

BUNGA RAMPAI

# KETAHANAN PANGAN LOKAL MELALUI REKAYASA TEKNOLOGI BUDIDAYA TANAMAN DAN PENGOLAHAN PANGAN



**PUSAT STUDI PANGAN DAN PERIKANAN  
DIREKTORAT RISET DAN PENGABDIAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO**

BUNGA RAMPAI

KETAHANAN PANGAN LOKAL MELALUI  
REKAYASA TEKNOLOGI BUDIDAYA TANAMAN DAN  
PENGOLAHAN PANGAN



Diterbitkan oleh  
**UMSIDA PRESS**  
Jl. Mojopahit 666 B Sidoarjo  
ISBN: 978-623-464-090-8  
Copyright©2024.

BUNGA RAMPAI

KETAHANAN PANGAN LOKAL MELALUI  
REKAYASA TEKNOLOGI BUDIDAYA TANAMAN  
DAN PENGOLAHAN PANGAN

**Penulis :**

Sutarman;  
Ida Agustini Saidi,  
Andriani Eko Prihatiningrum,  
Dyah Roeswitawati

**Editor :**

M. Tanzil Multazam, S.H., M.Kn  
Mahardika Darmawan, K.W., S.Pd., M.Pd

**Copy Editor :**

Wiwit Wahyu Wijayanti

**Design Sampul dan Tata Letak :**

Wiwit Wahyu Wijayanti

**Penerbit :**

UMSIDA Press

**Redaksi :**

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo  
Jl. Mojopahit No 666B  
Sidoarjo, Jawa Timur

**Cetakan pertama, Maret 2024**

© Hak cipta dilindungi undang-undang  
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dengan suatu apapun  
tanpa ijin tertulis dari penerbit.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas tersusunnya *Book Chapter* dengan tema: “Ketahanan Pangan Lokal Melalui Rekayasa Teknologi Budidaya Tanaman dan Pengolahan Pangan” yang merupakan salah satu program kerja Pusat Studi Pangan dan Perikanan (PSPP) Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA).

Buku ini merangkum berbagai hasil riset eksperimental, observasi, dan *narrative riview* dari para peneliti dan dosen di lingkungan PSPP, pusat studi lain di UMSIDA, dan beberapa peneliti/dosen dari beberapa perguruan tinggi di Indonesia.

Pada kesempatan ini disampaikan terimakasih kepada: Rektor UMSIDA, para pimpinan Lembaga di perguruan tinggi mitra yang telah memberi kesempatan kepada dosen dan peneliti untuk berkontribusi dalam mewujudkan *book chapter* ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

Sidoarjo, Pebruari 2024

Direktur DRPM UMSIDA



## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
<b>Pendahuluan: Rekayasa Agronomis Dan Pengolahan Pangan Bagi Perlindungan Ketahanan Pangan .....</b>	<b>1</b>
Aplikasi Biofertilizer <i>Trichoderma</i> Untuk Budidaya Tanaman Pada Lahan Basah .....	8
Potensi Pemanfaatan Agen Hayati Indigen Sebagai Biofertilizer Bagi Budidaya Tanaman Ramah Lingkungan .....	20
Prospek Pemanfaatan <i>Trichoderma</i> Sebagai Pupuk Hayati Dalam Pemeliharaan Bibit Tanaman Keras Khas Wonosalam .....	34
Aplikasi Biofertilizer <i>Trichoderma</i> Untuk Budidaya Tanaman Sayuran Pada Lahan Kering .....	45
Pemanfaatan <i>Trichoderma</i> Sebagai Bahan Aktif Potensial Pupuk Hayati Bagi Upaya Menciptakan Ketahanan Pangan Rumah Tangga .....	58
Potensi Aplikasi Biopestisida <i>Trichoderma</i> Dalam Pemeliharaan Bibit Tanaman Kopi Dan Durian Wonosalam .....	71
Pengaruh Nilai Ph Media Terhadap Keberhasilan Dan Kegagalan Dalam Pembuatan Nata DeCoco Berbahan Dasar Air Kelapa .....	84
Pengaruh Konsentrasi Starter Biokul Terhadap Uji Organoleptik Pada Proses Pembuatan Yoghurt .....	93

**PENDAHULUAN:**  
**REKAYASA AGRONOMIS DAN PENGOLAHAN PANGAN BAGI  
PERLINDUNGAN KETAHANAN PANGAN**

*Introduction:  
Agronomic Engineering and Food Processing  
for Food Security Protection*

Sutarman\*

Pusat Studi Pangan dan Perikanan, Direktorat Riset dan Pengabdian  
Masyarakat- Universitas Muhammadiyah Sidoarjo  
Jl. Raya Mojopahit 666B, Sidoarjo-Indonesia

\*Email: [sutarman@umsida.ac.id](mailto:sutarman@umsida.ac.id)

**Abstract.** The article aims to provide a general overview of the importance of developing food products and developing technology for cultivating food-producing plants at the village level which can contribute to strengthening and protecting local food security. The method used is a study of relevant references. The development of alternative food ingredients and the quality of food products play an important role in creating organoleptic quality food products. Meanwhile, the development of plant cultivation technology through the application of biofertilizers and biopesticides will produce quality food while protecting the stability and productivity of the agroecosystem. The development of these two aspects at the village level will contribute to strengthening and protecting national food security.

**Keywords:** *food security, food product development, biofertilizer, biopesticide*

**Abstrak.** Artikel bertujuan memberikan gambaran umum pentingnya pengembangan produk pangan dan pengembangan teknologi budidaya tanaman penghasil bahan pangan di level pedesaan yang dapat memberikan kontribusi bagi penguatan dan perlindungan ketahanan pangan lokal. Metode yang digunakan adalah kajian referensi relevan terkait. Pengembangan alternatif bahan pangan dan kualitas produk pangan berperan penting dalam menciptakan produk pangan berkualitas secara organoleptik. Sementara itu pengembangan teknologi budidaya tanaman melalui aplikasi biofertilizer dan biopestisida akan menghasilkan bahan pangan berkualitas sekaligus memberi perlindungan stabilitas dan produktivitas agroekosistem. Pengembangan kedua aspek di tingkat desa akan memberikan kontribusi bagi penguatan dan perlindungan ketahanan pangan Nasional.

**Kata kunci:** ketahanan pangan, pengembangan produk pangan, biofertilizer, biopestisida

**PENDAHULUAN**

Ketahanan pangan nasional sangat ditentukan oleh keberhasilan mewujudkan dan memelihara ketahanan pangan regional yang komponennya adalah ketahanan pangan lokal. Kemampuan menyediakan dan memiliki akses untuk mendapatkan pangan bergizi

yang dibutuhkan oleh masyarakat dalam wilayah kabupaten sangat ditentukan dan saling bergantung dengan wilayah propinsi dan Nasional [1]. Suatu daerah tidak mungkin mampu menyediakan seluruh bahan pangan kebutuhan masyarakat, tapi bisa dipenuhi dari daerah atau propinsi lain di Indonesia. Pada komoditas yang tidak bisa digarap kita akan mengimpornya [2]. Kedele dan bahan tepung terigu misalnya adalah bahan pangan yang harus diimpor dari luar negeri.

Terkait bahan pangan yang diimpor sesungguhnya tidak masalah bagi keajegan ketahanan pangan Nasional. Namun hal itu menjadi masalah serius ketika terjadinya kondisi yang memaksa (*Force meujur*) seperti adanya perang Rusia dan Ukraina serta adanya kegagalan panen akibat bencana alam di negara pengekspor misalnya. Kondisi ini jelas akan mengancam ketahanan pangan nasional.

Upaya menekan ketergantungan pada impor bahan pangan, maka pengembangan alternative bahan dan produk pangan termasuk peningkatan kualitasnya serta pengembangan teknik agronomis yang dapat meningkatkan produktivitas tanaman perlu ditingkatkan [3].

Kreativitas dalam pengembangan teknik agronomis penghasil bahan pangan berkualitas dan pengembangan teknologi pengolahan pangan akan sangat ditentukan keberhasilan upaya perwujudannya di level lokal dan regional karena menyentuh langsung dengan kepentingan konsumsi dan potensi penyediaan bahan pangan. Dengan demikian semua teknologi yang berhasil dikembangkan haruslah mudah diimplementasikan di tingkat lokal dan regional termasuk dalam kelompok-kelompok kecil masyarakat khususnya kelompok tani serta usaha mikro dan usaha kecil.

Artikel yang disusun ini bertujuan memberikan gambaran umum pentingnya pengembangan alternatif bahan pangan dan kualitas produk pangan serta pengembangan teknologi budidaya tanaman penghasil bahan pangan dalam memberikan kontribusi bagi penguatan dan perlindungan ketahanan pangan lokal yang akan berdampak positif bagi ketahanan pangan Nasional.

## METODE

Pendeskripsian secara umum pengembangan alternatif bahan pangan dan kualitas produk pangan serta pengembangan teknologi budidaya tanaman penghasil bahan pangan ini didasarkan pada kajian berbagai sumber referensi relevan terkit. Fokus kajian diarahkan pada artikel-artikel ilmiah baik yang bersifat pengujian, p eksperimental, maupun hasil

observasi dan penelitian deskriptif, serta *narrative review*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengembangan Kreativitas Pengelolaan Pangan

Tingkat konsumsi energi/ kapita/hari rata-rata masyarakat di pedesaan sebesar 1.860 kkal, sementara itu di perkotaan mencapai 1.825 kkal [4]. Kondisi ini terkait dengan aksesibilitas penduduk pedesaan terhadap pangan yang berada di sekitar lingkungan rumahnya, termasuk di lahan pekarangan. Hal ini juga menunjukkan bahwa di tingkat kelompok tani dan kelompok masyarakat yang memiliki lahan produksi sekaligus tenaga kerja rumah tangga di pedesaan berpotensi sebagai basis bagi pengembangan kreativitas pengolahan pangan.

Dari sekian tantangan yang harus dijawab melalui program yang bersifat mengimplementasikan upaya mewujudkan ketahanan pangan adalah penanganan masalah *stunting* yang merupakan kondisi kekurangan gizi dalam asupan makanan mulai dari fase janin hingga anak berusia dua tahun [5]. Kurangnya pengetahuan ibu-ibu muda dan ketersediaan bahan pangan bergizi yang mudah diakses mendorong masih tingginya kasus *stunting* di pedesaan [6].

Kreativitas dalam pengolahan pangan juga merupakan salah satu kebutuhan bagi pemenuhan asupan gizi bukan hanya bayi tetapi juga hingga anak remaja. Pada usia remaja justru diperlukan aneka hasilolahan pangan yang kreatif karena harus menciptakan produk yang berkualitas secara organoleptic, kemasan, dan bahkan memiliki keunikan atau memiliki daya tarik lain bagi anak di atas usia balita dan remaja.

Di samping pengembangan produk pangan yang dilakukan di tingkat lokal khususnya di pedesaan baik oleh usaha mikro dan usaha kecil serta ibu-ibu dan perempuan dalam keluarga, peningkatan kualitas produk pangan yang sudah dikenal dimasyarakat juga perlu ditumbuh-kembangkan.

Beberapa produk dari pengolahan susu penting menjadi perhatian seperti:

- (i) *Yoghurt*; faktor penting dalam produk ini adalah proses pasteurisasi, kualitas isolate starter bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* khususnya bebas kontaminan, kemasaman (pH sekitar 4,0) dan suhu (45°C), dan masainkubasi optimal yang cukup;

- (ii) Keju; penting untuk diperhatikan suhu dan pH dalam proses pembuatan serta kemurnian bakteri asam laktat *Lactobacillus* dan *Streptococcus*;
- (iii) Mentega; starter *Streptococcus lactis* dan *Lactonostocceremoris* perlu dijaga kemurniannya agar terjaga proses pengasaman yang optimal.

Sementara itu produk makanan non susu yang menjadi perhatian adalah:

- (i) Kecap; perlu dijaga kemurnian fungi *Aspergillus oryzae* yang dibiakkan pada kulit gandum serta bakteri asam laktat yang tumbuh pada kedelai yang telah dimasak untuk menghancurkan campuran gandum, serta periode inkubasi dalam fermentasi karbohidrat hingga dihasilkan produk kecap;
- (ii) Tempe; harus dijaga kemurnian empat isolate dari genus *Rhizopus* (*R. oligosporus*, *R. stolonifer*, *R. arrhizus*, dan *R. oryzae*) khususnya dalam proses pembuatan ragi atau konsorsium fungsinya;
- (iii) Tape; selain kemurnian ragi atau konsorsium fungi yang harus dijaga, kualitas bahan juga menjadi pertimbangan penting. Proses fermentasi tapi adalah perubahan zat tepung menjadi produk yang berupa gula dan alcohol, sehingga tingginya kadar serat akan menurunkan kualitas produk. Masyakhususnya secara organoleptik;

Beberapa produk olahan yang sudah banyak dikenal oleh masyarakat ini sesungguhnya memiliki banyak manfaat mengingat kualitas gizi sekaligus bermanfaat untuk menjaga kesehatan tubuh dari penyakit degeneratif.

#### Pengembangan Teknik Agronomis

Budidaya tanaman mulai saat ini hingga di masa mendatang akan sangat membutuhkan input proses produksi yang bebas bahan kimia sintetis baik berupa pupuk maupun pestisida serta sama sekali tidak menggunakan bahan bakar fosil seperti solar dan bensin untuk menggerakkan traktor dan alat mekanisasi lainnya.

Prinsip dalam budidaya tanaman bahan pangan haruslah mencegah terjadinya penurunan daya dukung lingkungan hidup seperti yang dirasakan oleh hampir seluruh masyarakat di dunia [7], dampak perluasan dan konversi lahan pertanian [8-9] serta menghindari penggunaan pupuk dan pestisida kimia sintetis beracun yang dapat menekan mikroorganisme menguntungkan bagi tanaman [10] dan musuh alami hama [11]-[12], serta mencegah salinisasi tanah [13] serta keasaman tanah dan autotrofikasi [14].

Kegiatan budidaya haruslah memberikan dampak bagi pemulihan keseimbangan



agroekosistem [15] serta meningkatkan keanekaragaman hayati mikrobiologis dan sifat kimia dan fisik tanah [16]. Untuk itu upaya yang paling bijaksana adalah memanfaatkan agen hayati baik sebagai pupuk maupun biopestisida. Salah satu mikroorganisme yang memenuhi peran yang diharapkan itu adalah berbagai isolate dari fungi *Trichoderma*.

**Aplikasi biofertilizer.** Penggunaan agen hayati efektif yang dapat menutrisi tanaman adalah jawaban bijak bagi upaya pemulihan kesehatan agroekosistem sekaligus menumbuhkan kesuburan tanah. Aplikasi pupuk hayati (biofertilizer) dengan cara mengolah tanah pada saat pengolahan tanah atau dengan menyemprot tajuk (perlakuan apikal). Penerapan agen hayati *Trichoderma* sebagai pupuk hayati dengan mengolah tanah telah terbukti meningkatkan pertumbuhan tanaman yang biasa digunakan sebagai pengolahan tanah untuk tanaman pangan seperti padi dan kedelai [17]-[20] serta berbagai tanaman hortikultura [21]-[23].

**Aplikasi Biopestisida.** Fungi dari beberapa spesies *Trichoderma* yang banyak digunakan sebagai pupuk juga dapat digunakan dalam bentuk aplikasi biopestisida yang disemprotkan pada tajuk tanaman untuk melindungi tanaman dari patogen dan hama. Berbagai bukti menunjukkan bahwa *Trichoderma* yang diaplikasikan sebagai biopestisida yang efektif mengendalikan berbagai penyakit seperti layu fusarium dan antraknosa pada cabai [24]-[25], busuk batang diplodia pada jeruk [26].

Integrasi pemanfaatan sumber daya lahan ini merupakan bagian dari teknologi penerapan permakultur yang dapat mendorong produktivitas lahan optimal berkelanjutan dan kelestarian ekologi lahan pertanian dan sekitarnya [27].

## KESIMPULAN

Pengembangan alternatif bahan pangan dan kualitas produk pangan berperan penting dalam menciptakan produk pangan yang dapat memenuhi kebutuhan pangan bergizi serta menarik dan berkualitas secara organoleptik. Pengembangan teknologi budidaya tanaman melalui pemanfaatan agen hayati sebagai biofertilizer dan biopestisida akan menghasilkan bahan pangan berkualitas sekaligus memberi perlindungan stabilitas dan produktivitas agroekosistem. Keseluruhan kegiatan pengembangan aspek hulu (pengembangan produk pangan) dan hilir (teknik agronomi) pada level lokal di pedesaan pada akhirnya dalam memberikan kontribusi bagi penguatan dan perlindungan ketahanan pangan Nasional.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adji Sastrosupadi. (2019). Ketahanan pangan dan beberapa aspeknya. *Buana Sains* 19(2): 47-52
- [2] Farah Adiba; Kaslam. (2023). Upaya Indonesia Dalam Mengatasi Krisis Pangan Di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Ushuluddin* 25(1): 85-104
- [3] Erry Ika Rhofita .(2022). Optimalisasi sumber daya pertanian indonesia untuk mendukung program ketahanan pangan dan energi nasional. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 28(1): 82-99
- [4] Achmad Suryana. (2014) Menuju Ketahanan Pangan Indonesia Berkelanjutan 2025: Tantangan dan Penanganannya. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 32(2): 123 – 135
- [5] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2016). Situasi Balita Pendek. *ACM SIGAPL APL Quote Quad*, 29(2), 63–76. <https://doi.org/10.1145/379277.31272>
- [6] Kinanti Rahmadhita. (2020) Permasalahan *Stunting* dan Pencegahannya. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 11(1): 225-229
- [7] B. M. Campbell *et al.*, "Agriculture production as a major driver of the earth system exceeding planetary boundaries," *Ecol. Soc.*, vol. 22, no. 4, 2017, doi: 10.5751/ES-09595-220408.
- [8] M. Emmerson *et al.*, "How Agricultural Intensification Affects Biodiversity and Ecosystem Services," *Adv. Ecol. Res.*, vol. 55, pp. 43–97, Sep. 2016, doi: 10.1016/bs.aecr.2016.08.005.
- [9] H. Grab, B. Danforth, K. Poveda, and G. Loeb, "Landscape simplification reduces classical biological control and crop yield," *Ecol. Appl.*, vol. 28, no. 2, pp. 348–355, Mar. 2018, doi: <https://doi.org/10.1002/eap.1651>.
- [10] I. Kahnonitch, Y. Lubin, and C. Korine, "Insectivorous bats in semi-arid agroecosystems – effects on foraging activity and implications for insect pest control," *Agric. Ecosyst. Environ.*, vol. 261, pp. 80–92, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.11.003>.
- [11] G. Assandri, G. Bogliani, P. Pedrini, and M. Brambilla, "Beautiful agricultural landscapes promote cultural ecosystem services and biodiversity conservation," *Agric. Ecosyst. Environ.*, vol. 256, pp. 200–210, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.01.012>.
- [12] L. Monck-Whipp, A. E. Martin, C. M. Francis, and L. Fahrig, "Farmland heterogeneity benefits bats in agricultural landscapes," *Agric. Ecosyst. Environ.*, vol. 253, pp. 131–139, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.11.001>.
- [13] A. Singh, "Alternative management options for irrigation-induced salinization and waterlogging under different climatic conditions," *Ecol. Indic.*, vol. 90, pp. 184–192, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.03.014>.
- [14] P. J. A. Withers, C. Neal, H. P. Jarvie, and D. G. Doody, "Agriculture and eutrophication: Where do we go from here?," *Sustain.*, vol. 6, no. 9, pp. 5853–5875, 2014, doi: 10.3390/su6095853.
- [15] R. S. Ferguson and S. T. Lovell, "Permaculture for agroecology: design, movement, practice, and worldview. A review," *Agron. Sustain. Dev.*, vol. 34, no. 2, pp. 251–274, 2014, doi: 10.1007/s13593-013-0181-6.

- [16] F. Li *et al.*, "Responses of Low-Quality Soil Microbial Community Structure and Activities to Application of a Mixed Material of Humic Acid, Biochar, and Super Absorbent Polymer.," *J. Microbiol. Biotechnol.*, vol. 30, no. 9, pp. 1310–1320, Sep. 2020, doi: 10.4014/jmb.2003.03047.
- [17] Sutarman, P. Tjahtanti, A. E. Prihatinnigrum, and A. Miftahurrohmat, "Effect of trichoderma formulated with cultivated oyster mushroom waste toward the growth and yield of shallot (*Allium ascalonicum* L.)," *African J. Food, Agric. Nutr. Dev.*, vol. 22, no. 10, p. 18, 2022.
- [18] A. Miftahurrohmat, F. D. Dewi, and Sutarman, "Local Soybean (*Glycine max* (L) Stomatas' Morphological And Anatomic Response In 3rd Vegetation Stage Towards Light Intensity Sress," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1232, no. 1, p. 12043, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1232/1/012043.
- [19] A. Miftahurrohmat and Sutarman, "Utilization of trichoderma sp. and pseudomonas fluorescens as biofertilizer in shade-resistant soybean," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 821, no. 1, p. 12002, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/821/1/012002.
- [20] Sutarman, A. Miftahurrohmat, and A. Eko Prihatiningrum, "Fungus Applications on Growth and Yield of Dena-1 Soybean Varieties," *E3S Web Conf.*, vol. 361, pp. 1–8, 2022, doi: 10.1051/e3sconf/202236104019.
- [21] Sutarman, N. P. Maharani, A. Wachid, M. Abror, A. Machfud, and A. Miftahurrohmat, "Effect of Ectomycorrhizal Fungi and Trichoderma harzianum on the Clove (*Syzygium aromaticum* L.) Seedlings Performances," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1232, no. 1, p. 12022, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1232/1/012022.
- [22] S. Sutarman, "Growth response of red chilli plants to flowering phase against the application of Trichoderma and Pseudomonas fluorescens and P fertilizers," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 821, p. 12001, May 2020, doi: 10.1088/1757-899X/821/1/012001.
- [23] F. B. Sentosa, Sutarman, and I. R. Nurmallasari, "The Effect of Trichoderma and Onion Extract on the Success of Grafting in Mango Seedlings," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 819, no. 1, p. 12008, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/819/1/012008.
- [24] A. A. Farihadina and Sutarman, "Application of Biological Agents of Trichoderma and Aspergillus on Cayenne Chilli Plants in Endemic Land with Fusarium Wilt," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1104, no. 1, p. 12003, 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1104/1/012003.
- [25] Sutarman, T. Setiorini, A. S. Li'aini, Purnomo, and A. Rahmat, "Evaluation of Trichoderma asperellum Effect toward Anthracnose Pathogen Activity on Red Chili (*Capsicum annum* L.) As Ecofriendly Pesticide," *Int. J. Environ. Sci. Dev.*, vol. 13, no. 4, pp. 131–137, 2022, doi: 10.18178/ijesd.2022.13.4.1383.
- [26] M. Silvia and Sutarman, "Application of Trichoderma as an Alternative to the use of Sulfuric Acid Pesticides in the Control of Diplodia Disease on Pomelo Citrus," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 819, no. 1, p. 12007, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/819/1/012007.
- [27] S. P. S. Yadav, V. Lahutiya, N. P. Ghimire, B. Yadav, and P. Paudel, "Exploring innovation for sustainable agriculture: A systematic case study of permaculture in Nepal," *Heliyon*, vol. 9, no. 5, p. e15899, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15899>.

## APLIKASI BIOFETRILIZER TRICHODERMA UNTUK BUDIDAYA TANAMAN PADA LAHAN BASAH

### Application Of Trichoderma Biofetrilizer for Plant Cultivation in Suboptimal Wetlands

Rico Agus Prianto<sup>1</sup>, Alan Hendrawan<sup>1</sup>, Dini eka<sup>1</sup>, Muhammad Nuril Iman<sup>1</sup>, Sutarman<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi-  
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Jl. Raya Candi No. 250, Gelam-Candi, Sidoarjo-Indonesia

<sup>2</sup>Pusat Studi Pangan dan Perikanan, Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat-  
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Jl. Mojopahit 666B, Sidoarjo-Indonesia

\*Corresponding author: [sutarman@umsida.ac.id](mailto:sutarman@umsida.ac.id)

**Abstract.** The use of Trichoderma fungal biological agents as biofertilizers has the potential to improve soil conditions and also increase plant health protection from physical, chemical and biological stress. Therefore, the application of Trichoderma biological agents has great potential to increase plant sustainability and yield. This research aims to find Trichoderma biological agent fungi that can be used for plant cultivation in suboptimal wetlands. The methods used include isolation and determination of biological agents, formulation of biological fertilizers, testing the performance of biological agents, and projecting their use as biofertilizers for cultivating dry land vegetable crops. The results of the determination of the biological agent were Trichoderma sp. isolate Tc-42, a bulk solid formulation of Trichoderma in biokar as an effective carrier material increases height growth and number of chili leaves. The isolate has the potential to be used in the form of fertilization both through the soil and plant crowns in suboptimal wetlands. The involvement of farmer groups in collaboration with the Microbiology and Biotechnology Laboratory and the Agrotechnology Study Program at Muhammadiyah Sidoarjo University provides good prospects for realizing and maintaining local food security.

**Keywords:** *Biological agent, biofertilizer, suboptimal wetlands, Trichoderma*

**Abstrak.** Penggunaan agen hayati jamur Trichoderma sebagai biofertilizer berpotensi untuk memperbaiki kondisi tanah dan juga meningkatkan perlindungan kesehatan tanaman dari cekaman fisik kimia dan biologi. Oleh karena itu, aplikasi agensia hayati Trichoderma berpotensi besar untuk meningkatkan keberlanjutan dan hasil tanaman. Penelitian ini bertujuan menemukan fungi agen hayati Trichoderma yang dapat dimanfaatkan bagi budidaya tanaman di lahan basah

suboptimal. Metode yang digunakan meliputi isolasi dan determinasi agen hayati, formulasi pupuk hayati, pengujian keragaan agen hayati, dan melakukan proyeksi penggunaan pemanfaatannya sebagai biofertilizer untuk budidaya tanaman sayuran lahan kering. Hasil determinasi agen hayati adalah *Trichoderma* sp. isolate Tc-42, formulasi curah padatan *Trichoderma* dalam biokar sebagai bahan pembawa efektif ini meningkatkan pertumbuhan tinggi dan jumlah daun cabe. Isolat berpotensi digunakan dalam bentuk pemupukan baik lewat tanah maupun tajuk tanaman di lahan basah suboptimal. Pelibatan kelompok tani yang bekerjasama dengan Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi serta Prodi Agroteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo memberikan prospek yang baik bagi pewujudan dan pemeliharaan ketahanan pangan lokal.

Kata kunci: Agen hayati, biofertilizer, lahan basah suboptimal, *Trichoderma*

## PENDAHULUAN

Padi sawah sangat membutuhkan ketersediaan air yang tinggi [1], demikian juga tanaman sayuran dan beberapa tanaman penggilir dalam system budidaya padi menuntut kecukupan air. Untuk itu diperlukan irigasi untuk menjamin kecukupan suplai khususnya pada musim kemarau [2]. Di lain pihak pada lahan dengan padi sebagai komoditas utama yang dibudidayakan sering mengalami kondisi salinisasi akibat air irigasi [3]. Ketersediaan air sepanjang waktu di banyak wilayah di Indonesia justru berdampak negatif kelestarian produksi padi sawah itu sendiri karena muncul penurunan kesuburan tanah akibat auttofikasi dan penurunan pH [4]. Kondisi serupa juga terjadi pada lahan kering yang biasa digunakan untuk budidaya tanaman bukan padi sawah. Kemasaman tanah, rendahnya bahan organik, dan keracunan logam di antara Fe dan Al juga menjadi ancaman rendahnya produksi bahkan gagalpanen.

Untuk mengatasi rendahnya tingkat kesuburan tanah lahan kering terutama pada saat penanaman palawija dan sayuran, dilakukan pemupukan yang mengandalkan pada bahan kimia sintetis serta perlindungan tanaman dengan menggunakan pestisida kimia yang berakibat terjadinya gangguan keseimbangan agroekosistem [5]. Mimanagement dalam budidaya yang demikian ini berdampak pada degradasi kesuburan tanah dan kerusakan lahan serta ketahanan pangan [6] kehidupan masyarakat [7]-[8]. Bahan kimia pupuk dan pestisida juga dapat menekan kehidupan mikroba agen hayati yang menguntungkan bagi kehidupan tanaman [9]-[10], memunculkan gangguan hama dan penyakit tanaman serta ketersediaan musuh alami dan mikroba efektif menguntungkan tanaman [11].

Untuk mendorong pemulihan kesuburan tanah, maka perlu dikembangkan inovasi ramah lingkungan yang memanfaatkan sumberdaya indigen, sehingga mampu mensubstitusi penggunaan pupuk kimia dan pestisida kimia dalam rangka menjaga produktivitas dan kesehatan tanaman sayuran pada lahan kering.

Agen hayati fungi *Trichoderma* merupakan salah satu alternative potensial yang dapat



dimanfaatkan bagi upaya perbaikan kesuburan tanah dan melindungi tanaman dari cekaman fisik, kimia, dan biologi di pertanaman. Dengan demikian agen hayati ini diharapkan dapat berperan sebagai substituen pupuk namun memiliki peran memberi perlindungan kesehatan tanaman.

Fungsi pupuk kandang ayam mengandung unsur makro dan mikro seperti nitrogen (N), fosfat (P), kalium (K), magnesium (Mg), dan mangan (Mn) yang dibutuhkan tanaman serta berperan dalam memelihara keseimbangan hara di dalam tanah karena pupuk kandang berpengaruh untuk jangka waktu yang lama dan sebagai nutrisi bagi tanaman.

*Trichoderma* spp. merupakan salah satu fungi yang dapat menghasilkan berbagai senyawa pemacu pertumbuhan tanaman seperti enzim dan fitohormon [12]. Beberapa enzim yang dihasilkan oleh fungi ini melarutkan fosfat sehingga fosfor tersedia kembali untuk tanaman [13].

Strain *Trichoderma* dapat menjajah tanah dan akar inang, menghuni ruang fisik dan menghindari multiplikasi fitopatogen, memproduksi enzim perusak dinding sel, memproduksi metabolit antimikroba yang membunuh patogen, induksi pertahanan tanaman mekanisme, mempromosikan perkembangan tanaman dan meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman biotik dan abiotik [14].

Penelitian ini bertujuan menemukan fungi agen hayati *Trichoderma* yang dapat dimanfaatkan bagi budidaya tanaman sayuran di lahan kering marjinal karena kemasaman tanah, cekaman logam berat, dan rendahnya bahan organik tanah.

## METODE

Penelitian observasi dan pengambilan sampel tanah dilaksanakan di lahan [[-7.465372, 112.496708](#)] di dusun Kweden Lor, Desa Kwedenkembar, Kecamatan Mojoanyar, Kabupaten Mojokerto, serta di Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi (LMB) dan Rumah Kaca Prodi Agroteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA). Kegiatan ini berlangsung pada September-Desember 2023.

### Pengambilan Sampel dan Identifikasi Agen Hayati

Sampel tanah diambil di lahan agroforestri dengan tanaman pokok pinus (*Pinus merkusii*) dan beberapa tanaman pertanian yang pernah ditanam termasuk rumput gajah. Tanah diambil dari tiga titik yang berbeda dengan jarak antartitik minimal 10 meter dari

kedalaman 5-20 cm masing-masing 100 gram, kemudian dicampur dan diaduk secara merata. Tanah dari lapang ini dibawa ke Laboratorium LMB-UMSIDA untuk diisolasi fungsi *Trichoderma*-nya.

Sebanyak 5 gram tanah dicuplik dari sampel dan diencerkan dengan air dalam Erlenmeyer hingga mencapai volume 100 ml. Setelah diaduk rata, suspensi yang terbentuk dicuplik dengan menggunakan syringe sebanyak 1 ml dan disemprotkan ke permukaan media PDA-klorempenikol pada cawan petri 9 cm hingga merata. Selanjutnya diinkubasi selama 3 hari. Semua kegiatan inokulasi dan inkubasi tersebut dilakukan dalam suasana aseptik di dalam "kotak isolasi". Setelah muncul titik halus yang berwarna hijau, dicuplik secara halus dengan menggunakan ujung jarum ose dan cuplikan kecil tersebut diinokulasikan ke permukaan media PDA-kolrampenikol baru dengan posisi di tengah-tengah cawan, kemudian diinkubasi selama 10 hari atau hingga seluruh cawan dipenuhi oleh koloni *Trichoderma*. Pemurnian isolate ini menggunakan 6 cawan petri. Setelah masa inkubasi, maka isolate *Trichoderma* dipanen untuk digunakan dalam formulasi pupuk hayati (biofertilizer).

Untuk memastikan jenis yang diisolasi, maka hifa dan konidiospora fungi diperiksa dibawah mikroskop dan diperbandingkan dengan morfologi dan kriteria seperti dinyatakan pada beberapa jurnal ilmiah relevan.

#### Formulasi Pupuk Hayati

Hasil perbanyak isolate agen hayati dipanen dan ditempatkan ke dalam bejana alat penghancur (mixer). Penghancuran dilakukan selama tiga menit, hasilnya dituangkan ke dalam Erlenmeyer kapasitas 1000 ml. Setelah dicampur air dan diaduk merata, dituangkan ke dalam bejana kapasitas lima liter dan diaduk merata. Suspensi yang mengandung spora *Trichoderma* ini dituangkan sedikit demi sedikit ke dalam wadah yang berisi biokar seberat 10 kg untuk diaduk secara merata. Selanjutnya formula yang terbentuk ini siap digunakan untuk pemupukan (sebagai biofertilizer) dan disemprotkan ke tajuktanaman atau tanah (sebagai biopestisida).

#### Apliasi Pupuk Hayati *Trichoderma* pada Tanaman Uji

Sebanyak 10 polibag yang sudah diisi tanah media tanam disiapkan untuk percobaan uji aplikasi terbatas. Sementara itu disiapkan bibit tanaman yang akan diuji. Masing-masing polybag diberikan pupuk hayati *Trichoderma* dengan cara mencampurkan sebanyak 50 gram ke dalam tanah media tanam di bagian permukaan hingga 15 cm ke kedalaman

media tanam dalam polibag. Ketika bibit sudah tumbuh dengan ukuran 7-8 cm dipindahkan ke dalam polybag. Tanaman dipelihara dengan melakukan penyiraman tiap hari (pagi dan sore). Selanjutnya dilakukan penyemprotan Trichoderma pada dua minggu setelah tanam. Selanjutnya dilakukan pengamatan tiap hari selama satu bulan.

#### Proyeksi Aplikasi pada Lahan Basah

Untuk menyusun suatu proyeksi pemanfaatan biofertilizer Trichoderma dalam budidaya pertanian lahan basah dengan tanaman utama padisawah, maka dilakukan kajian referensi dari berbagai jurnal dan dokumen yang berisi data sekunder, serta observasi di lapang. Selanjutnya dilakukan pendekatan berupa (i) analisis sintesa dengan mengumpulkan kajian teoritis yang relevan terkait (ii) hasil observasi dan wawancara dengan narasumber, sehingga kemudian dilakukan penarikan kesimpulan yang berorientasi pada penentuan proyeksi pemanfaatan dimaksud.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil Identifikasi Agen Hayati

Hasil isolasi agen hayati Trichoderma yang diambil dari sampel tanah lahan sawah ketika musim kemarau memiliki koloni berwarna hijau pada media PDA-klorampenikol; hifa, konidiofor, dan spora hialin (Gambar 1). Secara dimensi hifa berdiameter  $3,01 \pm 0,74 \mu\text{m}$  dan spora membulat berukuran  $2,75 \pm 0,89 \mu\text{m}$ . Selanjutnya isolat fungi dideterminasi sebagai *Trichoderma* sp. isolate Tc-42.



