BROKOLI (*Brassica oleracea* L. Var. Green Magic) TERHADAP PERBEDAAN KONSENTRASI PUPUK HAYATI CAIR ENERO

*(Growth And Yield Response Of Broccoli (*Brassica oleracea* L. Var. Green Magic) To Differences In Enero Liquid Biofertilizer Concentrations)*

Ahmad Sirojul Munir^{1*}, Sri Hariningsih Pratiwi², Ridwan Isnaeni Mahfud²

¹Mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Universitas Merdeka Pasuruan

²Dosen Program Studi Agroteknologi, Universitas Merdeka Pasuruan

Jl. Ir. H. Juanda No. 68, Tapaan, Kec. Bugul Kidul, Kota Pasuruan, Jawa Timur

*Penulis koresponden: ahmadsirojulmunir2305@gmail.com

Naskah Diterima : 17-08-2025

Naskah Disetujui : 16-09-2025

Naskah Diterbitkan: 07-10-2025



This is an open-access article under the CC-BY 4.0 License. Copyright © 2023 by the authors

ABSTRACT

Broccoli is a nutritious food source with high nutritional content. Broccoli production in Indonesia has continued to decline, while broccoli imports have increased from 2018 to 2023. A common problem that often arises in increasing broccoli plant productivity is the availability of nutrients. As a more environmentally friendly option, namely the use of biofertilizers. This study aims to further explore the effect of variations in PHC Enero concentration on the growth and yield of broccoli plants. The study was conducted from September 2024 to January 2025 in Sereng hamlet, Kemiri village, Puspo district, Pasuruan Regency. The study used a non-factorial Randomized Block Design consisting of four treatments. The treatments are P0: NPK 200 kg/ha (Without PHC Enero); P1: 10 ml/l PHC Enero; P2: 15 ml/l PHC Enero; P3: 20 ml/l PHC Enero. The parameters observed were plant height, number of leaves, leaf area, dry weight of the upper part, dry weight of the lower part, total dry weight of the plant, leaf area index (LAI), net assimilation rate (NAR), plant growth rate (PGR), flower weight of plant⁻¹, flower weight of plot⁻¹, flower weight of hectare⁻¹. Based on the observation results, the treatment of PHC Enero 20 ml/l gave a higher growth response in broccoli plants. The treatment of 20 ml/l concentration of PHC Enero also produced the highest yield component, namely 14.25 tons/ha, while the treatment without PHC Enero showed the lowest yield, namely 9.00 tons/ha.

Keywords: *broccoli, nutrition, production, decline, Enero biofertilizer*

ABSTRAK

Brokoli memiliki kandungan nutrisi sebagai sumber pangan yang bergizi, produksi brokoli di Indonesia terus mengalami penurunan, namun impor brokoli terus mengalami peningkatan mulai dari tahun 2018-2023. Permasalahan umum yang sering muncul untuk meningkatkan produktivitas tanaman brokoli adalah ketersediaan nutrisi. Sebagai pilihan yang lebih ramah lingkungan yaitu pemanfaatan pupuk hayati. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi lebih lanjut pengaruh variasi konsentrasi PHC Enero terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman brokoli. Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2024 hingga Januari 2025 di dsn. Sereng, des. Kemiri, Kec. Puspo, Kab. Pasuruan. Penelitian menggunakan Rancangan

Acak Kelompok non faktorial terdiri dari empat perlakuan. Adapun perlakuannya yaitu P0 : NPK 200 kg/ha (Tanpa PHC Enero); P1 : 10 ml/l PHC Enero; P2 : 15 ml/l PHC Enero; P3 : 20 ml/l PHC Enero. Parameter yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, bobot kering bagian atas, bobot kering bagian bawah, bobot kering total tanaman, indeks luas daun (ILD), laju asimilasi bersih (LAB), laju pertumbuhan tanaman (LPT), bobot bunga tanaman⁻¹, bobot bunga petak⁻¹, bobot bunga hektar⁻¹. Berdasarkan hasil pengamatan Perlakuan pemberian PHC Enero 20 ml/l memberikan respon pertumbuhan lebih tinggi pada tanaman brokoli. Perlakuan konsentrasi 20 ml/l PHC Enero juga menghasilkan komponen hasil paling tinggi yaitu 14.25 ton/ha, sedangkan pada perlakuan tanpa pemberian PHC Enero menunjukkan hasil paling rendah yaitu 9.00 ton/ha.

Kata Kunci : *brokoli, nutrisi, produksi, penurunan, pupuk hayati Enero*

PENDAHULUAN

Brokoli memiliki kandungan nutrisi sebagai sumber pangan yang bergizi seperti vitamin A, B kompleks, E, mineral penting seperti kalsium, magnesium, seng, dan besi. Kandungan antioksidannya pun memberikan manfaat tambahan bagi kesehatan manusia (Gad dan Moez 2011). Indriyati (2018), menyebutkan bahwa brokoli juga mengandung senyawa *glucoraphanin* yang memiliki sifat anti kanker. Oleh sebab itu brokoli menjadi pilihan makanan sehat yang dapat membantu menjaga kesehatan tubuh. Meskipun kaya akan nutrisi dan baik bagi kesehatan, Pusdatin (2023), menyatakan bahwa produksi brokoli di Indonesia terus mengalami penurunan, namun impor brokoli terus mengalami peningkatan mulai dari tahun 2018-2023. Hal ini menunjukkan bahwa Indonesia kehilangan peluang besar untuk memenuhi permintaan pasar yang sebenarnya sangat tinggi.

Permasalahan umum yang sering muncul untuk meningkatkan produktivitas tanaman brokoli adalah ketersediaan nutrisi. Tanaman brokoli membutuhkan nutrisi yang cukup untuk tumbuh dan menghasilkan panen yang tinggi. Kurangnya nutrisi bagi tanaman brokoli dapat menyebabkan pertumbuhan terhambat dan hasil panen menurun (Sitompul dan Barunawati, 2024).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, petani umumnya menggunakan beberapa cara, salah satunya yaitu

penggunaan pupuk kimia berlebih. Namun, penggunaan bahan kimia tersebut secara berlebihan berpotensi memberikan dampak merugikan bagi lingkungan maupun kesehatan manusia.

