



Artikel Final Tricho verm_Isnaini Safitri W-1_rev22012026 (1)

17%
Suspicious
texts



- 4% Similarities
< 1 % similarities between quotation marks
0 % among the sources mentioned
- 7% Unrecognized languages
- 7% Texts potentially generated by AI

Document name: Artikel Final Tricho verm_Isnaini Safitri W-1_rev22012026 (1).docx
Document ID: 04228c67f1856f90d0660d013e3ad047a973405d
Original document size: 486.88 KB

Submitter: fst umsida
Submission date: 1/26/2026
Upload type: interface
analysis end date: 1/26/2026

Number of words: 4,212
Number of characters: 32,741

Location of similarities in the document:



Sources of similarities

Main sources detected

No.	Description	Similarities	Locations	Additional information
1	pels.umsida.ac.id The Effect of Liquid Organic Fertilizer Concentration on Grow... https://pels.umsida.ac.id/index.php/PELS/article/download/757/501 5 similar sources	2%		Identical words: 2% (63 words)
2	fst.umsida.ac.id Fakultas Sains dan Teknologi https://fst.umsida.ac.id/feed/	1%		Identical words: 1% (36 words)
3	media.neliti.com https://media.neliti.com/media/publications/171984-ID-pemanfaatan-bacillus-sp-dan-pseudo...	< 1%		Identical words: < 1% (50 words)
4	Artikel HbA1c Association With Transaminase Levels in Type 2 Diabet... #04f7df Comes from my group 3 similar sources	< 1%		Identical words: < 1% (28 words)

Sources with incidental similarities

No.	Description	Similarities	Locations	Additional information
1	www.nature.com Trichoderma: a multipurpose, plant-beneficial microorganis... https://www.nature.com/articles/s41579-022-00819-5.pdf	< 1%		Identical words: < 1% (12 words)
2	nabatia.umsida.ac.id https://nabatia.umsida.ac.id/index.php/nabatia/article/view/1603	< 1%		Identical words: < 1% (11 words)
3	pmc.ncbi.nlm.nih.gov Lock https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9983152/	< 1%		Identical words: < 1% (12 words)
4	doi.org PENGOLAHAN LIMBAH PADAT ORGANIK MENJADI KOMPOS MELALUI PR... https://doi.org/10.29408/jtl.v3i2.33241	< 1%		Identical words: < 1% (10 words)

Referenced sources (without similarities detected) These sources were cited in the paper without finding any similarities.

- <http://www.springerplus.com/content/1/1/26>
- <https://p3i.umsida.ac.id>

Points of interest

Bioteknologi Pembuatan Pupuk Hayati Tricho-verm Ramah Lingkungan dan Uji Efikasinya Terhadap Pertumbuhan Sawi Pagoda (Brassica narinosa L.) Biotechnology for Making Environmentally Friendly Tricho-verm Biofertilizer and Testing Its Efficacy on Pagoda Mustard (Brassica narinosa L.) Growth Isnaini Safitri Wijayanti 221040700008 Dosen Pembimbing Prof. Dr. Ir. Sutarman, MP. Dosen Penguji Nama Penguji (dengan gelar) Nama Penguji (dengan gelar) Program Studi Agroteknologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo Januari, 2026

Bioteknologi Pembuatan Pupuk Hayati Tricho-verm Ramah Lingkungan dan Uji Efikasinya Terhadap Pertumbuhan Sawi Pagoda (Brassica narinosa L.



Isnaini Safitri Wijayanti1), Sutarman*,2),M. Abror*,2), A. Miftakhurrohmat*,2) 1)

pels.umsida.ac.id | The Effect of Liquid Organic Fertilizer Concentration on Growth and Production of Pakcoy Mustard (Brassica rapa L.)

<https://pels.umsida.ac.id/index.php/PELS/article/download/757/501>

- Program Studi Agroteknologi,
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia
- 2) Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia
- 3) Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia
- 4) Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah

Artikel HbA1c Association With Transaminase Levels in Type 2 Diabetes.pdf | Artikel HbA1c Association With Transaminase Levels in Type 2 Diabetes

Comes from my group

Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: akademik@umsida.ac.id

Abstract. The development of environmentally friendly vegetable cultivation technologies is an important requirement to support sustainable food security. This study aimed to evaluate the effect of the integrated biofertilizer Tricho-verm, a combination of vermicompost derived from cassava peel waste and Trichoderma fungi, on early growth and plant health of pagoda mustard (Brassica narinosa L.). The experiment was arranged in a factorial Randomized Block Design with two factors, namely vermicompost application (without and with) and Trichoderma application (without and with), resulting in four treatment combinations, each replicated five times. Observed parameters included plant height, number of leaves, and plant health index. The results showed that vermicompost and Trichoderma, applied either individually or in combination, had a significant effect on all observed parameters. The combined Tricho-verm treatment produced the highest plant growth and health. These findings indicate a synergistic effect between vermicompost as a nutrient source and Trichoderma as a plant growth promoter and biological control.



Keywords – Tricho-verm; vermicompost; Trichoderma; pagoda mustard; biofertilizer

Abstrak.