Gambar 1. Penampilan hifa, konidiofor, dan spora Trichoderma Tc-042

*Trichoderma* merupakan mikroba tanah yang dapat mengurai bahan organik dengan baik. Mikroba ini terdapat pada tanah sekitar akar tanaman, biasanya yang sering dan mudah untuk didapatkan pada tanah yang dekat dengan akar bambu. Isolat yang digunakan pada penelitian ini memiliki kemiripan dengan *Trichoderma asperillum* Tc-Jjr 02 yang merupakan koleksi Laboratorium Mikrobiologi UMSIDA [15]. Sel-sel hifa hialin merupakan karakteristik sel-sel dengan dindingnya yang terjalin oleh makromolekul utama khas fungi [16] yaitu tersusun atas selulosa dan kitin.

#### Formula Pupuk Hayati Trichoderma

Pada proses formulasi dibutuhkan dua bahan utama yakni kotoran ayam sebanyak 25kg atau dan *Trichoderma* cair sebanyak 650 ml yang sudah diencerkan dengan 15 liter air. Proses pembuatan pupuk organik hayati menggunakan kotoran ayam yang sudah kering dan diayak kemudian di fermentasi selama 10 hari (Gambar 2).



Gambar 2. Proses formulasi pupuk hayati Trichoderma

Hasil pencampuran trichoderma diletakkan pada tempat yang tidak terkena matahari langsung dan ditempat yang sejuk, Karena pada dasarnya *Trichoderma* merupakan mikroba dalam tanah yang membutuhkan kelembaban yang optimal. Sehingga perlu diketahui juga, bahwa suhu dan tempat yang baik agar kondisi pertumbuhannya selalu terjaga adalah tempat dengan penyimpanan suhu berkisar 30 °C [17].

#### Hasil Uji Efikasi Terbatas

Data hasil pengamatan pengaruh *Trichoderma* terhadap fase penting pertumbuhan tanaman tanaman cabe sebagai tanaman uji berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) (Tabel 1). Perbedaan penampilan tanaman cabe umur satu bulan setelah tanam tersaji pada Gambar 3.

Tabel 1. Hasil uji-t pengaruh *Trichoderma* terhadap tinggi dan jumlah daun tanaman cabe

	Tinggi tanaman		Jumlah daun	
	Aplikasi <i>Trichoderma</i>	Tanpa <i>Trichoderma</i>	Aplikasi <i>Trichoderma</i>	Tanpa <i>Trichoderma</i>
Mean	35.40	7.64	45.4	26.4
Variance	1.60	0.20	3.3	0.8
t Stat	0.01863		22.70934358	
P(T =t)	4.55443		0.00002227	
Cabe t Critical	0.01863		2.77644511	

\* Berbeda nyata pada taraf uji 5%

Berdasarkan uji-t tampak bahwa perbedaan pertumbuhan cabai dapat ditinjau pada aspek Panjang tanaman dan jumlah daun yang lebih banyak pada perlakuan pupuk hayati *Trichoderma*. Hal ini disebabkan karena *Trichoderma* dapat mendegradasi bahan organik sehingga dapat menyumbangkan unsur hara bagi tanaman [18].



Gambar 3. Penampilan tanaman cabe yang diberi (A) dan tanpa *Trichoderma* (B)

Perbedaan pertumbuhan yang tampak pada umur satu bulan setelah tanam



menunjukkan peran Trichoderma yang diaplikasikan sebagai pupuk hayati (biofertilizer) dalam membantu pertumbuhan tanaman. Hasil perombahan oleh fungi menghasilkan nutrisi yang sangat dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan dan produksinya [19]. Aplikasi Trichoderma sebagai biofertilizer telah terbukti meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah [20]-[21], jahe merah [22], kentang [23]-[24], kedele [25]-[30], cengkeh [31], dan mangga [32].

#### Proyeksi Aplikasi Biofertilizer dalam Lahan Basah

Kondisi tanah yang baik dapat mendukung pertumbuhan tanaman dengan baik dan menjadi rumah yang baik juga untuk biota tanah termasuk mikrobiologi tanah yang baik [33]. Trichoderma juga menghasilkan anti metabolit dan fungitoksik yang dapat menekan dan mengendalikan pathogen dari jenis jamur patogen [34]-[35]. Sementara itu senyawa ekstraselular yang dihasilkan fungi ini juga mendorong aktivitas hidup mikroorganisme lain yang biasa membantu tanaman di rhizofe [36]-[38]. Trichoderma telah terbukti efektif sebagai agen biocontrol yang mampu mengendalikan *Colletotrichum* spp. penyebab antraknose [39] dan *Fusarium oxysporum* penyebab busuk pangkal batang cabe merah [40]-[42], *Diplodia* spp. penyebab busuk batang tanaman jeruk [43], *Phytophthora palmivora* penyebab hawar daun bibit kakao [44], *Pestalotia theae* penyebab hawar daun yang disebabkan oleh pada tanaman keras dan perkebunan teh [45]-[49], serta patogen *damping off* [50]. Selain itu Trichoderma terbukti dapat berperan sebagai agen biocontrol efektif dalam mengendalikan bakteri *Ralstonia solanacearum* penyebab busuk pada tembakau, tomat, kentang, dan tanaman lain yang sekerabat [51].

Untuk keperluan implementasinya di lapangan oleh masyarakat petani secara luas, biofertilizer ini dapat diproduksi bersama oleh mahasiswa Agroteknologi dan warga di desa Kwedenkembar serta laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi UMSIDA. Hasil produksi ini akan didistribusikan ke masyarakat dengan tujuan mengenalkan salah satu solusi dalam pertanian lahan kering. Pendistribusian biofertilizer ini juga diiringi dengan pelatihan dan pendampingan oleh mahasiswa dan dosen untuk mengedukasi bagaimana cara produksinya hingga pengaplikasiannya pada lahan kering.

## KESIMPULAN

Agen hayati potensial yang diisolasi dari lahan basah yaitu *Trichoderma* sp. isolate Tc-41 berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pupuk hayati bagi budidaya tanaman sayuran daun, hortikultura, kacang-kacangan hingga tanaman pangan dan perkebunan pada lahan tanah agak masam, bahan organik rendah, dan tercekam logam besi. Biofertilizer diaplikasikan sebagai pemupukan lewat tanah dan penyemprotan lewat tajuk. Biofertilizer *Trichoderma* untuk budidaya tanaman sayuran lahan marjinal ini diproduksi di Laboratorium atau kelompok tani tertentu yang berkolaborasi dengan dosen dan mahasiswa Prodi Agroteknologi dalam rangka mewujudkan budidaya tanaman sayuran lahan kering yang produktif.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. D. Hathaway, "Agroecology and permaculture: addressing key ecological problems by rethinking and redesigning agricultural systems," *J. Environ. Stud. Sci.*, vol. 6, no. 2, pp. 239–250, 2016, doi: 10.1007/s13412-015-0254-8.
- [2] M. Antonelli, S. Tamea, and H. Yang, "Intra-EU agricultural trade, virtual water flows and policy implications," *Sci. Total Environ.*, vol. 587–588, pp. 439–448, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.02.105>.
- [3] A. Singh, "Alternative management options for irrigation-induced salinization and waterlogging under different climatic conditions," *Ecol. Indic.*, vol. 90, pp. 184–192, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.03.014>.
- [4] P. J. A. Withers, C. Neal, H. P. Jarvie, and D. G. Doody, "Agriculture and eutrophication: Where do we go from here?," *Sustain.*, vol. 6, no. 9, pp. 5853–5875, 2014, doi: 10.3390/su6095853.
- [5] J. W. McArthur and G. C. McCord, "Fertilizing growth: Agricultural inputs and their effects in economic development," *J. Dev. Econ.*, vol. 127, pp. 133–152, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2017.02.007>.
- [6] Campbell, B.M.; Beare, D.J.; Bennett, E.M.; Hall-Spencer, J.M.; Ingram, J.S.I.; Jaramillo, F.; Ortiz, R.; Ramankutty, N.; Sayer, J.A.; Shindell, D. Agriculture production as a major driver of the Earth system exceeding planetary boundaries. *E&S* 2017, 22, 8.
- [7] Emmerson, M.; Morales, M.B.; Oñate, J.J.; Batáry, P.; Berendse, F.; Liira, J.; Aavik, T.; Guerrero, I.; Bommarco, R.; Eggers, S.; et al. How Agricultural Intensification Affects Biodiversity and Ecosystem Services. *Adv. Ecol. Res.* 2016, 55, 43–97.

- [8] Grab, H.; Danforth, B.; Poveda, K.; Loeb, G. Landscape simplification reduces classical biological control and crop yield. *Ecol. Appl.* 2018, 28, 348–355.
- [9] Evans, A.N.; Llanos, J.E.; Kunin, W.E.; Evison, S.E. Indirect effects of agricultural pesticide use on parasite prevalence in wild pollinators. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2018, 258, 40–48.
- [10] Assandri, G.; Bogliani, G.; Pedrini, P.; Brambilla, M. Beautiful agricultural landscape promote cultural ecosystem services and biodiversity conservation. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2018, 256, 200–210.
- [11] Monck-Whipp, L.; Martin, A.E.; Francis, C.M.; Fahrig, L. Farmland heterogeneity benefits bats in agricultural landscapes. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2018, 253, 131–139.
- [12] MacÃas-RodrÃguez, L., H.A. Contreras-Cornejo, S.G. Adame-Garnica, R. Del-Val, J. and Larsen. 2020. The interactions of *Trichoderma* at multiple trophic levels: inter-kingdom. *Microbiological Research.* 240: 126552.
- [13] Singh, B., I. Boukhris, K. Pragma, A.N. Yadav, and A. Farhat-Khemakhem. 2020. Contribution of microbial phytases to the improvement of plant growth and nutrition: A review. *Pedosphere.* 30(3): 295-313.
- [14] Konappa, N., S. Krishnamurthy, U.C. Arakere, S. Chowdappa, and N.S. Ramachandrappa. 2020. Efficacy of indigenous plant growth-promoting Rhizobacteria and *Trichoderma* strains in eliciting resistance against bacterial wilt in a tomato. *Egyptian Journal of Biological Pest Control.* 30(106):
- [15] Sutarman, P. Tjahjanti, A. E. Prihatinnigrum, and A. Miftahurrohmat, "Effect of trichoderma formulated with cultivated oyster mushroom waste toward the growth and yield of shallot (*Allium ascalonicum* L.)," *African J. Food, Agric. Nutr. Dev.*, vol. 22, no. 10, p. 18, 2022.
- [16] Sutarman, PH Tjahjanti, E Widodo, AT Kusuma. [The use of mushroom growing media waste for making composite particle board](#)/IOP
- [17] Ratmini, N. P. S., Juwita, Y., & Sasmita, P. (2019). Pemanfaatan biochar untuk meningkatkan produktivitas lahan sub optimal. In Seminar Nasional Lahan Suboptimal (pp. 502-509).
- [18] Woo, S. L., Hermosa, R., Lorito, M., & Monte, E. (2023). *Trichoderma*: A multipurpose, plant-beneficial microorganism for eco-sustainable agriculture. *Nature Reviews Microbiology*, 21(5), 312-326.
- [19] Sutarman. 2016. *Biofertilizer fungi Trichoderma & Mikoriza*. Umsida Press. Sidoarjo
- [20] Sutarman, Prihatiningrum, A.E., Sukarno, A. & Miftahurrohmat, A. 2018. Initial growth response of shallot on *Trichoderma* formulated in oyster mushroom cultivation waste. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 420 (1), 012064. DOI 10.1088/1757-899X/420/1/012064
- [21] Sutarman & Prahasti, T. 2022. Uji keragaan *Trichoderma* sebagai pupuk hayati dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah. *Jurnal Agrotek Tropika* 10(3):421-428. DOI: <http://dx.doi.org/10.23960/jat.v10i3.5737>
- [22] Sutarman. 2019. Respons tanaman jahe merah (*Zingiber officinale*) terhadap ekstrak bawang merah dan pupuk hayati *Trichoderma*. *Daun: Jurnal Ilmiah Pertanian dan Kehutanan* 6(1), 62-76. DOI: <https://doi.org/10.33084/daun.v6i1.922>

- [23] Sutarman & Putra, V.P. 2018. *Trichoderma* sp. biopesticide application against vegetative biomass and potato (*Solanum tuberosum*). *Nabatia* 6 (2), 57-62
- [24] Sutarman. 2018. Uji *Trichoderma harzianum* sebagai biofertilizer dan biopestisida untuk pengendalian hawar tajuk dan layu tanaman kentang. Prosiding Seminar Nasional Optimalisasi Sumberdaya Lokal Untuk Mewujudkan Kedaulatan Pangan, Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Purwokerto 26 Juni 2018, p. 210-217
- [25] Sutarman, A. Miftahurrohmat, and A. Eko Prihatiningrum, "Fungus Applications on Growth and Yield of Dena-1 Soybean Varieties," *E3S Web Conf.*, vol. 361, pp. 1-8, 2022, doi: 10.1051/e3sconf/202236104019.
- [26] Sutarman, Andriani E. Prihatiningrum, Noviana Indarwati, Risalatul Hasanah and Agus Miftahurrohmat (2023) The Role of *Trichoderma* in The Early Growth of Rice and Soybean in Saline Soils. *E3S Web of Conferences* 444, 04006 (2023). Doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344404006>
- [27] Sutarman & Miftahurrohmat, A. 2018. The morphological response of the soybean growth (*Glycine max* (L)) until vegetative stage 3 on various intensities of light. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 420 012069. DOI 10.1088/1757-899X/420/1/012069
- [28] Miftahurrohmat, A. & Sutarman. 2020. Utilization of *Trichoderma* sp. and *Pseudomonas fluorescens* as biofertilizer in shade-resistant soybean. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 821 012002. doi:10.1088/1757-899X/821/1/012002
- [29] Sutarman, & Miftahurrohmat, A. 2021. The vegetative growth response of detam soybean varieties towards *Bacillus subtilis* and *Trichoderma* sp. applications as biofertilizer. *E3S Web of Conferences* 232, 03024. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123203024>
- [30] Sutarman. 2018. Aplikasi biofertilizer pada kedele tahan naungan. Umsida Press. Sidoarjo. DOI: <https://doi.org/10.21070/2018/978-979-3401-92-8>
- [31] Sutarman, Maharani, N.P., Wachid, A., Abror, M., Al Machfud, & Miftahurrohmat, A. 2019. Effect of ectomycorrhizal fungi and *Trichoderma harzianum* on the clove (*Syzygium aromaticum* L.) seedlings performances. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1232 01202. doi:10.1088/1742-6596/1232/1/012022
- [32] Sentosa, F.B., Sutarman, Nurmalasari, I.R. 2021. The effect of *Trichoderma* and onion extract on the success of grafting in mango seedlings. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 819 012008, DOI 10.1088/1755-1315/819/1/012008
- [33] Sutarman. 2016. Biofertilizer fungi *Trichoderma* & Mikoriza. Umsida Press. Sidoarjo
- [34] Sutarman, Hadi, S., Suryani, A., Achmad, Saefuddin, A. 2004. Patogenesis hawar daun bibit *Pinus Merkusii* yang disebabkan oleh *Pestalotia theae* di pesemaian. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 4 (1), 32-41
- [35] Sutarman, Hadi, S., Suryani, A., Achmad, Saefuddin, A. 2004. Patogenesis hawar daun bibit *Pinus Merkusii* yang disebabkan oleh *Pestalotia theae* di pesemaian. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 4 (1), 32-41
- [36] Sutarman & Miftahurrohmat, A. 2021. Fungistatic effect of *Ipomea carnea* extract and *Trichoderma esperellum* against various fungal biological agents. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1012 012046. DOI 10.1088/1755-1315/1012/1/012046
- [37] I D Yuliantoro, A E Prihatiningrum, Sutarman. (2023) Exploration and Inhibition Test of

- Penicillium sp. In Vitro by Trichoderma. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1242 (2023) 012012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/1242/1/012012>
- [38] Sutarman, Antika D. Anggreini, Andriani E. Prihatiningrum and Agus Miftahurrohmat. Application of Biofertilizing Agents and Entomopathogenic Fungi in Lowland Rice. E3S Web of Conferences 444, 04009 (2023). Doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344404009>
- [39] Sutarman, Miftahurrohmat, A., Nurmalasari, I.R. Prihatinnigrum, A.E.. 2021. In vitro evaluation of the inhibitory power of Trichoderma harzianum against pathogens that cause anthracnose in chili. J. Phys.: Conf. Ser. 1764 012026. doi:10.1088/1742-6596/1764/1/012026
- [40] Sutarman, T. Setiorini, A. S. Li'aini, Purnomo, and A. Rahmat, "Evaluation of Trichoderma asperellum Effect toward Anthracnose Pathogen Activity on Red Chili (Capsicum annum L.) As Ecofriendly Pesticide," *Int. J. Environ. Sci. Dev.*, vol. 13, no. 4, pp. 131-137, 2022, doi: 10.18178/ijesd.2022.13.4.1383.
- [41] Wachid, A. & Sutarman. 2019. Inhibitory power test of two *Trichoderma* isolates in in vitro way againts *Fusarium oxysporum* the cause of red chilli stem rot. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1232 012020. DOI 10.1088/1742-6596/1232/1/012020
- [42] Sutarman. 2018. Potensi *Trichoderma harzianum* sebagai pengendali *Fusarium oxysporum* penyebab busuk pangkal batang tanaman cabai merah (*Capsicum annum L.*). *Agritech*: 19 (2): 144-155
- [43] Silvia, M. & Sutarman, 2021. Application of *Trichoderma* as an alternative to the use of sulfuric acid pesticides in the control of Diplodia disease on pomelocitrus. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 819 012007. DOI 10.1088/1755-1315/819/1/012007
- [44] Sutarman. 2017. Pengujian *Trichoderma* sp. sebagai pengendali hawar daun bibit kakao yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 17 (1), 45-52
- [45] Sutarman, Saefuddin, A. Achmad. 2004. Epidemiology of needle blight on *Pinus merkusii* seedlings incited by *Pestalotia theae*. *J. Manaj. Hutan Trop.* 10, 1- 10.
- [46] Sutarman, Achmad, Hadi, S. 2001. Penyakit hawar daun jarum bibit *Pinus merkusii* di persemaian (needles blight disease of *Pinus merkusii* seedlings on nursery). *Agritek* 9(4), 1419-1427
- [47] Sutarman, Hadi, S., Saefuddin, A., Achmad & Suryani, A. 2004. Sumber inokulum patogen hawar daun bibit *Pinus merkusii* di pesemaian. *Nabatia* 1 (2), 267-277
- [48] Sutarman, Hadi, S., Saefuddin, A., Achmad & Suryani, A. 2004. Epidemiologi hawar daun bibit *Pinus merkusii* yang disebabkan oleh *Pestalotia theae* (Epidemiology of needle blight on *Pinus merkusii* seedlings incited by *Pestalotia theae*). *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 10 (1), 43-60
- [49] Sutarman, AE Prihatiningrum. 2015. Penyakit hawar daun *Pinus merkusii* di berbagai persemaian kawasan utama hutan pinus Jawa Timur. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 15 (1), 44-52
- [50] E Andriani, A E Prihatiningrum, Sutarman (2023) Enhanced Soybean Growth and Damping-off Disease Suppression via Trichoderma asperellum and Liquid Tofu Waste Co-application. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1242 012008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/1242/1/012008>



- [51] Sutarman, Jalaluddin, A.K., Li'aini, A.S., Prihatiningrum, A.E. 2021. Characterizations of *Trichoderma* sp. and its effect on *Ralstonia solanacearum* of tobacco seedlings. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 21 (1), 8-19. DOI: [10.23960/jhptt.1218-19](https://doi.org/10.23960/jhptt.1218-19)

**POTENSI PEMANFAATAN AGEN HAYATI INDIGEN SEBAGAI  
BIOFERTILIZER BAGI BUDIDAYA TANAMAN RAMAH LINGKUNGAN**  
**Potential for Use of Individual Biological Agents as Biofertilizers for  
Ecofriendly Plant Cultivation**

Alvin Windyawati Wati, Adiva Putri Maharani<sup>1</sup>, Putri Zakiyyah Edwina<sup>1</sup>, Solvia Rosa Ayunda Maharani<sup>1</sup>, Firda Saniyah Mahda<sup>1</sup>, Ferdinandus Tutu<sup>1</sup>, Sutarman<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi-  
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia  
Jl. Raya Candi No. 250, Gelam-Candi, Sidoarjo-Indonesia

<sup>2</sup>Pusat Studi Pangan dan Perikanan, Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat-  
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo  
Jl. Mojopahit 666B, Sidoarjo-Indonesia

\*Corresponding author: [sutarman@umsida.ac.id](mailto:sutarman@umsida.ac.id)

**Abstract.** This research aims to find *Trichoderma* biological agent fungi that can be used for the cultivation of environmentally friendly agricultural crops and have the potential to substitute for the use of chemicals, especially in fertilization, through a series of isolation, determination and formulation of this fungus as well as limited testing on one of the pak choy test plants. The methods used include soil sampling and identification of biological agents, formulation of biological fertilizers, limited performance testing of biological agents, and projected application of biological fertilizers. The biological agent fungus obtained was *Trichoderma* sp. isolate Tc-046, was able to increase the growth of plant height and number of leaves by 9.9% and 11.6% respectively. This biological agent isolate has the potential to be formulated as a biofertilizer and can be applied as a fertilizer in environmentally friendly cultivation. This biofertilizer can be produced jointly between farmer groups and the Agrotechnology study program at Muhammadiyah University of Sidoarjo (UMSIDA) which is supported by the UMSIDA Microbiology and Biotechnology Laboratory.

*Keywords: Biochar, biofertilizer, Trichoderma,*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan menemukan fungi agen hayati *Trichoderma* yang dapat dimanfaatkan bagi budidaya tanaman pertanian yang ramah lingkungan dan berpotensi sebagai substitusi penggunaan bahan kimia khususnya dalam pemupukan, melalui rangkaian isolasi, determinasi, dan formulasi fungi ini serta pengujiannya secara terbatas pada salah satu tanaman uji pakcoy. Metode yang digunakan meliputi pengambilan sampel tanah dan indentifikasi agen hayati, formulasi pupuk hayati, uji keragaan agen hayati secara terbatas, dan proyeksi aplikasi pupuk hayati. Fungi agen hayati yang diperoleh adalah *Trichoderma* sp. isolate Tc-046, mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun masing-masing sebesar 9,9% dan 11,6%. Isolat agen hayati ini berpotensi diformulasi sebagai biofertilizer dan dapat diaplikasikan sebagai pemupukan dalam budidaya ramah lingkungan. Pupuk hayati ini dapat diproduksi bersama antara kelompok tani dan pihak prodi Agroteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA) yang didukung oleh Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi UMSIDA.

*Kata kunci: Biokar, biofertilizer, Trichoderma*

## PENDAHULUAN

Budidaya secara monokultur dan penggunaan berbagai teknik budidaya Upaya tanaman dalam rangka memenuhi kebutuhan pangan dunia telah berdampak pada degradasi kesuburan tanah dan kerusakan lahan di hampir seluruh dunia yang mengancam ketahanan pangan [1] dan pada akhirnya akan mengancam kehidupan masyarakat [2]-[3]. Di lain pihak penggunaan pupuk kimia dan pestisida kimia sintetis yang kian meningkat dari tahun ke tahun telah mengancam stabilitas agroekosistem serta menekan kehidupan mikroba yang berpotensi membantu kehidupan tanaman [4]-[5], bahkan mendorong kemunculan kegagalan panen akibat ledakan hama sebagai konsekuensi punahnya keragaman jenis dan kelimpahan populasi musuh alami dan berbagai mikroba agen hayati lainnya [6]-[7]. Aktivitas manusia yang cenderung mengeksploitasikan secara berlebihan telah memunculkan penurunan kesuburan tanah pertanian dalam beberapa dekade belakangan ini [8]-[9]. Berbagai indikasi atas perubahan kualitas lahan itu saat ini sangat mudah dirasakan seperti kegagalan panen, penurunan produksi dan produktivitas tanaman baik tanaman pangan maupun perkebunan. Berbagai kondisi dan fakta yang berkonotasi negatif ini juga terbukti telah mengancam ketahanan pangan nasional.

Untuk meminimalisir potensi ancaman ketahanan pangan, maka perbaikan kesuburan tanah dengan inovasi yang ramah lingkungan perlu dilakukan sesegera mungkin sejalan dengan pengurangan secara bertahap penggunaan bahan kimia sintetis khususnya pupuk dan pestisida. Namun demikian tidak mudah mewujudkan hal itu tanpa upaya yang serius

dalam menyediakan bahan dan sumberdaya alternatifnya. Dalam hal ini diperlukan perhatian khusus pada interaksi fisik, kimia, dan biologi di pertanaman melalui strategi dan implementasi bioteknologi yang menjamin, keseimbangan antarkomponen agroekosistem [10].

Agen hayati fungi *Trichoderma* merupakan salah satu alternative potensial yang dapat dimanfaatkan bagi upaya perbaikan keseimbangan antarakomponen agroekosistem. *Trichoderma* yang sudah teruji unggul dapat diperkaya dan diimplementasikan kepertanaman baik sebagai biofertilizer maupun biofertilizer plus yang juga berperan sebagai biopestisida.

*Trichoderma* adalah genus fungi yang menjanjikan dalam penerapan pertanian ramah lingkungan, terutama dalam perannya sebagai penyedia nutrisi bagi tanaman dan agensia pendukung pertumbuhan tanaman. Selain berperan sebagai pengendali hayati, *Trichoderma* juga memiliki kemampuan sebagai agensia biofertilisasi untuk tanaman [11].

Manfaat penggunaan *Trichoderma* sp. melibatkan stimulasi pertumbuhan tanaman dan peran sebagai agen hayati. Fungi agen hayati ini menginduksi peningkatan jumlah akar yang kemudian meningkatkan penyerapan unsur hara, memungkinkan pertumbuhan tanaman yang optimal. Selain itu, *Trichoderma* memiliki kemampuan untuk menguraikan unsur hara dalam tanah, menghasilkan antibiotik glikotoksin dan viridian untuk melindungi bibit tanaman dari penyakit, serta mengeluarkan enzim  $\beta$ -1,3-glukanase dan kitinase yang melarutkan dinding sel patogen. Hubungan mutualisme antara *Trichoderma* sp. dan tanaman memberikan keuntungan dalam pertumbuhan dan pengendalian penyakit [12].

Fungi *Trichoderma* memiliki peran penting sebagai mikroorganisme fungsional yang umumnya dimanfaatkan sebagai pupuk biologis untuk tanah. Selain berfungsi sebagai pengurai, spesies *Trichoderma* ini sering diaplikasikan sebagai agen pengendali hayati untuk melawan patogen tanaman, serta mempromosikan pertumbuhan akar. Penggunaan *Trichoderma* juga dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi tanaman dan mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia [13].

Penelitian ini bertujuan menemukan fungi agen hayati *Trichoderma* yang dapat dimanfaatkan bagi budidaya tanaman pertanian yang ramah lingkungan dan berpotensi sebagai substitusi penggunaan bahan kimia khususnya dalam pemupukan, melalui rangkaian isolasi, determinasi, dan formulasi fungi ini serta pengujiannya secara terbatas pada salah satu tanaman uji sawi pakcoy.

## METODE

Penelitian observasi dan pengambilan sampel tanah dilaksanakan di lahan [[7.699361, 112.532223](#)] di dusun Pacet Selatan, Desa Pacet, Kecamatan Pacet, Kabupaten Mojokerto, serta di Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi (LMB) dan Rumah Kaca Prodi Agroteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA). Kegiatan ini berlangsung pada September-Desember 2023.

#### Pengambilan Sampel dan Identifikasi Agen Hayati

. Sampel tanah diambil di lahan agroforestri dengan tanaman pokok pinus (*Pinus merkusii*) dan beberapa tanaman pertanian yang pernah ditanam termasuk rumput gajah, Tanah diambil dari tiga titik yang berbeda dengan jarak antartitik minimal 10 meter dari kedalaman 5-20 cm masing-masing 100 gram, kemudian dicampur dan diaduk secara merata. Tanah dari lapang ini dibawa ke Laboratorium LMB-UMSIDA untuk diisolasi fungi *Trichoderma*-nya.

Sebanyak 5 gram tanah dicuplik dari sampel dan diencerkan dengan air dalam Erlenmeyer hingga mencapai volume 100 ml. Setelah diaduk rata, suspensi yang terbentuk dicuplik dengan menggunakan syringe sebanyak 1 ml dan disemprotkan ke permukaan media PDA-klorempenikol pada cawan petri 9 cm hingga merata. Selanjutnya diinkubasi selama 3 hari. Semua kegiatan inokulasi dan inkubasi tersebut dilakukan dalam suasana aseptik di dalam "kotak isolasi". Setelah muncul titik halus yang berwarna hijau, dicuplik secara halus dengan menggunakan ujung jarum ose dan cuplikan kecil tersebut diinokulasikan ke permukaan media PDA-klorempenikol baru dengan posisi di tengah-tengah cawan, kemudian diinkubasi selama 10 hari atau hingga seluruh cawan dipenuhi oleh koloni *Trichoderma*. Pemurnian isolate ini menggunakan 6 cawan petri. Setelah masa inkubasi, maka isolate *Trichoderma* dipanen untuk digunakan dalam formulasi pupuk hayati (biofertilizer).

Untuk memastikan jenis yang diisolasi, maka hifa dan konidiospora fungi diperiksa dibawah mikroskop dan diperbandingkan dengan morfologi dan kriteria seperti dinyatakan pada beberapa jurnal ilmiah relevan.

#### Formulasi Pupuk Hayati

Hasil perbanyak isolate agen hayati dipanen dan ditempatkan ke dalam bejana alat penghancur (mixer). Penghancuran dilakukan selama tiga menit, hasilnya dituangkan ke dalam Erlenmeyer kapasitas 1000 ml. Setelah dicampur air dan diaduk merata, dituangkan ke

dalam bejana kapasitas lima liter dan diaduk merata. Suspensi yang mengandung spora Trichoderma ini dituangkan sedikit demi sedikit ke dalam wadah yang berisi biokar seberat 10 kg untuk diaduk secara merata. Selanjutnya formula yang terbentuk ini siapdigunakan untuk pemupukan (sebagai biofertilizer) dan disemprotkan ke tajuktanaman atau tanah (sebagai biopestisida).

#### Apliasi Pupuk Hayati Trichoderma pada Tanaman Uji

Sebanyak 10 polibag yang sudah diisi tanah media tanam disiapkan untuk percobaan uji aplikasi terbatas. Sementara itu disiapkan bibit tanaman yang akan diuji. Masing-masing polybag diberikan pupuk hayati Trichoderma dengan cara mencampurkan sebanyak 50 gram ke dalam tanah media tanam di bagian permukaan hingga 15 cm ke kedalaman media tanam dalam polibag. Ketika kecambah sudah tumbuh dengan ukuran 5-7 cm dipindahkan ke dalam polybag. Tanaman dipelihara dengan melakukan penyirman tiap hari (pagi dan sore). Selanjutnya dilakukan penyemprotan Trichoderma pada dua minggu setelah tanam. Untuk mendapatkan suspense semprot, dituangkan formula Trichoderma dalam biokar (padat) sebanyak 100 gr ke dalam air steril dn direndam selamaminimal dua jam; setelah diaduk merata kemudian disaring. Air saringan dituang ke dalam hand sprayer dan disemprotkan hingga seluruh permukaan tanaman terbasahi. Selanjutnya dilakukan pengamatan tiap hari selama satu bulan.

#### Proyeksi Aplikasi pada Pertanian Ramah Lingkungan

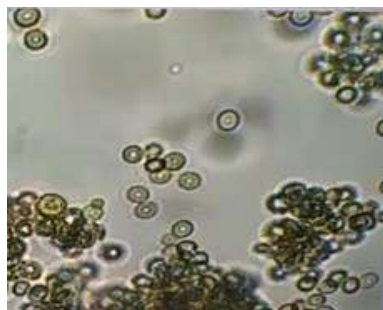
Untuk menyusun suatu proyeksi pemanfaatn biofertilizer Trichiderma dalam budidaya oertaian raah lingkungan, maka dilakukan kajian referensi dari berbagai jurnal dan dokumen yang berisi data sekunder, serta observasi di lapang. Selanjutnya dilakukan pendekatan berupa (i) analisis sintesa dengan mengumpulkan kajian teoritis yang relevan terkait (ii) hasil observasi dan wawancara dengan narasumber, sehingga kemudian dilakukan penarikan kesimpulan yang berorientasi pada penentuan proyeksi pemanfaatan dimaksud.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil Indentifikasi Agen Hayati

Hasil isolasi agen hayati Trichoderma yang diambil dari sampel tanah lahan sawah ketika

musim kemarau diperoleh isolat yang kemudian dideterminasi sebagai *Trichoderma* sp. isolate Tc-46. Selanjutnya menjadi koleksi Laboratorium LMB-UMSIDA. Isolat fungi ini memiliki koloni berwarna hijau pada media PDA-klorampenikol, konidiofor dan filialid hialin, hifa hialin berdiameter  $3,32 \pm 0,82 \mu\text{m}$ , dan spora membulat berukuran  $2,63 \pm 0,76 \mu\text{m}$  (Gambar 1).



Gambar 1. Penampilan koloni *Trichoderma* Tc-046 dan sporanya

*Trichoderma* yang berhasil diisolasi dari tanah lahan kering ini dideterminasi sebagai *Trichoderma* sp. Tc-045 yang kemudian menjadi koleksi Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi (LMB-UMSIDA). Isolat ini memiliki kemiripan dengan *Trichoderma asperillum* Tc-Ijr 02 yang juga merupakan koleksi Laboratorium LMB-UMSIDA [14]. Sel-sel hifa hialin fungi ini seperti karakteristik umumnya memiliki dinding sel yang terjalini oleh selulosa dan kitin sebagai makromolekul utamanya [15].

*Trichoderma* merupakan agen antagonis yang dapat menghambat aktivitas patogen tumbuhan dari kelompok jamur. Agen antagonis terhadap patogen tumbuhan merupakan mikroorganisme yang mengintervensi aktivitas patogen dalam menyebabkan penyakit, agen tersebut tidak mampu mengejar inang yang sudah masuk ke dalam jaringan tanaman, dan keefektifannya terlihat dari ketidakmunculan penyakit tersebut. Proses antagonis yang dilakukan oleh *Trichoderma* sp terhadap patogen tular tanah melibatkan parasitisme, kompetisi, dan antibiosis [16].

Di samping karakternya sebagai antagonis, *Trichoderma* juga berperan sebagai pengurai dalam produksi pupuk organik. Selain itu, *Trichoderma* memiliki kapabilitas untuk mempercepat pertumbuhan dan perkembangan tanaman, khususnya dalam meningkatkan kesehatan pertumbuhan akar dan memperluas kedalaman akar di dalam tanah. Penggunaan *Trichoderma* pada fase pembibitan tanaman juga dilakukan sebagai tindakan pencegahan terhadap serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) [17].