Sebagai pilihan yang lebih ramah lingkungan, pemanfaatan pupuk hayati dapat menjadi solusi untuk mendukung pertumbuhan serta hasil panen tanaman brokoli. Pupuk hayati adalah pupuk yang di dalamnya terdapat mikroorganisme menguntungkan, yang berperan dalam membantu ketersediaan nutrisi untuk tanaman sekaligus meningkatkan tingkat kesuburan tanah. Salah satu contoh produk pupuk hayati yang dapat digunakan adalah pupuk hayati cair dengan merek Enero.

Pupuk Hayati Cair (PHC) Enero mengandung berbagai mikroorganisme baik, seperti bakteri penambat nitrogen, bakteri pelarut fosfat, dan jamur mikoriza. Mikroorganisme tersebut berperan penting dalam menyediakan nutrisi bagi tanaman brokoli. PHC Enero adalah salah satu produk pupuk hayati cair yang diproduksi oleh PT Energi Agro Nusantara. Selain mengandung mikroorganisme baik, PHC Enero juga memiliki kandungan unsur nitrogen (N = 2.60%), fosfor (P = 2.63%) kalium (K = 0.22%). PHC Enero ini memiliki potensi sebagai pupuk tanpa bahan kimia yang berkontribusi terhadap peningkatan pertumbuhan serta produktivitas tanaman brokoli (PT Energi Agro Nusantara, 2023).

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk

mengeksplorasi lebih lanjut pengaruh variasi konsentrasi PHC Enero terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman brokoli. Diharapkan temuan dari studi ini dapat dijadikan referensi yang berguna untuk mendukung kegiatan para petani dalam

meningkatkan produktivitas brokoli secara berkelanjutan dan ramah lingkungan, sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan bahan kimia berlebih.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2024 hingga Januari 2025 di dsn. Sereng, des. Kemiri, Kec. Puspo, Kab. Pasuruan.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah olah tanah, meteran, *sprayer*, gelas ukur, ember, babybag, timbangan digital, alat ukur ph tanah dan oven. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi bibit brokoli varietas *Green Magic*, PHC Enero, NPK Mutiara, mulsa plastik, pupuk kandang (kohe kambing) dan air bibit brokoli varietas *Green Magic*, PHC Enero, NPK Mutiara, mulsa plastik, pupuk kandang (kohe kambing) dan air.

Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, digunakan Rancangan Acak Kelompok non faktorial dengan empat perlakuan dan enam ulangan yang mengacu pada penelitian sebelumnya (Kumala, 2024). Adapun perlakuannya yaitu P0 : NPK 200 kg/ha (Tanpa PHC Enero); P1 : 10 ml/l PHC Enero; P2 : 15 ml/l PHC Enero; P3 : 20 ml/l PHC Enero.

Pelaksanaan Penelitian

Adapun pelaksanaanya yaitu sebagai berikut :

- Analisis Tanah Awal
Hasil analisis pada tanah yang akan digunakan untuk budidaya brokoli diambil pada lima titik sampling dengan kedalaman 30 cm dari permukaan tanah, menunjukkan kandungan nitrogen pada tanah sangat rendah.
- Pengolahan Lahan

Lahan diolah dengan melalui beberapa tahapan, meliputi penggemburan tanah, pembuatan aliran drainase dan pengendalian gulma (Kumalasari *et al*, 2024).

- Penyiapan Bibit
Bibit brokoli yang digunakan adalah bibit dengan varietas *Green Magic*. Pembibitan dimulai pada saat olah lahan dilakukan. benih brokoli disemai menggunakan babybag, setiap babybag diberikan 1 benih brokoli yang ditanam dalam campuran tanah dan pupuk organik dengan rasio 2 banding 1.
- Penanaman
Bibit brokoli yang sudah berusia 20 HSS (Hari Setelah Semai) ditanam pada lahan yang telah diolah. Bibit brokoli diambil dari babybag, kemudian bibit diletakan pada lubang tanam dengan jarak tanam 50×50 cm.
- Pemupukan
Menurut Kumalasari *et al*. 2024, pemupukan menggunakan PHC Enero dilakukan 3 kali, yaitu 7 hari sebelum bibit ditanam, 7 HST dan 14 HST dengan konsentrasi sesuai perlakuan yaitu 10 ml/l, 15 ml/l, dan 20 ml/l PHC. Setiap tanaman diaplikasikan 100 ml larutan PHC Enero sesuai perlakuan. Pemberian pupuk NPK Mutiara pada tanaman brokoli dilakukan sebanyak 3 kali yaitu pada saat 7 HST, 20 HST dan 35 HST, dengan dosis pemberian sesuai dengan rekomendasi pemakaian pupuk NPK Mutiara yaitu 200 kg/ha⁻¹ pada tanaman brokoli.
- Penyiraman
Penyiraman menggunakan alat bantu selang dan dilakukan sesuai dengan kondisi lahan. Jika tanah lembab akibat

curah hujan tinggi, maka penyiraman tidak perlu dilakukan. Sebaliknya, jika tanah kering, penyiraman dilakukan 1 kali sehari pada pagi hari.

➤ Penyulaman

Penyulaman dilakukan di saat tanaman mati atau kurang baik pertumbuhannya.

➤ Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengendalian dilakukan dengan dua cara yaitu pengendalian mekanik dan kimia.

➤ Parameter Pengamatan

Parameter pertumbuhan yang diteliti mengacu pada penelitian Kumalasari *et al*, 2024 antara lain yaitu :

1. Tinggi Tanaman

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan dengan mengukur dari daun pertama hingga titik tumbuh tanaman.

2. Jumlah Daun

Pengamatan jumlah daun dilakukan dengan menghitung keseluruhan daun pada tanaman yang sudah mekar sempurna dan berwarna hijau.