Pengembangan teknologi budidaya sayuran yang ramah lingkungan menjadi kebutuhan penting dalam mendukung pangan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pupuk hayati terpadu Tricho-verm, yaitu kombinasi vermikompos berbahan limbah kulit singkong dan fungi Trichoderma, terhadap pertumbuhan awal dan kesehatan tanaman sawi pagoda (Brassica narinosa L.). Percobaan dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor, yakni aplikasi vermikompos (tanpa dan dengan) serta Trichoderma (tanpa dan dengan), sehingga diperoleh empat kombinasi perlakuan yang masing-masing diulang lima kali.



Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan indeks kesehatan tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian vermikompos dan Trichoderma, baik secara tunggal maupun kombinasi, memberikan pengaruh nyata terhadap seluruh parameter pengamatan. Perlakuan kombinasi Tricho-verm menghasilkan pertumbuhan dan kesehatan tanaman tertinggi. Hal ini menunjukkan adanya efek sinergis antara vermikompos sebagai sumber hara dan Trichoderma sebagai pemacu pertumbuhan serta agen pengendali hayati.

Kata Kunci – Tricho-verm; vermikompos, Trichoderma; sawi pagoda; pupuk hayati

I. Pendahuluan
Upaya menjaga dan meningkatkan ketahanan pangan nasional tidak hanya berfokus pada peningkatan hasil produksi, tetapi juga harus memperhatikan kualitas gizi,



keberlanjutan lingkungan, dan kesehatan agroekosistem.

Intensifikasi pertanian berbasis input kimia sintesis yang berlangsung dalam jangka panjang telah menimbulkan berbagai permasalahan, seperti degradasi kesuburan tanah, pencemaran lingkungan, serta gangguan keseimbangan mikroorganisme tanah.



Kondisi ini mendorong pengembangan teknologi budidaya tanaman yang menghasilkan pangan aman, bergizi, dan ramah lingkungan [1], [2].

Dalam konteks tersebut, pengembangan budidaya sayuran daun menjadi sangat penting karenanya dalam memenuhi kebutuhan gizi masyarakat. Salah satu komoditas yang berpotensi dikembangkan adalah sawi pagoda (*Brassica narinosa* L.). Tanaman ini memiliki kandungan vitamin A, C, dan K yang tinggi serta senyawa antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan.

Selain itu, sawi pagoda memiliki umur panen relatif singkat, mudah dibudidayakan, adaptif terhadap berbagai kondisi lingkungan, dan efisien dalam memanfaatkan unsur hara esensial seperti nitrogen, fosfor, dan kalium [3], [4].

Keunggulan agronomis tersebut menjadikan sawi pagoda responsif terhadap penerapan teknologi budidaya berkelanjutan, termasuk penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa aplikasi pupuk organik maupun pupuk organik cair berbasis limbah organik mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi pagoda secara signifikan, sehingga berpotensi mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia sintesis [5]. Namun, dalam praktik lapangan, penggunaan pupuk dan pestisida kimia masih mendominasi sistem budidaya sayuran, yang dalam jangka panjang berdampak negatif terhadap lingkungan dan keberlanjutan produksi [6], [7].

Salah satu alternatif yang terus dikembangkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah penggunaan pupuk hayati berbasis mikroorganisme fungsional. Pupuk hayati diketahui mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara, memperbaiki sifat tanah, serta mendukung pertumbuhan tanaman secara berkelanjutan. Di antara berbagai mikroorganisme yang telah diteliti, jamur *Trichoderma* dikenal memiliki kemampuan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman, agen pengendali hayati patogen, serta peningkatan ketahanan tanaman terhadap cekaman lingkungan [1], [8], [9].

Selain pemanfaatan mikroorganisme, penggunaan pupuk organik dari limbah pertanian juga menjadi bagian penting dalam sistem pertanian berkelanjutan. Limbah kulit singkong merupakan salah satu sumber bahan organik lokal yang tersedia melimpah namun belum dimanfaatkan secara optimal. Melalui proses vermikomposting, limbah kulit singkong dapat diolah menjadi vermikompos yang kaya unsur hara, mikroorganisme bermanfaat, dan hormon pertumbuhan alami, serta mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah [10], [11], [12].

Penggabungan vermikompos kulit singkong dengan jamur *Trichoderma* berpotensi menghasilkan pupuk hayati terpadu yang lebih efektif, yang dikenal sebagai pupuk hayati "Tricho-verm". Formulasi ini diharapkan mampu meningkatkan pertumbuhan awal, meningkatkan vigor dan kesehatan tanaman, serta memperbaiki kesuburan tanah secara berkelanjutan. Sejumlah kajian tambahan juga memperkuat peran *Trichoderma* dalam mendukung tanaman pangan pada kondisi lingkungan yang kurang optimal. Aplikasi *Trichoderma* pada tanaman padi gogo di tanah masam menunjukkan bahwa isolat *Trichoderma* Tc-Jro-01 mampu meningkatkan respons pertumbuhan vegetatif dibandingkan kontrol tanpa perlakuan hayati, sehingga berpotensi diaplikasikan pada sistem budidaya non-konvensional [13]. Selain itu, pengembangan teknologi tepat guna (TTG) beberapa pupuk hayati plus yang melibatkan *Trichoderma asperillum* dan bahan pembawa biologis lainnya telah dikaji dalam konteks hortikultura dan terbukti mudah diadopsi oleh petani di lapangan [14].