## Formula Pupuk Hayati Trichoderma

Biochar adalah bahan padat yang kaya akan karbon yang dihasilkan melalui proses pembakaran tidak sempurna atau proses pirolisis (pemanasan tanpa/terbatas oksigen). Potensi penggunaan biochar sangat besar, mengingat bahan bakunya seperti tempurung kelapa, sekam padi, kulit buah kakao, tongkol jagung, tempurung kelapa sawit, dan limbah pertanian lainnya. Biochar merupakan bahan organik karbon yang sangat stabil dan memiliki struktur mirip dengan arang. Berarti biochar memiliki daya tahan tinggi terhadap dekomposisi dan dapat bertahan didalam tanah dalam jangka waktu lama.

Biochar bukanlah pupuk melainkan pembenah tanah. Penggunaan biochar telah mendapatkan perhatian yang meningkat sebagai salah satu solusi untuk mitigasi perubahan iklim dan pengelolaan limbah organik. Seperti yang kami singgung di awal tadi bahwa biochar ini kaya akan unsur karbon. Unsur karbon adalah unsur kimia dengan simbol C dan nomor atom 6 pada tabel periodik. Karbon adalah unsur non-logam yang memiliki peran penting kimia organik. Unsur karbon memiliki berbagai macam manfaat didunia pertanian. Biochar dihasilkan melalui proses pirolisis. Proses pirolisis pada biochar adalah proses pemanasan biomassa seperti serasah tanaman, kayu, jerami, atau limbah pertanian. Pemasanan ini membutuhkan suhu yang cukup tinggi sekitar 200-350°C selama 1-5 jam tanpa maupun terbatas oksigen. Proses ini bertujuan untuk merubah biomassa menjadi bahan yang stabil, secara kimia dikenal sebagai biochar.

## Hasil Uji Efikasi Terbatas

Data hasil pengamatan pengaruh Trichoderma terhadap fase penting pertumbuhan tanaman tanaman cabe sebagai tanaman uji tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ) (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil uji-t pengaruh Trichoderma terhadap tinggi dan jumlah daun tanaman cabe

	Tinggi tanaman		Jumlah daun	
	Aplikasi Trichoderma	Tanpa Trichoderma	Aplikasi Trichoderma	Tanpa Trichoderma
Mean	9,10	8,28	9,6 **	8,6
Variance	1,23	0,59	3,3	1,3
t Stat	1,36		1,04	
P(T =t)	0,21		0,33	
Cabe t Critical	2,31		2,30	

\*Peningkatan tinggi tanaman terhadap tanpa *Trichoderma* 9,9%; \*\*Peningkatan jumlah daun terhadap tanpa *Trichoderma* 11,63%

Pertumbuhan tanaman sawi pakcoy yang diberi *Trichoderma* tidak menunjukkan perbedaan signifikan dibandingkan dengan media tanam tanpa *Trichoderma*. Meskipun begitu selisih Panjang tanaman dan jumlah daun menunjukkan adanya peningkatan masing-masing sebesar 9,9 dan 11,6% dibandingkan tanpa *Trichoderma*.

Pertumbuhan vegetative tanaman pakcoy yang lebih tinggi pada perlakuan *Trichoderma* umur satu bulan setelah tanam mengindikasikan peran fungsi ini dalam membantu menyediakan nutrisi dan persenyawaan yang yang dibutuhkan tanaman [18]. Aplikasi pupuk hayati *Trichoderma* berpengaruh meningkatkan pertumbuhan dan produksi biomassa berbagai tanaman di antaranya bawang merah [19], kentang [20]-[21], kedele [22]-[27], cengkeh [28], jahe merah [29], bahkan terhadap bibit tanaman mangga [30].

#### Proyeksi Pemanfaatan Biofertilizer dalam Budidaya ramah Lingkungan

Pertanian ramah lingkungan merupakan sistem pertanian berkelanjutan yang memiliki tujuan untuk meningkatkan dan mempertahankan produktivitas tinggi dengan memperhatikan pasokan hara dari penggunaan bahan organik, minimalisasi ketergantungan pada pupuk anorganik, perbaikan biota tanah, pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) berdasarkan kondisi ekologi, dan diversifikasi tanaman [31]. Penggunaan pupuk organik yang bersumber dari mikroba lokal memiliki potensi besar untuk meningkatkan daya serap tanaman dan kesuburan tanah [32]. Salah satu agensia hayati lokal atau mikroorganisme antagonis yang sudah banyak dimanfaatkan oleh petani yaitu *Trichoderma* sp. Jamur ini mampu berfungsi sebagai mikroorganisme pelapuk yang dimanfaatkan saat proses pembuatan kompos. Selain itu, jamur ini juga bermanfaat dalam menghambat pertumbuhan patogen lain dengan cara kompetisi, antibiosis dan parasitisme. Jamur *Trichoderma* sp. Sangat mudah ditemukan di perakaran tanaman, rizosfir dan cepat berkembang biak, selain itu mempunyai daya antagonisme terhadap mikroorganisme lain, bersifat lestari karena *Trichoderma* sp. akan tetap berada dalam tanah selama bahan organik masih tersedia, tidak mengeluarkan toksin bagi manusia, aman terhadap lingkungan, murah dan efektifitasnya dapat bertahan lama. Hal inilah yang mendorong banyaknya



pengembangan teknik-teknik penggunaan jamur *Trichoderma* sp. dalam upaya pengendalian penyakit tanaman [33].

Kondisi tanah yang baik dapat mendukung pertumbuhan tanaman dengan baik dan menjadi rumah yang baik juga untuk biota tanah termasuk mikrobiologi tanah yang baik [34]. *Trichoderma* juga menghasilkan anti metabolit dan fungitoksik yang dapat menekan dan mengendalikan patogen dari jenis jamur patogen [35]-[36]. Sementara itu senyawa ekstraselular yang dihasilkan fungi ini juga mendorong aktivitas hidup mikroorganisme lain yang yang biasa membantu tanaman di rhizofe [37]-[39]. *Trichoderma* telah teruji efektif sebagai agen biocontrol yang mampu mengendalikan patogen *damping off* [40], *Colletotrichum* spp. penyebab antraknose pada cabe [41], *Fusarium oxysporum* penyebab busuk pangkal batang cabe merah [42]-[44], *Phytophthora palmivora* penyebab hawar daun bibit kakao [45], *Diplodia* spp. penyebab busuk batang tanaman jeruk [46], *Pestalotia theae* penyebab hawar daun teh, pinus, dan tanaman keras lainnya [47]-[51], bahkan mampu mengendalikan bakteri *Ralstonia solanacearum* penyebab busuk pada tembakau dan tanaman lain yang sekerabat [52].

Pertanian ramah lingkungan pada masa sekarang sangat dibutuhkan oleh para petani dikarenakan lahan pertanian saat ini memiliki kualitas tanah yang sangat rendah dengan tekstur keras, hal ini disebabkan oleh kebiasaan petani dalam penggunaan pestisida kimia dan pupuk anorganik dengan dosis tinggi. Penggunaan bahan kimia tersebut dapat berdampak pada pengurangan jumlah unsur hara di dalam tanah [32]. Ada beberapa jenis lahan yang berpotensi untuk ditanami tanaman pangan atau sayuran salah satunya yaitu lahan pekarangan. Pekarangan merupakan lahan terbuka yang terdapat di sekitar rumah tinggal dan merupakan lahan potensial yang dapat dimanfaatkan untuk menanam tanaman seperti tanaman hias, buah-buahan, sayur-mayur, rempah-rempah dan obat-obatan [53].

Budidaya ramah lingkungan bertujuan untuk meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan ekosistem. Beberapa jenis tanaman yang berpotensi ditanam dalam budidaya ramah lingkungan termasuk:

1. Tanaman organik; sayuran dan buah-buahan: Pilih varietas organik dari sayuran dan buah-buahan yang dapat tumbuh dengan menggunakan praktik pertanian organik tanpa penggunaan pestisida dan pupuk kimia;
2. Tanaman penutup tanah; rumput atau tanaman penutup tanah membantu mencegah erosi tanah, meningkatkan kualitas tanah, dan mengurangi kebutuhan akan herbisida;

3. Tanaman perennials; tanaman kelompok ini memerlukan lebih sedikit penggantian dan pemeliharaan dibandingkan dengan tanaman tahunan, sehingga dapat mengurangi dampak lingkungan.
4. Tanaman kacang-kacangan dan legume; dikenal berperan memperbaiki nitrogen dalam tanah sekaligus mengurangi kebutuhan pupuk nitrogen sintetis;
5. Tanaman lain yang berperan menjaga keseimbangan ekosistem, mengkonservasi lahan, dan berperan sebagai penyerap karbon.

Biofertilizer *Trichoderma* yang akan digunakan harus tersedia di lahan. Dengan demikian penting untuk disusun strategi dalam penyiapannya yang melibatkan kelompok tani. Pupuk hayati ini dapat diproduksi bersama antara kelompok tani atau Gapoktan dan Prodi Agroteknologi yang melibatkan dosen/ahli, mahasiswa dan dukungan Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (LMB-UMSIDA).

Pengiriman formula *Trichoderma* ke masyarakat dapat melibatkan beberapa langkah untuk memastikan produk tetap efektif dan aman selama distribusi. Berikut adalah beberapa langkah umum yang dapat diambil:

1. Pengemasan yang tepat dan memastikan formula *Trichoderma* dikemas dengan baik untuk melindungi mikroorganisme hidup dari faktor-faktor yang dapat merusaknya, seperti cahaya, kelembaban, dan suhu yang tidak sesuai. Kemasan harus dirancang agar tahan terhadap guncangan dan tekanan selama pengiriman;
2. Informasi produk, meliputi panduan penggunaan dan informasi lengkap tentang produk pada kemasan. Ini akan membantu petani atau konsumen akhir dalam mengaplikasikan formula *Trichoderma* dengan benar;
3. Transportasi yang sesuai yaitu dengan metode pengiriman yang sesuai untuk memastikan keberlanjutan mikroorganisme hidup. Pengiriman dengan kendaraan yang dilengkapi dengan pendingin atau pengatur suhu, terutama jika produk dikirim dalam bentuk cair, dapat membantu mempertahankan viabilitas *Trichoderma*;
4. Pelatihan dan edukasi, memerlukan penyiapan materi edukasi atau pelatihan untuk petani atau pengguna akhir agar mereka memahami cara menggunakan formula *Trichoderma* dengan benar. Ini dapat membantu memaksimalkan manfaatnya;
5. Koordinasi dengan pihak distributor dan pengecer, jika formula *Trichoderma* dijual melalui distributor atau pengecer, pastikan untuk berkoordinasi dengan mereka untuk memastikan bahwa produk disimpan dan dikirimkan sesuai dengan persyaratan yang diperlukan.

## KESIMPULAN

Agen hayati yang diisolasi dari lahan agroforestry yaitu *Trichoderma* sp. isolate Tc-046 berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pupuk hayati bagi upaya mendukung pertanian ramah lingkungan. Biofertilizer plus *Trichoderma* ini dapat diproduksi di Laboratorium atau kelompok tani tertentu yang berkolaborasi dengan dosen dan mahasiswa Prodi Agroteknologi dalam rangka mewujudkan budidaya pertanian ramah lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Campbell, B.M.; Beare, D.J.; Bennett, E.M.; Hall-Spencer, J.M.; Ingram, J.S.I.; Jaramillo, F.; Ortiz, R.; Ramankutty, N.; Sayer, J.A.; Shindell, D. Agriculture production as a major driver of the Earth system exceeding planetary boundaries. *E&S* 2017, 22, 8.
- [2] Emmerson, M.; Morales, M.B.; Oñate, J.J.; Batáry, P.; Berendse, F.; Liira, J.; Aavik, T.; Guerrero, I.; Bommarco, R.; Eggers, S.; et al. How Agricultural Intensification Affects Biodiversity and Ecosystem Services. *Adv. Ecol. Res.* 2016, 55, 43–97.
- [3] Grab, H.; Danforth, B.; Poveda, K.; Loeb, G. Landscape simplification reduces classical biological control and crop yield. *Ecol. Appl.* 2018, 28, 348–355.
- [4] Kahnonitch, I.; Lubin, Y.; Korine, C. Insectivorous bats in semi-arid agroecosystems – Effects on foraging activity and implications for insect pest control. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2018, 261, 80–92.
- [5] Evans, A.N.; Llanos, J.E.; Kunin, W.E.; Evison, S.E. Indirect effects of agricultural pesticide use on parasite prevalence in wild pollinators. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2018, 258, 40–48.
- [6] Assandri, G.; Bogliani, G.; Pedrini, P.; Brambilla, M. Beautiful agricultural landscapes promote cultural ecosystem services and biodiversity conservation. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2018, 256, 200–210.
- [7] Monck-Whipp, L.; Martin, A.E.; Francis, C.M.; Fahrig, L. Farmland heterogeneity benefits bats in agricultural landscapes. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2018, 253, 131–139.
- [8] Barros, V.R.; Field, C.B.; Dokke, D.J.; Mastrandea, M.D.; Mach, K.J.; Bilir, T.E.; Chatterjee, M.; Ebi, K.L.; Estrada, Y.O.; Genova, R.C. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects; Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC: Geneva, Switzerland, 2014.
- [9] Shi, P.; Schulin, R. Erosion-induced losses of carbon, nitrogen, phosphorus and heavy metals from agricultural soils of contrasting organic matter management. *Sci. Total Environ.* 2018, 618, 210–218.
- [10] Ferguson, R.S.; Lovell, S.T. Permaculture for agroecology: Design, movement, practice, and worldview. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 2014, 34, 251–274.

- [11] Sutarman & Prahasti, T. 2022. Uji keragaan *Trichoderma* sebagai pupuk hayati dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah. *Jurnal Agrotek Tropika* 10(3):421-428. DOI: <http://dx.doi.org/10.23960/jat.v10i3.5737>
- [12] D. S. I Made, A. I Nengah, and A. S. W. Gusti Ngurah, "Efektifitas Pemberian Kompos *Trichoderma* Sp. terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai (*Capsicum Annum* L.)," *E-Jurnal Agroekoteknologi Trop. (Journal Trop. Agroecotechnology)*, vol. 6, no. 1, pp. 21-30, 2017.
- [13] S. Rizal and 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, p. 23, 2018, doi: 10.31851/sainmatika.v15i1.1759.
- [14] Sutarman, P. Tjahjanti, A. E. Prihatiningrum, and A. Miftahurrohmat, "Effect of trichoderma formulated with cultivated oyster mushroom waste toward the growth and yield of shallot (*Allium ascalonicum* L.)," *African J. Food, Agric. Nutr. Dev.*, vol. 22, no. 10, p. 18, 2022.
- [15] Sutarman, PH Tjahjanti, E Widodo, AT Kusuma. [The use of mushroom growing media waste for making composite particle board](#)/IOP
- [16] Bukhari & Nuryulsen Safridar, "Identifikasi tambahan *Trichoderma* pada pisang dari induk terbaik yang telah mendapat perlakuan *Trichoderma* untuk menekan Layu Fusarium," *J. Agroristek*, vol. 3, no. 1, pp. 1-12, 2020.
- [17] W. Haristia, A. K. B, and T. Pribadi, "Perbanyak Agen Hayati *Trichoderma* Sp. Menggunakan Media Beras di Laboratorium Pengamatan Hama dan Penyakit Tanaman Banyumas," *Proc. Ser. Phys. Form. Sci.*, vol. 2, pp. 240-249, 2021, doi: 10.30595/pspfs.v2i.192.
- [18] Sutarman. 2016. Biofertilizer fungi *Trichoderma* & Mikoriza. Umsida Press. Sidoarjo
- [19] Sutarman, Prihatiningrum, A.E., Sukarno, A. & Miftahurrohmat, A. 2018. Initial growth response of shallot on *Trichoderma* formulated in oyster mushroom cultivation waste. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 420 (1), 012064. DOI 10.1088/1757-899X/420/1/012064
- [20] Sutarman & Putra, V.P. 2018. *Trichoderma* sp. biopesticide application against vegetative biomass and potato (*Solanum tuberosum*). *Nabatia* 6 (2), 57-62
- [21] Sutarman. 2018. Uji *Trichoderma harzianum* sebagai biofertilizer dan biopestisida untuk pengendalian hawar tajuk dan layu tanaman kentang. Prosiding Seminar Nasional Optimalisasi Sumberdaya Lokal Untuk Mewujudkan Kedaulatan Pangan, Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Purwokerto 26 Juni 2018, p. 210-217
- [22] Sutarman, A. Miftahurrohmat, and A. Eko Prihatiningrum, "Fungus Applications on Growth and Yield of Dena-1 Soybean Varieties," *E3S Web Conf.*, vol. 361, pp. 1-8, 2022, doi: 10.1051/e3sconf/202236104019.
- [23] Sutarman, Andriani E. Prihatiningrum, Noviana Indarwati, Risalatul Hasanah and Agus Miftahurrohmat (2023) The Role of *Trichoderma* in The Early Growth of Rice and Soybean in Saline Soils. *E3S Web of Conferences* 444, 04006 (2023). Doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344404006>
- [24] Sutarman & Miftahurrohmat, A. 2018. The morphological response of the soybean growth (*Glycine max* (L)) until vegetative stage 3 on various intensities of light. *IOP*

Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 420 012069. DOI 10.1088/1757-899X/420/1/012069

- [25] Miftahurrohmat, A. & Sutarman. 2020. Utilization of *Trichoderma* sp. and *pseudomonas fluorescens* as biofertilizer in shade-resistant soybean. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 821 012002. doi:10.1088/1757-899X/821/1/012002
- [26] Sutarman, & Miftahurrohmat, A. 2021. The vegetative growth response of detam soybean varieties towards *Bacillus subtilis* and *Trichoderma* sp. applications as biofertilizer. E3S Web of Conferences 232, 03024. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123203024>
- [27] Sutarman. 2018. Aplikasi biofertilizer pada kedele tahan naungan. Umsida Press. Sidoarjo. DOI: <https://doi.org/10.21070/2018/978-979-3401-92-8>
- [28] Sutarman, Maharani, N.P., Wachid, A., Abror, M., Al Machfud, & Miftahurrohmat, A. 2019. Effect of ectomycorrhizal fungi and *Trichoderma harzianum* on the clove (*Syzygium aromaticum* L.) seedlings performances. J. Phys.: Conf. Ser. 1232 01202. doi:10.1088/1742-6596/1232/1/012022
- [29] Sutarman. 2019. Respons tanaman jahe merah (*Zingiber officinale*) terhadap ekstrak bawang merah dan pupuk hayati *Trichoderma*. Daun: Jurnal Ilmiah Pertanian dan Kehutanan 6(1), 62-76. DOI: <https://doi.org/10.33084/daun.v6i1.922>
- [30] Sentosa, F.B., Sutarman, Nurmalasari, I.R. 2021. The effect of *Trichoderma* and onion extract on the success of grafting in mango seedlings. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 819 012008, DOI 10.1088/1755-1315/819/1/012008
- [31] A. A. Santoso, E. Yulianingsih, M. Fikra, K. Pati, and A. Info, "Serangan hama penyakit pada teknologi budidaya padi ramah lingkungan," vol. 1, no. November, 2022.
- [32] Ratnawati, S. Sudewi, K. Jaya, and Sayani, "Pengelolaan Tanaman Padi Sawah Ramah Lingkungan Dengan Pemanfaatan *Trichoderma* sp Sebagai Biofertilizer Dan Biopestisida Di Desa Bomba Kabupaten Sigi," *J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 6, no. 4, pp. 843-851, 2022.
- [33] Antony et al., "Pemanfaatan *trichoderma* sp Sebagai Agnesia Hayati Untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan di Desa Pudak Kecamatan Kumpeh Ulu Kabupaten Muaro Jambi," *J. Pemanfaat. trichoderma sp Sebagai Agnesia Hayati Untuk Mendukung Pertan. Berkelanjutan di Desa Pudak Kec. Kumpeh Ulu Kabupaten Muaro Jambi*, *Jur. Agroekoteknologi, Fak. Pertan. Univ. Jambi*, vol. 29, no. 1, pp. 79-82, 2019.
- [34] Sutarman. 2016. Biofertilizer fungi *Trichoderma* & Mikoriza. Umsida Press. Sidoarjo
- [35] Sutarman, Hadi, S., Suryani, A., Achmad, Saefuddin, A. 2004. Patogenesis hawar daun bibit *Pinus Merkusii* yang disebabkan oleh *Pestalotia theae* di pesemaian. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 4 (1), 32-41
- [36] Sutarman, Hadi, S., Suryani, A., Achmad, Saefuddin, A. 2004. Patogenesis hawar daun bibit *Pinus Merkusii* yang disebabkan oleh *Pestalotia theae* di pesemaian. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 4 (1), 32-41
- [37] Sutarman & Miftahurrohmat, A. 2021. Fungistatic effect of *Ipomea carnea* extract and *Trichoderma esperellum* against various fungal biological agents. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1012 012046. DOI 10.1088/1755-1315/1012/1/012046
- [38] I D Yuliantoro, A E Prihatiningrum, Sutarman. (2023) Exploration and Inhibition Test of *Penicillium* sp. In Vitro by *Trichoderma*. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1242

(2023) 012012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/1242/1/012012>

- [39] Sutarman, Antika D. Anggreini, Andriani E. Prihatiningrum and Agus Miftahurrohmat. Application of Biofertilizing Agents and Entomopathogenic Fungi in Lowland Rice. E3S Web of Conferences 444, 04009 (2023). Doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344404009>
- [40] E Andriani, A E Prihatiningrum, Sutarman (2023) Enhanced Soybean Growth and Damping-off Disease Suppression via *Trichoderma asperellum* and Liquid Tofu Waste Co-application. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1242 012008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/1242/1/012008>
- [41] Sutarman, Miftahurrohmat, A., Nurmalasari, I.R. Prihatinnigrum, A.E.. 2021. In vitro evaluation of the inhibitory power of *Trichoderma harzianum* against pathogens that cause anthracnose in chili. J. Phys.: Conf. Ser. 1764 012026. doi:10.1088/1742-6596/1764/1/012026
- [42] Sutarman, T. Setiorini, A. S. Li'aini, Purnomo, and A. Rahmat, "Evaluation of *Trichoderma asperellum* Effect toward Anthracnose Pathogen Activity on Red Chili (*Capsicum annum* L.) As Ecofriendly Pesticide," *Int. J. Environ. Sci. Dev.*, vol. 13, no. 4, pp. 131–137, 2022, doi: 10.18178/ijesd.2022.13.4.1383.
- [43] Wachid, A. & Sutarman. 2019. Inhibitory power test of two *Trichoderma* isolates in in vitro way againsts *Fusarium oxysporum* the cause of red chilli stem rot. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1232 012020. DOI 10.1088/1742-6596/1232/1/012020
- [44] Sutarman. 2018. Potensi *Trichoderma harzianum* sebagai pengendali *Fusarium oxysporum* penyebab busuk pangkal batang tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Agritech*: 19 (2): 144-155
- [45] Sutarman. 2017. Pengujian *Trichoderma* sp. sebagai pengendali hawar daun bibit kakao yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 17 (1), 45-52
- [46] Silvia, M. & Sutarman, 2021. Application of *Trichoderma* as an alternative to the use of sulfuric acid pesticides in the control of Diplodia disease on pomelocitrus. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 819 012007. DOI 10.1088/1755-1315/819/1/012007
- [47] Sutarman, Saefuddin, A. Achmad. 2004. Epidemiology of needle blight on *Pinus merkusii* seedlings incited by *Pestalotia theae*. *J. Manaj. Hutan Trop.* 10, 1- 10.
- [48] Sutarman, Achmad, Hadi, S. 2001. Penyakit hawar daun jarum bibit *Pinus merkusii* di persemaian (needles blight disease of *Pinus merkusii* seedlings on nursery). *Agritek* 9 (4), 1419-1427
- [49] Sutarman, Hadi, S., Saefuddin, A., Achmad & Suryani, A. 2004. Sumber inokulum patogen hawar daun bibit *Pinus merkusii* di pesemaian. *Nabatia* 1 (2), 267-277
- [50] Sutarman, Hadi, S., Saefuddin, A., Achmad & Suryani, A. 2004. Epidemiologi hawar daun bibit *Pinus merkusii* yang disebabkan oleh *Pestalotia theae* (Epidemiology of needle blight on *Pinus merkusii* seedlings incited by *Pestalotia theae*). *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 10 (1), 43-60
- [51] Sutarman, AE Prihatiningrum. 2015. Penyakit hawar daun *Pinus merkusii* di berbagai persemaian kawasan utama hutan pinus Jawa Timur. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 15 (1), 44-52
- [52] Sutarman, Jalaluddin, A.K., Li'aini, A.S., Prihatiningrum, A.E. 2021. Characterizations of

*Trichoderma* sp. and its effect on *Ralstonia solanacearum* of tobacco seedlings. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 21 (1), 8-19. DOI:[10.23960/jhptt.1218-19](https://doi.org/10.23960/jhptt.1218-19)

- [53] Z. Anggraheni and I. Hanifuddin, "Pemenuhan Kebutuhan Sayur melalui Pendayagunaan Lahan Pekarangan bersama Masyarakat Dusun Tegalrejo Lor," *Ekon. J. Pengabd. Masy.*, vol. 2, no. 2, pp. 53-64, 2021.

**PROSPEK PEMANFAATAN *TRICHODERMA* SEBAGAI PUPUK HAYATI  
DALAM PEMELIHARAAN BIBIT TANAMAN KERAS  
KHAS WONOSALAM**

**Prospects of Using *Trichoderma* as Biofertilizer in Care of Wonosalam  
Typical Plant Seedlings**

Aditya Hadi<sup>1</sup>, Fiky Zulfikar<sup>1</sup>, Firman Fahnurachmn<sup>1</sup>, Yaugi Dewa Yanggista<sup>1</sup>, Rauf Islami Hidayatulloh<sup>1</sup>, Bayu Adam Awali<sup>1</sup>, Sutarman<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi-  
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia  
Jl. Raya Candi No. 250, Gelam-Candi, Sidoarjo-Indonesia

<sup>2</sup>Pusat Studi Pangan dan Perikanan, Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat-  
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo  
Jl. Mojopahit 666B, Sidoarjo-Indonesia  
\*Corresponding author: [sutarman@umsida.ac.id](mailto:sutarman@umsida.ac.id)

**Abstract.** Biofertilizer is the right solution to overcome the decline in plant fertility in eggplant plants because it can improve the physical, chemical and biological properties of the soil. This research aims to find out how effective biological fertilizer is on eggplant plants, which represent the type of test plant. The methods used include isolation and identification of biological agents, formulations, performance tests, as well as describing the projected use of *Trichoderma* biofertilizers in durian and coffee nurseries. The biological agent fungus determined is *Trichoderma* sp. Tc-051. Application of a bulk solid formula with biocarrier material effectively helped the growth of eggplant seedlings as test plants by increasing the height and number of leaves by 71.21 and 22.53% respectively. Biofertilizer has the potential to be used for cultivating durian seedlings and typical Wonosalam coffee, the production of which can be collaborated between farmer groups and the Agrotechnology Study Program at Muhammadiyah Sidoarjo University (MSIDA) supported by the UMSIDA Microbiology and Biotechnology Laboratory.

**Keywords:** *Biological agent, biofertilizer, growth, eggplant, Trichoderma,*

**Abstrak.** Pupuk hayati merupakan solusi yang tepat untuk mengatasi penurunan kesuburan tanaman pada tanaman terong karena dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Penelitian ini bertujuan mengetahui bagaimana efektifitas pupuk hayati terhadap tanaman terong, yang mewakili jenis tanaman uji. Metode yang digunakan meliputi isolasi dan identifikasi agen hayati, formulasi, uji keragaannya, serta mendeskripsikan proyeksi pemanfaatan biofertilizer *Trichoderma* pada pembibitan duren dan kopi. Fungi agen hayati yang terdeterminasi adalah *Trichoderma* sp. Tc-051. Aplikasi dalam formula padatan curah dengan bahan pembawa biokar efektif membantu pertumbuhan bibit terong sebagai tanaman uji dengan meningkatkan tinggi dan jumlah daun masing-masing 71,21 dan 22,53%. Biofertilizer berpotensi digunakan bagi pemeliharaan bibit durian dan kopi khas Wonosalam yang produksinya dapat dikerjasamakan antara kelompok tani dan Prodi Agroteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (MSIDA) yang didukung Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi UMSIDA.

**Kata kunci:** Agen hayati, pertumbuhan, pupuk hayati, terong, *Trichoderma*

## PENDAHULUAN

Durian dan kopi lokal khas Wonosalam adalah dua komoditas penting yang selain mempengaruhi perekonomian masyarakat setempat baik sebagai produk budidaya pertanian juga sebagai bagian dari integrasi bisnis agrowisata berbasis kawasan, di samping menjadi perhatian konsumen sebagai manfaat untuk kesehatan [1]. Selain itu kedua komoditas ini juga berpotensi menjadi perhatian pasar domestik tetapi juga internasional [2]. Tantangan kesuburan tanah yang menurun dari waktu ke waktu juga menjadi ancaman bagi kemampuan hidup bibit tanaman pertanian termasuk bibit durian dan kopi. Untuk mempertahankan pertumbuhan dan kesehatan tanaman, maka pembudidaya senantiasa



menggunakan pupuk dan pestisida kimia sintetis yang sudah tentu akan menimbulkan kerusakan lingkungan dan menghambat kehidupan mikroba menguntungkan di dalam tanah dan organisme menguntungkan di permukaan tanah [3]-[4], mengancam kehidupan dan ketersediaan musuh alami hama di pertanaman dan sekitarnya [5]-[6].

Dalam budidaya tanaman termasuk pemeliharaan bibit tanaman keras yang tidak bijak sering menimbulkan penurunan bahan organik tanah termasuk pada media tanam bibit khususnya penurunan kesuburan biologi di samping secara fisik dan kimia [7]-[8].

Untuk memperbaiki kesuburan media tanam dan meningkatkan pertumbuhan dan kualitas bibit, maka diperlukan alternative sumberdaya nbagi pemeliharaan bibit yang ramah lingkungan, efisien, tapi efektif. Sehubungan dengan ini diperlukan penciptaan interaksi komponen fisik, kimia, dan biologi yang kondusif bagi pertumbuhan bibit.

Salah satu alternative untuk memberikan dukungan bagi upaya perbaikan agroekosistem lahan pertanian khususnya pada interaksi antarkomponen penting di rhizosfer pertanaman adalah memperkaya agen hayati *Trichoderma* di pertanaman baik yang diaplikasikan sebagai pemupukan dalam bentuk biofertilizer maupun dalam bentuk penyemprotan sebagai biopestisida untuk memberikan perlindungan kesehatan dan produktivitas tanaman.

Fungi agen hayati *Trichoderma* ialah yang memiliki kemampuan dalam melakukan proses biofertilasi dengan merombak bahan organik menghasilkan nutrisi sekaligus membantu tanaman dalam menghadapi organik, serta dapat melindungi tanaman dari serangan patogen cekaman dan tekanan lingkungan yang merugikan [9]. *Trichoderma* selain terbukti mampu menekan patogen pada perakaran dan tajuk tanaman, juga efektif membantu menyediakan nutrisi bagi tanaman sebagai konsekuensi keberhasilannya merombak bahan).

Penelitian ini bertujuan menemukan fungi agen hayati *Trichoderma* indigenus yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk dalam kegiatan pembibitan dan pemeliharaan bibit durian dan kopi yang berkualitas sekaligus berperan sebagai pensubstitusi pupuk kimia sintetis yang tidak ramah lingkungan.

## METODE

Penelitian observasi dan pengambilan sampel tanah dilaksanakan di lahan di dusun Kwedenkembar, Desa Kwedenkembar, Kecamatan Mojoanyar, Kabupaten Mojokerto, serta di Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi (LMB) dan Rumah Kaca Prodi Agroteknologi

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA). Kegiatan ini berlangsung pada September-Desember 2023.

#### Pengambilan Sampel dan Identifikasi Agen Hayati

Sampel tanah diambil di lahan agroforestri dengan tanaman pokok pinus (*Pinus merkusii*) dan beberapa tanaman pertanian yang pernah ditanam termasuk rumput gajah, Tanah diambil dari tiga titik yang berbeda dengan jarak antartitik minimal 10 meter dari kedalaman 5-20 cm masing-masing 100 gram, kemudian dicampur dan diaduk secara merata. Tanah dari lapang ini dibawa ke Laboratorium LMB-UMSIDA untuk diisolasi fungi *Trichoderma*-nya.

Sebanyak 5 gram tanah dicuplik dari sampel dan diencerkan dengan air dalam Erlenmeyer hingga mencapai volume 100 ml. Setelah diaduk rata, suspensi yang terbentuk dicuplik dengan menggunakan syringe sebanyak 1 ml dan disemprotkan ke permukaan media PDA-klorempenikol pada cawan petri 9 cm hingga merata. Selanjutnya diinkubasi selama 3 hari. Semua kegiatan inokulasi dan inkubasi tersebut dilakukan dalam suasana aseptik di dalam "kotak isolasi". Setelah muncul titik halus yang berwarna hijau, dicuplik secara halus dengan menggunakan ujung jarum ose dan cuplikan kecil tersebut diinokulasikan ke permukaan media PDA-kolrampenikol baru dengan posisi di tengah-tengah cawan, kemudian diinkubasi selama 10 hari atau hingga seluruh cawan dipenuhi oleh koloni *Trichoderma*. Pemurnian isolate ini menggunakan 6 cawan petri. Setelah masa inkubasi, maka isolate *Trichoderma* dipanen untuk digunakan dalam formulasi pupuk hayati (biofertilizer).

Untuk memastikan jenis yang diisolasi, maka hifa dan konidiospora fungi diperiksa dibawah mikroskop dan diperbandingkan dengan morfologi dan kriteria seperti dinyatakan pada beberapa jurnal ilmiah relevan.

#### Formulasi Pupuk Hayati

Hasil perbanyakan isolate agen hayati dipanen dan ditempatkan ke dalam bejana alat penghancur (mixer). Penghancuran dilakukan selama tiga menit, hasilnya dituangkan ke dalam Erlenmeyer kapasitas 1000 ml. Setelah dicampur air dan diaduk merata, dituangkan ke dalam bejana kapasitas lima liter dan diaduk merata. Suspensi yang mengandung spora *Trichoderma* ini dituangkan sedikit demi sedikit ke dalam wadah yang berisi biokar seberat 10 kg untuk diaduk secara merata. Selanjutnya formula yang terbentuk ini siapdigunakan untuk pemupukan (sebagai biofertilizer) dan disemprotkan ke tajuktanaman atau tanah

(sebagai biopestisida).

#### Aplikasi Pupuk Hayati *Trichoderma* pada Tanaman Uji

Sebanyak 10 polibag yang sudah diisi tanah media tanam disiapkan untuk percobaan uji aplikasi terbatas. Sementara itu disiapkan bibit tanaman yang akan diuji. Masing-masing polybag diberikan pupuk hayati *Trichoderma* dengan cara mencampurkan sebanyak 50 gram ke dalam tanah media tanam di bagian permukaan hingga 15 cm ke kedalaman media tanam dalam polibag. Ketika kecambah sudah tumbuh dengan ukuran 10 cm dipindahkan ke dalam polybag. Tanaman dipelihara dengan melakukan penyiraman tiap hari (pagi dan sore). Selanjutnya dilakukan penyemprotan *Trichoderma* pada dua minggu setelah tanam. Untuk mendapatkan suspensi semprot, dituangkan formula *Trichoderma* dalam biokar (padat) sebanyak 100 gr ke dalam air steril dan direndam selama minimal dua jam; setelah diaduk merata kemudian disaring. Air saringan dituang ke dalam hand sprayer dan disemprotkan hingga seluruh permukaan tanaman terbasahi. Selanjutnya dilakukan pengamatan tiap hari selama satu bulan.