3. Luas Daun

Pengamatan luas daun menggunakan metode *punch* dengan rumus :

$$LD = \frac{a + b}{a/n} \times C$$

Keterangan :

LD : Luas Daun

a : bobot kering bulatan daun

b : bobot kering daun terlubangi

c : luas satuan bulatan daun (πr^2)

n : jumlah bulatan daun

4. Bobot Kering Bagian Atas

$$LAB = \frac{(w_2 - w_1)}{(t_2 - t_1)} + \frac{(\ln LA_2 - \ln LA_1)}{(LA_2 - LA_1)}$$

Keterangan :

LAB : Laju Asimilasi Bersih

t_1 dan t_2 : Waktu pengambilan sampel

Bobot kering bagian atas diperoleh dari penimbangan bagian atas tanaman yang telah dikeringkan di dalam oven pada suhu 80°C sampai bobot keringnya konstan.

5. Bobot Kering Bagian Bawah

Bobot kering bagian bawah diperoleh dari penimbangan bagian bawah tanaman yang telah dikeringkan di dalam oven pada suhu 80°C sampai bobot keringnya konstan.

6. Bobot Kering Total Tanaman

Bobot kering total tanaman diperoleh melalui penimbangan seluruh bagian tanaman yang telah dikeringkan di dalam oven pada suhu 80°C sampai bobot keringnya konstan.

7. Indeks Luas Daun (ILD)

Indeks luas daun merujuk pada perbandingan antara luas permukaan daun dengan luas area yang ditempati oleh tanaman yang dibudidayakan (Sitompul dan Guritno, 1995). Rumus ILD adalah sebagai berikut:

$$ILD = \frac{LD}{A}$$

Keterangan :

ILD : Indeks Luas Daun

LD : Luas Daun (cm)

A : Luas Jarak Tanam (cm^2)

8. Laju Asimilasi Bersih (LAB)

Merupakan hasil bersih dari hasil asimilasi fotosintesis persatuan luas daun dan waktu (Sitompul & Guritno, 1995). Dan berikut rumusnya :

destruktif 1 dan destruktif 2

w_1 dan w_2 : Berat kering total

tanaman pada saat dua

pengamatan destruktif t_1
dan t_2
 LA_1 dan LA_2 : Luas daun sampel destruktif
1 dan destruktif 2

9. Laju Pertumbuhan Tanaman (LPT)
Merupakan pertambahan berat kering
tanaman pada suatu waktu tertentu.
Dan berikut rumusnya :

$$LPT = \frac{1}{GA} \times \frac{w_2 - w_1}{t_2 - t_1}$$

Keterangan :

LPT : Laju Pertumbuhan Tanaman

t_1 dan t_2 : Waktu pengambilan sampel
destruktif 1 dan destruktif 2

w_1 dan w_2 : Berat kering total tanaman pada
saat dua pengamatan destruktif
 t_1 dan t_2

GA : Jarak tanam

10. Bobot Bunga Tanaman⁻¹

Penimbangan bobot bunga setiap
tanaman.

11. Bobot Bunga Petak⁻¹

Penimbangan total bobot bunga yang
dihasilkan dari seluruh tanaman dalam
satu petak sampel.

12. Bobot Bunga Hektar⁻¹

Hasil konversi data dari bobot petak⁻¹
untuk memperkirakan total bobot bunga
yang dihasilkan per hektar lahan.

Pemanenan

Panen dilakukan ketika kriteria panen
terpenuhi, kriteria yang digunakan adalah
ketika bunga utama mulai membuka, bagian
tepi bunga masih dalam keadaan kuncup dan
bunga sudah berdiameter lebih dari 12 cm.
Pemanenan dilakukan secara manual dengan
memotong batang utama tanaman sekitar 10
cm dari pangkal bunga.

Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis
ragam dengan uji F taraf 5% dan apabila
berbeda nyata dilanjutkan dengan uji beda
nyata terkecil (BNT) taraf 5% untuk
mengetahui perbedaan antar perlakuan
dengan menggunakan program *excel for*
windows (Kumalasari *et al*, 2024).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Perlakuan dengan konsentrasi 20 ml/l
menunjukkan hasil pertumbuhan lebih tinggi,
namun tidak berbeda nyata dengan
konsentrasi 10 ml/l dan 15 ml/l. Hal ini
mengindikasikan bahwa pemberian pupuk
hayati Enero dengan konsentrasi 10 ml/l, 15
ml/l dan 20 ml/l dapat meningkatkan
pertumbuhan tinggi tanaman brokoli.

Hasil analisis tanah menunjukkan
kandungan pada tanah sangat rendah, kondisi
ini dapat menghambat pertumbuhan vegetatif
dan menurunkan hasil produksi tanaman
brokoli. Meskipun demikian, keberadaan
bakteri penambat nitrogen, seperti
Azospirillum sp. dan *Azotobacter sp.* pada
PHC Enero dapat meningkatkan

pertumbuhan dan produksi tanaman brokoli.
Kedua bakteri ini mampu memfiksasi
nitrogen atmosfer dan mengubahnya menjadi
bentuk amonia yang dapat dimanfaatkan
tanaman brokoli sebagai sumber unsur hara
nitrogen. Bertambahnya tinggi tanaman
dikarenakan adanya aktivitas
mikroorganisme *Azospirillum sp.* yang
membantu dalam proses dekomposisi bahan
organik, meningkatkan fiksasi nitrogen dan
pelarutan fosfat, sehingga ketersediaan unsur
hara bagi tanaman menjadi lebih optimal.
Menurut Steenhoudt (2000), bakteri
Azospirillum sp. memiliki kemampuan untuk
memfiksasi nitrogen dari udara dan
meningkatkan ketersediaan unsur hara di
dalam tanah.

Tabel 1. Rerata Tinggi Tanaman (cm) Pada Semua Umur Pengamatan

Konsentrasi PHC Enero	Tinggi Tanaman (cm) (HST)			
	8	15	22	29
Tanpa PHC	3.04	3.85 a	5.35 a	8.90 a
10 ml/l	3.20	4.77 b	6.70 b	10.17 b
15 ml/l	3.38	4.85 b	6.73 b	10.27 b
20 ml/l	3.48	5.02 b	7.02 b	10.77 b
BNT 5%	tn	0.38	0.52	0.92

Keterangan: Angka-angka yang disertai abjad yang sama pada kolom yang sama menandakan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%; tn = tidak berbeda nyata

Proses fiksasi nitrogen oleh *Azospirillum* sp akan meningkatkan ketersediaan nitrogen bagi tanaman, yang merupakan unsur esensial untuk pertumbuhan vegetatif, termasuk perpanjangan batang. Selain *Azospirillum* sp, pada pupuk hayati Enero juga terdapat mikroorganisme lain seperti *Azotobacter* sp, *Bacillus* sp, dan *Pseudomonas* sp. Penelitian yang dilakukan oleh Minut (2022), menunjukkan bahwa bakteri *Azotobacter*, *Bacillus*, dan *Pseudomonas* secara individu maupun dalam kombinasi dapat meningkatkan pertumbuhan berbagai jenis tanaman, termasuk tanaman kanola.