Dengan demikian, pengembangan dan pengujian pupuk hayati "Tricho-verm" yang menggabungkan keunggulan vermikompos kulit singkong dan formulasi *Trichoderma* menjadi sangat relevan secara ilmiah maupun praktis. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan teknologi budidaya tanaman sawi pagoda yang ramah lingkungan, produktif, dan berkelanjutan, sekaligus mengisi kesenjangan pengetahuan terkait efektivitas formulasi pupuk hayati terpadu pada tanaman sayuran.



Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan dalam penelitian ini difokuskan pada pengaruh penggunaan pupuk hayati "Tricho-verm" terhadap pertumbuhan tanaman sawi pagoda. Secara khusus, penelitian ini mengkaji interaksi antara vermikompos berbahan dasar limbah kulit singkong dan jamur *Trichoderma*, serta pengaruh masing-masing komponen terhadap pertumbuhan dan kesehatan tanaman sawi pagoda.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kombinasi vermikompos kulit singkong dan jamur *Trichoderma* dalam formulasi pupuk hayati "Tricho-verm" terhadap pertumbuhan awal dan kesehatan tanaman sawi pagoda.

Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh vermikompos secara mandiri serta peran jamur *Trichoderma* sebagai pupuk hayati dalam menunjang pertumbuhan dan kesehatan tanaman.

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah bahwa terdapat interaksi antara vermikompos dan jamur *Trichoderma* dalam formulasi pupuk hayati "Tricho-verm" yang berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan awal tanaman sawi pagoda. Selain itu, vermikompos berbahan dasar limbah kulit singkong serta jamur *Trichoderma* secara terpisah juga diduga memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan pertumbuhan dan kesehatan tanaman sawi pagoda.



Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa tersedianya data ilmiah mengenai efektivitas kombinasi vermikompos kulit singkong dan *Trichoderma* dalam meningkatkan pertumbuhan awal tanaman sawi pagoda. Hasil penelitian ini juga diharapkan menjadi dasar pengembangan pupuk hayati ramah lingkungan "Tricho-verm" sebagai alternatif substitusi pupuk kimia sintesis. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan bagi peneliti dan pemangku kepentingan dalam mendukung pengembangan teknologi tepat guna dan sistem pertanian berkelanjutan.

II. Metode

Waktu dan Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilakukan pada bulan November 2025 – Januari 2026 dengan dibagi menjadi beberapa tahapan (1) Pembuatan vermikompos kulit singkong di Laboratorium Tanah dan Media



fst.umsida.ac.id | Fakultas Sains dan Teknologi
<https://fst.umsida.ac.id/feed/>

Program Studi



pels.umsida.ac.id | The Effect of Liquid Organic Fertilizer Concentration on Growth and Production of Pakcoy Mustard (*Brassica rapa* L.)
<https://pels.umsida.ac.id/index.php/PELS/article/download/757/501>

Agroteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (2) Pembuatan Isolat fungi *Trichoderma* di Laboratorium Mikrobiologi dan Teknologi Program Studi Agroteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (3) Uji aplikasi "Trico-verm" di Laboratorium Fisiologi Tanaman Program Studi Agroteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

dan di Royal Pabean Residence, Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo.

Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan bahan berupa limbah kulit singkong, cacing tanah, tepung sekam, fungi *Trichoderma*, dan benih sawi pagoda yang digunakan sebagai tanaman uji. Adapun alat yang akan digunakan dalam penelitian ini, meliputi wadah kompos, timbangan, pH meter serta peralatan pendukung seperti sprayer, spektrofotometer, grow light, dan tray semai.

Rancangan Penelitian

Percobaan faktorial dalam penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama adalah pemberian vermikompos yang terdiri atas dua taraf, yaitu tanpa vermikompos (V0) dan dengan vermikompos (V1). Faktor kedua adalah formulasi *Trichoderma* yang terdiri atas dua taraf, yaitu tanpa *Trichoderma* (T0) dan dengan *Trichoderma* (T1) pada kepadatan konidiospora sebesar 106 CFU g⁻¹. Pupuk diaplikasikan pada umur 7 dan 14 hari setelah tanam (HST).

Kombinasi kedua faktor menghasilkan empat perlakuan, yaitu V0T0, V0T1, V1T0, V1T1, yang masing-masing diulang sebanyak lima kali sehingga diperoleh 20 satuan percobaan.

Perlakuan V1T1 merupakan formulasi pupuk hayati "Tricho-verm" yang dibandingkan keragaan dan efektivitasnya dengan tiga perlakuan lainnya.

Rancangan Penelitian

Pembuatan Formula Trichoderma.

Pembuatan vermikompos limbah kulit singkong. Pembuatan vermikompos ini dilakukan dengan mengumpulkan limbah kulit singkong, kemudian mencacahnya menjadi ukuran lebih kecil, kemudian mencampurkannya dengan kotoran kambing yang sudah siap pakai dengan perbandingan 3:1. Campuran bahan organik ini, kemudian difermentasi menggunakan cacing tanah selama 60 hari dalam bak pengomposan yang terlindungi dari hujan dan sinar matahari langsung.

