

Research Article

Penambahan Pelet *Trichoderma harzianum* dalam Produksi Pupuk Organik Cair (POC) Limbah Tempe untuk Pertumbuhan *Brassica juncea* L.

Ike Apriani^{1a}, Nabela Arinda Putri^{1b}, Awalul Fatiqin^{2c}, Ra. Hoetary Tirta Amallia^{1d}, Riri Novita Sunarti^{1e*}

¹ Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia.

² Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Palangka Raya, Kalimantan Tengah, Indonesia.

Email: ^{a)} ikeapriani_uin@radenfatah.ac.id, ^{b)} nabela24@gmail.com, ^{c)} fatiqin@mipa.upr.ac.id
^{d)} hoetary_uin@radenfatah.ac.id, ^{e)*} ririnovitasunarti_uin@radenfatah.ac.id

Submitted: 2024-05-27

Revised: 2024-10-11

Accepted: 2024-10-14

Abstrak

Limbah tempe diperoleh dari siklus pengolahan tempe berupa limbah cair. Limbah ini mengandung protein, lemak, karbohidrat, dan air. Kandungan nutrisi yang terdapat pada limbah dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk pembuatan POC. Effective Mikroorganisme (EM4) merupakan salah satu aktivator kuat yang digunakan untuk pembuatan POC. *Trichoderma harzianum* diketahui sebagai dekomposer yang dapat memperbaiki kualitas kompos dan struktur tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah POC yang dihasilkan berpengaruh terhadap pertumbuhan *Brassica juncea* L. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan, yaitu P0 (kontrol), P1 (60 ml/L), P2 (120 ml/L) dan P3 (180 ml/L). dengan total 24 Unit percobaan. Analisis uji kandungan unsur hara NPK dan C-Organik menunjukkan Nitrogen = 0,20%, P = 0,060%, K = 0,24%, C Organik = 1,43%. Dosis P3 (180 ml/L) merupakan dosis terbaik dalam pertumbuhan sawi hijau yang meliputi pengamatan tinggi tanaman, jumlah helai daun, lebar daun, luas daun, bobot basah sawi dan bobot kering sawi.

Kata Kunci: *Brassica juncea*; EM4; Limbah Tempe; POC; *Trichoderma harzianum*.

Abstract

Tempeh waste is obtained from the tempeh processing cycle in the form of liquid waste. This waste contains protein, fat, carbohydrates, and water. The nutrient content contained in the waste can be utilized by microorganisms for making POC. Effective Microorganisms (EM4) is one of the strong activators used for making POC. *Trichoderma harzianum* is known as a decomposer that can improve compost quality and soil structure. This study aims to determine whether the POC produced affects the growth of *Brassica juncea* L. The experiment used a completely randomized design (CRD) with 4 treatments, namely P0 (control), P1 (60 ml/L), P2 (120 ml/L) and P3 (180 ml/L). with a total of 24 experimental units. Analysis of NPK and C-Organic nutrient content showed Nitrogen = 0.20%, P = 0.060%, K = 0.24%, Organic C = 1.43%. P3 dose (180 ml/L) is the best dose in mustard green growth which includes observations of plant height, number of leaflets, leaf width, leaf area, mustard wet weight and mustard dry weight.

Keywords: *Brassica juncea*; EM4; Tempe waste; POC; *Trichoderma harzianum*.

Copyright © 2024. The authors (CC BY-SA 4.0)

Pendahuluan

Limbah yang diperoleh dari siklus pengolahan tempe berupa limbah cair maupun limbah padat yang termasuk limbah biodegradable [1]. Limbah cair mengandung 0,42% protein; 0,13% lemak; 0,11% karbohidrat; 98,87% air; 13,60 ppm kalsium, dan 4,55 ppm besi. Zat yang paling banyak terakumulasi dalam limbah cair tempe adalah protein sebesar 226,10 mgL⁻¹ hingga 434,80 mgL⁻¹. Limbah yang dibuang diperairan berpotensi menimbulkan bau yang mengganggu [2]. Sari & Rahmawati [3], melaporkan bahwa BOD, COD, TSS, dan TDS pada limbah rebusan tempe ini melebihi baku mutu.