Pada umur 8 HST, belum ditemukan perbedaan yang signifikan antara perlakuan. Hal ini kemungkinan disebabkan populasi mikroorganisme dalam tanah belum mencapai jumlah yang optimal untuk memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tanaman. Namun, seiring bertambahnya umur tanaman, populasi mikroorganisme semakin meningkat dan memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pertumbuhan tanaman. Berdasarkan hasil penelitian Ma'rufah et al. (2020), limbah cair bioetanol, yang juga dikenal sebagai vinasse, dapat digunakan sebagai pupuk alternatif untuk tanaman kol. Penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian vinasse terfermentasi pada dosis tertentu mampu

menyediakan unsur hara esensial yang dibutuhkan oleh tanaman kol, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal, khususnya dalam hal tinggi tanaman.

Jumlah Daun

Tabel 2 menunjukkan bahwa aplikasi PHC Enero memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap jumlah daun tanaman brokoli pada usia 15 dan 29 HST, sementara pada usia 22 HST, pemberian PHC Enero berpengaruh signifikan terhadap jumlah daun tanaman brokoli.

Peningkatan jumlah daun secara umum seiring dengan meningkatnya konsentrasi pupuk Enero. Menurut Purnamasari, Pratiwi dan Edision (2023), jumlah daun pada tanaman sangat bergantung pada ketersediaan air, unsur hara, dan intensitas cahaya yang dibutuhkan untuk proses fotosintesis. Sejalan dengan temuan Kakisina, Rehatta dan Lawalata (2023) Pemberian pupuk hayati terbukti dapat mempercepat pertumbuhan vegetatif tanaman. Perlakuan dengan konsentrasi pupuk hayati sebesar 20 ml/l memberikan dampak terbesar terhadap peningkatan jumlah daun pada tanaman sawi pagoda. Temuan ini menunjukkan bahwa pupuk hayati mampu menyediakan nutrisi yang diperlukan tanaman untuk mendukung pertumbuhan yang optimal.

Tabel 2. Rerata Jumlah Daun (helai) pada Semua Umur Pengamatan

Konsentrasi PHC Enero	Jumlah Daun (HST)			
	8	15	22	29
Tanpa PHC	2.73	4.30 a	6.10 a	8.07 a
10 ml/l	2.93	4.63 b	6.20 a	8.53 b
15 ml/l	3.17	4.77 bc	6.60 ab	8.60 b
20 ml/l	3.13	5.00 c	6.87 b	8.97 c
BNT 5%	tn	0.24	0.57	0.31

Keterangan: Angka-angka yang disertai abjad yang sama pada kolom yang sama menandakan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%; tn = tidak berbeda nyata

Luas Daun

Tabel 3. menunjukkan bahwa pemberian PHC Enero berpengaruh sangat nyata terhadap luas daun tanaman brokoli

pada umur 15 dan 29 HST, pada umur 22 HST pemberian PHC Enero berpengaruh nyata terhadap luas daun tanaman brokoli.

Tabel 3. Rerata Luas Daun (cm²) pada Semua Umur Pengamatan

Konsentrasi PHC Enero	Luas Daun (HST)			
	8	15	22	29
Tanpa PHC	26.22	27.74 a	386.67 a	1138.69 a
10 ml/l	32.85	49.82 b	497.68 ab	1966.45 b
15 ml/l	34.78	73.38 c	686.24 b	2103.71 b
20 ml/l	38.34	76.80 c	694.37 b	2178.54 b
BNT 5%	tn	20.15	206.39	533.02

Keterangan: Angka-angka yang disertai abjad yang sama pada kolom yang sama menandakan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%; tn = tidak berbeda nyata

Perlakuan dengan konsentrasi 20 ml/l memberikan luas daun lebih tinggi pada semua umur pengamatan, meskipun tidak berbeda nyata secara statistik dengan konsentrasi 15 ml/l dan 10 ml/l.

Luas daun memiliki pengaruh langsung terhadap kemampuan tanaman dalam menyerap cahaya. Semakin luas daun, semakin banyak partikel cahaya yang dapat ditangkap oleh klorofil, sehingga meningkatkan potensi produksi zat organik melalui proses fotosintesis. Sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Lewar dan Hasan (2022), yang mencoba beberapa

produk pupuk hayati dengan konsentrasi yang sama yaitu 80kg/ha terhadap tanaman kacang dan menunjukkan bahwa aplikasi produk pupuk hayati bioboost dan liquid organic biofertilizer, dengan kandungan mikroorganisme *Azotobacter sp* dan *Azospirillum sp* secara signifikan meningkatkan total luas daun tanaman kacang merah pada umur 3 dan 4 Minggu Setelah Tanam (MST). Peningkatan luas daun ini mengindikasikan bahwa pupuk hayati mampu merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman secara efektif. Berdasarkan penelitian Kumalasari et al. (2024), pupuk

organik cair (POC) dengan dosis 15 ml/l adalah yang paling efektif di antara dosis yang diujicobakan untuk meningkatkan luas daun tanaman pakcoy. Hal ini karena dosis

Bobot Kering Tanaman Bagian Atas

Tabel 4. menandakan konsentrasi 20 ml/l memberikan hasil lebih tinggi, namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 10 dan 15 ml/l. Berat kering tanaman bagian atas

tersebut menyediakan jumlah unsur hara yang optimal dan memadai untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan tanaman pakcoy.

dapat dipengaruhi oleh luas daun dan intensitas cahaya. Daun yang luas pada bagian atas tanaman memungkinkan penyerapan cahaya matahari yang lebih efisien, sehingga meningkatkan laju fotosintesis dan produksi biomassa.