Pembiakan Trichoderma. Pembuatan dimulai dengan pengambilan isolat Trichoderma yang sudah tersedia di Laboratorium, kemudian diisolasi pada media PDA (Potato Dextrose Agar) yang telah diberi antibiotik untuk mencegah kontaminasi.

Formulasi Tricho-verm. Formulasi dilakukan dengan pencampuran vermikompos yang sudah jadi dan Trichoderma yang sudah terformulasi dalam bahan pembawa berupa tepung sekam dengan kepadatan konidiospora 106 CFU per g dengan perbandingan 1:1. Selanjutnya formula ini digunakan untuk menguji kinerjanya dibandingkan dengan aplikasi vermikompos, biofertilizer Trichoderma, dan kontrol (tanpa pupuk organik dan pupuk hayati atau hanya menggunakan pupuk kimia dasar saja).

Uji Aplikasi

Penyediaan media tanam. Kegiatan ini meliputi mempersiapkan media tanam dengan kondisi pH 5,6 dari kedalaman 20-30 cm. Tanah dihaluskan dengan cara menumbuknya sehingga diperoleh tekstur tanah menyerupai kondisi lapang yang siap tanm. Tanah dimasukkan ke dalam polybag kapasitas 2,5 kg dan siap dilakukan penanaman.

Penanaman. Kegiatan dilakukan dengan menanam benih yang telah disemai sebelumnya pada media yang telah dipersiapkan. Jarak antar polybag yang digunakan adalah 30 cm dengan kedalaman lubang sekitar 2 cm. Setiap lubang tanam diberi vermikompos kulit singkong sesuai dengan perlakuan penelitian.

Perawatan tanaman. Kegiatan meliputi penyiraman rutin setiap pagi dan sore hari, penyiangan gulma, serta pemantauan terhadap serangan hama dan penyakit. Aplikasi isolat Trichoderma dilakukan dengan cara penyiraman suspensi cendawan ke sekitar tanaman perakaran sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.

Variabel pengamatan meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan kesehatan tanaman sawi pagoda. Tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah hingga ujung daun tertinggi, sedangkan jumlah daun dihitung pada daun yang telah membuka sempurna. Kesehatan anaman diamati secara visual mulai umur 2 minggu setelah tanam dengan menggunakan sistem skoring kesehatan tanaman (Tabel 1) berdasarkan kondisi morfologi, vigor tumbuhan, serta tingkat serangan hama dan penyakit, dengan rentang skor 0 – 4. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA), dan apabila menunjukkan perbedaan nyata, maka akan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5% untuk mengetahui perbedaan pengaruh antarperlakuan.

Tabel 1. Kriteria penilaian kesehatan tanaman sawi pagoda umur 2 minggu setelah tanam	
Skor	Kategori Kesehatan
4	Sehat Tanaman tumbuh normal dan seragam Daun hijau segar, turgid, permukaan utuh tanpa bercak atau klorosis Pertumbuhan optimal, batang kokoh, tidak layu Tidak terdapat gejala penyakit maupun serangan hama
3	Gangguan ringan Gangguan kesehatan sangat ringan Daun agak pucat atau bercak kecil sangat terbatas Pertumbuhan sedikit lebih lambat namun masih normal Gejala ringan penyakit atau hama, kerusakan <10% permukaan daun
2	Gangguan sedang Gangguan mulai memengaruhi pertumbuhan Daun menguning sebagian, bercak nekrotik kecil-sedang Pertumbuhan terhambat, tanaman lebih kecil dari normal Gejala penyakit/hama sedang, kerusakan 10–30% permukaan daun
1	Gangguan berat Gangguan kesehatan serius Daun menguning luas, layu sebagian, deformasi jelas Pertumbuhan sangat terhambat, tanaman kerdil Serangan penyakit/hama berat, kerusakan 30–60% permukaan daun
0	Gangguan sangat berat (menjelang kematian) Tanaman hampir mati Daun layu total, mengering, atau rontok Pertumbuhan terhenti, batang lemah atau rebah Infeksi sistemik atau kerusakan >60% permukaan daun

III. Hasil dan Pembahasan

Formulasi Tricho-verm

Formula Tricho-verm merupakan hasil integrasi antara vermikompos berbahan limbah organik dan pupuk hayati berbasis Trichoderma. (Gambar 1). Limbah organik dengan komposisi karbon nitrogen seimbang telah dilaporkan secara konsisten meningkatkan kualitas kompos dan memperbaiki struktur tanah [4], [10].

Gambar 1. Formula vermikompos dengan bahan dasar limbah kulit singkong

Formulasi Trichoderma dibuat dengan tepung sekam (Gambar 2) sebagai bahanpembawa untuk mempertahankan viabilitas konidiospora. Tepung sekam berporositas tinggi efektif sebagai media pembawa mikroba karena mampu menjaga kelembaban dan mengurangi tekanan kompetitif mikroba tanah lainnya [15].