Limbah rebusan tempe dapat dikurangi dengan memanfaatkan limbah ini sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik cair. Pupuk ini lebih mudah diaplikasikan pada lahan, suplemen tersedia lebih cepat (*quick release*) untuk tanaman dan mengandung mikroorganisme yang menguntungkan [2], [4]. POC biasanya diproduksi dengan penambahan inokulan atau aktivator yang kuat [5]. *Effective mikroorganisme* (EM4) merupakan salah satu aktivator yang mengandung kultur campuran berbagai mikroorganisme yang bermanfaat, diantaranya *Lactobacillus*, bakteri tosinetik, *Actinomycetes*, ragi dan jamur fermentasi [6]. Penelitian ini, menambahkan *Trichoderma harzianum* dalam bentuk pelet. Spesies ini merupakan mikroorganisme saprofit yang mampu menyerang secara alami cendawan patogen yang merugikan tanaman dan bersifat menguntungkan bagi tanaman sebagai agens hayati pengendali organisme pengganggu tanaman [7]. Selain itu, hubungan timbal balik antara *Trichoderma* sp dengan tanaman bersifat mutualisme. Tanaman diuntungkan dalam pengendalian penyakit, sedangkan *Trichoderma* sp diuntungkan dengan ketersediaan nutrisi. Kondisi ini dapat meningkatkan produksi optimal tanaman yang menerapkan sistem budidaya ramah lingkungan [8].

Penelitian ini memanfaatkan sawi hijau (*Brassica juncea* L.) karena peminatnya tinggi. Sawi hijau (*Brassica juncea* L.) termasuk sayuran yang banyak dikonsumsi dan mengandung vitamin seperti Vitamin A, B, C. Selain itu mengandung antioksidan, protein, P, Ca, C dan Fe [9]. Tanaman ini bermanfaat bagi wanita menopause, karena melindungi wanita dari penyakit jantung dan kanker payudara. Kandungan nutrisi seperti kalsium, asam folat, dan magnesium juga mendukung kesehatan tulang [3].

Kebutuhan sawi hijau yang tinggi perlu ditunjang dengan budidaya yang tepat dan organik sehingga diperlukan pupuk hayati yang tepat. Dengan demikian, penelitian ini mengkaji kandungan NPK dan C Organik pada Pupuk Organik Cair (POC) limbah tempe yang ditambahkan pelet *Trichoderma* serta konsentrasi optimal POC pada pertumbuhan sawi hijau (*Brassica juncea* L.) dengan variabel pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun, lebar daun, luas daun, bobot basah dan bobot kering.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Desember 2022 hingga Maret 2023, dengan pengambilan limbah cair tempe dari pabrik tempe di Kecamatan Plaju, Kota Palembang, yang merupakan pusat binaan Pertamina RU III Plaju. Pengujian kandungan unsur hara pupuk organik cair (POC) dilakukan di Laboratorium PT. Sampoerna Agro Palembang, sementara budidaya sawi dilakukan di area Laboratorium Terpadu UIN Raden Fatah Palembang. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi gelas ukur, timbangan analitik, hand sprayer, penggaris, thermometer, soil tester, timbangan digital, oven, autoklaf, polybag, drum, ember, aluminium foil, kertas millimeter block, pisau, limbah cair tempe, benih sawi hijau, tanah, pasir malang, aquades, pelet *Trichoderma harzianum*, dan EM4 (*Effective Mikroorganisme4*).

1. Pembuatan Pupuk Organik Cair POC

Pembuatan POC dilakukan dengan fermentasi sebanyak 10 liter limbah tempe yang ditambahkan EM4 sebanyak 1 liter dan 1 kg pelet *Trichoderma harzianum*. Proses fermentasi dilakukan selama 3 bulan, karena nilai kadar hara makro dan hara mikro optimum diperoleh pada waktu tersebut [10].

2. Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan adalah tanah dan pasir dengan perbandingan 1:1 yang telah dilakukan proses pengayakan dan proses sterilisasi [11]. Proses sterilisasi dapat menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Media steril dimasukkan kedalam polybag ukuran 25x25 sebanyak 1.500 gram.

3. Persiapan Naungan (Rumah Plastik)

Naungan dipasang dengan ukuran 2m x 2m x 1,5m dibuat dari plastik dan kayu sebagai penyangga yang bertujuan untuk melindungi tanaman dari hama penyakit dan mengurangi gangguan pertumbuhan akibat faktor alam dan lingkungan.

4. Penyemaian biji dan penanaman sawi

Biji sawi hijau (*Brassica juncea* L.) direndam selama 6 jam dan ditanam pada media semai steril, kemudian ditempatkan pada rumah plastik. POC diaplikasikan pada pagi hari dengan frekuensi penyiraman pada 14 HSS, 21 HSS. Konsentrasi POC terdiri dari 60 ml/L (P1), 120 ml/L (P2), 180 ml/L (P3), dan kontrol (P0).

5. Pengamatan dan Analisa Data

Kandungan unsur hara dilakukan dengan metode Kjeldahl, Spektrofotometri, Flamefotometri, dan Walkey & Black. Parameter pertumbuhan sawi terdiri dari tinggi tanaman, jumlah helai daun, luas daun, lebar daun, bobot tanaman basah dan bobot tanaman kering. Data yang diperoleh akan dianalisis menggunakan ANOVA (*analysis of varians*) dan apabila ditemukan perbedaan antar perlakuan kemudian dilakukan uji lanjut.

Hasil dan Pembahasan

Kandungan POC Limbah Tempe

POC yang dihasilkan (Gambar 1) bewarna kecoklatan, bercak-bercak putih pada permukaannya, dan berbau menyengat yang mengindikasikan fermentasi ini berhasil. Menurut Sulastri *et al* [12], bercak-bercak putih pada hasil fermentasi menunjukkan aktivitas mikroorganisme pengurai limbah organik yang hidup pada permukaan POC. Mikroorganisme tersebut dapat memanfaatkan bahan organik untuk menghasilkan zat-zat seperti asam nukleat, asamamino, zat bioaktif, dan gula. Zat yang dihasilkan tersebut dapat digunakan tumbuhan untuk mempercepat pertumbuhan tanaman [10].

Tabel 1. Uji kandungan unsur hara Pupuk Organik Cair (POC)

No.	Parameter Uji	POC (EM4+ <i>Trichoderma</i>)	Standar Mutu	Metode Uji
1	Nitrogen	0,04	2-6	Kjeldahl
2	P ₂ O ₅ Total	0,014	2-6	Spektrofotometri
3	K ₂ O Total	0,24	2-6	Flamefotometri
4	C-Organik	0,78	<6	Walkey & Black

Pengujian kandungan POC limbah tempe dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai kandungan NPK dan C-Organik belum memenuhi persyaratan standar mutu minimal pupuk organik cair

yang telah disepakati berdasarkan hasil Peraturan Menteri Pertanian Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 yaitu dengan syarat N 2-6%, P_2O_5 2-6%, K_2O 2-6%, dan C-Organik <6%.

Meskipun POC yang dihasilkan tidak memenuhi syarat standar mutu, namun POC tetap diaplikasikan pada tanaman sawi karena adanya penambahan *Trichoderma harzianum*. Menurut Rahmiah *et al* [13], *Trichoderma harzianum* akan meningkatkan efisiensi pemupukan pada tanaman yang dibudidayakan. Mikroba ini dapat menghasilkan zat pengatur tumbuh yaitu hormon auksin yang berfungsi membantu mempercepat proses pertumbuhan akar dan batang, membantu proses pembelahan sel dan mempercepat perkecambahan.



Gambar 1. A) Pupuk Organik Cair (POC), B) *Trichoderma harzianum*.

Pengamatan Pertumbuhan Sawi Hijau (Brassica juncea L.)