Tabel 4. Rerata Bobot Kering Tanaman Bagian Atas (g) pada Semua Umur Pengamatan

Konsentrasi PHC Enero	Bobot Kering Tanaman Bagian Atas (g) (HST)			
	8	15	22	29
Tanpa PHC	0.08	0.09 a	0.64 a	1.56 a
10 ml/l	0.12	0.26 b	0.84 ab	3.72 b
15 ml/l	0.08	0.28 b	1.09 b	3.82 b
20 ml/l	0.12	0.28 b	1.12 b	3.93 b
BNT 5%	tn	0.09	0.31	0.76

Keterangan: Angka-angka yang disertai abjad yang sama pada kolom yang sama menandakan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%; tn = tidak berbeda nyata

Penelitian yang dilakukan oleh Pratiwi dan Segi (2021), menunjukkan peran penting bakteri *Bacillus sp.* sebagai pelarut fosfat dalam meningkatkan berat kering tanaman bagian atas. Pada penelitian tersebut perlakuan dengan media tanam yang diinokulasi dengan bakteri *Bacillus sp.* menunjukkan peningkatan signifikan pada berat kering tanaman bagian atas

Bobot Kering Bagian Bawah

Tabel 5. menandakan konsentrasi 20 ml/l memberikan hasil lebih tinggi, namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 10 dan 15 ml/l. Peningkatan ini dapat dikaitkan dengan

dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa bakteri *Bacillus sp.* mampu meningkatkan ketersediaan fosfor bagi tanaman, yang merupakan nutrisi esensial untuk pertumbuhan dan perkembangan. Peningkatan serapan fosfor oleh akar yang terinfeksi bakteri *Bacillus sp.* mendorong peningkatan jumlah daun dan kemudian berkontribusi pada peningkatan berat kering tanaman bagian atas.

aktivitas mikroorganisme dalam PHC Enero pada rizosfer yang dapat merangsang pertumbuhan akar dan meningkatkan daya serap tanaman terhadap air dan nutrisi.

Tabel 5. Rerata Bobot Kering Tanaman Bagian Bawah (g) pada Semua Umur Pengamatan

Konsentrasi PHC	Bobot Kering Tanaman Bagian Bawah (g) (HST)			
Enero	8	15	22	29
Tanpa PHC	0.03	0.03 a	0.12 a	0.34 a
10 ml/l	0.03	0.07 b	0.17 ab	0.55 b
15 ml/l	0.02	0.08 b	0.23 bc	0.61 b
20 ml/l	0.03	0.08 b	0.29 c	0.64 b
BNT 5%	tn	0.03	0.08	0.19

Keterangan: Angka-angka yang disertai abjad yang sama pada kolom yang sama menandakan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%; tn = tidak berbeda nyata

Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Ikhsani, Hindersah dan Herdiyantoro (2018), menunjukkan bahwa inokulasi bakteri *Azotobacter chroococcum* pada tanaman kacang tanah mampu

meningkatkan bobot akar secara signifikan, kombinasi antara bakteri *Azotobacter chroococcum* dan pupuk NPK dengan konsentrasi 50% menghasilkan bobot kering tajuk tidak berbeda nyata dengan perlakuan yang menggunakan 100% pupuk NPK (300kg/ha). perlakuan tanpa PHC Enero menghasilkan hasil terendah. Pada pengamatan umur 22 HST, perlakuan dengan dosis 20 ml/l menghasilkan hasil tertinggi, namun tidak menunjukkan perbedaan signifikan dengan perlakuan 15 ml/l. Perlakuan tanpa PHC Enero menunjukkan hasil yang lebih rendah, meskipun tidak berbeda signifikan dengan perlakuan 10 ml/l.

Bobot Kering Total Tanaman

Tabel 6. menandakan menunjukkan perlakuan PHC Enero pada bobot kering total tanaman brokoli umur 8 HST tidak terdapat perbedaan nyata. Pada pengamatan umur 15 HST, perlakuan dengan dosis 15 ml/l dan 20 ml/l menunjukkan hasil yang lebih tinggi, meskipun tidak berbeda secara signifikan dengan perlakuan 10 ml/l. Sementara itu,

Tabel 6. Rerata Bobot Kering Total Tanaman (g) pada Semua Umur Pengamatan

Konsentrasi PHC Enero	Bobot Kering Total Tanaman (g) (HST)			
	8	15	22	29
Tanpa PHC	0.11	0.12 a	0.76 a	1.90 a
10 ml/l	0.15	0.32 b	1.01 ab	4.27 b
15 ml/l	0.11	0.37 b	1.32 bc	4.43 b
20 ml/l	0.15	0.37 b	1.41 c	4.57 b
BNT 5%	tn	0.12	0.37	0.86

Keterangan: Angka-angka yang disertai abjad yang sama pada kolom yang sama menandakan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%; tn = tidak berbeda nyata

Pada pengamatan umur 29 HST, perlakuan dengan dosis 20 ml/l menunjukkan hasil terbaik, tetapi tidak berbeda secara signifikan dengan perlakuan 10 ml/l dan 15

ml/l. Perlakuan tanpa PHC Enero menghasilkan hasil terendah. Pada Penelitian yang dilakukan oleh Riyanti, *et al.* (2019), menunjukkan pengaruh bakteri lain seperti

Pseudomonas fragi dan *Bacillus amyloliquefaciens* mampu memproduksi hormon IAA (atau AIA) dalam jumlah banyak. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa

kedua jenis bakteri ini mampu meningkatkan pertumbuhan akar, berat kering akar, dan bahkan hasil buah pada tanaman tomat.

Indeks Luas Daun

Tabel 7. menunjukkan bahwa dengan pengaplikasian pupuk hayati Enero dengan konsentrasi 20 ml/l dapat meningkatkan Indeks Luas Daun (ILD) pada tanaman di

semua tahap umur pengamatan. Selain itu, terhadap pengamatan jumlah dan luas daun, perlakuan dengan pupuk hayati cair Enero menunjukkan hasil yang lebih tinggi.