Gambar 2. Formula Trichoderma dengan bahan pembawa dan bahan pengisi berupa tepung sekam

Proses pembuatan Tricho-verm yang merupakan formulasi kombinasi antara vermikompos dan pupuk hayati (biofertilizer) Trichoderma secara diagramatik ditunjukkan oleh Gambar 3.

Gambar 3. Diagram pembuatan Tricho-verm

Uji populasi konidiospora Trichoderma pada formulasi menunjukkan kepadatan 106 CFU g-1, yang sesuai dengan standar minimal pupuk hayati efektif menurut standar internasional [8]. Pencampuran vermikompos dan Trichoderma dilakukan setelah kedua formula mencapai kondisi aktif, setelah inkubasi dua minggu, populasi Trichoderma tetap stabil, yang mengindikasi bahwa formulasi Tricho-verm yang memiliki potensi viabilitas jangka panjang. Faktor kelangsungan hidup penting karena konsistensi populasi mikroba menentukan efektivitas biofertilizer dalam memperbaiki kondisi tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman [16], [17].

Formulasi Tricho-verm

Tinggi Tanaman. Hasil analisis ragam menunjukkan formula vermikompos dan formula Trichoderma berpengaruh nyata () terhadap tinggi tanaman pada 7 dan 14 hari setelah tanam (HST). Rerata tinggi tanaman sebagai respon aplikasi vermikompos dan formula Trichoderma ditunjukkan pada Tabel 2, sedangkan rerata tinggi pada perlakuan kombinasi kedua macam formula tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Pengaruh formula vermikompos dan Trichoderma masing-masing terhadap tinggi tanaman sawi pagoda	
Formula	Tinggi tanaman (cm)
7 HST 14 HST	
Vermikompos	
Tanpa vermikoompos (V0)	4,00 a 5,99 a
Dengan vermikompos (V1)	4,72 b 6,43 b
BNJ 5%	0,27 0,56
Trichoderma	
Tanpa Trichoderma (T0)	4,24 a 5,73 a
Dengan Trichoderma (T1)	4,48 a 6,29 b
BNJ 5%	0,27 0,56

5

media.neliti.com

<https://media.neliti.com/media/publications/171984-ID-pemanfaatan-bacillus-sp-dan-pseudomonas.pdf>

Angka yang diikuti huruf yang sama pada satu kolom menunjukkan

adanya perbedaan pengaruh nyata pada uji BNJ 5%

Tabel 3. Pengaruh kombinasi formula vermikompos dan Trichoderma terhadap tinggi tanaman sawi pagoda	
Formula	Tinggi tanaman (cm)
7 HST 14 HST	
Tanpa vermikoompos -Trichoderma (V0T0)	
	3,94 a 5,30 a
Tanpa vernikompos - dengan Trichoderma (V0T1)	
	4,06 a 5,88 ab
Dengan vermikompos- tanpa Trichoderma (V1T0)	
	4,54 b 6,16 b
Vermikompos-Trichoderma (Tricho-verm) (V1T1)	
	4,90 b 6,70 b
BNJ 5%	0,52 1,06

6

media.neliti.com

<https://media.neliti.com/media/publications/171984-ID-pemanfaatan-bacillus-sp-dan-pseudomonas.pdf>

Angka yang diikuti huruf yang sama pada satu kolom menunjukkan

adanya perbedaan pengaruh nyata pada uji BNJ 5%

Tanaman yang menerima perlakuan Tricho-verm (V1T1) secara konsisten menunjukkan tinggi tanaman tertinggi dibandingkan perlakuan tunggal maupun kontrol. Fenomena peningkatan tinggi tanaman oleh vermikompos sejalan dengan laporan Al-Maamori (2024) yang menyatakan bahwa vermikompos meningkatkan struktur tanah dan ketersediaan unsur hara sehingga memacu pertumbuhan vegetatif awal. Demikian pula, aplikasi Trichoderma secara individual telah dikaitkan dengan peningkatan tinggi tanaman pada beberapa jenis sayuran karena kemampuannya memproduksi hormon pertumbuhan seperti indole acetic acid (IAA) yang meningkatkan pembelahan sel akar dan batang [11], [12]. Penelitian Sutarman & Prahasti (2022) mendapati peningkatan tinggi tanaman bawang merah yang signifikan ketika diaplikasi pupuk hayati Trichoderma, yang sejalan dengan hasil penelitian ini pada tanaman sawi pagoda. Efek sinergis pada Tricho-verm kemungkinan berasal dari kombinasi pemenuhan unsur hara oleh vermikompos dan stimulasi fisiologis oleh Trichoderma. Kajian meta-analisis terbaru juga menyimpulkan bahwa kombinasi pupuk organik dan mikroba efektif meningkatkan parameter pertumbuhan vegetatif pada tanaman hortikultura [3]. Lebih lanjut, Trichoderma diketahui mampu memperbaiki efisiensi penyerapan fosfor dan nitrogen yang sering menjadi faktor pembatas pertumbuhan awal, terutama pada media bercampur organik seperti vermikompos [16], [18]. Hal ini memperkuat hipotesis bahwa Tricho-verm menyediakan lingkungan rhizosfer yang lebih kondusif untuk pertumbuhan pucuk dan akar, yang tercermin pada peningkatan tinggi tanaman.