Kombinasi POC yang ditambahkan pelet *Trichoderma harzianum* belum banyak dilaporkan. Aplikasi *Trichoderma harzianum* yang banyak dilaporkan adalah penambahan pelet langsung ke dalam polybag berkisar 20-30 g/polybag [14]. Namun, penambahan secara langsung ini dapat menyebabkan suatu kendala adaptasi bagi *Trichoderma*. Menurut Rahmiah *et al* [13], mikroba ini memiliki kemampuan yang rendah dalam beradaptasi dan perkembangan populasi jika diintroduksi ke dalam tanah sehingga diperlukan jumlah biakan mikroba yang banyak. Penambahan mikroba *Trichoderma harzianum* dalam pembuatan POC diharapkan mampu meningkatkan unsur hara dalam POC dan menghasilkan *Trichoderma harzianum* yang aktif dalam jumlah banyak sehingga mempermudah adaptasi di lingkungan [15].

Tabel 2 menginformasikan bahwa pada variabel lebar daun, luas daun dan bobot basah tanaman didapatkan nilai F-hitung lebih besar dari F-tabel, berarti H_1 diterima sehingga pemberian POC limbah tempe berpengaruh sangat nyata terhadap lebar daun tanaman sawi hijau hari ke-28. Sedangkan pada variabel tinggi tanaman, helai daun dan bobot kering tanaman hasil F-hitung lebih kecil daripada F-tabel, berarti H_0 ditolak sehingga pemberian POC limbah tempe tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman sawi hijau hari ke-28. Parameter pertumbuhan yang berpengaruh diuji lanjut dengan dengan uji Duncan yang dinyatakan dalam notasi (Tabel 3).

Nilai rerata setiap parameter pada berbagai konsentrasi perlakuan (Tabel 3). Semakin tinggi konsentrasi yang diberikan pada masing-masing perlakuan maka semakin tinggi nilai rerata yang didapatkan. Meskipun terdapat 3 parameter yang tidak berpengaruh, namun perlakuan P3 menghasilkan nilai rerata tertinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa diperlukan peningkatan konsentrasi POC untuk meningkatkan nilai dari ketiga parameter ini. Sedangkan,

hasil uji lanjut dari parameter lebar daun, luas daun dan bobot basah menunjukkan bahwa konsentrasi POC 180 mL (P3) menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan kontrol.

Tabel 2. Anova pertumbuhan Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) 28 HST

Parameter	F Hitung	F Tabel		Sig	KK
		0,05	0,01		
Tinggi Tanaman	0,813449	3,098391	4,938193	TN	10%
Jumlah Helai Daun	1,884975	3,098391	4,938193	TN	14%
Lebar Daun	626,9185	3,098391	4,938193	**	11%
Luas Daun	232,9361	3,098391	4,938193	**	19%
Bobot Basah Tanaman	402,8329	3,098391	4,938193	**	32%
Bobot Kering Tanaman	1,320994	3,098391	4,938193	TN	29%

Keterangan: DB (Derajat Bebas), JK (Jumlah Kuadrat), KT (Kuadrat Tengah), TN (Tidak berbeda), *: Berbeda Nyata, **: Berbeda Sangat Nyata.

Meskipun unsur hara yang terbentuk selama fermentasi (Tabel 1), dibawah nilai baku mutu, namun perlakuan P3 pada parameter lebar daun, luas daun dan bobot basah berbeda nyata dengan kontrol. Kondisi ini mengindikasikan bahwa ada faktor lain yang berperan, salah satunya keberadaan agen hayati *Trichoderma harzianum*. Ji *et al* [16], melaporkan bahwa pupuk hayati *Trichoderma* mampu meningkatkan serapan unsur hara dan toleransi terhadap tekanan lingkungan, sehingga meningkatkan kualitas dan produksi kubis.