Tabel 7. Rerata Indeks Luas Daun pada Semua Umur Pengamatan

Konsentrasi PHC Enero	Indeks Luas Daun (HST)			
	8	15	22	29
Tanpa PHC	0.010 a	0.011 a	0.155 a	0.456 a
10 ml/l	0.013 ab	0.022 a	0.199 ab	0.787 b
15 ml/l	0.013 ab	0.029 c	0.275 b	0.842 b
20 ml/l	0.015 b	0.031 c	0.278 b	0.871 b
BNT 5%	0.0045	0.008	0.083	0.213

Keterangan: Angka-angka yang disertai abjad yang sama pada kolom yang sama menandakan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%; tn = tidak berbeda nyata

Hal ini sejalan dengan temuan Mondal, Datta dan Mondal (2015), aplikasi kombinasi pupuk kimia NPK, pupuk hayati, dan vermicompost memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan ILD pada tanaman mustard. Pupuk hayati yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil inokulum bakteri *Azotobacter chroococcum* dan *Bacillus sp.* yang diinokulasikan pada arang yang telah disterilkan, dimana kedua

bakteri tersebut juga terkandung dalam PHC Enero. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Lewar dan Hasan (2022), menunjukan mikroorganisme lain pada pupuk hayati dengan kandungan mikroorganisme *Azotobacter sp* dan *Azospirillum sp*, secara signifikan meningkatkan total luas daun tanaman kacang merah pada umur 3 dan 4 MST.

Laju Asimilasi Bersih

Tabel 8. menunjukkan bahwa Laju Asimilasi Bersih (LAB) pada semua konsentrasi pupuk hayati Enero yang diaplikasikan mampu meningkatkan LAB dibandingkan dengan kontrol (tanpa PHC).

Namun, tidak terdapat perbedaan antara konsentrasi 15 ml/l dan 20 ml/l pada semua usia pengamatan. Perlakuan dosis pupuk organik cair (POC) dengan takaran 15 ml/l, yang dicampur dengan urea, menghasilkan laju asimilasi bersih (NAR) paling tinggi

Tabel 8. Rerata Laju Asimilasi Bersih ($\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}$) Tanaman pada Semua Umur Pengamatan

Konsentrasi PHC Enero	Laju Asimilasi Bersih (HST)		
	8-15	15-22	22-29
Tanpa PHC	0.01169 a	0.34355 a	1.14116 a
10 ml/l	0.09207 b	0.61240 ab	3.04972 b
15 ml/l	0.15247 c	0.89743 bc	3.39828 b
20 ml/l	0.17078 c	0.97624 c	3.46289 b
BNT 5%	0.05845	0.35601	0.79085

Keterangan: Angka-angka yang disertai abjad yang sama pada kolom yang sama menandakan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%; tn = tidak berbeda nyata

Hasil ini sejalan dengan temuan bahwa dosis yang sama juga menghasilkan luas daun dan bobot kering tanaman paling tinggi (Kumalasari et al, 2024). Peningkatan LAB setelah aplikasi PHC Enero mengindikasikan adanya pengaruh positif antara aktivitas mikroorganisme dalam pupuk hayati tersebut dengan efisiensi fotosintesis tanaman. Mikroorganisme ini tidak hanya merangsang pertumbuhan akar tetapi juga

Laju Pertumbuhan Tanaman

Tabel 9. Menunjukkan aplikasi pupuk hayati Enero dapat berpengaruh meningkatkan produktivitas tanaman. Peningkatan laju pertumbuhan pada semua

dapat mampu memperbaiki struktur tanah, sehingga ketersediaan nutrisi bagi tanaman menjadi lebih optimal. Kondisi ini memungkinkan tanaman untuk mengembangkan daun yang lebih luas (ILD tinggi), yang selanjutnya akan meningkatkan kapasitas tanaman dalam menyerap cahaya matahari dan menghasilkan bahan organik melalui fotosintesis.

konsentrasi yang diberikan mengindikasikan peran penting mikroorganisme dalam menyediakan nutrisi bagi tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara LPT, ILD, dan LAB

Tabel 9. Rerata Laju Pertumbuhan Tanaman pada Semua Umur Pengamatan

Konsentrasi PHC Enero	Laju Pertumbuhan Tanaman (HST)		
	8-15 HST	15-22 HST	22-29 HST
Tanpa PHC	0.000002 a	0.000028 a	0.000065 a
10 ml/l	0.000010 ab	0.000039 ab	0.000170 b
15 ml/l	0.000015 b	0.000055 bc	0.000177 b
20 ml/l	0.000017 b	0.000060 c	0.000180 b
BNT 5%	0.000008	0.000020	0.000041

Keterangan: Angka-angka yang disertai abjad yang sama pada kolom yang sama menandakan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%; tn = tidak berbeda nyata

Peningkatan ILD yang dipicu oleh mikroorganisme yang ada pada pupuk hayati Enero memungkinkan tanaman menyerap cahaya matahari lebih banyak, sehingga meningkatkan LAB dan pada akhirnya mendorong pertumbuhan tanaman yang lebih pesat. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan Nunilahwati (2022), aplikasi pupuk hayati dengan konsentrasi 80 kg/ha

Hasil Panen

Tabel 10. Menunjukkan perlakuan dengan konsentrasi 20 ml/l PHC Enero memiliki hasil paling tinggi pada bobot bunga tanaman⁻¹, bobot bunga petak⁻¹ dan bobot bunga hektar⁻¹, hasil paling rendah terdapat pada perlakuan tanpa PHC Enero. Hal ini berhubungan dengan meningkatnya LPT

terbukti optimal dibandingkan dengan perlakuan lain yang lebih rendah, dalam meningkatkan pada pertumbuhan vegetatif tanaman caisim, yang dapat ditandai dengan peningkatan tinggi tanaman, berat akar, dan lebar daun, serta berkontribusi pada peningkatan Laju Asimilasi Bersih juga Laju Pertumbuhan Tanaman.

pada perlakuan 20 ml/l PHC Enero yang selanjutnya berkontribusi pada peningkatan LAB. Semakin tinggi nilai LAB maka semakin banyak fotosintat yang dihasilkan tanaman. Fotosintat ini kemudian ditranslokasikan ke berbagai organ tanaman termasuk bunga, sehingga meningkatkan bobot bunga tanaman brokoli.