#### Aplikasi Biofertilizer *Trichoderma* dalam Pembibitan dan Pemeliharaan Bibit

Untuk menyusun suatu proyeksi pemanfaatan biofertilizer *Trichoderma* dalam pembibitan dan pemeliharaan bibit durian dan kopi Wonosalam, maka dilakukan kajian referensi dari berbagai jurnal dan dokumen yang berisi data sekunder, serta observasi di lapang. Selanjutnya dilakukan pendekatan berupa (i) analisis sintesa dengan mengumpulkan kajian teoritis yang relevan terkait (ii) hasil observasi dan wawancara dengan narasumber, sehingga kemudian dilakukan penarikan kesimpulan yang berorientasi pada penentuan proyeksi pemanfaatan dimaksud.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil Identifikasi Agen Hayati

Secara makroskopis tampak koloni fungi yang ditumbuhkan pada media PDA-kloramfenikol seperti anyaman miselium warna hijau keputihan dengan pola pertumbuhan menuju tepi cawan yang membentuk lingkaran; sementara secara mikroskopis terlihat konidiospora membulat hialin (Gambar 1). Isolat dapat

dideterminasi sebagai *Trichoderma* sebagai *Trichoderma* sp. Tc-051 dengan hifa berdiameter  $3,83 \pm 0,65 \mu\text{m}$  dan diameter spora  $2,81 \pm 0,57 \mu\text{m}$ . Berdasarkan pengamatan morfologibaik secara makroskopis maupun mikroskopis tampak ada kemiripan dengan salah satu isolate koleksi Laboratorium LMB-UMSIDA yaitu *Trichoderma asperillum* Tc-Jro 01 [10]-[11]. Benang-benang hifa yang hialin ini merupakan kumpulan sel-sel yang memiliki dinding selnya terjalin oleh makromolekul khas fungi yakni selulosa dan kitin [12].



Gambar 1. Koloni *Trichoderma* sp Tc-51 dan konidiosporanya

#### Formula Pupuk Hayati *Trichoderma*

Setelah mendapatkan hasil perbanyakan isolat agen hayati untuk bisa mendapatkan pupuk hayati *Trichoderma* maka akan dilakukan banyak prosedur untuk bisa menjadi pupuk hayati *Trichoderma* seperti agen hayati yang diencerkan dalam bentuk cair dengan perbandingan 1 cawan dicampur 500 ml air steril. *Trichoderma* yang halus dapat di campurkan dengan air dengan ukuran 5 liter air dan diaduk merata. Pemberian air dengan ukuran 5 liter diberikan agar dapat membasahi seluruh biokar atau dengan sekam bakar yang di gunakan untuk bisa mendapatkan pupuk hayati. Suspensi yang mengandung spora *Trichoderma* ini di tuangkan sedikit demi sedikit kedalam wadah yang berisi biokar untuk di aduk secara merata. Formula yang sudah terbentuk atau yang sudah di campur sehingga menjadi pupuk hayati bisa dapat di aplikasikan ke dalam media tanam dengan pemberian pupuk hayati *Trichoderma* 50 gram dibagian permukaan hingga 15 cm kedalam media tanam dalam polybag.

#### Hasil Uji Efikasi Terbatas

Hasil uji keragaan agen hayati yang sudah terfrmulasi ini menunjukkan bahwa

*Trichoderma* berpengaruh terhadap pertumbuhan bibit terong hingga satu bulan setelah tanam (p 0,05) (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil uji-t pengaruh *Trichoderma* terhadap tinggi dan jumlah daun tanaman terong

	Tinggi tanaman		Jumlah daun	
	Aplikasi <i>Trichoderma</i>	Tanpa <i>Trichoderma</i>	Aplikasi <i>Trichoderma</i>	Tanpa <i>Trichoderma</i>
Mean	16,83*	9,83	3,67**	3,00
Variance	0,08	0,58	0,33	1,00
t Stat	12,12		1,0	
P(T =t)	2,92		0,42	
Cabe t Critical	0,01		4,30	

\*Peningkatan tinggi tanaman terhadap tanpa *Trichoderma* 71,21%; \*\*Peningkatan jumlah daun terhadap tanpa *Trichoderma* 22,53%

Pertumbuhan tanaman terong dapat tumbuh lebih panjang dan jumlah daun lebih banyak Hal ini disebabkan *Trichoderma* sp, mengeluarkan komponen aktif seperti hormon auksin yang merangsang pembentukan akar lateral. Pada perlakuan *Trichoderma* tampak bahwa pertumbuhan vegetatif bibit tanaman terong hingga satu bulan setelah aplikasi lebih tinggi dibandingkan tanpa *Trichoderma*. Hal ini membuktikan bahwa *Trichoderma* membantu tanaman dalam menyediakan nutrisi dan persenyawaan yang yang dibutuhkan tanaman [13]. Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa *Trichoderma* efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah [14]-[15], cabe merah [16], kentang [17]-[18], kedele [19]-[23], jahe merah [24], dan bibit tanaman perkebunan seperti mangga [25] dan cengkeh [26]. Pada percobaan ini menunjukkan adanya peningkatan tinggi bibit tanaman terong sebesar 71,21% dan jumlah daun bibit tanaman terong sebesar 22,53% dengan perlakuan *Trichoderma*. Kontribusi agen hayati ini dimungkinkan mengingat kemampuan *Trichoderma* dalam memproduksi indole acetic acid (IAA) yang diperlukan tanaman bagi pertumbuhannya [10].

#### Aplikasi Biofertilizer Trichodema pada Bibit Durian dan Kopi Wonosalam

Pembibitan tanaman durian. Pembibitan dilakukan biasanya dengan cara okulasi.

Okulasi adalah penggabungan dua bagian tanaman yang berbeda sehingga tumbuh sebagai satu tanaman setelah terjadi regenerasi jaringan pada bekas luka sambungan. Teknik okulasi dilakukan dengan dua cara yaitu okulasi menggunakan satu batang bawah dan okulasi dua batang bawah. Teknik okulasi satu batang bawah menggunakan batang atas (entres) dan batang bawah. Selain itu pembibitan dapat dilakukan dengan memanfaatkan biji durian. Kegiatan pembibitan diawali dengan pemilihan lahan atau lokasi yang cocok untuk pertumbuhan tanaman durian, penyemaian bibit durian agar dapat menghasilkan hasil tanaman yang baik sebaiknya menggunakan dengan pupuk organik dan dilakukan kedalam pot atau polybag, pemeliharaan tanaman durian seperti halnya pada tanaman lain yaitu dengan cara di siram setiap pagi dan sore setiap harinya.

Pembibitan tanaman kopi. Setelah biji kopi di seleksi maka tanaman kopi siap untuk di tanam, dalam proses pembibitan biji kopi dilakukan awal seperti memilih tempat penyemaian yang cocok untuk menanam kopi. Setelah tempatnya cocok melapisi lahan dengan menggunakan pasir halus dengan tebal 5-10 cm, lahan disiram terlebih dulu dengan menggunakan pestisida organik agar tidak terjadi tumbuh fungi atau jamur, setelah itu tanam biji kopi hasil seleksi dengan posisi berbaris ke bedengan, pastikan bagian punggung biji kopi berada menghadap ke atas saat di benamkan, lahan yang sudah di tanami biji kopi setelah itu di beri alang alang atau potongan jerami hingga menutupi bedengan supaya kelembapan tanah tetap terjaga, pemeliharaan pada tanaman kopi dengan melakukan penyiraman bedengan setiap hari pada saat pagi dan sore.

Pemeliharaan dalam pembibitan merupakan kegiatan yang sangat menentukan keberhasilan pembibitan hingga siap ditanam ke lapang. Pada fase ini ketersediaan pupuk mutlak diperlukan. Namun demikian efisiensi dan kesehatan bibit dan media tanam harus mendapat prioritas. Penggunaan biofertilizer merupakan jawaban atas tuntutan efisiensi, kesehatan bibit, dan kesehatan media tanam.

Biofertilizer *Trichoderma* bukan saja memberikan efek mendukung pertumbuhan tanaman tetapi juga mendukung pertumbuhan populasi mikroba menguntungkan lainnya di dalam tanah [27], membantu tanaman dalam menghadapi cekaman lingkungan pertanian [28-29], serta mampu melindungi tanaman dari gangguan berbagai fungi patogen [30] dan bakteri patogen [31]. Berbagai patogen di pembibitan yang mampu dikendalikan oleh *Trichoderma* adalah meliputi: *Colletotrichum* spp. penyebab antraknose pada cabe [32-33], *Fusarium oxysporum* penyebab busuk pangkal batang cabe merah [34-36], *Phytophthora*

*palmivora* penyebab hawar daun bibit kakao [37], berbagai patogen *damping off* [38], *pathogen* penyebab busuk batang tanaman jeruk [39], dan *Pestalotia theae* penyebab hawar daun berbagai tanaman keras lainnya [40-45].

Biofertilizer ini di produksi di laboratorium mikrobiologi UMSIDA, Biofertilizer ini akan di distribusikan kepada masyarakat dengan langkah awal yang dilakukan adalah memberikan edukasi kepada masyarakat tentang keunggulan dari *Trichoderma* dan mempraktikkanya ketika masyarakat sudah tahu dari fungsi dan keunggulan biofertilizer *Trichoderma*. Pengenalan biofertilizer *Trichoderma* kepada masyarakat di dampingi oleh dosen dan mahasiswa.

## KESIMPULAN

Agen hayati yang diisolasi dari lahan agroforestry yaitu *Trichoderma* sp. Tc-051 berpotensi untuk dimanfaatkan dalam pembibitan dan pemeliharaan bibit tanaman durian dan kopi khas Wonosalam sebagai pupuk hayati yang dapat memelihara dan meningkatkan pertumbuhan bibit. Biofertilizer dapat diproduksi di Labortorium dengan melibatkan dosen dan mahasiswa mulai pelatihan hingga pendampingan bagi masyarakat petani dan pelaku pembibitan durian dan kopi yang ramah lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Charoenphun, N., & Klangbud, W.K. (2022). Antioxidant and anti-inflammatory activities of durian (*Durio zibethinus* Murr.) pulp, seed and peel flour. *Peerj*. 10:e12933. doi: 10.7717/peerj.12933. eCollection 2022.
- [2] Mursyidin, D.H., Makruf, M.I., Badruzsaufari, & Noor., A. (2022) Molecular diversity of exotic durian (*Durio spp.*) germplasm: a case study of Kalimantan, Indonesia. *J Genet Eng Biotechnol*. 20(1):39. doi: 10.1186/s43141-022-00321-8
- [3] Kahnonitch, I.; Lubin, Y.; Korine, C. Insectivorous bats in semi-arid agroecosystems – Effects on foraging activity and implications for insect pest control. *Agric. Ecosyst. Environ*. 2018, 261, 80–92.
- [4] Evans, A.N.; Llanos, J.E.; Kunin, W.E.; Evison, S.E. Indirect effects of agricultural pesticide use on parasite prevalence in wild pollinators. *Agric. Ecosyst. Environ*. 2018, 258, 40–48.
- [5] Assandri, G.; Bogliani, G.; Pedrini, P.; Brambilla, M. Beautiful agricultural landscapes promote cultural ecosystem services and biodiversity conservation. *Agric. Ecosyst.*

- Environ. 2018, 256, 200–210.
- [6] Monck-Whipp, L.; Martin, A.E.; Francis, C.M.; Fahrig, L. Farmland heterogeneity benefits bats in agricultural landscapes. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2018, 253, 131–139.
- [7] Barros, V.R.; Field, C.B.; Dokke, D.J.; Mastrandea, M.D.; Mach, K.J.; Bilir, T.E.; Chatterjee, M.; Ebi, K.L.; Estrada, Y.O.; Genova, R.C. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects; Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC: Geneva, Switzerland, 2014.
- [8] Shi, P.; Schulin, R. Erosion-induced losses of carbon, nitrogen, phosphorus and heavy metals from agricultural soils of contrasting organic matter management. *Sci. Total Environ.* 2018, 618, 210–218.
- [9] Sutarman. 2018. Aplikasi biofertilizer pada kedele tahan naungan. Umsida Press. Sidoarjo. DOI: <https://doi.org/10.21070/2018/978-979-3401-92-8>
- [10] Sutarman, Andriani Eko Prihatiningrum and Agus Miftahurrohmat: [Fungistatic Effect of Ipomea Carnea Extract and Trichoderma Esperellum Against Various Fungal Biological Agents](#). IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1012 (2022) 012046. doi:10.1088/1755-1315/1012/1/012046
- [11] Sutarman, P. Tjahjanti, A. E. Prihatinnigrum, and A. Miftahurrohmat, "Effect of trichoderma formulated with cultivated oyster mushroom waste toward the growth and yield of shallot (*Allium ascalonicum* L.)," *African J. Food, Agric. Nutr. Dev.*, vol. 22, no. 10, p. 18, 2022.
- [12] Sutarman, PH Tjahjanti, E Widodo, AT Kusuma. [The use of mushroom growing media waste for making composite particle board](#). IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 196 (2017) 012024 doi:10.1088/1757-899X/196/1/012024
- [13] Sutarman. 2016. Biofertilizer fungi Trichoderma & Mikoriza. Umsida Press. Sidoarjo
- [14] Sutarman, Prihatiningrum, A.E., Sukarno, A. & Miftahurrohmat, A. 2018. Initial growth response of shallot on Trichoderma formulated in oyster mushroom cultivation waste. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 420 (1), 012064. DOI 10.1088/1757-899X/420/1/012064
- [15] Sutarman, S., & Prahasti, T. (2022). Uji keragaan Trichoderma sebagai pupuk hayati dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah. *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(3), 421 - 428
- [16] S. Sutarman, "Growth response of red chilli plants to flowering phase against the application of Trichoderma and *Pseudomonas fluorescens* and P fertilizers," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 821, p. 12001, May 2020, doi: 10.1088/1757-899X/821/1/012001.
- [17] Sutarman & Putra, V.P. 2018. *Trichoderma* sp. biopesticide application against vegetative biomass and potato (*Solanum tuberosum*). *Nabatia* 6 (2), 57-62
- [18] Sutarman. 2018. Uji *Trichoderma harzianum* sebagai biofertilizer dan biopestisida untuk pengendalian hawar tajuk dan layu tanaman kentang. Prosiding Seminar Nasional Optimalisasi Sumberdaya Lokal Untuk Mewujudkan Kedaulatan Pangan, Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Purwokerto 26 Juni 2018, p. 210-217
- [19] Sutarman, A. Miftahurrohmat, and A. Eko Prihatiningrum, "Fungus Applications on Growth and Yield of Dena-1 Soybean Varieties," *E3S Web Conf.*, vol. 361, pp. 1–8,



2022, doi: 10.1051/e3sconf/202236104019.

- [20] Sutarman, Andriani E. Prihatiningrum, Noviana Indarwati, Risalatul Hasanah and Agus Miftahurrohmat (2023) The Role of Trichoderma in The Early Growth of Rice and Soybean in Saline Soils. E3S Web of Conferences 444, 04006 (2023). Doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344404006>
- [21] Sutarman & Miftahurrohmat, A. 2018. The morphological response of the soybean growth (*Glycine max* (L)) until vegetative stage 3 on various intensities of light. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 420 012069. DOI 10.1088/1757-899X/420/1/012069
- [22] Miftahurrohmat, A. & Sutarman. 2020. Utilization of *Trichoderma* sp. and *Pseudomonas fluorescens* as biofertilizer in shade-resistant soybean. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 821 012002. doi:10.1088/1757-899X/821/1/012002
- [23] Sutarman, & Miftahurrohmat, A. 2021. The vegetative growth response of detam soybean varieties towards *Bacillus subtilis* and *Trichoderma* sp. applications as biofertilizer. E3S Web of Conferences 232, 03024. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123203024>
- [24] Sutarman. 2019. Respons tanaman jahe merah (*Zingiber officinale*) terhadap ekstrak bawang merah dan pupuk hayati Trichoderma. *Daun: Jurnal Ilmiah Pertanian dan Kehutanan* 6(1), 62-76. DOI: <https://doi.org/10.33084/daun.v6i1.922>
- [25] Sentosa, F.B., Sutarman, Nurmalasari, I.R. 2021. The effect of *Trichoderma* and onion extract on the success of grafting in mango seedlings. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 819 012008, DOI 10.1088/1755-1315/819/1/012008
- [26] Sutarman, Maharani, N.P., Wachid, A., Abror, M., Al Machfud, & Miftahurrohmat, A. 2019. Effect of ectomycorrhizal fungi and *Trichoderma harzianum* on the clove (*Syzygium aromaticum* L.) seedlings performances. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1232 01202. doi:10.1088/1742-6596/1232/1/012022
- [27] Sutarman. 2016. Biofertilizer fungi Trichoderma & Mikoriza. Umsida Press. Sidoarjo
- [28] Sutarman & Miftahurrohmat, A. 2021. Fungistatic effect of *Ipomea carnea* extract and *Trichoderma asperellum* against various fungal biological agents. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1012 012046. DOI 10.1088/1755-1315/1012/1/012046
- [29] I D Yuliantoro, A E Prihatiningrum, Sutarman. (2023) Exploration and Inhibition Test of *Penicillium* sp. In Vitro by Trichoderma. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1242 (2023) 012012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/1242/1/012012>
- [30] Sutarman, Antika D. Anggreini, Andriani E. Prihatiningrum and Agus Miftahurrohmat. Application of Biofertilizing Agents and Entomopathogenic Fungi in Lowland Rice. E3S Web of Conferences 444, 04009 (2023). Doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344404009>
- [31] Sutarman, Jalaluddin, A.K., Li'aini, A.S., Prihatiningrum, A.E. 2021. Characterizations of *Trichoderma* sp. and its effect on *Ralstonia solanacearum* of tobacco seedlings. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 21 (1), 8-19. DOI:10.23960/jhptt.1218-19
- [32] Sutarman, Miftahurrohmat, A., Nurmalasari, I.R. Prihatiningrum, A.E.. 2021. In vitro evaluation of the inhibitory power of *Trichoderma harzianum* against pathogens that cause anthracnose in chili. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1764 012026. doi:10.1088/1742-6596/1764/1/012026

- [33] Sutarman, T. Setiorini, A. S. Li'aini, Purnomo, and A. Rahmat, "Evaluation of *Trichoderma asperellum* Effect toward Anthracnose Pathogen Activity on Red Chili (*Capsicum annum* L.) As Ecofriendly Pesticide," *Int. J. Environ. Sci. Dev.*, vol. 13, no. 4, pp. 131-137, 2022, doi: 10.18178/ijesd.2022.13.4.1383.
- [34] A. A. Farihadina and Sutarman, "Application of Biological Agents of *Trichoderma* and *Aspergillus* on Cayenne Chilli Plants in Endemic Land with *Fusarium* Wilt," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1104, no. 1, p. 12003, 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1104/1/012003
- [35] Wachid, A. & Sutarman. 2019. Inhibitory power test of two *Trichoderma* isolates in in vitro way againts *Fusarium oxysporum* the cause of red chilli stem rot. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1232 012020. DOI 10.1088/1742- 6596/1232/1/012020
- [36] Sutarman. 2018. Potensi *Trichoderma harzianum* sebagai pengendali *Fusarium oxysporum* penyebab busuk pangkal batang tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Agritech*: 19(2): 144-155
- [37] Sutarman. 2017. Pengujian *Trichoderma* sp. sebagai pengendali hawar daun bibit kakao yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 17 (1), 45-52
- [38] E Andriani, A E Prihatiningrum, Sutarman (2023) Enhanced Soybean Growth and Damping-off Disease Suppression via *Trichoderma asperellum* and Liquid Tofu Waste Co-application. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1242 012008. DOI: <http://dx.doi:10.1088/1755-1315/1242/1/012008>
- [39] Silvia, M. & Sutarman, 2021. Application of *Trichoderma* as an alternative to the use of sulfuric acid pesticides in the control of Diplodia disease on pomelocitrus. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 819 012007. DOI 10.1088/1755- 1315/819/1/012007
- [40] Sutarman, Saefuddin, A. Achmad. 2004. Epidemiology of needle blight on *Pinus merkusii* seedlings incited by *Pestalotia theae*. *J. Manaj. Hutan Trop.* 10, 1- 10.
- [41] Sutarman, Achmad, Hadi, S. 2001. Penyakit hawar daun jarum bibit *Pinus merkusii* di persemaian (needles blight disease of *Pinus merkusii* seedlings on nursery). *Agritek* 9 (4), 1419-1427
- [42] Sutarman, Hadi, S., Saefuddin, A., Achmad & Suryani, A. 2004. Sumber inokulum patogen hawar daun bibit *Pinus merkusii* di pesemaian. *Nabatia* 1 (2), 267-277
- [43] Sutarman, Hadi, S., Saefuddin, A., Achmad & Suryani, A. 2004. Epidemiologi hawar daun bibit *Pinus merkusii* yang disebabkan oleh *Pestalotia theae* (Epidemiology of needle blight on *Pinus merkusii* seedlings incited by *Pestalotia theae*). *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 10 (1), 43-60
- [44] Sutarman, Hadi, S., Suryani, A., Achmad, Saefuddin, A. 2004. Patogenesis hawar daun bibit *Pinus Merkusii* yang disebabkan oleh *Pestalotia theae* di pesemaian. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 4 (1), 32-41
- [45] Sutarman, AE Prihatiningrum. 2015. Penyakit hawar daun *Pinus merkusii* di berbagai persemaian kawasan utama hutan pinus Jawa Timur. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 15 (1), 44-52

## APLIKASI BIOFETRILIZER TRICHODERMA UNTUK BUDIDAYA

# TANAMAN SAYURAN PADA LAHAN KERING

## Application of Trichoderma Biofertilizer for Cultivation of Vegetable Crops on Dry Land

Ramadhan Ilham Aqsal Mollah<sup>1</sup>, Afif Ardi Pratama<sup>1</sup>, Afdil Arfadillah Putra Diwa<sup>1</sup>, Dannise Salsabilla Putri<sup>1</sup>, Sutarman<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi-  
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia  
Jl. Raya Candi No. 250, Gelam-Candi, Sidoarjo-Indonesia

<sup>2</sup>Pusat Studi Pangan dan Perikanan, Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat-  
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo  
Jl. Mojopahit 666B, Sidoarjo-Indonesia

\*Corresponding author: [sutarman@umsida.ac.id](mailto:sutarman@umsida.ac.id)

**Abstract.** Biofertilizer is the right solution to overcome the decline in soil fertility on dry land because it can improve the physical, chemical and biological properties of the soil. This research aims to isolate the biological agent *Trichoderma* fungus and use it for cultivating vegetable crops in marginal dry land. The methods used include isolation and determination of biological agents, formulation of biological fertilizers, testing the performance of biological agents, and projecting their use as biofertilizers for cultivating dry land vegetable crops. The results of the determination of the biological agent isolate were *Trichoderma* sp. Tc-43. The isolate was formulated in Biokar as a carrier material in bulk solid form, which was proven to be effective in increasing height growth and number of chili leaves. This *Trichoderma* biofertilizer has the potential to be used as a fertilizer in cultivating vegetable crops on marginal dry land where it is applied as a soil treatment or spraying plant crowns. The use of biofertilizers in an effort to realize local food security should involve farmer groups as providers of carrier agents for biological agents as well as in implementing applications in the field.

**Keywords:** *Biological agency, biofertilizer, soil fertility, marginal dry land, Trichoderma*

**Abstrak.** Biofertilizer merupakan solusi yang tepat untuk mengatasi penurunan kesuburan tanah pada lahan kering karena dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Penelitian ini bertujuan mengisolasi fungi agen hayati *Trichoderma* dan dimanfaatkan bagi budidaya tanaman sayuran di lahan kering marginal. Metode yang digunakan meliputi isolasi dan determinasi agen hayati, formulasi pupuk hayati, pengujian keragaan agen hayati, dan melakukan proyeksi penggunaan pemanfaatannya sebagai biofertilizer untuk budidaya tanaman sayuran lahan kering. Hasil determinasi isolate agen hayati adalah *Trichoderma* sp. Tc-43. Isolat diformulasi dalam biokar sebagai bahan pembawa dalam bentuk padatan curah, terbukti efektif ini meningkatkan pertumbuhan tinggi dan jumlah daun cabe. Biofertilizer *Trichoderma* ini berpotensi digunakan dalam sebagai pemupukan dalam budidaya tanaman sayuran di lahan kering marginal yang diaplikasikan sebagai *soil treatment* maupun penyemprotan tajuk tanaman. Penggunaan biofertilizer dalam upaya mewujudkan ketahanan pangan lokal sebaiknya melibatkan kelompok tani sebagai penyedia bahan pembawa (*carrier agent*) agen hayatinya serta dalam pelaksanaan aplikasi di lapang.

**Kata kunci:** Agensi hayati, Biofertilizer, kesuburan tanah, lahan kering marginal, *Trichoderma*

## PENDAHULUAN

Padi sawah sangat membutuhkan ketersediaan air yang tinggi [1], demikian juga tanaman sayuran dan beberapa tanaman penggilir dalam system budidaya padi menuntut kecukupan air. Untuk itu diperlukan irigasi untuk menjamin kecukupan suplai khususnya pada musim kemarau [2]. Di lain pihak pada lahan dengan padi sebagai komoditas utama yang dibudidayakan sering mengalami kondisi salinisasi akibat air irigasi [3]. Ketersediaan air sepanjang waktu di banyak wilayah di Indonesia justru berdampak negatif kelestarian produksi padi sawah itu sendiri karena muncul penurunan kesuburan tanah akibat auttofikasi dan penurunan pH [4]. Kondisi serupa juga terjadi pada lahan kering yang biasa digunakan untuk budidaya tanaman bukan padi sawah. Kemasaman tanah, rendahnya bahan organik, dan keracunan logam di antara Fe dan Al juga menjadi ancaman rendahnya produksi bahkan gagal panen.

Untuk mengatasi rendahnya tingkat kesuburan tanah lahan kering terutama pada saat penanaman palawija dan sayuran, dilakukan pemupukan yang mengandalkan pada bahan kimia sintetis serta perlindungan tanaman dengan menggunakan pestisida kimia yang berakibat terjadinya gangguan keseimbangan agroekosistem [5]. Mismanagement dalam budidaya yang demikian ini berdampak pada degradasi kesuburan tanah dan kerusakan lahan serta ketahanan pangan [6] kehidupan masyarakat [7]. Bahan kimia pupuk dan pestisida juga dapat menekan kehidupan mikroba agen hayati yang menguntungkan bagi kehidupan tanaman [8-9], memunculkan gangguan hama dan penyakit tanaman serta ketersediaan musuh alami dan mikroba efektif menguntungkan tanaman [10].

Untuk mendorong pemulihan kesuburan tanah, maka perlu dikembangkan inovasi ramah lingkungan yang memanfaatkan sumberdaya indigen, sehingga mampu mensubstitusi penggunaan pupuk kimia dan pestisida kimia dalam rangka menjaga produktivitas dan kesehatan tanaman sayuran pada lahan kering.

Agen hayati fungi *Trichoderma* merupakan salah satu alternative potensial yang dapat dimanfaatkan bagi upaya perbaikan kesuburan tanah dan melindungi tanaman dari cekaman fisik, kimia, dan biologi di pertanaman. Dengan demikian agen hayati ini diharapkan dapat berperan sebagai substituen pupuk namun memiliki peran memberi perlindungan kesehatan tanaman.

Fungsi biochar adalah sebagai soil conditioner dapat mengurangi kehilangan hara melalui proses leaching ke dalam tanah. Jika di lihat dari hasil analisis tanah setelah panen perlakuan biochar yang di fermentasi jamur *Trichoderma* spp. lebih baik dalam membenahi sifat tanah dan menyediakan unsur hara. Hal ini menunjukkan proses fermentasi biochar berpengaruh positif terhadap perbaikan sifat tanah. *Trichoderma* menunjukkan toleransi

yang kuat terhadap pengubah Cu medium (sampai 0,1% CuSO<sub>4</sub>) dan potensi antagonis tinggi [11]. Jamur *Trichoderma* spp. dapat menguraikan fosfat dari Al, Fe, dan Mn. Pada tanah masam P terikat dengan Al dan Fe membentuk ikatan tidak larut di dalam tanah masam dengan kepekaan ion Fe dan Al melebihi H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, akibatnya membentuk senyawa fosfor tidak larut. Sejumlah H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> tersisa merupakan bagian tersedia bagi tanaman. P yang terikat dengan Al dan Fe diuraikan oleh mikroba tanah tersedia bagi tanaman pada kondisi masam [12].

Penelitian ini bertujuan mendapatkan formulasi fungi agen hayati *Trichoderma*, pengujian secara terbatas dan memproyeksikan potensi pemanfaatannya dalam budidaya tanaman sayuran di lahan kering marjinal karena kemasaman tanah, cekaman logam berat, dan rendahnya bahan organik tanah.

## METODE

Penelitian observasi dan pengambilan sampel tanah dilaksanakan di lahan [-7.465372, 112.496708] di dusun Kweden Lor, Desa Kwedenkembar, Kecamatan Mojoanyar, Kabupaten Mojokerto, serta di Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi (LMB) dan Rumah Kaca Prodi Agroteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA). Kegiatan ini berlangsung pada September-Desember 2023.

### Pengambilan Sampel dan Identifikasi Agen Hayati

Sampel tanah diambil di lahan agroforestri dengan tanaman pokok pinus (*Pinus merkusii*) dan beberapa tanaman pertanian yang pernah ditanam termasuk rumput gajah. Tanah diambil dari tiga titik yang berbeda dengan jarak antartitik minimal 10 meter dari kedalaman 5-20 cm masing-masing 100 gram, kemudian dicampur dan diaduk secara merata. Tanah dari lapang ini dibawa ke Laboratorium LMB-UMSIDA untuk diisolasi fungi *Trichoderma*-nya.

Sebanyak 5 gram tanah dicuplik dari sampel dan diencerkan dengan air dalam Erlenmeyer hingga mencapai volume 100 ml. Setelah diaduk rata, suspensi yang terbentuk dicuplik dengan menggunakan syringe sebanyak 1 ml dan disemprotkan ke permukaan media PDA-klorempenikol pada cawan petri 9 cm hingga merata. Selanjutnya diinkubasi selama 3 hari. Semua kegiatan inokulasi dan inkubasi tersebut dilakukan dalam suasana aseptik di dalam "kotak isolasi". Setelah muncul titik halus yang berwarna hijau, dicuplik secara halus dengan menggunakan ujung jarum ose dan cuplikan kecil tersebut

diinokulasikan ke permukaan media PDA-kolrampenikol baru dengan posisi di tengah-tengah cawan, kemudian diinkubasi selama 10 hari atau hingga seluruh cawan dipenuhi oleh koloni *Trichoderma*. Pemurnian isolate ini menggunakan 6 cawan petri. Setelah masa inkubasi, maka isolate *Trichoderma* dipanen untuk digunakan dalam formulasi pupuk hayati (biofertilizer).

Untuk memastikan jenis yang diisolasi, maka hifa dan konidiospora fungi diperiksa dibawah mikroskop dan diperbandingkan dengan morfologi dan kriteria seperti dinyatakan pada beberapa jurnal ilmiah relevan.

#### Formulasi Pupuk Hayati

Hasil perbanyakan isolat agen hayati dipanen dan ditempatkan ke dalam bejana alat penghancur (mixer). Penghancuran dilakukan selama tiga menit, hasilnya dituangkan ke dalam Erlenmeyer kapasitas 1000 ml. Setelah dicampur air dan diaduk merata, dituangkan ke dalam bejana kapasitas lima liter dan diaduk merata. Suspensi yang mengandung spora *Trichoderma* ini dituangkan sedikit demi sedikit ke dalam wadah yang berisi biokar seberat 10 kg untuk diaduk secara merata. Selanjutnya formula yang terbentuk ini siap digunakan untuk pemupukan (sebagai biofertilizer) dan disemprotkan ke tajuktanaman atau tanah (sebagai biopestisida).

#### Apliasi Pupuk Hayati *Trichoderma* pada Tanaman Uji

Sebanyak 10 polibag yang sudah diisi tanah media tanam disiapkan untuk percobaan uji aplikasi terbatas. Sementara itu disiapkan bibit tanaman yang akan diuji. Masing-masing polybag diberikan pupuk hayati *Trichoderma* dengan cara mencampurkan sebanyak 50 gram ke dalam tanah media tanam di bagian permukaan hingga 15 cm ke kedalaman media tanam dalam polibag. Ketika bibit sudah tumbuh dengan ukuran 7-8 cm dipindahkan ke dalam polybag. Tanaman dipelihara dengan melakukan penyiraman tiap hari (pagi dan sore). Selanjutnya dilakukan penyemprotan *Trichoderma* pada dua minggu setelah tanam. Untuk mendapatkan suspense semprot, dituangkan formula *Trichoderma* dalam biokar (padat) sebanyak 100 gr ke dalam air steril dan direndam selamam atau minimal dua jam; setelah diaduk merata kemudian disaring. Air saringan dituang ke dalam hand sprayer dan disemprotkan hingga seluruh permukaan tanaman terbasahi. Selanjutnya dilakukan pengamatan tiap hari selama satu bulan.

#### Proyeksi Aplikasi pada Lahan Kering

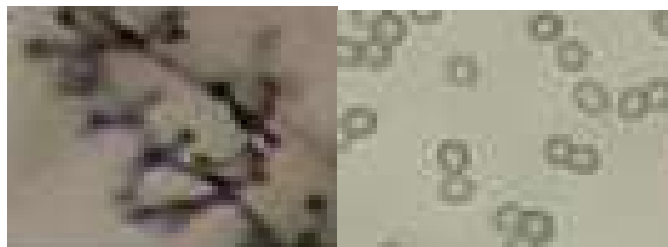
Untuk menyusun suatu proyeksi pemanfaatn biofertilizer *Trichiderma* dalam budidaya

pertanian lahan kering dengan tanaman utama sayuran, maka dilakukan kajian referensi dari berbagai jurnal dan dokumen yang berisi data sekunder, serta observasi di lapang. Selanjutnya dilakukan pendekatan berupa (i) analisis sintesa dengan mengumpulkan kajian teoritis yang relevan terkait (ii) hasil observasi dan wawancara dengan narasumber, sehingga kemudian dilakukan penarikan kesimpulan yang berorientasi pada penentuan proyeksi pemanfaatan dimaksud.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Identifikasi Agen Hayati

Hasil isolasi fungi dari tanah lahan kering di Kwedenkembar (Mojokerto) diperoleh isolat fungi yang dideterminasi sebagai *Trichoderma* sp. Tc-043. Ciri khas koloni dalam media PDA-kloramphenikol berwarna hijau dengan spora rata-rata berukuran  $3,25 \pm 0,78$   $\mu\text{m}$  (Gambar 1). Hifa hialin yang merupakan kumpulan sel dengan dinding sel yang terjalin oleh makromolekul utama khas fungi pada umumnya [13] yaitu selulosa dan kitin yang jalinan cukup massif membentuk anyaman hifa sebagai miselium.