Tabel 3 mengindikasikan bahwa POC yang diberikan sebanyak 180 mL (P3) merupakan konsentrasi yang dapat meningkatkan pertumbuhan sawi hijau. Keberadaan *Trichoderma harzianum* dalam POC membantu tumbuhan memperoleh peningkatan serapan unsur hara untuk proses fotosintesis yang terlihat dari parameter lebar daun, luas daun dan bobot basah sawi (Gambar 3 dan Tabel 3). Menurut Riska *et al* [17] dan Kumar *et al* [15], melaporkan bahwa *Trichoderma* spp. akan mendekomposisi bahan organik yang ada dalam tanah dan memfasilitasi kolonisasi akar, sehingga mempermudah penyerapan unsur hara bagi tanaman.

Tabel 3. Rerata pertumbuhan Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) 28 HST

Konsentrasi Perlakuan	Lebar Daun (cm)	Luas Daun (cm)	Bobot Basah (g)	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah helai daun	Bobot kering sawi (g)
P0 (Kontrol)	7,10 ^a	208,17 ^a	23,19 ^a	16,6	5,5	1,9
P1 (60 ml)	7,58 ^a	241,33 ^{ab}	30,42 ^a	18,5	6,6	2,5
P2 (120 ml)	7,28 ^{ab}	251,67 ^{ab}	34,19 ^{ab}	18,8	7	2,7
P3 (180 ml)	8,58 ^b	298,9 ^b	44,11 ^b	20,3	7,5	3,6

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama pada masing-masing perlakuan menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf $\alpha = 5\%$.

Berbagai enzim pengurai yang dihasilkan dapat menguraikan bahan organik sehingga tersedia dalam bentuk sederhana berupa unsur N dan P. Nitrogen berperan dalam pembentukan klorofil dan memperbaiki kualitas pertumbuhan vegetatif seperti luas daun sehingga dapat meningkatkan laju fotosintesis [17], [15].



Gambar 3. (A) Sawi konsentrasi P0 (kontrol), (B) Sawi konsentrasi P1 (60 ml), (C) Sawi konsentrasi P2 (120ml) dan (D) Sawi konsentrasi P3 (180 ml).

Luas daun dan lebar daun yang besar akan meningkatkan laju fotosintesis sehingga meningkatkan bobot sawi (Tabel 3). Semakin lebar dan luas suatu daun, maka intensitas penyerapan cahaya matahari semakin tinggi [18], cahaya matahari diperlukan dalam proses fotosintesis untuk menjalankan reaksi terang dan siklus calvin. Proses ini akan mengkonversi energi cahaya menjadi energi kimia yang disimpan dalam senyawa organik [19]. Kualitas cahaya akan berpengaruh secara signifikan terhadap morfologi dan pertumbuhan vegetatif tanaman [20].

Kesimpulan

Kandungan unsur hara NPK dan C-Organik POC belum memenuhi syarat standar mutu, yaitu Nitrogen: 0,20%, P: 0,060%, K: 0,24%, C Organik: 1,43%. Aplikasi POC dengan penambahan pelat *Trichoderma harzianum* dengan konsentrasi 180 mL (P3) berbeda nyata dengan kontrol pada parameter luas daun, lebar daun dan bobot sawi.

Daftar Pustaka

- [1] P. A. Hasan, A. P. Sari, A. K. S. Putera, dan M. Muliana, “Efektivitas Biofertilizer Limbah Cair Industri Tempe Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam (*Amaranthus Tricolor L.*),” *SAINTIFIK*, vol. 9, no. 2, hlm. 265–271, Jul 2023, doi: [10.31605/saintifik.v9i2.424](https://doi.org/10.31605/saintifik.v9i2.424).
- [2] Novaty Eny Dungga, Rusnadi Padjung, dan Muh. Farid Bdr, “Peningkatan Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah Asal Biji (*Allium ascalonicum L.*) Melalui Pemberian Kompos *Tithonia diversifolia* dan Pupuk Organik Cair: Enhance the Growth and Production of Shallots from Seed (*Allium ascalonicum L.*) with Providing *Tithonia diversifolia* Compost Compound and Liquid Organic Fertilizer,” *Perbal J. Pertan. Berkelanjutan*, vol. 12, no. 2, hlm. 262–275, Jul 2024, doi: [10.30605/perbal.v12i2.4014](https://doi.org/10.30605/perbal.v12i2.4014).
- [3] D. Sari dan A. Rahmawati, “Pengelolaan Limbah Cair Tempe Air Rebusan dan Air Rendaman Kedelai,” *J. Ilm. Kesehat. Media Husada*, vol. 9, no. 1, hlm. 47–54, Apr 2020, doi: [10.33475/jikmh.v9i1.210](https://doi.org/10.33475/jikmh.v9i1.210).
- [4] S. Teddu, Ridwan, dan A. Ahmad, “Pemberdayaan Perempuan Dalam Mewujudkan Ketahanan Pangan Rumah Tangga Melalui Kelompok Wanita Tani di Kecamatan