Tabel 4. Pengaruh formula vermikompos dan Trichoderma masing-masing terhadap jumlah daun tanaman sawi pagoda	
Formula	Jumlah daun
7 HST 14 HST	
Vermikompos	
Tanpa vermikoompos (V0)	3,40 a 5,90 a
Dengan vermikompos (V1)	4,00 b 7,20 b
BNJ 5%	0,52 0,64
Trichoderma	
Tanpa Trichoderma (T0)	3,50 a 6,10 a
Dengan Trichoderma (T1)	3,90 a 7,00 b
BNJ 5%	0,52 0,64

7

media.neliti.com

<https://media.neliti.com/media/publications/171984-ID-pemanfaatan-bacillus-sp-dan-pseudomonas.pdf>

Angka yang diikuti huruf yang sama pada satu kolom menunjukkan

adanya perbedaan pengaruh nyata pada uji BNJ 5%

Tabel 5. Pengaruh kombinasi formula vermikompos dan Trichoderma terhadap jumlah daun tanaman sawi pagoda	
Formula	Jumlah daun
7 HST 14 HST	
Tanpa vermikoompos -Trichoderma (V0T0)	
	3,40 a 5,20 a
Tanpa vernikompos - dengan Trichoderma (V0T1)	
	3,40 a 6,60 b
Dengan vermikompos- tanpa Trichoderma (V1T0)	
	3,60 ab 7,00 b

Angka yang diikuti huruf yang sama pada satu kolom menunjukkan

adanya perbedaan pengaruh nyata pada uji BNJ 5

Permintaan unsur hara untuk pembentukan daun meningkat pada fase vegetatif awal, dan perlakuan yang meningkatkan ketersediaan unsur ini mencatatkan jumlah daun yang lebih tinggi. Pertambahan jumlah daun merupakan indikator awal kesehatan vegetatif tanaman. Vermikompos berkontribusi terhadap peningkatan jumlah daun melalui perbaikan agregat tanah dan peningkatan porositas, yang memacu aerasi serta aktivitas akar [10]. Trichoderma berperan dalam meningkatkan jumlah daun melalui stimulasi fisiologis yang meningkatkan pembelahan dan diferensiasi sel meristematik daun [8], [19]. Biofertilizer Trichoderma dapat meningkatkan jumlah daun pada sayuran lahan kering, sesuai dengan hasil penelitian ini [20]. Kombinasi verмикompos dan Trichoderma memungkinkan suplai nutrisi berkelanjutan sekaligus pemacu fisiologis, yang sesuai dengan prinsip ekologi mikroba-tanaman bahwa simbiosis mikroba dapat menstimulus pertumbuhan vegetatif secara langsung [15], [21]. Salin itu, laporan meta-analisis terbaru pada sayuran daun menunjukkan bahwa formulasi biofertilizer termasuk Trichoderma, jika dikombinasikan dengan organik tinggi seperti verмикompos, dapat meningkatkan jumlah daun secara konsisten dibandingkan perlakuan tunggal [20]. Aktivitas mikroba juga menekan serangan patogen awal yang sering menghambat pembentukan daun baru, yang mendukung peningkatan jumlah daun pada perlakuan Tricho-verm.

Kesehatan Tanaman
Aplikasi formula verмикompos dan formula Trichoderma berpengaruh nyata () terhadap indeks kesehatan tanaman sawi pagoda pada 12 HST. Rerata indeks kesehatan tanaman sawi pagoda sebagai respon aplikasi verмикompos dan formulasi Trichoderma ditunjukkan pada Tabel 6, sedngkan respons indeks kesehatan terhadap perlakuan kombinasi formula verмикompos dan formula Trichoderma disajikan pada Tabel 7.

Tabel 6. Rerata pengaruh formula verмикompos dan Trichoderma serta kombinasinya terhadap indeks kesehatan tanaman sawi pagoda 14 HST

Vermikompos	Indeks kesehatan	Trichoderma	Indeks kesehatan
Tanpa verмикoompos (V0)	3,30 a	Tanpa Trichoderma (T0)	3,30 a
Dengan verмикompos (V1)	3,80 b	Dengan Trichoderma (T1)	3,80 b
BNJ 5%	0,37	BNJ 5%	0,37

Angka yang diikuti huruf yang sama pada satu kolom menunjukkan

adanya perbedaan pengaruh nyata pada uji BNJ 5%

Tabel 7. Pengaruh kombinasi formula verмикompos dan Trichoderma terhadap indeks Kesehatan tanaman sawi pagoda 14 HST

Formula Indeks kesehatan	
Tanpa verмикoompos -Trichoderma (V0T0)	3,00 a
Tanpa vernikompos - dengan Trichoderma (V0T1)	3,60 ab
Dengan verмикompos- tanpa Trichoderma (V1T0)	3,



60 ab
Vermikompos-Trichoderma (Tricho-verm) (V1T1) 4,

00 ab

BNJ 5% 0,70
Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan adanya perbedaan pengaruh nyata pada uji BNJ 5%