Gambar 1. Kkonidiofor dan filid, serta spora *Trichoderma* sp. Tc-043

*Trichoderma* merupakan mikroba tanah yang dapat mengurai bahan organik dengan baik. Mikroba ini terdapat pada tanah sekitar akar tanaman, biasanya yang sering dan mudah untuk didapatkan pada tanah yang dekat dengan akar bambu. Peran *Trichoderma* adalah melakukan perombakan bahan organik di dalam tanah

untuk menghasilkan nutrisi bagi pertumbuhan tanaman [14]-[15], sehingga dikelompokkan sebagai pupuk hayati (biofertilizer). Berbagai penelitian menunjukkan *Trichoderma* efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah [16]-[18], kentang [19]-[20], kedele [21]-[26], jahe merah [27], mangga [28], dan cengkeh [29], sehingga dapat mensubstitusi penggunaan pupuk kimia yang tidak ramah lingkungan.

#### Formula Pupuk Hayati *Trichoderma*

Pada proses formulasi dibutuhkan 2 bahan utama yakni arang sekam sebanyak 5 liter atau kuarang lebih 5 kilo gram dan *Trichoderma* cair sebanyak 500 ml yang sudah diencerkan dengan 4,5 liter air. Keduanya dicampur hingga *Trichoderma* cairnya terserap dengan baik, ini sifat biokar memiliki daya serap air yang tinggi dan juga dapat menjaga kelembaban tanah. Sehingga, ketersediaan air dan hara dalam tanah terpenuhi, dimana biokar sendiri mampu memperbaiki kesuburan tanah dan memulihkan kualitas tanah yang telah terdegradasi [30].

Proses pembuatan biokar menggunakan sekam padi yang sudah kering dan dilakukan pembakaran tidak sempurna atau hingga menjadi arang saja. Pada proses ini terjadi peningkatan suhu yang dapat membunuh mikroba mikroba pada sekam dan didapatkan hasil arang sekam yang steril. Dalam artian lain, biokar adalah sisa-sisa karbon dari hasil pembakaran yang memiliki bentuk serbuk atau arang dengan pori-pori kecil yang dapat menyerap serta menyimpan nutrisi dan air [31].

Pencampuran *Trichoderma* cair dilakukan setelah arang sekam betul dingin, hal ini dilakukan supaya hasil penerapan *Trichoderma* cair tidak mati jika suhu terlalu tinggi maka *Trichoderma* akan mati. Pada suhu ruang *Trichoderma* dapat tumbuh dengan baik dan bisa juga mengalami dormansi jika terlalu lama di simpan. Suhu ruang yang baik berkisar 28 °C kandungan nutrisi cukup yang terkandung dalam media tumbuh trichoderma dapat mempertahankan viabilitas trichoderma tersebut sampai 9 bulan [32].

Hasil pencampuran *Trichoderma* diletakkan pada tempat yang tidak terkena matahari langsung dan ditempat yang sejuk, hal ini dilakukan agar kualitas biokar tidak menurun, Karena pada dasarnya *Trichoderma* merupakan mikroba dalam tanah yang membutuhkan kelembaban yang optimal. Sehingga perlu diketahui juga, bahwa suhu dan tempat yang baik agar kondisi pertumbuhannya selalu terjaga adalah tempat dengan penyimpanan suhu



berkisar 30° C [33].

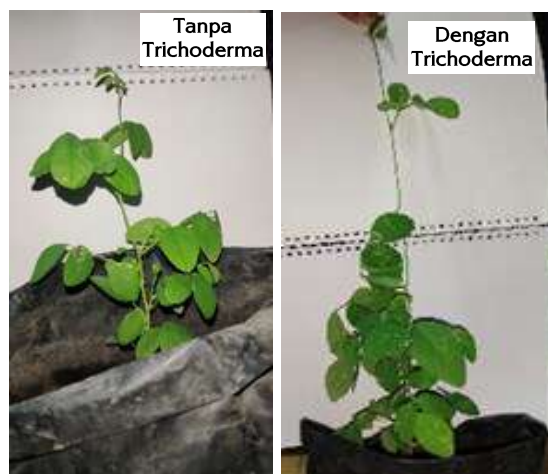
#### Hasil Uji Efikasi Terbatas

Data hasil pengamatan tanaman uji yaitu tinggi dan jumlah daun tanaman yang merupakan salah satu indikator pengaruh *Trichoderma* terhadap fase penting pertumbuhan tanaman, setelah dilakukan analisis, diketahui bahwa berdasarkan uji-t berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) (Tabel 1). Perbedaan performa tanaman telang diantara kedua perlakuan diperlihatkan pada Gambar 2.

Tabel 1. Hasil uji-t pengaruh *Trichoderma* terhadap tinggi dan jumlah daun tanaman telang

	Tinggi tanaman		Jumlah daun	
	Aplikasi <i>Trichoderma</i>	Tanpa <i>Trichoderma</i>	Aplikasi <i>Trichoderma</i>	Tanpa <i>Trichoderma</i>
Mean	37.7	19.18	45.4	26.4
Variance	1.42	0.332	3.30	0.80
t Stat	40.09*		22.71*	
P(T =t)	0.000002		0.000022	
t Critical	2.78		2.78	

\* Berbeda nyata pada taraf uji 5%



Gambar 2. Penampilan tanaman telang empat minggu setelah aplikasi *Trichoderma*

Pertumbuhan tanaman telang dapat tumbuh lebih panjang dan memiliki jumlah daun yang lebih banyak. Hal ini disebabkan karena *Trichoderma* dapat memfiksasi fosfat pada media tanam [34]. *Trichoderma* juga dapat menguraikan sampah organik ataupun kompos dan pupuk kandang yang belum terurai sempurna [35]. Proses ini dapat menghasilkan unsur hara yang tadinya terendap menjadi tersedia dan dengan mudah dapat dimanfaatkan tanaman.

Diketahui juga pada akar tanaman telang terdapat bintil akar yang berisi jamur rizobium yang dapat memfiksasi nitrogen yang dibutuhkan dalam pembentukan daun. Rizobium dapat tumbuh dengan baik karena bersimbiosis dengan *Trichoderma* [36] yang membuat kondisi tanah lebih baik dengan sifatnya yang dapat membunuh jamur pathogen [37]. penyebab busuk akar dan juga jamur yang dapat menginfeksi bintil akar pada tanaman telang [38].

Biokar arang sekam dapat menjaga kelembaban media tanam dan juga dapat menyimpan air dengan baik, hal ini pula dapat mendukung pertumbuhan tanaman telang karena menjaga ketersediaan air pada media tanam. Arang sekam juga menjadi tempat tinggal yang baik bagi berbagai mikroba baik untuk tanah [39].

#### Proyeksi Aplikasi Biofertilizer dalam Lahan Kering

Budidaya lahan kering merupakan salah satu metode pertanian yang dengan besar dapat memasok kebutuhan pangan, sayuran, hortikultura dan perkebunan [40]. Kondisi tanah yang baik dapat mendukung pertumbuhan tanaman dengan baik dan menjadi rumah yang baik juga untuk biota tanah termasuk mikrobiologi tanah yang baik [41]. Penggunaan biofertilizer berupa biokar yang mengandung agensi hayati juga dapat dengan signifikan memperbaiki sifat fisik tanah dengan arang sekamnya. Biokar *Trichoderma* dapat memperbaiki sifat kimia tanah dengan kinerja dan hasil sintesis dari mikroba baik yang dikandungnya dan memperbaiki sifat biologi tanah dengan memperkaya mikroba baik untuk tanah dengan menyediakan tempat tinggal yang baik untuk untuk tanah berupa arang sekam [41].

Biofertilizer ini diproduksi oleh mahasiswa dikampus lab kampus UMSIDA kampus 2, hasil produksi ini akan didistribusikan kemasyarakat dengan tujuan mengenalkan salah satu solusi dalam pertanian lahan kering. Pendistribusian biofertilizer ini juga diiringi dengan pelatihan dan pendampingan oleh mahasiswa dan dosen untuk mengedukasi bagaimana cara produksinya hingga pengaplikasiannya pada lahan kering.

Selain perannya dapat sebagai biofertilizer, *Trichoderma* juga efek mengendalikan berbagai jamur patogen [42]-[43] dan mendukung kehidupan organisme lain yang menguntungkan bagi tanaman [44]-[46]. Berbagai hasil penelitian menunjukkan fungsi agen biocontrol ini terbukti mampu secara efektif mengendalikan *Colletotrichum* spp. pathogen antraknose pada cabe [47], *Fusarium oxysporum* penyebab busuk pangkal batang cabe merah [48]-[50] dan busuk batang tanaman jeruk [51], pathogen damping off [52], *Phytophthora palmivora* pathogen hawar daun bibit kakao [53], *Pestalotia theae* pathogen hawar daun yang disebabkan oleh pada tanaman keras dan perkebunan teh [54]-[58]. *Trichoderma* juga efektif mengendalikan bakteri patogen seperti *Ralstonia solanacearum* penyebab busuk pada tembakau dan tanaman yang sdekerabatnya seperti tomat dan kentang [59].

#### KESIMPULAN

Agen hayati potensial yang diisolasi dari lahan basah yaitu *Trichoderma* sp. isolate Tc-43 berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pupuk hayati bagi budidaya tanaman sayuran daun, hortikultura, kacang-kacangan hingga tanaman pangan dan perkebunan pada lahan tanah agak masam, bahan organik rendah, dan tercekam logam besi. Biofertilizer diaplikasikan sebagai pemupukan lewat tanah dan penyemprotan lewat tajuk. Biofertilizer *Trichoderma* untuk budidaya tanaman sayuran lahan marjinal ini diproduksi di Laboratorium atau kelompok tani tertentu yang berkolaborasi dengan dosen dan mahasiswa Prodi Agroteknologi dalam rangka mewujudkan budidaya tanaman sayuran lahan kering yang produktif.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. D. Hathaway, "Agroecology and permaculture: addressing key ecological problems by rethinking and redesigning agricultural systems," *J. Environ. Stud. Sci.*, vol. 6, no. 2, pp. 239–250, 2016, doi: 10.1007/s13412-015-0254-8.
- [2] M. Antonelli, S. Tamea, and H. Yang, "Intra-EU agricultural trade, virtual water flows and policy implications," *Sci. Total Environ.*, vol. 587–588, pp. 439–448, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.02.105>.
- [3] A. Singh, "Alternative management options for irrigation-induced salinization and waterlogging under different climatic conditions," *Ecol. Indic.*, vol. 90, pp. 184–192, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.03.014>.

- [4] P. J. A. Withers, C. Neal, H. P. Jarvie, and D. G. Doody, "Agriculture and eutrophication: Where do we go from here?," *Sustain.*, vol. 6, no. 9, pp. 5853–5875, 2014, doi: 10.3390/su6095853.
- [5] J. W. McArthur and G. C. McCord, "Fertilizing growth: Agricultural inputs and their effects in economic development," *J. Dev. Econ.*, vol. 127, pp. 133–152, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2017.02.007>.
- [6] Campbell, B.M.; Beare, D.J.; Bennett, E.M.; Hall-Spencer, J.M.; Ingram, J.S.I.; Jaramillo, F.; Ortiz, R.; Ramankutty, N.; Sayer, J.A.; Shindell, D. Agriculture production as a major driver of the Earth system exceeding planetary boundaries. *E&S* 2017, 22, 8.
- [7] Grab, H.; Danforth, B.; Poveda, K.; Loeb, G. Landscape simplification reduces classical biological control and crop yield. *Ecol. Appl.* 2018, 28, 348–355.
- [8] Kahnonitch, I.; Lubin, Y.; Korine, C. Insectivorous bats in semi-arid agroecosystems effects on foraging activity and implications for insect pest control. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2018, 261, 80–92.
- [9] Evans, A.N.; Llanos, J.E.; Kunin, W.E.; Evison, S.E. Indirect effects of agricultural pesticide use on parasite prevalence in wild pollinators. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2018, 258, 40–48.
- [10] Assandri, G.; Bogliani, G.; Pedrini, P.; Brambilla, M. Beautiful agricultural landscape promote cultural ecosystem services and biodiversity conservation. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2018, 256, 200–210.
- [11] Monck-Whipp, L.; Martin, A.E.; Francis, C.M.; Fahrig, L. Farmland heterogeneity benefits bats in agricultural landscapes. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2018, 253, 131–139.
- [13] Sutarman, P.H. Tjahjanti, E. Widodo, A.T. Kusuma. [The use of mushroom growing media waste for making composite particle board](#)/ IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 196 (1), 012024, 2017
- [14] Azis, A.N.W., Wachid, A. & Sutarman. 2019. The Effect of *Trichoderma* sp. and kinds of fertilizer costs on growth and production green mustard (*Brassica rapa* L.). *Nabatia* 7 (1), 1-10
- [15] Sutarman. 2016. Biofertilizer fungi *Trichoderma* & Mikoriza. Umsida Press. Sidoarjo
- [16] Sutarman, Prihatiningrum, A.E., Sukarno, A. & Miftahurrohmat, A. 2018. Initial growth response of shallot on *Trichoderma* formulated in oyster mushroom cultivation waste. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 420 (1), 012064. DOI 10.1088/1757-899X/420/1/012064
- [17] Sutarman & Prahasti, T. 2022. Uji keragaan *Trichoderma* sebagai pupuk hayati dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah. *Jurnal Agrotek Tropika* 10 (3): 421-428. DOI: <http://dx.doi.org/10.23960/jat.v10i3.5737>
- [18] Sutarman, P. Tjahjanti, A. E. Prihatinnigrum, and A. Miftahurrohmat, "Effect of trichoderma formulated with cultivated oyster mushroom waste toward the growth and yield of shallot (*Allium ascalonicum* L.)," *African J. Food, Agric. Nutr. Dev.*, vol. 22, no. 10, p. 18, 2022.
- [19] Sutarman & Putra, V.P. 2018. *Trichoderma* sp. biopesticide application against vegetative biomass and potato (*Solanum tuberosum*). *Nabatia* 6 (2), 57-62

- [20] Sutarman. 2018. Uji *Trichoderma harzianum* sebagai biofertilizer dan biopestisida untuk pengendalian hawar tajuk dan layu tanaman kentang. Prosiding Seminar Nasional Optimalisasi Sumberdaya Lokal Untuk Mewujudkan Kedaulatan Pangan, Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Purwokerto 26 Juni 2018, p. 210-217
- [21] Sutarman, A. Miftahurrohmat, and A. Eko Prihatiningrum, "Fungus Applications on Growth and Yield of Dena-1 Soybean Varieties," *E3S Web Conf.*, vol. 361, pp. 1-8, 2022, doi: 10.1051/e3sconf/202236104019.
- [22] Sutarman, Andriani E. Prihatiningrum, Noviana Indarwati, Risalatul Hasanah and Agus Miftahurrohmat (2023) The Role of Trichoderma in The Early Growth of Rice and Soybean in Saline Soils. *E3S Web of Conferences* 444, 04006 (2023). Doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344404006>
- [23] Sutarman & Miftahurrohmat, A. 2018. The morphological response of the soybean growth (*Glycine max* (L)) until vegetative stage 3 on various intensities of light. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 420 012069. DOI 10.1088/1757-899X/420/1/012069
- [24] Miftahurrohmat, A. & Sutarman. 2020. Utilization of *Trichoderma* sp. and *Pseudomonas fluorescens* as biofertilizer in shade-resistant soybean. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 821 012002. doi:10.1088/1757-899X/821/1/012002
- [25] Sutarman, & Miftahurrohmat, A. 2021. The vegetative growth response of detam soybean varieties towards *Bacillus subtilis* and *Trichoderma* sp. applications as biofertilizer. *E3S Web of Conferences* 232, 03024. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123203024>
- [26] Sutarman. 2018. Aplikasi biofertilizer pada kedele tahan naungan. Umsida Press. Sidoarjo. DOI: <https://doi.org/10.21070/2018/978-979-3401-92-8>
- [27] Sutarman. 2019. Respons tanaman jahe merah (*Zingiber officinale*) terhadap ekstrak bawang merah dan pupuk hayati *Trichoderma*. *Daun: Jurnal Ilmiah Pertanian dan Kehutanan* 6(1), 62-76. DOI: <https://doi.org/10.33084/daun.v6i1.922>
- [28] Sentosa, F.B., Sutarman, Nurmalasari, I.R. 2021. The effect of *Trichoderma* and onion extract on the success of grafting in mango seedlings. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 819 012008, DOI 10.1088/1755-1315/819/1/012008
- [29] Sutarman, Maharani, N.P., Wachid, A., Abror, M., Al Machfud, & Miftahurrohmat, A. 2019. Effect of ectomycorrhizal fungi and *Trichoderma harzianum* on the clove (*Syzygium aromaticum* L.) seedlings performances. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1232 01202. doi:10.1088/1742-6596/1232/1/012022
- [30] Sutarman. 2016. Biofertilizer fungi *Trichoderma* & Mikoriza. Umsida Press. Sidoarjo
- [31] Surjaningsih, D. R. Pengaruh pemberian biochar dan kompos terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rappa* L.) pada tanah Vertisol. *Journal of Applied Plant Technology* (JAPT), 2(1), 21-29.
- [32] Rahmawati, D., & Wijayanti, R. (2018). Aplikasi *Trichoderma* sp. dan lama penyimpanan terhadap dormansi benih oyong (*Luffa acutangula* (L.) Roxb.). *Agriprima, Journal of Applied Agricultural Sciences*, 2(2), 154-162.
- [33] Junita, A., Nurhayani, N., & Afridayanti, N. (2023, January). Optimalisasi suhu di inkubator untuk penyimpanan isolat jamur *Trichoderma* sp. di Laboratorium Fitopatologi. In

Seminar Nasional Lahan Suboptimal, Vol. 10, No. 1, pp. 847-858).

- [34] Asril, M., Lestari, W., Basuki, B., Sanjaya, M. F., Firgiyanto, R., Manguntungi, B., ... & Kunusa, W. R. (2023). Mikroorganisme Pelarut Fosfat pada Pertanian Berkelanjutan
- [35] Woo, S. L., Hermosa, R., Lorito, M., & Monte, E. (2023). Trichoderma: A multipurpose, plant-beneficial microorganism for eco-sustainable agriculture. *Nature Reviews Microbiology*, 21(5), 312-326.
- [36] Tyśkiewicz, R., Nowak, A., Ozimek, E., & Jaroszek-Ścisiel, J. (2022). Trichoderma: The current status of its application in agriculture for the biocontrol of fungal phytopathogens and stimulation of plant growth. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(4), 2329.
- [37] Khan, R. A. A., Najeeb, S., Hussain, S., Xie, B., & Li, Y. (2020). Bioactive secondary metabolites from Trichoderma spp. Against phytopathogenic fungi. *Microorganisms*, 8(6), 817.
- [38] Degani, O., Rabinovitz, O., Becher, P., Gordani, A., & Chen, A. (2021). *Trichoderma longibrachiatum* and *Trichoderma asperellum* confer growth promotion and protection against late wilt disease in the field. *Journal of Fungi*, 7(6), 444.
- [39] Joseph, S., Cowie, A. L., Van Zwieten, L., Bolan, N., Budai, A., Buss, W., ... & Lehmann, J. (2021). How biochar works, and when it doesn't: A review of mechanisms controlling soil and plant responses to biochar. *Gcb Bioenergy*, 13(11), 1731-1764.
- [40] Naharuddin, N., Sari, I., Harijanto, H., & Wahid, A. (2020). Sifat fisik tanah pada lahan agroforestri dan hutan lahan kering sekunder di sub DAS Wuno, DAS Palu. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 8(2), 189-200.
- [41] Aprisa, R., Hastuti, E. D., & Suedy, S. W. A. (2020). Perbaikan Sifat Fisik dan Kimia Tanah dengan Pembenah Tanah Anting-anting, Bandotan, dan Lamtoro untuk Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 5(2), 138-146.
- [42] Sutarman, Hadi, S., Suryani, A., Achmad, Saefuddin, A. 2004. Patogenesis hawar daun bibit *Pinus Merkusii* yang disebabkan oleh *Pestalotia theae* di pesemaian. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 4 (1), 32-41
- [43] Sutarman, Hadi, S., Suryani, A., Achmad, Saefuddin, A. 2004. Patogenesis hawar daun bibit *Pinus Merkusii* yang disebabkan oleh *Pestalotia theae* di pesemaian. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 4 (1), 32-41
- [44] Sutarman & Miftahurrohmat, A. 2021. Fungistatic effect of *Ipomea carnea* extract and *Trichoderma asperellum* against various fungal biological agents. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1012 012046. DOI 10.1088/1755- 1315/1012/1/012046
- [45] I D Yuliantoro, A E Prihatiningrum, Sutarman. (2023) Exploration and Inhibition Test of *Penicillium* sp. In Vitro by Trichoderma. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1242 (2023) 012012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/1242/1/012012>
- [46] Sutarman, Antika D. Anggreini, Andriani E. Prihatiningrum and Agus Miftahurrohmat. Application of Biofertilizing Agents and Entomopathogenic Fungi in Lowland Rice. *E3S Web of Conferences* 444, 04009 (2023). Doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344404009>
- [47] Sutarman, Miftahurrohmat, A., Nurmalasari, I.R. Prihatinnigrum, A.E.. 2021. In vitro evaluation of the inhibitory power of Trichoderma harzianum against pathogens that

- cause anthracnose in chili. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1764 012026. doi:10.1088/1742-6596/1764/1/012026
- [48] Sutarman, T. Setiorini, A. S. Li'aini, Purnomo, and A. Rahmat, "Evaluation of *Trichoderma asperellum* Effect toward Anthracnose Pathogen Activity on Red Chili (*Capsicum annum* L.) As Ecofriendly Pesticide," *Int. J. Environ. Sci. Dev.*, vol. 13, no. 4, pp. 131-137, 2022, doi: 10.18178/ijesd.2022.13.4.1383.
- [49] Wachid, A. & Sutarman. 2019. Inhibitory power test of two *Trichoderma* isolates in vitro way againts *Fusarium oxysporum* the cause of red chilli stem rot. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1232 012020. DOI 10.1088/1742-6596/1232/1/012020
- [50] Sutarman. 2018. Potensi *Trichoderma harzianum* sebagai pengendali *Fusarium oxysporum* penyebab busuk pangkal batang tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Agritech*: 19 (2): 144-155
- [51] Silvia, M. & Sutarman, 2021. Application of *Trichoderma* as an alternative to the use of sulfuric acid pesticides in the control of Diplodia disease on pomelocitrus. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 819 012007. DOI 10.1088/1755-1315/819/1/012007
- [52] E Andriani, A E Prihatiningrum, Sutarman (2023) Enhanced Soybean Growth and Damping-off Disease Suppression via *Trichoderma asperellum* and Liquid Tofu Waste Co-application. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1242 012008. DOI: <http://dx.doi:10.1088/1755-1315/1242/1/012008>
- [53] Sutarman. 2017. Pengujian *Trichoderma* sp. sebagai pengendali hawar daun bibit kakao yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 17 (1), 45-52
- [54] Sutarman, Saefuddin, A. Achmad. 2004. Epidemiology of needle blight on *Pinus merkusii* seedlings incited by *Pestalotia theae*. *J. Manaj. Hutan Trop.* 10, 1- 10.
- [55] Sutarman, Achmad, Hadi, S. 2001. Penyakit hawar daun jarum bibit *Pinus merkusii* di persemaian (needles blight disease of *Pinus merkusii* seedlings on nursery). *Agritek* 9(4), 1419-1427
- [56] Sutarman, Hadi, S., Saefuddin, A., Achmad & Suryani, A. 2004. Sumber inokulum patogen hawar daun bibit *Pinus merkusii* di pesemaian. *Nabatia* 1 (2), 267-277
- [57] Sutarman, Hadi, S., Saefuddin, A., Achmad & Suryani, A. 2004. Epidemiologi hawar daun bibit *Pinus merkusii* yang disebabkan oleh *Pestalotia theae* (Epidemiology of needle blight on *Pinus merkusii* seedlings incited by *Pestalotia theae*). *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 10 (1), 43-60
- [58] Sutarman, AE Prihatiningrum. 2015. Penyakit hawar daun *Pinus merkusii* di berbagai persemaian kawasan utama hutan pinus Jawa Timur. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 15 (1), 44-52
- [59] Sutarman, Jalaluddin, A.K., Li'aini, A.S., Prihatiningrum, A.E. 2021. Characterizations of *Trichoderma* sp. and its effect on *Ralstonia solanacearum* of tobacco seedlings. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 21 (1), 8-19. DOI: [10.23960/jhptt.1218-19](https://doi.org/10.23960/jhptt.1218-19)



**PEMANFAATAN *TRICHODERMA* SEBAGAI BAHAN AKTIF  
POTENSIAL PUPUK HAYATI BAGI UPAYA MENCIPTAKAN  
KETAHANAN PANGAN RUMAH TANGGA**

**Use of *Trichoderma* as a Potential Active Ingredient of Biofertilizer  
for Efforts to Create Household Food Security**

Rohmatunnadjila<sup>1</sup>, Amanda Kusumawardani<sup>1</sup>, Tifany Istighfarin<sup>1</sup>, Famila Wahdani Munsifa<sup>1</sup>,  
Nabila Nurma Riski<sup>1</sup>, Asrofi Rizal<sup>1</sup>, Sutarman<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi-  
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia  
Jl. Raya Candi No. 250, Gelam-Candi, Sidoarjo-Indonesia

<sup>2</sup>Pusat Studi Pangan dan Perikanan, Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat-  
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo  
Jl. Mojopahit 666B, Sidoarjo-Indonesia

\*Corresponding author: [sutarman@umsida.ac.id](mailto:sutarman@umsida.ac.id)

**Abstract.** The aim of this research is to find the biological agent fungus *Trichoderma* indigenous which can be used to restore land fertility through technical formulation and application engineering and testing it on a limited basis on one of the pak choy mustard plants. The methods used were the isolation and determination of the *Trichoderma* biological agent, its formulation as a biofertilizer, performance testing of the isolate on test plants, and preparation of projections for the use of *Trichoderma* biofertilizer in plant cultivation to increase household food security. The results of the isolation of the *Trichoderma* fungus from agroforestry soil were determined to be isolate Tc-047. The bulk solid biological fertilizer formula showed a significant effect in increasing the growth of the test plants by 10.75% and 11.63% for the height and number of pak choy leaves, respectively. This *Trichoderma* biofertilizer has the potential to be used in cultivating small areas of land to increase and protect household food security..

**Keywords:** *biofertilizer, formulation, household food security, Trichoderma*

**Abstrak.** Tujuan penelitian ini adalah menemukan fungi agen hayati *Trichoderma* indigenus yang dapat dimanfaatkan bagi pemulihan kesuburan lahan melalui perekayasa teknis formulasi dan aplikasi serta mengujinya secara terbatas pada salah satu tanaman sawi pakcoy. Metode yang digunakan adaah isolasi dan determinasi agen hayati *Trichoderma*, formulasinya sebagai pupuk hayati, uji keragaan isolat pada tanaman uji, dan penyusunan proyeksi pemanfaatan pupuk hayati



Trichoderma dalam budidaya tanaman untuk meningkatkan ketahanan pangan rumah tangga. Hasil isolasi fungi Trichoderma dari tanah lahan agroforestry dideterminasi sebagai *isolate* Tc-047. Formula pupuk hayati padatan curah menunjukkan pengaruh yang nyata dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman uji sebesar 10,75% dan 11,63% masing-masing untuk tinggi dan jumlah daun pakcoy. Pupuk hayati Trichoderma ini berpotensi digunakan dalam budidaya lahan sempit untuk meningkatkan dan memberi perlindungan ketahanan pangan rumah tangga.

*Kata kunci:* Biofertilizer, formulasi, ketahanan pangan rumah tangga, Trichoderma

## PENDAHULUAN

Upaya pemenuhan kebutuhan pangan dunia terus gencar dilakukan oleh tiap negara di dunia. Tekanan kebutuhan ini memaksa hampir semua negara mengembangkan secara masifnya budidaya monokultur dan penggunaan berbagai teknik agronomi yang berdampak penurunan kesuburan tanah dan kerusakan lahan pertanian yang terjadi di hampir seluruh dunia dan mengancam ketahanan pangan [1]. Intensifikasi, ekspansi, dan konversi lahan pertanian yang sudah dilakukan sejak revolusi hijau memperlihatkan dampaknya telah mengancam kehidupan masyarakat [2]-[3]. Untuk mempertahankan hasil panen yang tinggi dan meningkatkan produktivitas lahan mendorong petani dan produsen bahan pangan menggunakan pupuk dan pestisida kimia sintetis yang sudah tentu akan menimbulkan kerusakan lingkungan dan menghambat kehidupan mikroba menguntungkan di dalam tanah dan organisme menguntungkan di permukaan tanah [4]-[5], mengancam kehidupan dan ketersediaan musuh alami hama di pertanaman dan sekitarnya [6]-[7].

Di lain pihak kegiatan budidaya tanaman dan aktivitas manusia dalam beberapa dekade belakangan ini telah memunculkan erosi, penurunan bahan organik tanah, serta penurunan kesuburan tanah baik secara fisik, kimia, maupun biologi [8]-[9]. Selanjutnya proses degradasi kualitas lahan ini telah menimbulkan penurunan produksi tanaman pangan dan sayuran. Kondisi ini sudah tentu akan mengancam ketahanan pangan pada semua tingkatan, termasuk ketahanan pangan dalam rumah tangga khususnya di pedesaan.

Ketahanan pangan sering didefinisikan sebagai istilah kecukupan pangan masyarakat di daerah tertentu pada tingkat kapita atau rumah tangga dengan adanya akses pangan yang memadai bagi anggota keluarga [10]. Adanya hal tersebut membuat rumah tangga tersebut dapat bekerja secara maksimal dan hidup layak [11]. Pangan yang sampai saat ini masih

menjadi kebutuhan prioritas menjadikan pembangunan ketahanan pangan harus merata sehingga kemandirian pangan terwujud secara optimal. Selain hal tersebut perlu juga dipertimbangkan mengenai keamanan pangan, mutu dan gizi dalam jumlah yang cukup [12].

Untuk memulihkan daya dukung lingkungan tidak cukup dengan mengimplementasikan pertanian organik, penggunaan varietas unggul, dan penggunaan teknik budidaya yang telah diperbarui. Dalam hal ini diperlukan perhatian khusus pada interaksi fisik, kimia, dan biologi di dalam tanah dan di pertanaman. Diperlukan jaminan, keseimbangan antara konsumsi, reproduksi, dan distribusi antarkomponen agroekosistem [13].

Salah satu alternative untuk memberikan dukungan bagi upaya perbaikan agroekosistem lahan pertanian khususnya pada interaksi antarkomponen penting di rhizosfer pertanaman adalah memperkaya agen hayati *Trichoderma* di pertanaman baik yang diaplikasikan sebagai pemupukan dalam bentuk biofertilizer maupun dalam bentuk penyemprotan sebagai biopestisida untuk memberikan perlindungan kesehatan dan produktivitas tanaman.

*Trichoderma* sp. merupakan jenis jamur yang umumnya banyak ditemui di area tanah khususnya tanah yang memiliki kandungan bahan organik yang cukup tinggi sehingga dapat membantu pertumbuhan tanaman [14]. Penerapan *Trichoderma* sebagai media tanam diharapkan tidak hanya untuk berperan dalam proses bio-fertilisasi dan untuk membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman, menghasilkan metabolit sekunder dan fitohormon, tetapi juga memberikan perlindungan bagi kesehatan tanaman [15]. Fungi ini disamping menghasilkan senyawa antimetabolite yang dapat menghambat dan menekan patogen sekaligus mampu mendegradasi bahan organik yang menghasilkan nutrisi bagi tanaman [16].

Penelitian ini bertujuan menemukan fungi agen hayati *Trichoderma* indigenus yang dapat dimanfaatkan bagi pemulihan kesuburan lahan melalui perekayasa teknis formulasi dan aplikasi serta mengujinya secara terbatas pada salah satu tanaman sawi pakcoy.

## METODE

Penelitian observasi dan pengambilan sampel tanah dilaksanakan di lahan [[-7.699361, 112.532223](#)] di dusun Pacet Selatan, Desa Pacet, Kecamatan Pacet, Kabupaten Mojokerto, serta di Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi (LMB) dan Rumah Kaca Prodi

Agroteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA). Kegiatan ini berlangsung pada September-Desember 2023.

#### Pengambilan Sampel dan Identifikasi Agen Hayati

. Sampel tanah diambil di lahan agroforestri dengan tanaman pokok pinus (*Pinus merkusii*) dan beberapa tanaman pertanian yang pernah ditanam termasuk rumput gajah. Tanah diambil dari tiga titik yang berbeda dengan jarak antartitik minimal 10 meter dari kedalaman 5-20 cm masing-masing 100 gram, kemudian dicampur dan diaduk secara merata. Tanah dari lapang ini dibawa ke Laboratorium LMB-UMSIDA untuk diisolasi fungi *Trichoderma*-nya.

Sebanyak 5 gram tanah dicuplik dari sampel dan diencerkan dengan air dalam Erlenmeyer hingga mencapai volume 100 ml. Setelah diaduk rata, suspensi yang terbentuk dicuplik dengan menggunakan syringe sebanyak 1 ml dan disemprotkan ke permukaan media PDA-klorempenikol pada cawan petri 9 cm hingga merata. Selanjutnya diinkubasi selama 3 hari. Semua kegiatan inokulasi dan inkubasi tersebut dilakukan dalam suasana aseptik di dalam "kotak isolasi". Setelah muncul titik halus yang berwarna hijau, dicuplik secara halus dengan menggunakan ujung jarum ose dan cuplikan kecil tersebut diinokulasikan ke permukaan media PDA-kolrampenikol baru dengan posisi di tengah-tengah cawan, kemudian diinkubasi selama 10 hari atau hingga seluruh cawan dipenuhi oleh koloni *Trichoderma*. Pemurnian isolate ini menggunakan 6 cawan petri. Setelah masa inkubasi, maka isolate *Trichoderma* dipanen untuk digunakan dalam formulasi pupuk hayati (biofertilizer).

Untuk memastikan jenis yang diisolasi, maka hifa dan konidiospora fungi diperiksa dibawah mikroskop dan diperbandingkan dengan morfologi dan kriteria seperti dinyatakan pada beberapa jurnal ilmiah relevan.

#### Formulasi Pupuk Hayati

Hasil perbanyakan isolate agen hayati dipanen dan ditempatkan ke dalam bejana alat penghancur (mixer). Penghancuran dilakukan selama tiga menit, hasilnya dituangkan ke dalam Erlenmeyer kapasitas 1000 ml. Setelah dicampur air dan diaduk merata, dituangkan ke dalam bejana kapasitas lima liter dan diaduk merata. Suspensi yang mengandung spora *Trichoderma* ini dituangkan sedikit demi sedikit ke dalam wadah yang berisi biokar seberat 10 kg untuk diaduk secara merata. Selanjutnya formula yang terbentuk ini siapdigunakan untuk pemupukan (sebagai biofertilizer) dan disemprotkan ke tajuktanaman atau tanah (sebagai biopestisida).