- Mamuju Kabupaten Mamuju,” *Tarjih Agribus. Dev. J.*, vol. 3, no. 02, hlm. 39–51, Jan 2024, doi: [10.47030/tadj.v3i02.710](https://doi.org/10.47030/tadj.v3i02.710).
- [5] A. T. Perdana dan D. Widiawati, “Pemberdayaan Masyarakat dalam Pengolahan Limbah Cair Produksi Tempe di Kampung Tempe Kota Tangerang,” *J. Pemberdaya. Masy. Univ. Al Azhar Indones.*, vol. 4, no. 1, hlm. 9, Des 2021, doi: [10.36722/jpm.v4i1.935](https://doi.org/10.36722/jpm.v4i1.935).
- [6] B. Sugiharto dan N. K. Mu’alimah, “Pemanfaatan Mol Nasi Basi Sebagai Bioaktivator Pengomposan Sampah Daun Kering Dan Sampah Sayur,” *Agroscience Agsci*, vol. 13, no. 2, hlm. 161, Des 2023, doi: [10.35194/agsci.v13i2.3612](https://doi.org/10.35194/agsci.v13i2.3612).
- [7] M. Abror dan R. P. Harjo, “Efektifitas pupuk organik cair limbah ikan dan Trichoderma sp terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kailan (*Brassica oleraceae* sp) pada sistem hidroponik substrat,” *J. AGROSAINS Dan Teknol.*, vol. 3, no. 1, hlm. 1, Jul 2018, doi: [10.24853/jat.3.1.1-12](https://doi.org/10.24853/jat.3.1.1-12).
- [8] S. Rizal dan T. D. Susanti, “Peranan Jamur Trichoderma sp yang Diberikan terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.),” *Sainmatika J. Ilm. Mat. Dan Ilmu Pengetah. Alam*, vol. 15, no. 1, hlm. 23, Jun 2018, doi: [10.31851/sainmatika.v15i1.1759](https://doi.org/10.31851/sainmatika.v15i1.1759).
- [9] R. I. Syarifain, M. R. Rashaun, E. D. Anggrainy, dan T. Simarmata, “Formulasi pembawa rizobakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat, serta aplikasinya di pembibitan kelapa sawit yang diberi komposisi dan dosis amelioran yang berbeda,” *Kultivasi*, vol. 21, no. 2, Agu 2022, doi: [10.24198/kultivasi.v21i2.38053](https://doi.org/10.24198/kultivasi.v21i2.38053).
- [10] R. Syafri, - Chairil, dan D. Simamora, “Analisa Unsur Hara Makro Pupuk Organik Cair (Poc) Dari Limbah Industri Keripik Nenas Dan Nangka Desa Kualu Nenas Dengan Penambahan Urin Sapi Dan EM4,” *Photon J. Sain Dan Kesehat.*, vol. 8, no. 01, hlm. 99–104, Okt 2017, doi: [10.37859/jp.v8i01.539](https://doi.org/10.37859/jp.v8i01.539).
- [11] I. Kandida, M. Tari, dan A. Fatiqin, “Effectiveness of the Combination of Green Betel Leaf Extract (*Piper betle*) and Mint Leaf (*Mentha piperita*) as Antibacterials against *Streptococcus mutans*,” *Bioactivities*, vol. 1, no. 1, hlm. 32–38, Jun 2023, doi: [10.47352/bioactivities.2963-654X.184](https://doi.org/10.47352/bioactivities.2963-654X.184).
- [12] Y. Sulastris, Zainuri, E. Basuki, Baiq Rien Handayani, D. N. A. Paramartha, dan I. M. D. Anggraini, “Pengaruh fermentasi terhadap sifat fisikokimia tepung porang,” *SAINTEK LPPM Univ Mataram*, vol. 3, no. 1, 2021, [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.lppm.unram.ac.id/index.php/prosidingsaintek/article/view/258>.