Indeks kesehatan tanaman tidak hanya dipengaruhi oleh pertumbuhan vegetatif, tetapi juga oleh kemampuan tanamn dalam mengatasi tekanan biotik, seperti patogen tanah maupun hama herbivora. Vermikompos telah dilaporkan mampu memperbaiki komunitas mikroba tanah yang kompetitif terhadap patogen, sehingga menurunkan insidensi penyakit akar dan meningkatkan resistensi induksi sistemik tanaman [11], [18]. Trichoderma merupakan agen biokontrol yang aktif menghasilkan metabolit antimikroba dan enzim degradasi dinding sel patogen, yang secara signifikan menurunkan kejadian penyakit pada berbagai tanaman hortikultura [17], [19]. Studi Sutarman (2025) menunjukkan bahwa formulasi Trichoderma aspersellum meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen jamur akar pada pakcoy, selaras dengan nilai indeks kesehatan tinggi pada perlakuan Tricho-verm dalam penelitian ini. Pemanfaatan Trichoderma bersama verмикompos menciptakan kondisi rhizosfer yang “bersih” dari patogen dan kaya mikronutrien – sebuah kondisi yang mendukung kesehatan tanaman terhadap stres biotik dan abiotik [22]. Selain itu, Trichoderma juga diketahui memicu sistem kekebalan tanaman (ISR), sehingga tanaman menjadi lebih toleran terhadap imput stres. Hal ini menjelaskan tingginya indeks kesehatan pada perlakuan Tricho-verm dibandingkan kontrol. Kombinasi kedua formula ini tidak hanya memperbaiki parameter pertumbuhan tetapi juga meningkatkan ketahanan tanaman terhadap gangguan awal pada fase vegetatif.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa formulasi pupuk hayati Tricho-verm, yang merupakan kombinasi verмикompos berbahan limbah kulit singkong dan fungi Trichoderma, menunjukkan efektivitas tinggi dalam meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan tanaman sawi pagoda pada fase vegetatif awal. Aplikasi verмикompos secara tunggal terbukti meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun sawi pagoda pada umur 7 dan 14 HST setelah tanam melalui penyediaan unsur hara serta perbaikan kondisi fisik dan bilogis tanah. Sementara itu, aplikasi Trichoderma secara terpisah berkontribusi terhadap peningkatan pertumbuhan dan agen hayati pendukung ketahanan tanaman. Kombinasi verмикompos dan Trichoderma dalam formulasi Tricho-verm memberikan respons terbaik pada seluruh parameter pengamatan, meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan indeks kesehatan tanaman, yang mengindikasi adanya efek sinergis dalam meningkatkan kesehatan dan ketahanan tanaman.

Secara keseluruhan, hasil peenlitian ini menegaskan bahwa Tricho-verm berpotensi sebagai pupuk hayati terpadu yang ramah lingkungan, aplikatif, dan efektif, serta dapat menjadi alternatif strategis untuk mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia sintesis dalam budidaya sayuran. Oleh karena itu, disarankan dilakukan uji lapangan berskala lebih luas untuk menguji konsistensi efektivitas Tricho-verm pada berbagai kondisi agroekologi, penelitian lanjutan terkait dosis optimal, frekuensi aplikasi, serta mekanisme mikrobiologis dan fisiologisnya, serta upaya hilirisasi dan diseminasi teknologi sebagai teknologi tepat guna (TTG) bagi petani dan praktisi pertanian.



Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan

dukungan dan kontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini, khususnya kepada institusi dan laboratorium yang telah menyediakan fasilitas penelitian. Apresiasi juga disampaikan kepada para dosen serta rekan-rekan yang telah memberikan arahan, masukan, dan bantuan selama proses penelitian hingga penulisan artikel ini. Dukungan tersebut sangat berarti dalam kelancaran dan keberhasilan penelitian ini.



Referensi

[1]FAO, The future of food and agriculture - Alternative pathways to 2050. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022.

[2]D. Tilman, C. Balzer, J. Hill, and B. L.

Befort, "Global food demand and the sustainable intensification of agriculture," Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A., vol. 108, no. 50, pp. 20260–20264,



Dec. 2011, doi: 10.1073/pnas.1116437108.

[3]X. Zhang et al., "Brassica vegetables—an undervalued nutritional goldmine," Feb. 01, 2025, Oxford University Press.



doi: 10.1093/hr/uhae302.

[4]D. Rahmawati, S. Widodo, and P. Lestari,

"Cassava peel compost improves soil fertility and vegetable growth," Indonesian Journal of Agricultural Science, vol. 1, no. 29, pp. 45–54, 2024.



[5]S. Berliana Devi, H. Rahmi, Y. Sri Rahayu, P. Studi Agroteknologi,

F. Pertanian, and U. Singaperbangsa Karawang, "Respon Pertumbuhan Tanaman Sawi Pagoda (*Brassica narinosa* L.) dengan Pemberian Pupuk NPK dan Pupuk Cair dari Limbah Organik," Jurnal Agroplasma, vol. 11, no. 1, pp. 1–5, 2023.

[6]W. Weckwerth et al., "Natural variation of the holobiont for sustainable agroecosystems," Trends Plant Sci., Jun. 2025, doi: 10.1016/j.tplants.2025.05.006.