### Apliasi Pupuk Hayati *Trichoderma* pada Tanaman Uji

Sebanyak 10 polibag yang sudah diisi tanah media tanam disiapkan untuk percobaan uji aplikasi terbatas. Sementara itu disiapkan bibit tanaman yang akan diuji. Masing-masing polybag diberikan pupuk hayati *Trichoderma* dengan cara mencampurkan sebanyak 50 gram ke dalam tanah media tanam di bagian permukaan hingga 15 cm ke kedalaman media tanam dalam polibag. Ketika kecambah sudah tumbuh dengan ukuran 5 cm di pindahkan ke dalam polybag. Tanaman dipelihara dengan melakukan penyiraman tiap hari (pagi dan sore). Selanjutnya dilakukan penyemprotan *Trichoderma* pada dua minggu setelah tanam. Untuk mendapatkan suspensi semprot, dituangkan formula *Trichoderma* dalam biokar (padat) sebanyak 100 gr ke dalam air steril dan direndam selama minimal dua jam; setelah diaduk merata kemudian disaring. Air saringan dituang ke dalam hand sprayer dan disemprotkan hingga seluruh permukaan tanaman terbasahi. Selanjutnya dilakukan pengamatan tiap hari selama satu bulan.

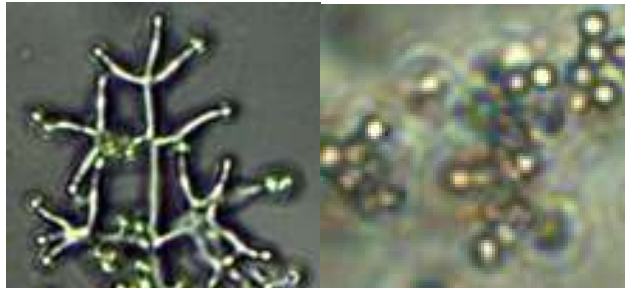
### Proyeksi Pemanfaatan bagi Ketahanan Pangan Rumah Tangga

Untuk menyusun suatu proyeksi pemanfaatan dalam rumah tangga, maka dilakukan kajian referensi dari berbagai jurnal dan dokumen yang berisi data sekunder, serta observasi di lapang. Selanjutnya dilakukan pendekatan berupa (i) analisis sintesa dengan mengumpulkan kajian teoritis yang relevan terkait (ii) hasil observasi dan wawancara dengan narasumber, sehingga kemudian dilakukan penarikan kesimpulan yang berorientasi pada penentuan proyeksi pemanfaatan dimaksud.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Identifikasi Agen Hayati

Hasil pengamatan makroskopis terhadap koloni fungi berwarna hijau keputihan yang dilanjutkan dengan pengamatan mikroskopis. Isolat agen hayati *Trichoderma* yang diambil dari sampel tanah lahan agroforestry ini dideterminasi sebagai *Trichoderma* sp. Tc-047. Isolat agen hayati ini memiliki diameter hifa  $3,53 \pm 0,87 \mu\text{m}$  dan diameter spora  $2,67 \pm 0,84 \mu\text{m}$  (Gambar 1). Secara morfologi dan dimensi ada kemiripan dengan *Trichoderma asperillum* Tc-Jro 01 yang juga merupakan koleksi Laboratorium LMB-UMSIDA [17]. Hifa fungi ini hialin dan memiliki dinding sel kokoh yang terjalin oleh selulosa dan kitin [18].



Gambar 1. Konidiofor dan fialid hialin serata spora *Trichoderma* Tc-047

*Trichoderma* yang berhasil diisolasi dari tanah lahan kering ini dideterminasi sebagai *Trichoderma* sp. Tc-046 yang kemudian menjadi koleksi Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi (LMB-UMSIDA).

*Trichoderma* memiliki hifa septat, dan konidia yang dihasilkannya mungkin berwarna atau hialin. Struktur konidiophores (hifa yang membentuk konidia) juga dapat membantu dalam identifikasi. Ukuran, bentuk, dan karakteristik konidia adalah faktor penting dalam identifikasi spesifik. Beberapa spesies *Trichoderma* dapat diidentifikasi berdasarkan ukuran dan bentuk konidia [19].

*Trichoderma* menghasilkan struktur reproduksi aseksual yang disebut konidia. Konidia adalah spora yang dihasilkan secara aseksual dan dapat menjadi cara utama bagi *Trichoderma* untuk berkembang biak. Konidia *Trichoderma* dapat memiliki berbagai bentuk, tergantung pada spesiesnya. Mereka dapat berbentuk bulat, oval, atau memiliki bentuk yang lebih kompleks. Ukuran konidia juga bervariasi, umumnya berkisar dari 2 hingga 5 mikrometer [20].

#### Formula Pupuk Hayati *Trichoderma*

Biochar merupakan bahan padat kaya akan karbon hasil konversi dari limbah organik (biomas pertanian) melalui pembakaran tidak sempurna. Biochar juga dapat dibuat dengan memanfaatkan gulma yang banyak terdapat di lahan pertanian seperti rumput kerbau dan sisa hasil panen seperti sekam padi. Pembakaran tidak sempurna dapat dilakukan dengan alat pembakaran atau pirolisator dengan suhu 250-350 °C selama 1-3,5 jam, bergantung pada jenis biomas dan alat pembakaran yang digunakan. Pembakaran juga dapat dilakukan tanpa pirolisator, tergantung kepada jenis bahan baku. Kedua jenis pembakaran tersebut menghasilkan biochar yang mengandung karbon untuk diaplikasikan sebagai pembenah tanah. Biochar bukan pupuk, tetapi berfungsi sebagai pembenah tanah. Pemanfaatan

cendawan trichoderma yang diformulasi dalam biochar rumput kerbau maupun sekam padi dapat digunakan untuk bioremediasi lahan karena keduanya mampu memperbaiki struktur dan sifat-sifat tanah.

Pemanfaatan biochar untuk pertanian merupakan pendekatan pertanian berkelanjutan karena biochar relatif sulit terdekomposisi sehingga tetap berada dalam tanah untuk memperbaiki sifat-sifat tanah. Biochar tersusun dari bahan berbentuk karbon stabil yang sukar mengalami proses dekomposisi dan mineralisasi [21].

#### Hasil Uji Efikasi Terbatas

Data hasil pengamatan pengaruh *Trichoderma* terhadap fase penting pertumbuhan tanaman tanaman cabe sebagai tanaman uji tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ) (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil uji-t pengaruh *Trichoderma* terhadap tinggi dan jumlah daun tanaman cabe

	Tinggi tanaman		Jumlah daun	
	Aplikasi <i>Trichoderma</i>	Tanpa <i>Trichoderma</i>	Aplikasi <i>Trichoderma</i>	Tanpa <i>Trichoderma</i>
Mean	9,22*	8,33	9,6**	8,6
Variance	0,17	0,45	3,3	1,3
t Stat	2,49***		1,04	
P(T = t)	0,04		0,33	
t Critical	2,36		2,31	

\* Peningkatan tinggi tanaman terhadap tanpa *Trichoderma* 10,75%; \*\* Peningkatan jumlah daun terhadap tanpa *Trichoderma* 11,63%; \*\*\* nyata pada taraf uji 5%

Pertumbuhan tanaman sawi pakcoy yang diberi *Trichoderma* menunjukkan perbedaan nyata pada tinggi tanaman namun tidak nyata pada jumlah daun dibandingkan dengan tanaman yang ditumbuhkan pada media tanam tanpa *Trichoderma*. Selisih tinggi tanaman dan jumlah daun menunjukkan adanya peningkatan masing-masing sebesar 10,75 dan 11,63% dibandingkan tanpa *Trichoderma*.

Pertumbuhan vegetatif tanaman pakcoy yang lebih tinggi pada perlakuan *Trichoderma* umur satu bulan setelah tanam mengindikasikan peran fungsi ini dalam

membantu menyediakan nutrisi dan persenyawaan yang yang dibutuhkan tanaman [22] [18]. Aplikasi pupuk hayati *Trichoderma* berpengaruh meningkatkan pertumbuhan dan produksi biomassa berbagai tanaman di antaranya bawang merah [23], kentang [24]-[25], kedele [26]-[31], cengkeh [32], jahe merah [33], bahkan terhadap bibit tanaman mangga [34].

Meskipun efek *Trichoderma* terhadap pertumbuhan tanaman belum nyata, namun baik tinggi maupun jumlah daun tanaman pakcoy rata-rata meningkat sebesar 9,9% dan 11,7% dibandingkan dengan perlakuan tanpa *Trichoderma*; hal ini disebabkan karena *Trichoderma* dapat memproduksi hormon pertumbuhan seperti indole acetic acid (IAA), yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman [17].

#### Proyeksi Pemanfaatan Agen hayati untuk Ketahanan Pangan

Potensi lahan yang bisa dimanfaatkan untuk budidaya tanaman dalam rangka ketahanan pangan dapat melibatkan berbagai tipe lahan, termasuk lahan perumahan, pedesaan, dan lahan sempit. Beberapa potensi lahan yang bisa dimanfaatkan untuk budidaya tanaman yaitu:

- (i) Pekarangan, lahan kosong berupa pekarangan tiap rumah berpotensi dimanfaatkan untuk menanam sayuran, buah-buahan kecil, atau herba. Tanaman yang Cocok : Sayuran seperti kangkung, bayam, atau selada, serta buah-buahan seperti tomat ceri atau stroberi;
- (ii) Atap rumah dan vertikultur, dengan memanfaatkan dinding atau atap rumah untuk menanam tanaman secara vertikal. Tanaman yang Cocok : Tanaman merambat atau gantung seperti kacang panjang, mentimun, atau tanaman hias yang dapat dimanfaatkan juga sebagai tanaman konsumsi;
- (iii) Lahan tidak produktif, dengan memanfaatkan lahan yang tidak produktif seperti lahan kosong baik di pedesaan maupun perkotaan. Tanaman yang Cocok : Pohon buah-buahan, sayuran, atau tanaman pangan lainnya yang sesuai dengan kondisi lahan.

Untuk meningkatkan ketahanan pangan di desa, pemilihan jenis tanaman harus mempertimbangkan kebutuhan gizi masyarakat, daya tahan tanaman terhadap kondisi iklim setempat, dan kemampuan adaptasi tanaman terhadap lahan yang tersedia. Beberapa tanaman yang berpotensi ditanam di desa adalah padi, jagung, kacang-kacangan, ubi, singkong, sayuran lokal, buah-buahan, tanaman obat, dan pohon kayu. Ahkan dapat menjadi keunggulan tersendiri

Penggunaan *Trichoderma* sebagai biofertilizer juga memiliki keuntungan tambahan mengingat fungsi ini terbukti mendukung pertumbuhan populasi dan aktivitas hidup mikroba menguntungkan lainnya di rhizosfer [35]-[36] dan membantu ketahanan tanaman terhadap cekaman lingkungan [37]-[39], serta mampu bersifat sebagai agen biokontrol bagi berbagai jenis jamur patogen [40]-[41]. Fungi *Trichoderma* efektif mengendalikan *Colletotrichum* spp. penyebab antraknose pada cabe [42], *Fusarium oxysporum* penyebab busuk pangkal batang cabe merah [43]-[45], *Phytophthora palmivora* penyebab hawar daun bibit kakao [46], berbagai patogen *damping off* [47], *pathogen* penyebab busuk batang tanaman jeruk [48], *Pestalotia theae* penyebab hawar daun berbagai tanaman keras lainnya [49]-[53]. Berbagai penelitian yang sudah dilakukan juga efektif mengendalikan bakteri patogen, misalnya *Ralstonia solanacearum* penyebab busuk bibit dan tanaman dewasa tembakau [54].

Supaya pemanfaatan produk agen hayati bisa diterima dan tersampaikan kepada masyarakat ada beberapa hal yang harus dilakukan yaitu sebagai berikut:

- (a) Manajemen Sumber Daya Manusia. Pekerjaan pembuatan agen hayati dilakukan oleh pemilik yang dibantu para pekerja. Sumber daya manusia dalam pembuatan juga terbantu oleh siswa atau mahasiswa yang magang di perusahaan. Selain itu, sumber daya manusia ditunjang dengan rajin mengikuti pelatihan yang diadakan oleh lembaga pelatihan maupun dinas terkait. Siswa dan mahasiswa yang magang juga dibekali oleh pengetahuan dalam pembuatan agens hayati *Trichoderma* sp yang baik dan benar. Pengetahuan yang diberikan sudah mencakup subsistem hulu hingga hilirisasi produk;
- (b) Pelayanan, baik merupakan prioritas utama dalam mengusahakan suatu produk yang dihasilkan, pelayanan dalam hal ini termasuk di dalamnya menjaga kontinuitas produk, ketepatan waktu dalam pengiriman dan selalu menjaga kualitas dan hubungan dengan pengguna produk yang dihasilkan;
- (c) Produk dan Sistem Informasi; di mana produk telah memiliki ijin edar resmi Kementrian Pertanian RI dan berlisensi Lembaga Sertifikasi selain itu produk juga harus mempunyai Nomor Induk Berusaha (NIB) dan izin usaha. Hal ini dalam operasionalitasnya belum bisa memanfaatkan dan mencari informasi teknologi terutama dalam pembuatan macam-macam produk agensi hayati yang telah berkembang pesat terutama di negara-negara maju, yang sudah sadar arti kelestarian lingkungan. Akses informasi sangat mudah, pemerintah setempat mendukung tersalurkannya informasi terkait pelatihan membuat;



- (d) Kelembagaan petani yang senantiasa mendapat pembinaan baik dari dinas terkait maupun dari perguruan tinggi khususnya prodi Agroteknologi dan prodi sejenis yang relevan.

Sehubungan dengan penguatan sumberdaya manusia, maka sosialisasi, penyuluhan, pelatihan, serta pendampingan terhadap kelompok tani atau gapoktan perlu dilakukan secara periodik dan teratur. Penguasaan pengetahuan dan teknologi aplikasi biofertilizer *Trichoderma* harus dicapai sedini mungkin agar aplikasi di lapangan dapat segera dilakukan dan penyempurnaan penguasaan materi dan praktik aplikasi dapat dilakukan secara berkelanjutan.

Pendampingan oleh Mahasiswa ataupun Dosen dalam pembuatan agen hayati *Trichoderma* yaitu dimulai dari penyampaian materi yang disampaikan dalam bentuk seminar atau pelatihan ke masyarakat langsung. Kemudian setelah dilaksanakannya pelatihan kegiatan selanjutnya yaitu eksplorasi *Trichoderma* untuk mendapatkan antagonis yang berkualitas untuk memperoleh cendawan *Trichoderma* sp. dari alam. Setelah tahap eksplorasi selesai dilakukan tahap selanjutnya adalah pembuatan media yang terbuat dari bahan tambahan cuka dan gula. Salah satu nutrisi yang dibutuhkan cendawan adalah gula, karena dalam proses oksidasi, asimilasi maupun fermentasi. Ketika seluruh kegiatan tersebut sudah dilaksanakan tahap selanjutnya yaitu adalah memperbanyak agen hayati *Trichoderma*.

## KESIMPULAN

Agen hayati yang diisolasi dari lahan agroforestry yaitu *Trichoderma* sp. Tc-047 berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pupuk hayati dan biopestisida bagi upaya mendukung ketahanan pangan lokal khususnya ketahanan pangan rumah tangga. Biofertilizer dapat diproduksi di Laboratorium dengan melibatkan dosen dan mahasiswa mulai pelatihan hingga pendampingan bagi masyarakat desa dalam rangka mendukung ketahanan pangan lokal dan nasional.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Campbell, B.M.; Beare, D.J.; Bennett, E.M.; Hall-Spencer, J.M.; Ingram, J.S.I.; Jaramillo, F.; Ortiz, R.; Ramankutty, N.; Sayer, J.A.; Shindell, D. Agriculture production as a major

- driver of the Earth system exceeding planetary boundaries. *E&S* 2017, 22, 8.
- [2] Emmerson, M.; Morales, M.B.; Oñate, J.J.; Batáry, P.; Berendse, F.; Liira, J.; Aavik, T.; Guerrero, I.; Bommarco, R.; Eggers, S.; et al. How Agricultural Intensification Affects Biodiversity and Ecosystem Services. *Adv. Ecol. Res.* 2016, 55, 43–97.
- [3] Grab, H.; Danforth, B.; Poveda, K.; Loeb, G. Landscape simplification reduces classical biological control and crop yield. *Ecol. Appl.* 2018, 28, 348–355.
- [4] Kahnonitch, I.; Lubin, Y.; Korine, C. Insectivorous bats in semi-arid agroecosystems – Effects on foraging activity and implications for insect pest control. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2018, 261, 80–92.
- [5] Evans, A.N.; Llanos, J.E.; Kunin, W.E.; Evison, S.E. Indirect effects of agricultural pesticide use on parasite prevalence in wild pollinators. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2018, 258, 40–48.
- [6] Assandri, G.; Bogliani, G.; Pedrini, P.; Brambilla, M. Beautiful agricultural landscapes promote cultural ecosystem services and biodiversity conservation. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2018, 256, 200–210.
- [7] Monck-Whipp, L.; Martin, A.E.; Francis, C.M.; Fahrig, L. Farmland heterogeneity benefits bats in agricultural landscapes. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2018, 253, 131–139.
- [8] Barros, V.R.; Field, C.B.; Dokke, D.J.; Mastrandea, M.D.; Mach, K.J.; Bilir, T.E.; Chatterjee, M.; Ebi, K.L.; Estrada, Y.O.; Genova, R.C. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects; Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC: Geneva, Switzerland, 2014.
- [9] Shi, P.; Schulin, R. Erosion-induced losses of carbon, nitrogen, phosphorus and heavy metals from agricultural soils of contrasting organic matter management. *Sci. Total Environ.* 2018, 618, 210–218.
- [10] Saputro, Santoso, & Amalia. Ketahanan Pangan Rumah Tangga Kota Surakarta Di Masa Pandemi Covid-19. 2021. 13(1).
- [11] Kaplale, R. (2019). Aksesibilitas Pangan Rumah Tangga Di Desa Manuweri Kecamatan Babar Timur Kabupaten Maluku Barat Daya. *AGRILAN : Jurnal Agribisnis Kepulauan.* 7 (2). 197-209
- [12] Husaini M. (2012). Karakteristik sosial ekonomi rumah tangga dan tingkat ketahanan pangan rumah tangga petani di Kabupaten Barito Kuala. *Agrides.* 4 (2).
- [13] Ferguson, R.S.; Lovell, S.T. Permaculture for agroecology: Design, movement, practice, and worldview. *Agron. Sustain. Dev.* 2014, 34, 251–274.
- [14] S. Sutarman, "Growth response of red chilli plants to flowering phase against the application of *Trichoderma* and *Pseudomonas fluorescens* and P fertilizers," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 821, p. 12001, May 2020, doi: 10.1088/1757-899X/821/1/012001.
- [15] Mayerni, R., Rezki, D., & Heriza, S. (2017). Pemberdayaan Masyarakat melalui Optimalisasi Pemanfaatan *Trichoderma* sp sebagai Dekomposer Limbah Serasah Karet dan Peranannya dalam Mengendalikan Penyakit Jamur Akar Putih. *LOGISTA-Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*, 1(2), 33-40
- [16] Sutarman, S., & Prahasti, T. (2022). Uji keragaan *Trichoderma* sebagai pupuk hayati dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah. *Jurnal*

*Agrotek Tropika*, 10(3), 421 – 428

- [17] Sutarman, Andriani Eko Prihatiningrum and Agus Miftahurrohmat: [Fungistatic Effect of Ipomea Carnea Extract and Trichoderma Esperellum Against Various Fungal Biological Agents](#). IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1012 (2022) 012046. doi:10.1088/1755-1315/1012/1/012046
- [18] Sutarman, PH Tjahjanti, E Widodo, AT Kusuma. [The use of mushroom growing media waste for making composite particle board](#). IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 196 (2017) 012024 doi:10.1088/1757-899X/196/1/012024
- [19] A. A. Farihadina and Sutarman, "Application of Biological Agents of Trichoderma and Aspergillus on Cayenne Chilli Plants in Endemic Land with Fusarium Wilt," IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci., vol. 1104, no. 1, p. 12003, 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1104/1/012003
- [20] Wulansari, Sumarji, Supriyono. Strategi Pemasaran Produk Agens Hayati *Trichoderma* sp. Di CV Trubus Mas Lestari Kabupaten Kediri. 2022. 1829-7889.
- [21] Rachmawatie, S. J., Pamujiasih, T., Rahayu, T., Ihsan, M., Fitroh, B. A., Noor, D. M., & Renaldi, R. (2022). Penggunaan Agen Hayati Trichoderma SP. Untuk Pengendalian Hama Penyakit Pada Tanaman Pertanian Milik Petani Di Desa Kenokorejo, Polokarto, Sukoharjo. SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan, 6(2), 746-750.
- [22] Sutarman. 2016. Biofertilizer fungi Trichoderma & Mikoriza. Umsida Press. Sidoarjo
- [23] Sutarman, Prihatiningrum, A.E., Sukarno, A. & Miftahurrohmat, A. 2018. Initial growth response of shallot on Trichoderma formulated in oyster mushroom cultivation waste. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 420 (1), 012064. DOI 10.1088/1757-899X/420/1/012064
- [24] Sutarman & Putra, V.P. 2018. *Trichoderma* sp. biopesticide application against vegetative biomass and potato (*Solanum tuberosum*). *Nabatia* 6 (2), 57-62
- [25] Sutarman. 2018. Uji *Trichoderma harzianum* sebagai biofertilizer dan biopestisida untuk pengendalian hawar tajuk dan layu tanaman kentang. Prosiding Seminar Nasional Optimalisasi Sumberdaya Lokal Untuk Mewujudkan Kedaulatan Pangan, Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Purwokerto 26 Juni 2018, p. 210-217
- [26] Sutarman, A. Miftahurrohmat, and A. Eko Prihatiningrum, "Fungus Applications on Growth and Yield of Dena-1 Soybean Varieties," *E3S Web Conf.*, vol. 361, pp. 1-8, 2022, doi: 10.1051/e3sconf/202236104019.
- [27] Sutarman, Andriani E. Prihatiningrum, Noviana Indarwati, Risalatul Hasanah and Agus Miftahurrohmat (2023) The Role of Trichoderma in The Early Growth of Rice and Soybean in Saline Soils. *E3S Web of Conferences* 444, 04006 (2023). Doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344404006>
- [28] Sutarman & Miftahurrohmat, A. 2018. The morphological response of the soybean growth (*Glycine max* (L)) until vegetative stage 3 on various intensities of light. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 420 012069. DOI 10.1088/1757-899X/420/1/012069
- [29] Miftahurrohmat, A. & Sutarman. 2020. Utilization of *Trichoderma* sp. and *pseudomonas fluorescens* as biofertilizer in shade-resistant soybean. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 821 012002. doi:10.1088/1757-899X/821/1/012002

- [30] Sutarman, & Miftahurrohmat, A. 2021. The vegetative growth response of detam soybean varieties towards *Bacillus subtilis* and *Trichoderma* sp. applications as bio-fertilizer. E3S Web of Conferences 232, 03024. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123203024>
- [31] Sutarman. 2018. Aplikasi biofertilizer pada kedele tahan naungan. Umsida Press. Sidoarjo. DOI: <https://doi.org/10.21070/2018/978-979-3401-92-8>
- [32] Sutarman, Maharani, N.P., Wachid, A., Abror, M., Al Machfud, & Miftahurrohmat, A. 2019. Effect of ectomycorrhizal fungi and *Trichoderma harzianum* on the clove (*Syzygium aromaticum* L.) seedlings performances. J. Phys.: Conf. Ser. 1232 01202. doi:10.1088/1742-6596/1232/1/012022
- [33] Sutarman. 2019. Respons tanaman jahe merah (*Zingiber officinale*) terhadap ekstrak bawang merah dan pupuk hayati Trichoderma. *Daun: Jurnal Ilmiah Pertanian dan Kehutanan* 6(1), 62-76. DOI: <https://doi.org/10.33084/daun.v6i1.922>
- [34] Sentosa, F.B., Sutarman, Nurmalasari, I.R. 2021. The effect of *Trichoderma* and onion extract on the success of grafting in mango seedlings. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 819 012008, DOI 10.1088/1755-1315/819/1/012008
- [35] Sutarman, P. Tjahtanti, A. E. Prihatinnigrum, and A. Miftahurrohmat, "Effect of trichoderma formulated with cultivated oyster mushroom waste toward the growth and yield of shallot (*Allium ascalonicum* L.)," *African J. Food, Agric. Nutr. Dev.*, vol. 22, no. 10, p. 18, 2022.
- [36] Sutarman. 2016. Biofertilizer fungi Trichoderma & Mikoriza. Umsida Press. Sidoarjo
- [37] Sutarman & Miftahurrohmat, A. 2021. Fungistatic effect of *Ipomea carnea* extract and *Trichoderma asperellum* against various fungal biological agents. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1012 012046. DOI 10.1088/1755-1315/1012/1/012046
- [38] I D Yuliantoro, A E Prihatiningrum, Sutarman. (2023) Exploration and Inhibition Test of *Penicillium* sp. In Vitro by Trichoderma. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1242 (2023) 012012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/1242/1/012012>
- [39] Sutarman, Antika D. Anggreini, Andriani E. Prihatiningrum and Agus Miftahurrohmat. Application of Biofertilizing Agents and Entomopathogenic Fungi in Lowland Rice. E3S Web of Conferences 444, 04009 (2023). Doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344404009>
- [40] Sutarman, Hadi, S., Suryani, A., Achmad, Saefuddin, A. 2004. Patogenesis hawar daun bibit *Pinus Merkusii* yang disebabkan oleh *Pestalotia theae* di pesemaian. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 4 (1), 32-41
- [41] Sutarman, Hadi, S., Suryani, A., Achmad, Saefuddin, A. 2004. Patogenesis hawar daun bibit *Pinus Merkusii* yang disebabkan oleh *Pestalotia theae* di pesemaian. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 4 (1), 32-41
- [42] Sutarman, Miftahurrohmat, A., Nurmalasari, I.R. Prihatinnigrum, A.E.. 2021. In vitro evaluation of the inhibitory power of *Trichoderma harzianum* against pathogens that cause anthracnose in chili. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1764 012026. doi:10.1088/1742-6596/1764/1/012026
- [43] Sutarman, T. Setiorini, A. S. Li'aini, Purnomo, and A. Rahmat, "Evaluation of *Trichoderma asperellum* Effect toward Anthracnose Pathogen Activity on Red Chili (*Capsicum annum* L.) As Ecofriendly Pesticide," *Int. J. Environ. Sci. Dev.*, vol. 13, no.

- 4, pp. 131–137, 2022, doi: 10.18178/ijesd.2022.13.4.1383.
- [44] Wachid, A. & Sutarman. 2019. Inhibitory power test of two *Trichoderma* isolates in in vitro way against *Fusarium oxysporum* the cause of red chilli stem rot. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1232 012020. DOI 10.1088/1742- 6596/1232/1/012020
- [45] Sutarman. 2018. Potensi *Trichoderma harzianum* sebagai pengendali *Fusarium oxysporum* penyebab busuk pangkal batang tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Agritech*: 19 (2): 144-155
- [46] Sutarman. 2017. Pengujian *Trichoderma* sp. sebagai pengendali hawar daun bibit kakao yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 17 (1), 45-52
- [47] E Andriani, A E Prihatiningrum, Sutarman (2023) Enhanced Soybean Growth and Damping-off Disease Suppression via *Trichoderma asperellum* and Liquid Tofu Waste Co-application. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1242 012008. DOI: <http://dx.doi:10.1088/1755-1315/1242/1/012008>
- [48] Silvia, M. & Sutarman, 2021. Application of *Trichoderma* as an alternative to the use of sulfuric acid pesticides in the control of Diplodia disease on pomelocitrus. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 819 012007. DOI 10.1088/1755- 1315/819/1/012007
- [49] Sutarman, Saefuddin, A. Achmad. 2004. Epidemiology of needle blight on *Pinus merkusii* seedlings incited by *Pestalotia theae*. *J. Manaj. Hutan Trop.* 10, 1- 10.
- [50] Sutarman, Achmad, Hadi, S. 2001. Penyakit hawar daun jarum bibit *Pinus merkusii* di persemaian (needles blight disease of *Pinus merkusii* seedlings on nursery). *Agritek* 9 (4), 1419-1427
- [51] Sutarman, Hadi, S., Saefuddin, A., Achmad & Suryani, A. 2004. Sumber inokulum patogen hawar daun bibit *Pinus merkusii* di pesemaian. *Nabatia* 1 (2), 267-277
- [52] Sutarman, Hadi, S., Saefuddin, A., Achmad & Suryani, A. 2004. Epidemiologi hawar daun bibit *Pinus merkusii* yang disebabkan oleh *Pestalotia theae* (Epidemiology of needle blight on *Pinus merkusii* seedlings incited by *Pestalotia theae*). *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 10 (1), 43-60
- [53] Sutarman, AE Prihatiningrum. 2015. Penyakit hawar daun *Pinus merkusii* di berbagai persemaian kawasan utama hutan pinus Jawa Timur. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 15 (1), 44-52
- [54] Sutarman, Jalaluddin, A.K., Li'aini, A.S., Prihatiningrum, A.E. 2021. Characterizations of *Trichoderma* sp. and its effect on *Ralstonia solanacearum* of tobacco seedlings. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 21 (1), 8-19. DOI:10.23960/jhptt.1218-19

## POTENSI APLIKASI BIOPESTISIDA TRICHODERMA DALAM PEMELIHARAAN BIBIT TANAMAN KOPI DAN DURIAN WONOSALAM

### Potential Application Of Trichoderma Biopesticide in Maintenance of Wonosalam Coffee and Durian Seedlings

Arina Alfatus Sholihah<sup>1</sup>, Lailatul Fajriyah<sup>1</sup>, Nabila Fania Fatimatuz Zahro<sup>1</sup>, Inasius

Hadun<sup>1</sup>, Rauf Islami Hidayatulloh<sup>1</sup>, Hartono ArohmanAhmad Faridfadila Akbar<sup>1</sup>,  
Sutarman<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi-  
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Jl. Raya Candi No. 250, Gelam-Candi, Sidoarjo-Indonesia

<sup>2</sup>Pusat Studi Pangan dan Perikanan, Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat-  
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Jl. Mojopahit 666B, Sidoarjo-Indonesia

\*Corresponding author: [sutarman@umsida.ac.id](mailto:sutarman@umsida.ac.id)

**Abstract.** Biopesticides are the right solution to overcome the growth of pests on plants during the plant growth process. Biopesticides are also included in trichoderma biological fertilizer which is applied by spraying them on plants. This research aims to find out how effective biopesticides are on test eggplant plants. The methods used include isolation and identification of biological agents, formulations, performance tests, as well as describing the projected use of Trichoderma biofertilizer-biopesticide for protecting durian and coffee seedlings. The biological agent fungus determined is Trichoderma sp. Tc-052. The application of a bulk solid formula with biocarrier material effectively helped the growth of eggplant seedlings as test plants by increasing the height and number of leaves by 63.05 and 25.93% respectively. This Trichoderma biopesticide has the potential to be used to protect the health of Wonosalam specialty durian and coffee seedlings through monitoring air temperature and humidity data, fertilizing seeding media and spraying Trichoderma biopesticide, as well as regular and consistent monitoring.

*Keywords: Biological agents, Biopesticides, Growth, Eggplant plants, Trichoderma*

**Abstrak.** Biopestisida merupakan solusi yang tepat untuk mengatasi tumbuhnya hama pada tanaman dalam proses pertumbuhan tanaman, biopestisida juga termasuk kedalam pupuk hayati trichoderma yang di aplikasikan dengan cara di semprotkan pada tanaman. Penelitian ini bertujuan mengetahui bagaimana efektifitas biopestisida terhadap tanaman uji tanaman terong. Metode yang dignakan meliputi isolasi dan identifikasi agen hayati, formulasi, uji keragaannya, serta mendeskripsikan proyeksi pemanfaatan biofertilizer-biopestisida Trichoderma bagi perlindungan pembibitan duren dan kopi. Fungi agen hayati yang terdeterminasi adalah Trichoderma sp. Tc-052. Aplikasi formula padatan curah dengan bahan pembawa biokar efektif membantu pertumbuhan bibit terong sebagai tanaman uji dengan meningkatkan tinggi dan jumlah daun masing-masing 63,05 dan 25,93%. Biopestisida Trichoderma ini berpotensi digunakan bagi perlindungan kesehatan bibit durian dan kopi khas Wonosalam melalui kegiatan pengamatan data suhu dan kelembaban udara, aplikasi pemupukan media pembibitan dan aplikasi penyemprotan biopestisida Trichoderma, serta monitoing secara berkala dan konsisten.

*Kata kunci: Agen hayati, Biopestisida, Pertumbuhan, Tanaman terong, Trichoderma*

## PENDAHULUAN

Durian dan kopi lokal khas Wonosalam adalah dua komoditas penting yang selain mempengaruhi perekonomian masyarakat setempat baik sebagai produk budidaya pertanian juga sebagai bagian dari integrasi bisnis agrowisata berbasis kawasan, di samping

menjadi perhatian konsumen sebagai manfaat untuk kesehatan [1]. Selain itu kedua komoditas ini juga berpotensi menjadi perhatian pasar domestik tetapi juga internasional [2].

Durian dan kopi tumbuh di lingkungan agroekosistem perkebunan yang memungkinkan terjadi interaksi umpan-balik antara tumbuhan dan mikrobion tanah di sekitarnya sebagai respons terhadap perubahan iklim yang memunculkan pola-pola penyesuaian dalam system simbiosisme antarmakhluk hidup [3]. Koevolusi terjadi di antara inang dan patogen [4] yang telah mengakibatkan munculnya masalah dalam bidang pertanian khususnya meningkatnya patogenitas organisme parasit, memunculkan jenis patogen [5], menurunnya kerentanan tanaman, dan munculnya berbagai cekaman baik biotik maupun abiotik terhadap tanaman budidaya dan non budidaya menyertai peningkatan suseptabilitas tanaman [6]-[7].

Berbagai hasil riset memperlihatkan adanya koevolusi yang merugikan di lihat dari aspek budidaya tanaman. Internsitas rata-rata kerusakan bibit pinus yang disebabkan oleh fungi patogen lebih masif ditemukan pada satu dasawasa terakhir di bandingkan sepuluh tahun sebelumnya diperkirakan akan mengancam eksistensi hutan pinus di Jawa [8]. Penurunan resistensi dan/atau peningkatan suseptabilitas tanaman budidaya diduga kuat merupakan respons koevolutif di antara tanaman sebagai inang dan pathogen [9].

Duren dan kopi merupakan komoditas lokal/indigenus khas dan strategis di Wonosalam Kabupaten Jombang Provinsi Jawa Timur menjadi ancaman patogen potensial di antaranya *Fusarium* dan *Phytophthora* baik di persemaian maupun di perkebunan [10]. Sementara itu kopi juga berpotensi mengalami kemunduran akibat serangan bakteri *Ralstonia syzygii* yang terbukti ditemukan di beberapa wilayah di Indonesia. Demikian juga fungi patogen penyakit karat daun yang dapat menghancurkan pertanaman kopi yang sering dibudidayakan dalam sistem agroforestri [11] juga merupakan ancaman bagi kdelestarian jenis kopi lokal di Wonosalam. Namun sayangnya hingga saat ini perlidungan tanaman durian mengandalkan aplikasi fungisida berbahan aktif metalaksil [12] yang dapat mencemari lingkungan. Keberhasilan aplikasi fungisida garam *zinc-dithiocarbimate* dalam mengendalikan *Hemileia vastatrix* pada tanaman kopi [13], tetap memiliki potensi untuk menekan organisme lain yang mungkin menguntungkan. Kiranya pengendalian karat kopi memerlukan pengintegrasian berbagai metode yang ramah lingkungan [14]. Hal serupa juga diperlukan bagi pengendalian *P. palmivora* patogen berbahaya tanaman durian.