Tabel 10. Rerata bobot bunga tanaman⁻¹, bobot bunga petak⁻¹ dan bobot bunga hektar⁻¹

Konsentrasi PHC Enero	Bobot Bunga Tanaman ⁻¹ (g)	Bobot Bunga Petak ⁻¹ (g)	Bobot Bunga Hektar ⁻¹ (ton)
Tanpa PHC	230.62 a	4497.71 a	9.00 a
10 ml/l	295.97 b	6338.31 b	12.68 b
15 ml/l	306.47 b	6421.52 b	12.84 b
20 ml/l	359.33 c	7123.56 c	14.25 c
BNT 5%	31.10	584.97	1.17

Keterangan: Angka-angka yang disertai abjad yang sama pada kolom yang sama menandakan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%; tn = tidak berbeda nyata

Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yildirim, *et al.* (2011), yang menunjukkan bahwa inokulasi akar dengan bakteri *Bacillus cereus* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, penyerapan hara, dan hasil brokoli secara signifikan. Pada penelitian tersebut pemberian *Bacillus cereus* dengan pupuk kandang mampu meningkatkan hasil brokoli hingga 17% dibandingkan dengan kontrol. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Cahyadi dan Widodo (2017), menunjukkan bahwa kombinasi pupuk hayati majemuk (2 l/ha) dengan pupuk organik kotoran ayam dan pupuk NPK, dapat meningkatkan hasil tanaman sawi caisim dibandingkan perlakuan

pupuk hayati atau NPK secara terpisah. Pupuk hayati majemuk pada penelitian tersebut mengandung *Azospirillum* sp., *Azotobacter* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Bacillus* sp., yang juga terdapat dalam PHC Enero.

KESIMPULAN

Perlakuan pemberian PHC Enero 20 ml/l memberikan respon pertumbuhan lebih tinggi pada tanaman brokoli. Perlakuan konsentrasi 20 ml/l PHC Enero juga menghasilkan komponen hasil paling tinggi yaitu 14.25 ton/ha, sedangkan pada perlakuan tanpa pemberian PHC Enero menunjukkan hasil paling rendah yaitu 9.00 ton/ha.

DAFTAR PUSTAKA

- Amarilis, S., dan Sugiyanta. 2019. Efektivitas Pupuk Hayati pada Pertumbuhan dan Komponen Hasil Brokoli. *Comm. Horticulturae Journal*. 2 (3): 65-70.
- Ataribaba, Y., Peten, P. S., dan Mual, C. D. 2021. Pengaruh Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) di Kampung Sidomulyo, Distrik Oransbari, Kabupaten Manokawari Selatan, Provinsi Papua Barat. *Jurnal Triton*. 12(2): 66-78.
- Badjo, R., C. S. Rante, E. R. M. Meray dan M. F. Dien. 2015. Serangan Hama Ulat Krop (*Crocidolomia pavonana* F.) pada Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) di Kelurahan Kakaskaesen II, Kecamatan Tomohon Utara. *Skripsi*. 9(1): 21-32.
- Cahyono, B. 2001. Kubis Bunga dan Brokoli. Yogyakarta: Kanisius.
- Cahyadi, D., dan Widodo, W. D. 2017. Efektivitas pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman caisin (*Brassica chinensis* L.). *Buletin Agrohorti*. 5(3): 292-300.
- Dalmadi. 2010. Syarat Tumbuh Brokoli. Jakarta: Direktorat Jenderal Holtikultura.
- Demir, H., Sönmez, İ., Uçan, U., dan Akgün, İ. H. 2023. Biofertilizers Improve the Plant Growth, Yield, and Mineral Concentration of Lettuce and Broccoli. *Agronomy*. 13(8): 2031.
- Gad, N., dan El-Moez, M. 2011. Broccoli growth, yield quantity and quality as affected by cobalt nutrition. *Agriculture and Biology Journal of North America*. 2(2): 226-231.
- Guardiola-Márquez, C. E., García-Sánchez, C. V., Sánchez-Arellano, Ó. A., Bojorquez-Rodríguez, E. M., dan Jacobo-Velázquez, D. A. 2023. Biofortification of Broccoli Microgreens (*Brassica oleracea* var. *italica*) with Glucosinolates, Zinc, and Iron through the Combined Application of Bio- and Nanofertilizers. *Foods*. 12(20): 3826.
- Ikhsani, D., Hindersah, R., dan Herdiyantoro, D. 2018. Pertumbuhan tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea* L. Merrill) setelah aplikasi *Azotobacter chroococcum* dan pupuk NPK. *Agrologia*. 7(1): 288774.
- Indriyati, L. 2018. Effectiveness of Organic and Inorganic Fertilizers on the Growth and Yield of Broccoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 23(3): 195-202.
- Kakisina, G., Rehatta, H., dan Lawalata, I. J. 2023. Pengaruh Pupuk Organik Hayati Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Pagoda (*Brassica narinosa*). *Jurnal Budidaya Pertanian*. 19(1): 69-78.
- Kumalasari, R. E. 2024. Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Terhadap Pemberian Pupuk Hayati Enero (Energi Agro Nusantara) dan Pupuk Nitrogen. Program Studi Agroteknologi. Universitas Merdeka Pasuruan. SKRIPSI.
- Lewar, Y., dan Hasan, A. 2022. Total Luas Daun, Laju Asimilasi Bersih, Dan Klorofil Daun Kacang Merah Varietas Inerie Akibat Aplikasi Pupuk Hayati. In *Prosiding Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian*. 5(1): 274-280.
- Ma'rufah, S. Riza Yuli R. dan Vega Karika.