[7]W. Wang et al., "Transcriptome Analysis of *Aureobasidium pullulans* YQ65 Grown on Yeast Extract Peptone Glucose and Potato Dextrose Agar Media and Quantification of Their Effects on Pullulan Production," Foods, vol. 13, no. 22, Nov. 2024, doi: 10.3390/foods13223619.

[8]G. E. Harman, F. Doni, R. B. Khadka, and N. Uphoff, "Endophytic strains of *Trichoderma* increase plants' photosynthetic capability,"



J. Appl. Microbiol., vol. 130, no. 2, pp. 529–546, Feb. 2021, doi: 10.1111/jam.14368.

[9]Y.

Martinez, J. Ribera, F. W. M. R. Schwarze, and K. De France, "Biotechnological development of *Trichoderma*-based formulations for biological control," Sep. 01, 2023, Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. doi: 10.1007/s00253-023-12687-x.

[10]L. Sulistyowati, "VOLUME 3 ISSUE 1 JULY 2021 ANALISA DOSIS AB MIX TERHADAP NILAI TDS DAN PERTUMBUHAN PAKCOY SECARA HIDROPONIK".

[11]H. A. Al-Maamori, "Vermicomposts and their role in sustainable crop production," International Journal of Agriculture and Plant Science,



vol. 6, pp. 39–45, 2024, [Online]. Available: www.agriculturejournal.in

[12]J. Pathma and N. Sakthivel,

"Microbial diversity of vermicompost bacteria exhibiting agricultural traits," Environmental Science and Pollution Research, vol. 26, no. 1, pp. 1–19, 2021, [Online]. Available: <http://www.springerplus.com/content/1/1/26>

[13]N. A.



Santoso and Sutarman,

"Pengaruh



Gogo,”

Jurnal Nabatia, vol. 9, no. 2, pp. 39–52, Dec. 2021.

[14]Sutarman, A. E. Prihatiningrum, and A. Miftakhurrohmat, TEKNOLOGI TEPAT GUNA. UMSIDA PRESS,

2021. [Online]. Available: <https://p3i.umsida.ac.id>

[15]R.



I. A. Mollah, A. A. Pratama, A. A. P. Diwa, D. S.

Putri, and Sutarman, Aplikasi biofertilizer Trichoderma untuk budidaya tanaman sayuran pada lahan kering.



Sidoarjo: UMSIDA PRESS, 2024.

[16]R. A. Prianto, A. Hendrawan, D. Eka, M. N. Iman, and Sutarman,

Aplikasi biofertilizer Trichoderma untuk budidaya tanaman pada lahan basah. Sidoarjo: UMSIDA PRESS, 2024.

[17]F.



Zhang et al.,

“Trichoderma



www.nature.com | Trichoderma: a multipurpose, plant-beneficial microorganism for eco-sustainable agriculture
<https://www.nature.com/articles/s41579-022-00819-5.pdf>

biofertilizer links to altered soil chemistry,

altered microbial communities, and improved grassland

biomass,” Front. Microbiol., vol. 9, no. APR, Apr. 2022, doi: 10.3389/fmicb.2018.00848.

[18]F. Alshehrei and F. Ameen, “Vermicomposting: A management tool to mitigate solid waste,”



Jun. 01, 2021, Elsevier B.V. doi: 10.1016/j.sjbs.2021.02.072.

[19]Y. Owashi et al.,

“Microbiome of Zoophytophagous Biological Control Agent Nesidiocoris tenuis,”

Microb. Ecol., vol. 86, no. 4, pp. 2923–2933, Nov. 2023, doi: 10.1007/s00248-023-02290-y.

[20]M.

T. El-Saadony et al., “Plant growth-promoting microorganisms as biocontrol agents of plant diseases: Mechanisms, challenges and future perspectives,” Oct. 06, 2022, Frontiers Media S.



A. doi: 10.3389/fpls.2022.923880.

[21]J. Zhao, Y. Shakir, Y. Deng,

and Y. Zhang, “Use



pmc.ncbi.nlm.nih.gov | Lock
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9983152/>

of modified ichip for the cultivation of thermo-tolerant microorganisms from the hot

spring,”



BMC Microbiol., vol. 23, no. 1, Dec. 2023, doi: 10.1186/s12866-023-02803-2.

[22]P. Wonglom, O. U. Ruangwong, W. Poncheewin, S. Arikat, K. Riangwong,

and A. Sunpapao, “Trichoderma-Bioenriched Vermicompost Induces Defense Response and Promotes Plant Growth in Thai Rice Variety ‘Chor Khing,’” Journal of Fungi, vol.

10,



Lampiran 1

No. Dokumentasi Keterangan

1.

Formula vermikompos dengan bahan dasar limbah kulit singkong
2.
- Formula Trichoderma dengan bahan pembawa dan bahan pengisi berupa tepung
3.

Penyemaian benih sawi pagoda
4.

Hasil dari penyemaian
5.

Mempersiapkan media tanam 2,5kg setiap polybag
6.

Pemberian pupuk sesuai perlakuan
7.

Melakukan pengukuran

tanaman