Di alam sesungguhnya tersedia organisme yang berperan sebagai agen biokontrol [15] karena menghasilkan metabolit bioaktif yang dapat menekan patogen tanaman [16].

Salah satu komponen biotik pertanian yang dapat dimanfaatkan bagi upaya perlindungan tanaman adalah fungi dari genus *Trichoderma*.

*Trichoderma* dapat menghasilkan antimetabolit bagi patogen yang terbukti efektif mengendalikan *P. palmivora* [17] di samping efektif sebagai agen biofertilisasi bagi tanaman [18] dengan cara mendegradasi bahan organik yang menghasilkan nutrisi bagi tanaman [19].

Penelitian ini bertujuan menemukan fungi agen hayati *Trichoderma* indigenus yang dapat dimanfaatkan bagi biopestisida yang dapat dimanfaatkan untuk perlindungan bibit tanaman durian dan kopi Wonosalam melalui perekayasa teknis formulasi dan aplikasi serta mengujinya secara terbatas pada salah satu tanaman uji yaitu tanaman terong.

## METODE

Penelitian observasi dan pengambilan sampel tanah dilaksanakan di lahan di dusun Kweden Lor, Desa Kwedenkembar, Kecamatan Mojoanyar, Kabupaten Mojokerto, serta di Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi (LMB) dan Rumah Kaca Prodi Agroteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA). Kegiatan ini berlangsung pada September-Desember 2023.

### Pengambilan Sampel dan Identifikasi Agen Hayati

Sampel tanah diambil di lahan agroforestri dengan tanaman pokok pinus (*Pinus merkusii*) dan beberapa tanaman pertanian yang pernah ditanam termasuk rumput gajah. Tanah diambil dari tiga titik yang berbeda dengan jarak antartitik minimal 10 meter dari kedalaman 5-20 cm masing-masing 100 gram, kemudian dicampur dan diaduk secara merata. Tanah dari lapang ini dibawa ke Laboratorium LMB-UMSIDA untuk diisolasi fungi *Trichoderma*-nya.

Sebanyak 5 gram tanah dicuplik dari sampel dan diencerkan dengan air dalam Erlenmeyer hingga mencapai volume 100 ml. Setelah diaduk rata, suspensi yang terbentuk dicuplik dengan menggunakan syringe sebanyak 1 ml dan disemprotkan ke permukaan media PDA-klorempenikol pada cawan petri 9 cm hingga merata. Selanjutnya diinkubasi selama 3 hari. Semua kegiatan inokulasi dan inkubasi tersebut dilakukan dalam suasana aseptik di dalam "kotak isolasi". Setelah muncul titik halus yang berwarna hijau, cuplik secara halus dengan menggunakan ujung jarum ose dan cuplikan kecil tersebut diinokulasikan ke permukaan media PDA-kolrampenikol baru dengan posisi di tengah-tengah cawan, kemudian diinkubasi selama 10 hari atau hingga seluruh cawan dipenuhi oleh



koloni *Trichoderma*. Pemurnian isolate ini menggunakan 6 cawan petri. Setelah masa inkubasi, maka isolate *Trichoderma* dipanen untuk digunakan dalam formulasi pupuk hayati (biofertilizer).

Untuk memastikan jenis yang diisolasi, maka hifa dan konidiospora fungi diperiksa dibawah mikroskop dan diperbandingkan dengan morfologi dan kriteria seperti dinyatakan pada beberapa jurnal ilmiah relevan.

#### Formulasi Pupuk Hayati

Hasil perbanyakan isolate agen hayati dipanen dan ditempatkan ke dalam bejana alat penghancur (mixer). Penghancuran dilakukan selama tiga menit, hasilnya dituangkan ke dalam Erlenmeyer kapasitas 1000 ml. Setelah dicampur air dan diaduk merata, dituangkan ke dalam bejana kapasitas lima liter dan diaduk merata. Suspensi yang mengandung spora *Trichoderma* ini dituangkan sedikit demi sedikit ke dalam wadah yang berisi biokar seberat 10 kg untuk diaduk secara merata. Selanjutnya formula yang terbentuk ini siapdigunakan untuk pemupukan (sebagai biofertilizer) dan disemprotkan ke tajuktanaman atau tanah (sebagai biopestisida).

#### Apliasi Pupuk Hayati *Trichoderma* pada Tanaman Uji

Sebanyak 6 polibag yang sudah diisi tanah media tanam disiapkan untuk percobaan uji aplikasi terbatas. Sementara itu disiapkan bibit tanaman yang akan diuji. Masing-masing polybag diberikan pupuk hayati *Trichoderma* dengan cara mencampurkan sebanyak 50 gram ke dalam tanah media tanam di bagian permukaan hingga 15 cm ke kedalaman media tanam dalam polibag. Ketika kecambah sudah tumbuh dengan ukuran 5 cm di pindahkan ke dalam polybag. Tanaman dipelihara dengan melakukan penyirman tiap hari (pagi dan sore). Selanjutnya dilakukan penyemprotan *Trichoderma* pada dua minggu setelah tanam. Untuk mendapatkan suspense semprot, dituangkan formula *Trichoderma* dalam biokar (padat) sebanyak 100 gram ke dalam air steril dan direndam selamaminimal dua jam; setelah diaduk merata kemudian disaring. Air saringan dituang ke dalam hand sprayer dan disemprotkan hingga seluruh permukaan tanaman terbasahi. Selanjutnya dilakukan pengamatan tiap hari selama satu bulan.

#### Aplikasi Biopestisida *Trichoderma* pada Bibit Durian dan Kopi Wonosalam

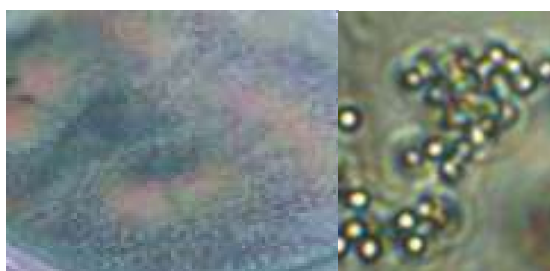
Untuk menyusun suatu proyeksi pemanfaatan formula *Trichoderma* sebagai biopestisida dalam pembibitan dan pemeliharaan bibit durian dan kopi Wonosalam, maka

dilakukan kajian referensi dari berbagai jurnal dan dokumen yang berisi data sekunder, serta observasi di lapang. Selanjutnya dilakukan pendekatan berupa (i) analisis sintesa dengan mengumpulkan kajian teoritis yang relevan terkait (ii) hasil observasi dan wawancara dengan narasumber, sehingga kemudian dilakukan penarikan kesimpulan yang berorientasi pada penentuan proyeksi pemanfaatan dimaksud.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Identifikasi Agen Hayati

Dari hasil pengamatan mikroskopis terhadap koloni agen hayati yang berhasil diisolasi dari lahan kering di Kwedenkembar (Mojokerto) diketahui berupa struktur benang-benang halus yang padat dan berwarna agak kehijauan. Penampilan ini sekaligus merupakan respons fungi terhadap media PDA-kloramfenikol (Gambar 1, kiri). Sementara itu konidiospora berbentuk membulat dan hialin agak mencitrakan warna hijau samar. Hasil pengamatan secara seksama dapat dideterminasi bahwa isolate fungi ini sebagai *Trichoderma* sp. Tc-052 dengan hifa berdiameter  $3,81 \pm 0,67 \mu\text{m}$  dan diameter spora  $2,83 \pm 0,61 \mu\text{m}$  (Gambar 1, kanan). Secara morfologi koloni seerta bentuk dan dimensi konidiospora isolate temuan ini mirip dengan *Trichoderma asperillum* Tc-Jro 01 dan Tc-Jjr-02 [20]-[21]. Miselium dianyam oleh hifa-hifa hialin yang dinding selnya tersusun terjalin oleh makromolekul khas fungi yaitu selulosa dan kitin khas [22].



Gambar 1. Koloni *Trichoderma* sp Tc-52 dan konidiosporanya

### Formula Pupuk Hayati Trichoderma

Hasil pengkayaan propagule fungi agen hayati Trichoderma selama masa inkubasi 8 hari diblender dan diencerkan hingga menjadi suspensi dengan tingkat kepadatan populasi  $10^8 \text{ CFU.ml}^{-1}$ . Setelah pencampuran dengan biokar steril maka diperoleh formula

biofertilizer plus yang dapat dikategorikan sebagai biopestisida untuk keperluan. Pada formula padatan curah ini mengandung spora sebanyak  $10^6$  CFU.ml<sup>-1</sup>. Formula yang sudah terbentuk atau yang sudah di campur sehingga menjadi pupuk hayati bisa dapat di aplikasikan ke dalam media tanam dengan pemberian pupuk hayati *Trichoderma* 50 gram dibagian permukaan hingga 15 cm kedalam media tanam dalam polybag. Sementara itu untuk digunakan sebagai biopestisida, sebanyak 100 g formula dicampur ke dalam air netral menjadi 10 liter dan diaduk secara merata. Sesudah diinkubasi selama dua jam, lalu diaduk kembali selama 2-5 menit kemudian suspensi disaring ke dalam handsprayer. Selanjutnya siap disemprotkan ke permukaan tajuk tanaman. Untuk aplikasi sebagai pupuk cair dapat dilakukan dengan cara dikocorkan.

#### Hasil Uji Efikasi Terbatas

Hasil uji efikasi terhadap keragaan isolate *Trichoderma* ini menunjukkan pengaruhnya terhadap pertumbuhan bibit terong sebagai tanaman uji diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji-t pengaruh *Trichoderma* terhadap tinggi dan jumlah daun tanaman terong

	Tinggi tanaman		Jumlah daun	
	Aplikasi <i>Trichoderma</i>	Tanpa <i>Trichoderma</i>	Aplikasi <i>Trichoderma</i>	Tanpa <i>Trichoderma</i>
Mean	16,55*	10,15	4,25**	3,38
Variance	0,31	0,08	0,25	0,23
t Stat	20,41		2,53	
P(T = t)	9E-07		0,045	
Cabe t Critical	2,45		2,45	

\*Peningkatan tinggi tanaman terhadap tanpa *Trichoderma* 63,05%; \*\*Peningkatan jumlah daun terhadap tanpa *Trichoderma* 25,93%

Pertumbuhan bibit terong baik tinggi maupun jumlah daun tanaman tampak sangat nyata perbedaannya dalam kurun waktu 5 minggu setelah aplikasi *Trichoderma*. Dalam hal ini diduga fungsi ini menghasilkan fitohormon yang sangat bermanfaat bagi tanaman [23]. Bukti-bukti lain tentang kemampuan fungsi ini dalam membantu pertumbuhan tanaman adalah meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah [24]-[25], cabe merah

[26], kentang [27]-[28], kedele [29]-[33], jahe merah [34], juga bibit mangga [35] dan cengkeh [36]. Peningkatan yang diperlihatkan oleh kinerja *Trichoderma* pada percobaan ini yaitu sebesar 63,05% untuk tinggi tanaman dan 25,93% untuk jumlah daun bibit terong. dengan perlakuan *Trichoderma*. Fakta sejalan dengan salah karakteristik *Trichoderma* yang mampu memproduksi indole acetic acid [37] yang setelah diserap dapat memacu pertumbuhan tanaman.

#### Aplikasi Biopestisida *Trichoderma* pada Bibit Durian dan Kopi Wonosalam

Pembuatan bibit baik melalui perkecambahan hingga menjadi bibit maupun melalui Teknik okulasi, memerlukan tindakan kehati-hatian mengingat propagulpatogen dapat berpindah dan terdeposisi di pembibitan mulai menginokulasi benih kecambah, hingga bibit siap dibawa ke lapang untuk ditanam.

Aplikasi pestisida mulai dari perkecambahan hingga pemeliharaan berpotensi menurunkan efisiensi pembiayaan pemeliharaan persemaian juga tidak ramah lingkungan karena dapat memunculkan keracunan bagi petani dan operator persemaian, juga bahan aktif pestisida dapat mencemari lingkungan. Untuk itu aplikasi biopestisida merupakan jawaban bijak untuk memulai produksi bibit yang ramah lingkungan, efisien, dan menjawab tuntutan masyarakat dunia ke depan.

*Trichoderma* yang berhasil diisolasi dan diformulasi pada penelitian ini selain memberikan efek mendukung pertumbuhan tanaman tetapi juga mendukung pertumbuhan populasi mikroba menguntungkan lainnya di dalam tanah [38], membantu tanaman dalam menghadapi cekaman lingkungan pertanaman [39]-[40], serta mampu melindungi tanaman dari gangguan berbagai fungi patogen [41] dan bakteri patogen [42]. *Trichoderma* terbukti efektif mengendalikan penyakit antraknose pada cabe yang disebabkan oleh *Colletotrichum* spp. [43]-[44], penyakit busuk pangkal batang cabe merah yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* [45]-[47], penyakit hawar daun bibit kakao yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora* [48], *damping off* [49], busuk batang tanaman jeruk yang disebabkan oleh *Diplodia* spp. [50], dan penyebab hawar daun berbagai tanaman keras perkebunan yang disebabkan oleh *Pestalotia theae* [51]-[56].

Aplikasi biopestisida *Trichoderma* dalam pemeliharaan bibit tanaman durian dan kopi khas wonosalam meliputi langkah-langkah sebagai berikut:

- (i) Senantiasa mengukur perubahan-perubahan suhu dan kelembaban udara di Kawasan Wonosalam mengingat di area ini juga banyak ditumbuhi tanaman durian dan kopi yang berpotensi menyumbangkan propagulpatogen penyebab penyakit.

Hembusan angin yang membawa spora didukung oleh perubahan peningkatan kelembaban udara dan peningkatan suhu akan menjadi pemicu peningkatan kemampuan menyerang, predisposisi efektif, infeksi, dan perkembangan gejala penyakit.

- (ii) Melakukan penempatan formula Trichoderma ke dalam media tanam di dalam baki perkecambahan atau dikocorkan ke media tanam di polybag (Gambar 2) untuk membantu perkecambahan, pertumbuhan bibit, dan perlindungan bibit dari ancaman patogen tanah (*soil borne disease*) tanah sebagai;
- (iii) Menyiapkan suspensi Trichoderma dengan cara merendam dan menginkubasi dalam air netral; setelah dilakukan penyaringan ke dalam hand sprayer, suspensi dapat disemprotkan ke tajuk bibit tanaman durian dan kopi. Aplikasi dapat diulang tiap dua minggu;
- (iv) Melakukan monitoring secara berkala, sebaiknya tiap hari bersamaan dengan penyiraman.



Gambar 2. Pemberian biofertilizer Trichoderma sebagai komponen media tumbuh bibit di dalam baki dan dengan cara pengkocoran ke polybag

Biofertilizerplus dan/atau biopestisida Trichoderma ini dapat diproduksi di laboratorium mikrobiologi UMSIDA, Biofertilizer ini akan di distribusikan kepada masyarakat dengan langkah awal yang dilakukan adalah memberikan edukasi kepada masyarakat tentang keunggulan dari *Trichoderma* dan mempraktikkanya ketika masyarakat sudah tahu dari fungsi dan keunggulan biofertilizer-biopestisida *Trichoderma*. Pengenalan biofertilizer-biopestisida *Trichoderma* kepada masyarakat di dampingi oleh dosen dan mahasiswa.

#### KESIMPULAN

Agen hayati yang diisolasi dari lahan agroforestry yaitu *Trichoderma* sp. berpotensi untuk

diaplikasi sebagai biopestisida untuk memberikan perlindungan kesehatan bibit dalam pembibitan dan pemeliharaan bibit tanaman durian dan kopi khas Wonosalam sebagai pupuk. Biopestisida *Trichoderma* dapat diproduksi di Laboratorium dengan melibatkan dosen dan mahasiswa mulai pelatihan hingga pendampingan bagi masyarakat petani dan pelaku pembibitan durian dan kopi yang ramah lingkungan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Charoenphun, N., & Klangbud, W.K. (2022). Antioxidant and anti-inflammatory activities of durian (*Durio zibethinus* Murr.) pulp, seed and peel flour. *PeerJ*. 10:e12933. doi: 10.7717/peerj.12933. eCollection 2022.
- [2] Mursyidin, D.H., Makruf, M.I., Badruzsaufari, & Noor., A. (2022) Molecular diversity of exotic durian (*Durio spp.*) germplasm: a case study of Kalimantan, Indonesia. *J Genet Eng Biotechnol*. 20(1):39. doi: 10.1186/s43141-022-00321-8
- [3] Domínguez-Begines, J., Ávila, J. M., García, L. V., & Gómez-Aparicio, L. (2021). Disentangling the role of oomycete soil pathogens as drivers of plant-soil feedbacks. *Ecology*. doi:10.1002/ecy.3430
- [4] Stenlid, J., & Oliva, J. (2016). Phenotypic interactions between tree hosts and invasive forest pathogens in the light of globalization and climate change. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1709), 20150455. doi:10.1098/rstb.2015.0455
- [5] Klapwijk, M. J., Hopkins, A. J. M., Eriksson, L., Pettersson, M., Schroeder, M., Lindelöw, Å., ... Kenis, M. (2016). Reducing the risk of invasive forest pests and pathogens: Combining legislation, targeted management and public awareness. *Ambio*, 45(S2), 223–234. doi:10.1007/s13280-015-0748-3
- [6] Hessenauer, P., Feau, N., Gill, U., Schwessinger, B., Brar, G., & Hamelin, R. (2020). Evolution and adaptation of forest and crop pathogens in the Anthropocene. *Phytopathology*®. doi:10.1094/phyto-08-20-0358-fi
- [7] Andivia, E., Villar-Salvador, P., Oliet, J.A., Puértolas, J., Dumroese, R.K., Ivetić, V., Molina-Venegas, R., Arellano, E.C., Li, G., & Ovalle, J.F. (2021). Climate and species stress resistance modulate the higher survival of large seedlings in forest restorations worldwide. *Ecol Appl*. 31(6):e02394. doi: 10.1002/eap.2394
- [8] Sutarman. (2017). The impact controlling of the increasing plant pathogens virulence to prevents environmental degradation: the case of leaf blight disease attacks on *Pinus merkusii* in Java - Indonesia. "Proceedings 4 th International Conference the Community Development in ASEAN", 21-23 March 2017, Royal Academy of Cambodia, Russian Federation Blvd, Pochentong Phnom Penh, Cambodia
- [9] Siddique, A. B. (2020). Viruses of endophytic and pathogenic forest fungi. *Virus Genes*. doi:10.1007/s11262-020-01763-3
- [10] [Scanu, B., Jung, T., Masigol, H., Linaldeddu, B.T., Horta Jung, M., Brandano, A., Mostowfizadeh-Ghahamfarsa, R., Janoušek, J., Riolo, M., Cacciola, S.O. \(2021\).](#)

*Phytophthora heterospora* sp. nov., a New Pseudoconidia-Producing Sister Species of *P. palmivora*. *J Fungi (Basel)*;7(10):870. doi: 10.3390/jof7100870

- [11] Daba, G., Berecha, G., Lievens, B., Hundera, K., Helsen, K., & Honnay, O. (2022). Contrasting coffee leaf rust epidemics between forest coffee and semi-forest coffee agroforestry systems in SW-Ethiopia. *Heliyon*; 8(12):e11892. doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e11892
- [12] Phetkhajone, S., Pichakum, A., & Songnuan, W. (2021). The Study of the kinetics of metalaxyl accumulation and dissipation in durian (*Durio zibethinus* L.) leaf using High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) technique. *Plants (Basel)*. 10(4):708. doi: 10.3390/plants10040708
- [13] Rabello, A.S., Rubinger, M.M.M., da Silva, L.F., de Oliveira, A.H., Serrão, J.E., Albuini-Oliveira, N.M., Tavares, E.C., Vidigal, A.E.C., de Oliveira, M.R.L. Zambolim, L., Souza, R.A.C., Guilardi, S., & Ellena, L. (2022). Zinc-dithiocarbimates for the control of *Hemileia vastatrix*: a versatile alternative. *Pest Manag Sci*. 78(11):4741-4752. doi: 10.1002/ps.7094
- [14] [Castillo](#), N.E.T, [Acosta](#), Y.A., [Parra-Arroyo](#), L., [Martínez-Prado](#), M.A., [Rivas-Galindo](#), V.M., [Iqbal](#), H.M.N., [Bonaccorso](#), A.D., [Melchor-Martínez](#), E.M., & [Parra-Saldívar](#), R. (2022). Towards an eco-friendly coffee rust control: compilation of natural alternatives from a nutritional and antifungal perspective. *Plants (Basel)* 11(20):2745. doi: 10.3390/plants11202745
- [15] Spear, E. R., & Broders, K. D. (2021). Host-generalist fungal pathogens of seedlings may maintain forest diversity via host-specific impacts and differential susceptibility among tree species. *New Phytologist*, 231(1), 460–474. doi:10.1111/nph.17379
- [16] Gomes, A.A.M, Paes, S.A., Ferreira, A.P.S., Pinho, D.B., Cardeal, ZL, Menezes, H.C., Cardoso, P.G., & Pereira, O.L. (2023). Endophytic species of *Induratia* from coffee and carqueja plants from Brazil and its potential for the biological control of toxicogenic fungi on coffee beans by means of antimicrobial volatiles, *Braz J Microbiol* 2023 Jan 4. doi: 10.1007/s42770-022-00887-y
- [17] Sutarman. (2017b). Testing of *Trichoderma* sp. as a biocontrol agent for cocoa seedlings leaf blight caused by *Phytophthora palmivora*. *J. HPT Tropika* 17(1): 45–52. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.11745-52>
- [18] Sutarman, Miftahurrohmat, A., Nurmalasari, I.R. & Prihatiningrum, A.E., (2021). In vitro evaluation of the *Trichoderma harzianum* against pathogens that cause anthracnose in chilli. *Journal of Physics: Conference Series*. 1764(2021)012026. <https://doi:10.1088/1742-6596/1764/1/012026>
- [19] Sutarman, Setiorini, T., Li'aini, A.S., Purnomo, & Rahmat, A. (2022). Evaluation of *Trichoderma asperellum* effect toward anthracnose pathogen activity on red chili (*Capsicum annum* l.) as ecofriendly pesticide. *IJESD* 13 (4 ): 131-137. <https://doi.org/10.18178/ijesd.2022.13.4.1383>
- [20] Sutarman, Andriani Eko Prihatiningrum and Agus Miftahurrohmat: [Fungistatic Effect of Ipomea Carnea Extract and Trichoderma Esperellum Against Various Fungal Biological Agents](#). IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1012 (2022) 012046. doi:10.1088/1755-1315/1012/1/012046
- [21] Sutarman, P. Tjahtanti, A. E. Prihatinnigrum, and A. Miftahurrohmat, "Effect of trichoderma formulated with cultivated oyster mushroom waste toward the growth

- and yield of shallot (*Allium ascalonicum* L.),” *African J. Food, Agric. Nutr. Dev.*, vol. 22, no. 10, p. 18, 2022.
- [22] Sutarman, PH Tjahjanti, E Widodo, AT Kusuma. [The use of mushroom growing media waste for making composite particle board](#). IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 196 (2017) 012024 doi:10.1088/1757-899X/196/1/012024
- [23] Sutarman. 2016. Biofertilizer fungi Trichoderma & Mikoriza. Umsida Press. Sidoarjo
- [24] Sutarman, Prihatiningrum, A.E., Sukarno, A. & Miftahurrohmat, A. 2018. Initial growth response of shallot on Trichoderma formulated in oyster mushroom cultivation waste. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 420 (1), 012064. DOI 10.1088/1757-899X/420/1/012064
- [25] Sutarman, S., & Prahasti, T. (2022). Uji keragaan Trichoderma sebagai pupuk hayati dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah. *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(3), 421 – 428
- [26] S. Sutarman, “Growth response of red chilli plants to flowering phase against the application of Trichoderma and Pseudomonas fluorescens and P fertilizers,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 821, p. 12001, May 2020, doi: 10.1088/1757-899X/821/1/012001.
- [27] Sutarman & Putra, V.P. 2018. *Trichoderma* sp. biopesticide application against vegetative biomass and potato (*Solanum tuberosum*). *Nabatia* 6 (2), 57-62
- [28] Sutarman. 2018. Uji *Trichoderma harzianum* sebagai biofertilizer dan biopestisida untuk pengendalian hawar tajuk dan layu tanaman kentang. Prosiding Seminar Nasional Optimalisasi Sumberdaya Lokal Untuk Mewujudkan Kedaulatan Pangan, Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Purwokerto 26 Juni 2018, p. 210-217
- [29] Sutarman, A. Miftahurrohmat, and A. Eko Prihatiningrum, “Fungus Applications on Growth and Yield of Dena-1 Soybean Varieties,” *E3S Web Conf.*, vol. 361, pp. 1–8, 2022, doi: 10.1051/e3sconf/202236104019.
- [30] Sutarman, Andriani E. Prihatiningrum, Noviana Indarwati, Risalatul Hasanah and Agus Miftahurrohmat (2023) The Role of Trichoderma in The Early Growth of Rice and Soybean in Saline Soils. *E3S Web of Conferences* 444, 04006 (2023). Doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344404006>
- [31] Sutarman & Miftahurrohmat, A. 2018. The morphological response of the soybean growth (*Glycine max* (L)) until vegetative stage 3 on various intensities of light. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 420 012069. DOI 10.1088/1757-899X/420/1/012069
- [32] Miftahurrohmat, A. & Sutarman. 2020. Utilization of *Trichoderma* sp. and *pseudomonas fluorescens* as biofertilizer in shade-resistant soybean. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 821 012002. doi:10.1088/1757-899X/821/1/012002
- [33] Sutarman, & Miftahurrohmat, A. 2021. The vegetative growth response of detam soybean varieties towards *Bacillus subtilis* and *Trichoderma* sp. applications as biofertilizer. *E3S Web of Conferences* 232, 03024. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123203024>
- [34] Sutarman. 2019. Respons tanaman jahe merah (*Zingiber officinale*) terhadap ekstrak bawang merah dan pupuk hayati Trichoderma. *Daun: Jurnal Ilmiah Pertanian dan Kehutanan* 6(1), 62-76. DOI: <https://doi.org/10.33084/daun.v6i1.922>



- [35] Sentosa, F.B., Sutarman, Nurmalasari, I.R. 2021. The effect of *Trichoderma* and onion extract on the success of grafting in mango seedlings. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 819 012008, DOI 10.1088/1755-1315/819/1/012008
- [36] Sutarman, Maharani, N.P., Wachid, A., Abror, M., Al Machfud, & Miftahurrohmat, A. 2019. Effect of ectomycorrhizal fungi and *Trichoderma harzianum* on the clove (*Syzygium aromaticum* L.) seedlings performances. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1232 01202. doi:10.1088/1742-6596/1232/1/012022
- [37] Sutarman. 2018. Aplikasi biofertilizer pada kedele tahan naungan. Umsida Press. Sidoarjo. DOI: <https://doi.org/10.21070/2018/978-979-3401-92-8>
- [38] Sutarman. 2016. Biofertilizer fungi Trichoderma & Mikoriza. Umsida Press. Sidoarjo
- [39] Sutarman & Miftahurrohmat, A. 2021. Fungistatic effect of *Ipomea carnea* extract and *Trichoderma esperellum* against various fungal biological agents. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1012 012046. DOI 10.1088/1755-1315/1012/1/012046
- [40] ID Yuliantoro, A E Prihatiningrum, Sutarman. (2023) Exploration and Inhibition Test of *Penicillium* sp. In Vitro by *Trichoderma*. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1242 (2023) 012012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/1242/1/012012>
- [41] Sutarman, Antika D. Anggreini, Andriani E. Prihatiningrum and Agus Miftahurrohmat. Application of Biofertilizing Agents and Entomopathogenic Fungi in Lowland Rice. *E3S Web of Conferences* 444, 04009 (2023). Doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344404009>
- [42] Sutarman, Jalaluddin, A.K., Li'aini, A.S., Prihatiningrum, A.E. 2021. Characterizations of *Trichoderma* sp. and its effect on *Ralstonia solanacearum* of tobacco seedlings. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 21 (1), 8-19. DOI:10.23960/jhptt.1218-19
- [43] Sutarman, Miftahurrohmat, A., Nurmalasari, I.R. Prihatinnigrum, A.E.. 2021. In vitro evaluation of the inhibitory power of *Trichoderma harzianum* against pathogens that cause anthracnose in chili. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1764 012026. doi:10.1088/1742-6596/1764/1/012026
- [44] Sutarman, T. Setiorini, A. S. Li'aini, Purnomo, and A. Rahmat, "Evaluation of *Trichoderma asperellum* Effect toward Anthracnose Pathogen Activity on Red Chili (*Capsicum annum* L.) As Ecofriendly Pesticide," *Int. J. Environ. Sci. Dev.*, vol. 13, no. 4, pp. 131-137, 2022, doi: 10.18178/ijesd.2022.13.4.1383.
- [45] A. A. Farihadina and Sutarman, "Application of Biological Agents of *Trichoderma* and *Aspergillus* on Cayenne Chilli Plants in Endemic Land with *Fusarium* Wilt," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1104, no. 1, p. 12003, 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1104/1/012003
- [46] Wachid, A. & Sutarman. 2019. Inhibitory power test of two *Trichoderma* isolates in in vitro way againts *Fusarium oxysporum* the cause of red chilli stem rot. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1232 012020. DOI 10.1088/1742-6596/1232/1/012020
- [47] Sutarman. 2018. Potensi *Trichoderma harzianum* sebagai pengendali *Fusarium oxysporum* penyebab busuk pangkal batang tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Agritech: 19*(2): 144-155
- [48] Sutarman. 2017. Pengujian *Trichoderma* sp. sebagai pengendali hawar daun bibit kakao yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora*. *Jurnal Hama dan Penyakit*

*Tumbuhan Tropika* 17 (1), 45-52

- [49] E Andriani, A E Prihatiningrum, Sutarman (2023) Enhanced Soybean Growth and Damping-off Disease Suppression via *Trichoderma asperellum* and Liquid Tofu Waste Co-application. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1242 012008. DOI: <http://dx.doi:10.1088/1755-1315/1242/1/012008>
- [50] Silvia, M. & Sutarman, 2021. Application of *Trichoderma* as an alternative to the use of sulfuric acid pesticides in the control of Diplodia disease on pomelocitrus. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 819 012007. DOI 10.1088/1755-1315/819/1/012007
- [51] Sutarman, Saefuddin, A. Achmad. 2004. Epidemiology of needle blight on *Pinus merkusii* seedlings incited by *Pestalotia theae*. *J. Manaj. Hutan Trop.* 10, 1- 10.
- [52] Sutarman, Achmad, Hadi, S. 2001. Penyakit hawar daun jarum bibit *Pinus merkusii* di persemaian (needles blight disease of *Pinus merkusii* seedlings on nursery). *Agritek* 9 (4), 1419-1427
- [53] Sutarman, Hadi, S., Saefuddin, A., Achmad & Suryani, A. 2004. Sumber inokulum patogen hawar daun bibit *Pinus merkusii* di pesemaian. *Nabatia* 1 (2), 267-277
- [54] Sutarman, Hadi, S., Saefuddin, A., Achmad & Suryani, A. 2004. Epidemiologi hawar daun bibit *Pinus merkusii* yang disebabkan oleh *Pestalotia theae* (Epidemiology of needle blight on *Pinus merkusii* seedlings incited by *Pestalotia theae*). *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 10 (1), 43-60
- [55] Sutarman, Hadi, S., Suryani, A., Achmad, Saefuddin, A. 2004. Patogenesis hawar daun bibit *Pinus Merkusii* yang disebabkan oleh *Pestalotia theae* di pesemaian. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 4 (1), 32-41
- [56] Sutarman, AE Prihatiningrum. 2015. Penyakit hawar daun *Pinus merkusii* di berbagai persemaian kawasan utama hutan pinus Jawa Timur. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 15 (1), 44-52

**PENGARUH NILAI PH MEDIA TERHADAP KEBERHASILAN DAN  
KEGAGALAN DALAM PEMBUATAN NATA DECOCO BERBAHAN  
DASAR AIR KELAPA**

**The Influence of the pH Value of the Media on Success and Failure in  
Making Nata de Coco Made from Coconut Water**

Danya Mozza Elshiva<sup>1</sup>, Eka Sabela<sup>1</sup>, Rika Nandita Putri<sup>1</sup>, Rizky Anggraini<sup>1</sup>, M. Toriq<sup>1\*</sup>,  
Izmy Marzuq<sup>1</sup>, Rahmah Utami Budiandari<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi-  
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia  
Jl. Raya Candi No. 250, Gelam-Candi, Sidoarjo-Indonesia

<sup>2</sup>Pusat Studi Pangan dan Perikanan, Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat-  
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo  
Jl. Mojopahit 666B, Sidoarjo-Indonesia

\*Corresponding author: [sutarman@umsida.ac.id](mailto:sutarman@umsida.ac.id)

**Abstract.** Utilizing coconut water waste into products that have more economic value and increasing the nutritional value of food is one part of efforts to strengthen local food security. The purpose of this article is to describe the effect of coconut water pH on the level of success in making nata de coco. The methods used in this research are observations in the practice of making nata de coco, limited organoleptic tests, and reference studies, especially relevant previous research results. Based on the results of observations and tests, it was found that the fermentation product by *Acetobacter xylinum* resulted in differences in the pH of coconut water as a result of differences in the level of maturity of the coconut fruit which had an influence on the quality of the nata. The length of the incubation process also affects the color. The cloudier the color of the media, the higher the thickness of the nata.

**Key words:** *Acetobacter xylinum*, coconut water, nata de coco, pH

**Abstrak.** Pemanfaatan buangan air kelapa menjadi produk yang lebih bernilai ekonomi dan meningkatkan nilai gizi pangan merupakan salah satu bagian upaya memperkuat ketahanan pangan lokal. Tujuan artikel ini untuk mendeskripsikan pengaruh pH air kelapa terhadap tingkat keberhasilan dalam pembuatan nata de coco. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi dalam praktek pembuatan nata de coco, uji organoleptic terbatas, dan studi referensi khususnya berupa hasil-riset terdahulu yang relevan. Hasil observasi dan pengujian terbayas diketahui bahwa produk hasil fermentasi oleh *Acetobacter xylinum* terhadap perbedaan pH air kelapa sebagai akibat perbedaan tingkat kematangan buah kelapa berpengaruh terhadap kualitas nata. Lama proses inkubasi juga berpengaruh terhadap warna. Makin keruh warna media, maka ketebalan nata makin tinggi.

**Kata kunci:** *Acetobacter xylinum*, air kelapa, nata de coco, pH

## PENDAHULUAN

Pohon kelapa merupakan pohon yang tumbuh subur di daerah tropis dan subtropis, disebut sebagai “pohon kehidupan” karena setiap bagian pohon kelapa bermanfaat bagi kehidupan. Buah kelapa merupakan bagian dari pohon kelapa yang paling banyak dipasarkan, terdiri dari bagian luar (endocarp) dan bagian dalam (endosperm). Endosperm terdiri dari dua bagian yaitu daging buah (white kernel) dan cairan jernih yang dikenal dengan air kelapa. Volume air kelapa mencapai maksimal pada umur 6-8 bulan, dan seiring dengan bertambahnya umur buah kelapa, volume air makin berkurang digantikan dengan kernel yang makin keras dan tebal [1].