- [13] M. Rahmiyah, N. U. Maesaroh, dan P. Laeshita, “Media Alternatif Perbanyakkan Trichoderma sp. dari Berbagai Jenis Limbah Sebagai Agen Pengendali Hayati,” *Agroland J. Ilmu-Ilmu Pertan.*, vol. 30, no. 3, hlm. 217–227, Des 2023, doi: [10.22487/agrolandnasional.v30i3.1756](https://doi.org/10.22487/agrolandnasional.v30i3.1756).
- [14] S. A. M. Alamri, M. Hashem, Y. S. Mostafa, N. A. Nafady, dan K. A. M. Abo-Elyousr, “Biological control of root rot in lettuce caused by *Exserohilum rostratum* and *Fusarium oxysporum* via induction of the defense mechanism,” *Biol. Control*, vol. 128, hlm. 76–84, Jan 2019, doi: [10.1016/j.biocontrol.2018.09.014](https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.09.014).
- [15] P. Kumar, R. C. Dubey, dan D. K. Maheshwari, “Bacillus strains isolated from rhizosphere showed plant growth promoting and antagonistic activity against phytopathogens,” *Microbiol. Res.*, vol. 167, no. 8, hlm. 493–499, Sep 2012, doi: [10.1016/j.micres.2012.05.002](https://doi.org/10.1016/j.micres.2012.05.002).
- [16] S. Ji, Z. Liu, B. Liu, Y. Wang, dan J. Wang, “The effect of Trichoderma biofertilizer on the quality of flowering Chinese cabbage and the soil environment,” *Sci. Hortic.*, vol. 262, hlm. 109069, Feb 2020, doi: [10.1016/j.scienta.2019.109069](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109069).
- [17] R. Riska, N. Rahmaniar, W. F. Karma, F. Ikrawati, dan M. Kadir, “Bioefficacy of Trichoderma harzianum and Chitosan Oligo-saccharin as Seed Coating to Control *Fusarium oxysporum* Disease in Peanut,” *PROPER J. Penelit. Pertan. Terap.*, vol. 1, no. 2, hlm. 61–67, Des 2023, doi: [10.61119/prp.v1i2.380](https://doi.org/10.61119/prp.v1i2.380).

- [18] A. He, J. Liu, X. Wang, Q. Zhang, W. Song, dan J. Chen, “Soil application of *Trichoderma asperellum* GDFS1009 granules promotes growth and resistance to *Fusarium graminearum* in maize,” *J. Integr. Agric.*, vol. 18, no. 3, hlm. 599–606, Mar 2019, doi: [10.1016/S2095-3119\(18\)62089-1](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)62089-1).
- [19] R. P. John, R. D. Tyagi, D. Prévost, S. K. Brar, S. Pouleur, dan R. Y. Surampalli, “Mycoparasitic *Trichoderma viride* as a biocontrol agent against *Fusarium oxysporum* f. sp. adzuki and *Pythium arrhenomanes* and as a growth promoter of soybean,” *Crop Prot.*, vol. 29, no. 12, hlm. 1452–1459, Des 2010, doi: [10.1016/j.cropro.2010.08.004](https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.08.004).
- [20] H. Marhama, E. Triharyanto, dan M. T. S. Budiastuti, “Analisis pertumbuhan dan hasil varietas bawang merah dengan pupuk hayati di luar musim tanam,” *J. AGRO*, vol. 10, no. 2, hlm. 320–333, Des 2023, doi: [10.15575/30313](https://doi.org/10.15575/30313).