2020. Pemanfaatan Vinasse sebagai Pupuk Organik Cair untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Bunga Kol (*Brassica oleracea* var. *Botrytis* L.) Jurnal Penelitian Pertanian Terapan Vol. 20 (1):18-24.
- Minuț, M., Diaconu, M., Roșca, M., Cozma, P., Bulgariu, L., dan Gavrilesu, M. 2023. Screening of *Azotobacter*, *Bacillus* and *Pseudomonas* Species as Plant Growth-Promoting Bacteria. *Processes*. 11(1): 80.
- Mondal, T., Datta, J., dan Mondal, N. 2017. Chemical fertilizer in conjunction with biofertilizer and vermicompost induced changes in morpho physiological and bio-chemical traits of mustard crop. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 16(2): 135-144.
- Nunilahwati, H., Marlina, N., Purwanti, Y., Nisfuriah, L., Aryani, I., Rosmiah, R., dan Zulfakar, Z. 2023. Efek Takaran Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Produksi Caisim (*Brassica juncea* L.). In Seminar Nasional Lahan Suboptimal. 10(1): 226-233.
- Portier, P., Pédrón, J., Taghouti, G., Saux, F., Caullireau, E., Bertrand, C., Laurent, A., Chawki, K., Oulgazi, S., Moumni, M., Andrivon, D., Dutrieux, C., Faure, D., Hélias, V., dan Barny, M. 2019. Elevation of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *odoriferum* to species level as *Pectobacterium odoriferum* sp. nov., proposal of *Pectobacterium brasiliense* sp. nov. and *Pectobacterium actinidiae* sp. nov., emended description of *Pectobacterium carotovorum* and description of *Pectobacterium versatile* sp. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*. 69(10): 3207-3216.
- Pratiwi, A., dan Segar, S. (2018). Keefektifan Pupuk Hayati sebagai Upaya Peningkatan Produktivitas Kedelai (*Glycine max*) dan Unsur Hara Tanah. *AGRIEKSTENSIA: Jurnal Penelitian Terapan Bidang Pertanian*. 17(1): 51-5
- Purnamasari, R. T., Pratiwi, S. H., dan Edision, A. A. 2023. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Kambing dan Urea Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi Pagoda (*Brassica rapa* L.). *Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan*. 7(1): 32–42.
- Pusdatin. 2023. Statistik Terkini Ekonomi Pertanian (Desember 2023 ed.). Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Puspitaeni, I., dan Yakop, U. M. 2023. Respon Pertumbuhan dan Hasil Brokoli (*Brassica Oleracea* L.) pada Berbagai Dosis Pupuk Kandang Kambing dan Pupuk NPK di Dataran Medium. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*. 2(3): 335-341.
- PT Energi Agro Nusantara. (2023, Juni). Pupuk Hayati Cair. enero.co.id. Diakses pada 14 September 2024 melalui <https://enero.co.id/pupuk-hayati-cair/>
- PT Meroke Tetap Jaya. (2021, Januari). Brokoli. www.meroketetapjaya.com. Diakses pada 25 September 2024 melalui <https://www.meroketetapjaya.com/files/uploads/2018/10/Brokoli1.pdf>
- Riyanti, E. I., Susilowati, D. N., Mulya, K., dan Listanto, E. 2019. Growth improvement of tomato with the application of bacterial isolates producing indole acetic acid (IAA) phosphate solubilizer. *Indonesian*

- Journal of Agricultural Science. 20(1): 35.
- Rukmana, R. 1994. Budidaya Kubis Bunga dan Brokoli. Yogyakarta: Kanisius.
- Sakata Seed America. (2023, April). Broccoli Master Guide 2023. Diakses pada 30 Januari 2024 melalui <https://sakatavegetables.com/wpcontent/uploads/2023/04/Broccoli-Master-Guide-2023.pdf>
- Sanjaya, P., Kurnia, N., Kushendarto, K., dan Yelli, F. 2021. Pengaruh pupuk kandang dan pupuk hayati pada pertumbuhan dan produksi tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Jurnal Agrotek Tropika. 9(1): 171-176.
- Saleh, N. 2008. Penggunaan Benih Sehat sebagai Sarana Utama Optimasi Pencapaian Produktivitas Kedelai. Buletin Iptek Tanaman Pangan. 3(2): 229-245.
- Septariani, D. N., Suminah, S., Liana, I. M., dan Cahyono, S. A. 2020. Pengendalian OPT Ramah Lingkungan pada Brokoli Mendukung Good Agricultural Practices (Doctoral dissertation, Sebelas Maret University). 4(1): 584-596.
- Simanungkalit, R. D. M., Suriadikarta, D. A., Saraswati, R., Setyorini, D., dan Hartatik, W. 2006. Pupuk organik dan pupuk hayati. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. 312.
- Sitompul, S.M. dan B. Guritno. 1995. Analisis Pertumbuhan Gadjah Tanaman. Mada University Press. Yogyakarta. 412 hal.
- Sitompul, P. P., dan Barunawati, N. 2024. Respon pertumbuhan brokoli (*Brassica oleracea* L.) varietas Green Magic terhadap pemberian berbagai sumber N dan dosis pupuk organik. Jurnal Produksi Tanaman. 12(10): 492-500.
- Soenartiningsih, Djaenuddin, N., dan Saenong, M. S. 2014. Efektivitas *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. sebagai Agen Biokontrol Hayati Penyakit Busuk Pelepah Daun pada Jagung. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan. 33(2). 129-136.
- Steenhoudt, O., dan Vanderleyden, J. 2000. *Azospirillum*, a free-living nitrogen fixing bacterium closely associated with grasses: genetic, biochemical and ecological aspects. FEMS Microbiology Reviews. 24(4): 487-506.
- Supriyono, S., Nurmallasari, A. I., Sulistyo, T. D., dan Fatimah, S. 2022. Efektivitas pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan hasil jagung hibrida di tanah alfisol. Agrotechnology Research Journal. 6(1): 1-7.
- Tanwar, A., Aggarwal, A., Kaushish, S., dan Chauhan, S. 2013. Interactive effect of AM fungi with *Trichoderma viride* and *Pseudomonas fluorescens* on growth and yield of broccoli. Plant Protection Science. 49(3): 137-145.
- Williamson, J. (2021, Januri). Cabbage, Broccoli dan Other Cole Crop Diseases. [hgic.clemson.edu](https://hgic.clemson.edu/factsheet/cabbage-broccoli-other-cole-cropdiseases/). Diakses pada 05 Oktober 2024 melalui <https://hgic.clemson.edu/factsheet/cabbage-broccoli-other-cole-cropdiseases/>
- Yıldırım, E., Karlidag, H., Turan, M., Dursun, A., dan Goktepe, F. 2011. Growth, Nutrient Uptake, and Yield Promotion of Broccoli by Plant Growth Promoting Rhizobacteria with Manure.