Kelapa sering dijuluki sebagai tumbuhan serbaguna karena seluruh bagian kelapa dapat diolah dan dimanfaatkan, akan tetapi limbah air kelapa masih sering dibuang sehingga menimbulkan bau tidak sedap dan dapat merusak lingkungan. Produksi air kelapa di Indonesia sangat melimpah, tetapi pemanfaatannya masih kurang. Komposisi air kelapa tergantung dari varietas, derajat maturitas (umur), dan faktor iklim. Volume air kelapa pada tiap buah kelapa biasanya sekitar 300 mL, dengan pH berkisar 3,5-6,1 [2]. Dalam air kelapa terkandung berbagai komposisi kimia salah satunya karbohidrat, komponen karbohidrat berupa sukrosa dan fruktosa dapat dijadikan bahan baku untuk pembuatan *nata de coco* [3]. Pembuangan air kelapa dapat menimbulkan masalah dengan timbulnya bau yang menyengat akibat fermentasi air kelapa yang membentuk asam asetat. Kandungan sukrosa dan fruktosa pada air kelapa dapat dimanfaatkan sebagai produk yang bernilai ekonomis dan kaya gizi. Contoh produk olahan air kelapa yakni *natade coco*.

*Acetobacter xylinum* merupakan bakteri yang dapat digunakan dalam produksi nata yang berperan dalam proses memproduksi selulosa [4]. *Acetobacter xylinum* yang merupakan bakteri penghasil nata, memerlukan sumber nutrisi Carbon, Hidrogen dan Nitrogen serta mineral untuk pertumbuhannya [5]. Kandungan karbohidrat yang berupa sukrosa dan fruktosa akan di ubah oleh bakteri *Acetobacter xylinum* menjadi selulosa.

Perubahan itu akan melewati proses fermentasi dan bakteri *Acetobacter xylinum* akan memanfaatkan nutrisi yang ada pada media pertumbuhannya untuk berkembang biak.

Nata memiliki kandungan serat tinggi akibat proses fermentasi oleh *Acetobacter xylinum*, proses fermentasi air kelapa menjadi nata dapat menambah nilai gizi pada air kelapa yang digunakan. Dalam pembuatan nata perlu ditambahkan bibit atau disebut sebagai starter, bibit nata tersebut adalah suspensi sel dari *Acetobacter xylinum*. Pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* perlu dilakukan fermentasi sehingga dapat menghasilkan nata de coco dengan kualitas yang baik. Proses inkubasi bertujuan untuk memacu proses pertumbuhan mikroorganisme dalam pembentukan selulosa-selulosa padat yang akan menjadi produk akhir nata [4].

Menurut [4], aktivitas produksi nata dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya adalah sumber karbon, sumber nitrogen, suhu fermentasi, tingkat keasaman medium, lama fermentasi, dan konsentrasi starter *Acetobacter xylinum*. Salah satu faktor yang mempengaruhi hasil dan kualitas nata adalah pH [6]. Selain glukosa, penambahan nutrisi seperti asam asetat sebagai sumber karbon dan pengatur pH, amonium sulfat sebagai sumber nitrogen dan sulfur dapat meningkatkan produk akhir selulosa [7]. Nilai pH begitu berpengaruh pada kualitas nata karena bakteri *Acetobacter xylinum* hanya akan tumbuh pada pH 3,5-7,5 dan optimal pada suhu 4,3 [8]. Pengaturan pH atau tingkat keasaman pada proses fermentasi nata bertujuan untuk menyesuaikan karakteristik dari bakteri yang berperan, apabila tingkat keasamannya sesuai maka bakteri akan tumbuh dengan baik dan menghasilkan produk nata yang maksimal [4].

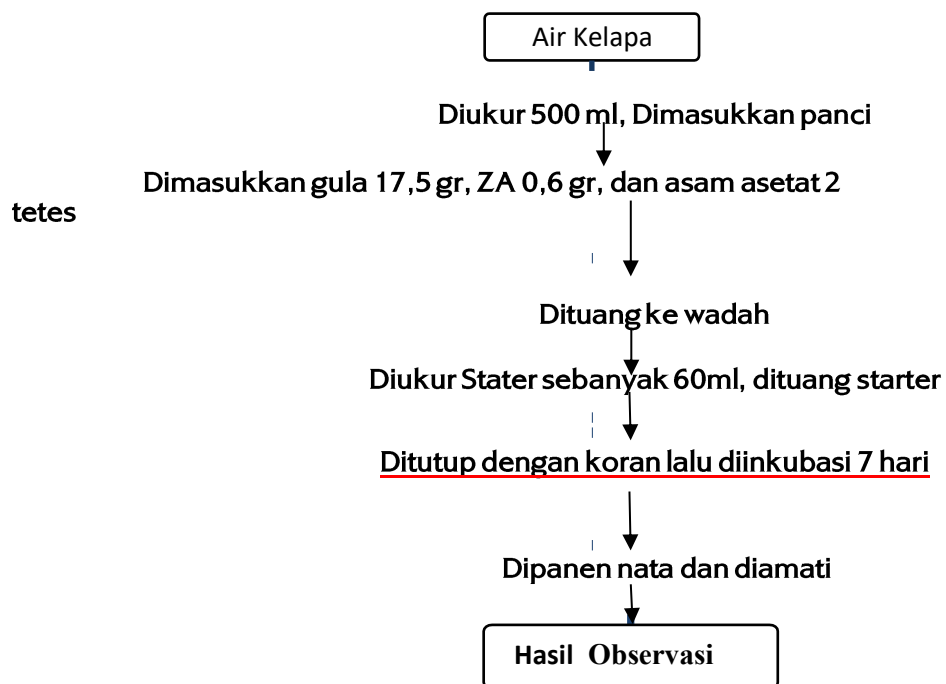
Variasi pemilihan bahan baku dalam pembuatan nata bertujuan untuk memanfaatkan bahan yang belum optimal padahal dapat memiliki nilai tambah, mengatasi bahan baku yang musiman, dan menghasilkan variasi produk olahan nata. Perlakuan variasi bahan baku dapat menyampaikan beberapa varian rasa dan meningkatkan kandungan nutrisi. Adanya variasi penggunaan bahan baku dapat menentukan pilihan bahan baku yang tepat sehingga akan memperoleh kualitas nata yang paling baik. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui faktor perbedaan perlakuan dan nilai pH media terhadap tingkat keberhasilan produk nata de coco.

#### METODE

Metode yang digunakan dalam mengkaji pengaruh pH dalam penyebab kegagalan dalam pembuatan nata adalah meliputi: pengamatan di lab dengan mengukur jumlah pH yang diikuti oleh analisis sintesa kualitatif dengan cara studi literatur. Dari hasil interpretasi

semua hasil pengamatan dan kajian berbagai sumber ilmiah dengan penelitian ini kemudian ditarik kesimpulan. Penelitian ini menggunakan tiga metode pendekatan, yaitu: (i) analisis literatur dengan mengumpulkan kajian teoritis yang relevan, terkait nata de coco dan pengaruh pH dalam kegagalan nata de coco secara komprehensif yang diperoleh dari berbagai jurnal ilmiah dan publikasi relevan lainnya, dan (ii) pengamatan di lab dengan mengukur nilai pH pada nata de coco. Hasil pengumpulan data dan informasi atas metode pendekatan yang diimplementasikan diintegrasikan dan dianalisis untuk kemudian dilakukan penarikan kesimpulan yang berorientasi pada penentuan pH yang terintegrasi pada hasil akhir nata de coco.

Observasi diawali dengan melaksanakan penyiapan dan pelaksanaan proses fermentasi nata dari air kelapa (Gambar 1) yang diulang dengan tingkat kematangan buah kelapa yang berbeda.



Gambar 1. Fermentasi air kelapa oleh *Acetobacter xylinum*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

## *Acetobacter xylinum*

*Acetobacter xylinum* mempunyai bentuk morfologi batang dan panjang kurang lebih 2 mikron. *Acetobacter* membentuk rantai pendek yang terdiri dari 6-8 sel dan berupa bakteri gram negative. *Acetobacter* membutuhkan nutrient yaitu karbon sebagai sumber energi dan perbanyakkan sel. Asam asetat digunakan *acetobacter xylinum* sebagai substrat untuk menciptakan kondisi asam yang optimum sehingga terbentuk CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O [9]. *Acetobacter xylinum* adalah bakteri yang sering digunakan untuk menghasilkan produk nata de coco, *acetobacter xylinum* merupakan bakteri dari famili *Acetobacteraceae* yang termasuk dalam genus *Guconacetobacter* [10].

Dalam prosesnya, bakteri tersebut akan menghasilkan enzim ekstraseluler yang dapat menyusun zat gula menjadi ribuan rantai homopolimer atau biasa disebut sebagai selulosa sehingga akan menghasilkan lembar benang-benang selulosa yang memiliki tekstur padat berwarna putih hingga transparan dan disebut sebagai nata [11].

### Hasil Observasi

Hasil observasi atas proses pembuatan nata de coco menggunakan bahan baku berupa air kelapa dengan berbagai perlakuan yaitu air kelapa tua segar, air kelapa tua penyimpanan 3 hari, air kelapa muda segar dan air kelapa muda penyimpanannya 3 hari. mendapatkan hasil berupa perbedaan keberhasilan pembuatan nata de coco. Analisis yang dilakukan berupa analisis kimia berupa analisis nilai pH dan penampakan warna endapan selulosa.

### Hasil Pengukuran pH

Hasil pengukuran terhadap nilai pH pada sampel media Nata de Coco dengan menggunakan alat pHmeter hasil pengukuran yang sudah dilakukan ini tersaji pada Tabel 1 dan Gambar 1-4.

Tabel 1. Nilai pengukuran pH pada sampel media *Nata de Coco* yang telah dilakukan inkubasi selama 7 hari

Perlakuan	pH
Air Kelapa Muda Segar	3,2
Air Kelapa Muda Penyimpanan 3 Hari	3,6
Air Kelapa Tua Segar	4,1

### Hasil Pengamatan Warna Media Nata de Coco

Hasil pengamatan terhadap warna media Nata de Coco atas hasil percobaan yang sudah dilakukan ini tersaji pada Tabel 2

Tabel 2. Penampilan warna media pertumbuhan Nata de Coco setelah dilakukan inkubasi selama 7hari

Perlakuan	Warna media pertumbuhan
Air Kelapa Muda Segar	Merah muda
Air Kelapa Muda Penyimpanan 3 Hari	Merah muda
Air Kelapa Tua Segar	Putih
Air Kelapa Tua Penyimpanan 3 Hari	Putih

### Pembahasan

Derajat kemasaman pada air kelapa dipengaruhi oleh kematangan kelapa, air kelapa muda dominan lebih asam dibanding air kelapa tua. pH pada air kelapa muda lebih asam disebabkan oleh beberapa faktor seperti kandungan kadar gula total pada air kelapa muda lebih tinggi dibanding kelapa tua sehingga terjadinya perombakan kadar gula menjadi asam dan juga terjadinya penguraian glukosa menjadi asam. Hal tersebut yang menyebabkan air kelapa muda memiliki pH lebih asam dibanding air kelapa tua.

Berdasarkan Tabel 1. diketahui bahwa sampel yang dapat menghasilkan nata de coco yakni pada media air kelapa tua segar dengan nilai media pH-nya berada di nilai 4,1. Menurut [8], nilai pH begitu berpengaruh pada kualitas nata karena bakteri *Acetobacter xylinum* hanya akan tumbuh pada pH 3,5-7,5 dan optimal pada suhu 4,3. Selain itu menurut [4], kandungan nutrisi pada media pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* juga berpengaruh pada keberhasilan pembuatan nata de coco.

Berdasarkan Tabel 2. diketahui selama proses inkubasi yang dilakukan warna media pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* mengalami perbedaan warna. Dimana



warna dari media dengan perlakuan air kelapa tua yakni putih, sedangkan air kelapa muda berwarna merah muda. Menurut [12], perbedaan kandungan mineral pada kelapa tua dan muda ada di kadar nilai K (kalium). Kandungan mineral pada media pertumbuhan berpengaruh terhadap terbentuknya serabut selulosa. Semakin tinggi nilai kandungan mineral dan nutrisi pada media semakin tebal serabut selulosa yang dihasilkan.

Pada media air kelapa tua segar juga memiliki warna yang keruh dibanding dengan media lain dikarenakan media tersebut memiliki ketebalan yang tinggi, ketebalan nata akan berpengaruh terhadap warna yang dihasilkan, semakin tebal nata maka warna yang dihasilkan akan semakin keruh [4]. Warna pada nata juga dipengaruhi oleh warna media, dimana kelapa tua lebih keruh dari pada kelapa muda.

Pada penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa nata de coco atau serabut-serabut selulosa dapat terbentuk jika pH media berada di kisaran nilai pH 4. Hal itu didukung oleh penelitian

[13] bahwa bakteri *Acetobacter xylinum* akan sangat cocok tumbuh pada suasana asam dengan pH di kisaran angka 4,3. Sedangkan menurut [14], pH optimum untuk pertumbuhan dari bakteri *Acetobacter xylinum* yakni berada di angka 4,3-5,5. Sehingga dengan pH terlalu asam bakteri *Acetobacter xylinum* kurang dapat tumbuh.

## KESIMPULAN

Media pertumbuhan dalam pembuatan nata de coco mempengaruhi keberhasilan dari pembuatan. Hal itu disebabkan pembuatan nata de coco dilakukan dengan melewati proses fermentasi oleh bakteri *Acetobacter xylinum*. Media pertumbuhan yang kaya nutrisi dan nilai pH yang sesuai akan membuat bakteri *Acetobacter xylinum* dapat tumbuh dan berkembang untuk merubah karbohidrat yang berupa sukrosa dan fruktosa akan di ubah oleh bakteri *Acetobacter xylinum* menjadi selulosa. Berdasarkan hasil pengamatan diketahui nilai pH terbaik dan dapat membentuk nata de cocoyakni pada pH 4,1 yang merupakan perlakuan air kelapa tua segar. Sedangkan perlakuan lainnya tidak membentuk nata de coco. Warna yang dihasilkan pada media setelah dilakukan inkubasi selama 7 hari juga mengalami perbedaan dimana kelapa tua menghasilkan warna media putih sedangkan warnayang dihasilkan oleh kelapa muda merah muda

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Ibrahim, "Potensi Air Kelapa Muda Dalam Meningkatkan Kadar Kalium," *Indones. J. Nurs. Heal. Sci.*, Vol. 1, No. 1, Pp. 9-14, 2020, Doi: 10.37287/ljnhs.V1i1.221.
- [2] F. Fadlilah, M., Saputri, "Pengaruh Pemberian Air Kelapa Muda Terhadap Tekanan Darah Penderita Hipertensi," *J. Ilm. Multi Sci. Kesehat.*, Vol. 9, Pp. 198-206, 2018.
- [3] T. Tutuarima *Et Al.*, "Pemanfaatan Air Kelapa Menjadi Nata De Coco Bagi Perempuan Di Sekitar Pasar Panorama Kota Bengkulu Utilization Of Coconut Water To Be Nata De Coco For Women In Pasar Panorama Bengkulu City," Pp. 57-64, 2019.
- [4] S. Novia *Et Al.*, "Pengaruh Mikroorganisme, Bahan Baku, Dan Waktu Inkubasi Pada Karakter Nata: Review The Effect Of Microorganism, Raw Materials, And Incubation Time On The Characteristic Of Nata: A Review Pendahuluan Indonesia Merupakan Salah Satu Negara Yang Memiliki," Vol. 14, No. 1, Pp. 62-74, 2021.

- [5] S. M. Keshk, "Bacterial Cellulose Production And Its Industrial Applications," *J. Bioprocess. Biotech.*, Vol. 04, No. 02, 2014, Doi: 10.4172/2155-9821.1000150.
- [6] U. P. Artha, "Edukasi Pengaruh Ph Media Dan Lama Fermentasi Terhadap Basil Nata De Edukasi Pengaruh Ph Media Dan Lama Fermentasi Terhadap Basil Nata De Coco," No. October 2021, 2022, Doi: 10.33857/Pajoco.V1i2.509.
- [7] P. Lestari, N. Elfrida, A. Suryani, And Y. Suryadi, "Study On The Production Of Bacterial Cellulose From Acetobacter Xylinum Using Agro-Waste," *Jordan J. Biol. Sci.*, Vol. 7, No. 1, Pp. 75–80, 2014, Doi: 10.12816/0008218.
- [8] R. S. A. R. Sutanto, "Pengaruh Pemberian Ph Substrat Terhadap Kadar Serat, Vitamin C, Dan Tingkat Penerimaan Nata De Cashew (*Anacardium Occideidentale L.*)," *J. Nutr. Coll.*, Vol. 3, No. 1, Pp. 90–97, 2019.
- [9] H. Harianingsih, S. Suwardiyono, N. E. B, And R. Wijanarko, "Perancangan Sistem Detektor Suhu Fermentasi Acetobacter Xylinum Menggunakan Sensor Ds18b20," *J. Jtik (Jurnal Teknol. Inf. Dan Komunikasi)*, Vol. 2, No. 1, P. 41, 2018, Doi: 10.35870/Jtik.V2i1.44.
- [10] L. Muchtar, N. Rachmania Mubarik, And A. Suwanto, "Konsistensi Produksi Nata Dalam Media Fermentasi Yang Mengandung Hidrolisat Ubi Kayu," *J. Teknol. Ind. Pertan.*, Vol. 27, No. 2, Pp. 217–227, 2017, Doi: 10.24961/J.Tek.Ind.Pert.2017.27.2.217.
- [11] Y. M. A. K. B. Sari, "Pengaruh Konsentrasi Starter Acetobacter Xylinum Terhadap Mutu Nata De Cucumber," Vol. 1, No. 2, Pp. 2527–3663, 2017.
- [12] J. M. Azra, B. Setiawan, Z. Nasution, A. Sulaeman, And S. Estuningsih, "Nutritional Content And Benefits Of Coconut Water For The Diabetes Metabolism: A Narrative Review," *Amerta Nutr.*, Vol. 7, No. 2, Pp. 317–325, 2023, Doi: 10.20473/Amnt.V7i2.2023.317-325.
- [13] C. Anam, "Mengungkap Senyawa Pada Nata De Coco Sebagai Pangan Fungsional," *J. Ilmu Pangan Dan Has. Pertan.*, Vol. 3, No. 1, Pp. 42–53, 2019, Doi: 10.26877/jiphp.V3i1.3453.
- [14] E. Malvianie, Y. Pratama, And S. Salafudin, "Fermentasi Sampah Buah Nanas Menggunakan Sistem Kontinu Dengan Bantuan Bakteri Acetobacter Xylinum," *RekaLingkung.*, Vol. 2, No. 1, Pp. 1–11, 2014.

**PENGARUH KONSENTRASI STARTER BOKUL TERHADAP UJI  
ORGANOLEPTIK PADA PROSES PEMBUATAN YOGHURT**  
**The Effect Of Biocule Starter Concentration On Organoleptic Tests In  
The Process Of Manufacturing Yoghurt**

Daffa Putra Mahardhika<sup>1</sup>, Muhamad Aji Santoso<sup>1</sup>, Zidny Maziya<sup>1</sup>  
Dwi Rahmawati Anjani<sup>1</sup>, Allysa Rowihatunnuufus Hikmah<sup>1</sup>,  
Syarifah Ramadhani Nurbaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi-Universitas  
Muhammadiyah Sidoarjo. Indonesia

<sup>2</sup>Pusat Studi Pangan dan Perikanan, Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat-  
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Indonesia  
Jl. Raya Candi No. 250, Gelam-Candi, Sidoarjo-Indonesia  
Corresponding author: [sutarman@umsida.ac.id](mailto:sutarman@umsida.ac.id)

**Abstract.** Yoghurt is a fermented product commonly used as a carrier for probiotic bacteria. Yogurt on the market has different acidity and taste. One cause is the use of different starters or different concentrations. The starter concentration used will affect the speed of lactose breakdown, at the same incubation time and temperature so that it will produce yoghurt that has different characteristics. The aim of this experiment was to determine and compare the organoleptic flavor of yogurt with different concentrations of biocule starter. In making yoghurt this time, 3 samples were used as organoleptic test materials. Yoghurt is made with full cream milk and additional biokul starter with concentrations of 5% (127), 10% (537), and original (431) respectively. The organoleptic test uses the help of 30 panelists as testers with the parameters of color, aroma, taste and texture. The results of organoleptic tests on aroma, taste and texture showed significant differences and there was no difference in color.

**Key words:** biocule, concentration, yoghurt

**Abstrak.** Yoghurt adalah produk fermentasi yang umum digunakan sebagai pembawa bakteri probiotik. Yoghurt yang beredar di pasaran mempunyai keasaman dan rasa yang tidak sama. Salah satu penyebabnya adalah penggunaan starter yang berbeda atau konsentrasi yang berbeda. Konsentrasi starter yang digunakan akan mempengaruhi kecepatan perombakan laktosa, pada waktu dan suhu inkubasi yang sama sehingga akan menghasilkan yoghurt yang mempunyai karakteristik yang berbeda. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mengetahui dan membandingkan flavour organoleptik yogurt dengan konsentrasi starter biokul yang berbeda. Dalam pembuatan yoghurt kali ini menggunakan 3 sampel sebagai bahan uji organoleptiknya. Yoghurt dibuat dengan susu full cream dan tambahan strater biokul dengan konsentrasi masing-masing 5% (127), 10% (537), dan asli (431). Uji organoleptik menggunakan bantuan 30 panelis sebagai penguji dengan parameter warna, aroma, rasa, dan tekstur. Hasil uji organoleptik terhadap aroma, rasa dan tekstur menunjukkan perbedaan yang nyata dan pada warna tidak berbeda.

**Kata kunci:** biokul, konsentrasi, yoghurt

## PENDAHULUAN

Susu merupakan bahan makanan yang mempunyai nilai gizi tinggi. Hampir semua zat yang dibutuhkan oleh tubuh kita terdapat dalam susu. Susunan yang sempurna ini merupakan media yang sangat baik bagi pertumbuhan organisme, sehingga susu sangat peka terhadap kontaminasi mikroorganisme serta sangat mudah menjadi busuk. Teknologi yang diterapkan untuk mengatasi keadaan tersebut, dengan meningkatkan daya guna susu. Salah satu cara untuk meningkatkan manfaat susu dengan mengolahnya menjadi produk fermentasi[1].

Fermentasi dapat digunakan untuk membuat produk pangan dengan mutu dan flavour yang khas serta memiliki efek yang baik bagi kesehatan, sehingga makanan hasil fermentasi saat ini banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Makanan fermentasi dapat dirancang menjadi makanan yang menyehatkan atau disebut sebagai pangan fungsional penggunaan mikroba dengan sifat-sifat tertentu sebagai agensia fermentatif dapat menghasilkan produk dengan nilai gizi yang lebih baik demikian pula aplikasi isolat probiotik dapat dirancang untuk meningkatkan kesehatan tubuh. Salah satu makanan hasil fermentasi adalah yoghurt[2].

Yoghurt merupakan salah satu produk hasil fermentasi susu yang paling tua dan cukup populer di seluruh dunia. Bentuknya mirip bubur atau es krim tetapi dengan rasa agak asam. Yoghurt yang beredar dipasaran mempunyai keasaman dan rasa yang tidak sama. Salah satu penyebabnya adalah penggunaan starter yang berbeda atau konsentrasi yang berbeda. Konsentrasi starter yang digunakan akan mempengaruhi kecepatan perombakan laktosa, pada waktu dan suhu inkubasi yang sama sehingga akan menghasilkan yoghurt yang mempunyai karakteristik yang berbeda [2].

Adapun tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh variasi konsentrasi starter biokul terhadap tekstur, aroma, dan rasa yoghurt untuk mendapatkan yoghurt dengan kualitas terbaik berdasarkan uji organoleptik.

## METODE

Metode yang digunakan dalam pembuatan yoghurt pada percobaan kali ini, ialah dengan merujuk pada prinsip pembuatan yoghurt dengan tahapan fermentasi susu yang ditambahkan Bakteri Asam Laktat (BAL). Dalam percobaan kali ini dilakukan beberapa

variasi percobaan diantaranya 537 (susu full cream 500 ml dengan penambahan starter 10%), 127 (susu full cream 500 ml dengan penambahan starter yoghurt 5%), 431 (yoghurt asli). Metode pengamatan yang dilakukan pada pembuatan yoghurt menggunakan uji organoleptik dengan parameter aroma, rasa, tekstur, dan warna.

Alat yang digunakan dalam percobaan kali ini adalah wadah/toples, kompor, sendok, kulkas, panci, thermometer. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu susu full cream, dan starter yoghurt dengan merk biokul. Cara pembuatan yoghurt ialah dengan mencampur setarter yoghurt biokul dan bahan baku susu full cream yang sudah dilakukan pasteurisasi ulang yang kemudian dilakukan inkubasi hingga menjadi produk yoghurt.

Kemudian yoghurt diuji sifat organoleptiknya untuk mengetahui perbedaan antar variasi yoghurt yang dihasilkan. Uji organoleptik dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan produk yoghurt yang dihasilkan pada 30 panelis berdasarkan preposisi kesukaan masing-masing panelis. Untuk uji rangking yang dilakukan yaitu dengan menrangking dari urutan paling tidak disukai hingga sangat disukai, dengan menggunakan skala 1-3 berdasarkan preposisi kesukaan panelis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Strarter Yoghurt

Plain yoghurt merupakan yoghurt murni hasil fermentasi susu dengan menggunakan kultur *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Starter yoghurt biokul mengandung bakteri *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* untuk membantu fermentasi yoghurt. Yoghurt plain biokul digunakan sebagai pengganti bakteri yang berasal dari biakan murni [1].

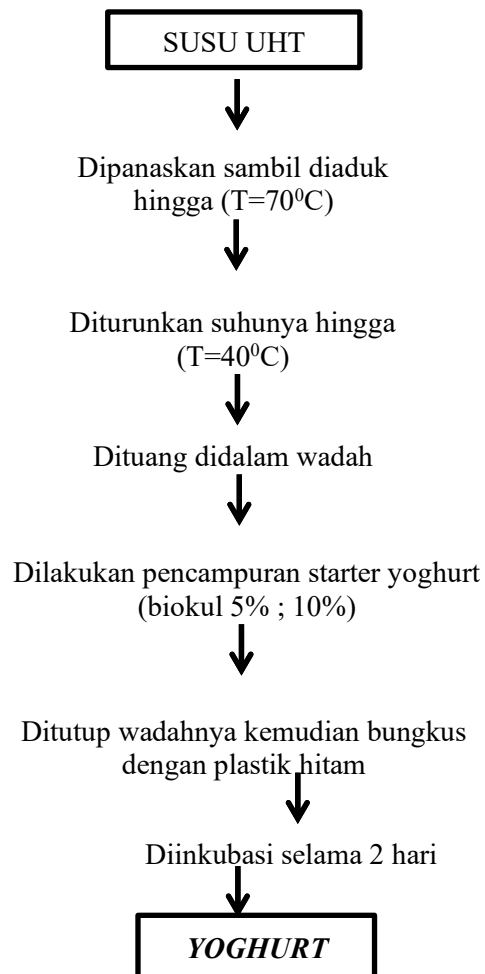
*L. bulgaricus* merupakan bakteri yang tergolong gram positif berbentuk batang, tidak membentuk endospora, bersifat homofermentatif (dalam fermentasi menghasilkan asam laktat sebagai produk utama). *S. thermophilus* termasuk bakteri gram positif berbentuk bulat, tidak mempunyai spora, bersifat nonmotil dan fakultatif anaerob, katalase negatif. *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* memiliki kesamaan sifat yaitu litmus yang kuat, tidak tahan garam dan bersifat termodurik (mampu bertahan hidup pada suhu yang tinggi). Bakteri termodurik tumbuh optimal pada suhu 20-37°C dengan suhu pertumbuhan minimum 5-10°C. Berdasarkan kebutuhannya terhadap oksigen, bakteri ini tergolong anaerob fakultatif (dapat hidup dengan atau tanpa adanya oksigen) [3]. Berikut morfologi dari bakteri *L.*

*bulgaricus* dan *S. thermophilus*.

Adapun secara taksonomi mikroba starter yoghurt *L. bulgaricus* dikelompokkan dalam kelas: *Bacilli*, ordo: *Lactobacillales*, famili: *Lactobacillaceae*, genus: *Lactobacillus*, spesies: *Lactobacillus delbrueckii*, dan subspecies: *Lactobacillus delbrueckii bulgaricus*; sementara itu untuk *S. thermophilus* dikelompokkan dalam kelas: *Bacilli*, ordo: *Lactobacillales*, famili: *Streptococaceae*, genus: *Streptococcus*, dan spesies: *Streptococcus thermophilus* [1], [3].

#### Hasil Observasi

Proses pembuatan yoghurt dengan variasi starter biokul yang telah dilakukan diilustrasikan secara skematik sepertitertera pada Gambar 1.



## Gambar 1. Bagan proses pembuatan yoghurt

### Hasil Observasi Konsentrasi Starter

Hasil observasi atas proses pembuatan yoghurt dengan menggunakan starter yoghurt biokul mempengaruhi parameter rasa, aroma, tekstur dan warna. Konsentrasi starter yang digunakan akan mempengaruhi kecepatan perombakan laktosa, pada waktu dan suhu inkubasi yang sama sehingga akan menghasilkan yoghurt yang mempunyai karakteristik yang berbeda. Semakin banyak starter yang digunakan maka kadar asam meningkat, hal ini disebabkan aktivitas *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* yang mampu mengubah laktosa dalam susu menjadi asam laktat. Kedua bakteri tersebut dapat mengurangi laktosa susu menjadi asam laktat dengan berbagai komponen aroma dan cita rasa. *Lactobacillus bulgaricus* berperan sebagai pembentukan aroma, sedangkan *Streptococcus thermophilus* lebih berperan dalam pembentukan cita rasa. Cita rasa yang khas timbul dari yoghurt diakibatkan adanya asam laktat, asam asetat, karbonil, asetaldehida, aseton, aseton dan diasetil. Substansi yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat dan komponen volatil memberikan karakteristik asam dan aroma yoghurt [4].

### Hasil Pengukuran Fisik

Warna yoghurt. Hasil analisis variansi terhadap warna yoghurt menghasilkan nilai rata-rata skor warna yoghurt dengan konsentrasi starter asli; 5%; dan 10%; masing-masing berturut-turut 1,80; 2,15; dan 2,05.

Aroma yoghurt. Hasil analisis variansi terhadap aroma yoghurt menghasilkan rata-rata skor aroma yoghurt dengan konsentrasi starter asli; 5%; dan 10%; masing-masing berturut-turut 2,53; 1,97; dan 1,48.

Rasa yoghurt. Hasil analisis variansi terhadap rasa yoghurt menghasilkan rata-rata skor rasa yoghurt dengan konsentrasi starter asli; 5%; dan 10%; masing-masing berturut-turut 2,32; 1,92; dan 1,70.

Tekstur yoghurt. Hasil analisis variansi terhadap tekstur yoghurt menghasilkan rata-rata skor tekstur yoghurt dengan konsentrasi starter asli; 5%; dan 10%; masing-masing berturut-turut 2,83; 1,55; dan 1,62.

### Hasil Pengukuran Organoleptik



Hasil pengukuran terhadap kesan para panelis atas produk berupa yoghurt hasil percobaan yang sudah dilakukan ini tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Penampilan dan hasil yoghurt yang diberi perlakuan starter yoghurt

Sampel	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur
537 (5%)	Sangat Kuning	Asam	Asam	Encer
127 (10%)	Kuning	Tidak Asam	Tidak Asam	Kental
431 (asli)	Putih	Sangat Asam	Sangat Asam	Sangat Kental

#### Pembahasan

Yoghurt merupakan minuman kesehatan yang terbuat dari fermentasi susu. Didalam Yoghurt terdapat bakteri yang menguntungkan dan bermanfaat bagi kesehatan yaitu *Lactobacillus acidophilus*, *L bulgaricus* dan *S thermophilus*. Yoghurt mempunyai banyak manfaat bagi tubuh antara lain mengatur saluran pencernaan, antidiare, antikanker, meningkatkan pertumbuhan, membantu penderita *lactose intolerance* dan mengatur kadar kolesterol dalam darah. Proses fermentasi menyebabkan kadar laktosa dalam yoghurt berkurang, sehingga aman dikonsumsi. Karakteristik yoghurt seperti rasa yang asam dan tekstur yang kental [2].

Pada pembuatan yoghurt dilakukan proses fermentasi dengan menggunakan starter biokul yang merupakan minuman mengandung bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. *Streptococcus thermophilus* berkembang biak lebih cepat dan menghasilkan baik asam maupun CO<sub>2</sub>. Asam dan CO<sub>2</sub> yang dihasilkan tersebut kemudian merangsang pertumbuhan dari *Lactobacillus bulgaricus*. Di sisi lain, aktivitas proteolitik dari *Lactobacillus bulgaricus* memproduksi peptida penstimulasi dan asam amino untuk dapat dipakai oleh *Streptococcus thermophilus*. Mikroorganisma ini sepenuhnya bertanggung jawab atas pembentukan tekstur dan rasa yoghurt [2].

Sifat organoleptik yogurt yang terbentuk dihasilkan dari penggunaan bahan pembuatan yogurt dan lama waktu fermentasi, dimana semakin lama waktu fermentasi yogurt akan mengalami penurunan pH. Rasa asam yang terbentuk pada yoghurt dikarenakan

banyak jenis asam yang terbentuk selama proses pembuatan yoghurt. Nilai keasaman pada yogurt biasanya berhubungan dengan kandungan protein pada bahan baku yang digunakan yakni susu. Selaras dengan pernyataan [5] yang menyebutkan bahwa penurunan pH merupakan salah satu akibat proses fermentasi yang terjadi karena adanya akumulasi asam laktat sebagai produk utama dari aktivitas bakteri asam laktat. Inkubasi atau fermentasi adalah proses memanfaatkan kemampuan mikroba untuk menghasilkan metabolit primer dan metabolit sekunder dalam suatu lingkungan yang dikendalikan [6]

Tekstur pada yogurt juga dipengaruhi oleh penggunaan bahan dan waktu fermentasi. Tekstur yoghurt yang menggunakan susu UHT dengan penambahan konsentrasi starter 5% memiliki tekstur cair, dan konsentrasi starter 10% memiliki tekstur kental. Aroma pada produk yoghurt ditimbulkan karena banyaknya bakteri asam laktat yang terfermentasi didalamnya. Aroma yoghurt yang dihasilkan dengan konsentrasi starter 5% yakni beraroma asam dan konsentrasi starter 10% tidak asam. Warna pada yoghurt dengan variasi starter memiliki warna berbeda. Starter dengan konsentrasi 5% sangat kuning dan konsentrasi 10% berwarna kuning. Rasa yang dihasilkan pun berbeda, konsentrasi starter 5% asam dan konsentrasi 10% tidak asam.

Warna, aroma, rasa dan tekstur dipengaruhi beberapa faktor di antaranya adalah penggunaan bahan, pasteurisasi dan lama fermentasi. Apabila proses pasteurisasi kurang baik dapat menyebabkan rasa dan aroma kurang lezat. Pertumbuhan bakteri yang kurang baik dapat menyebabkan rasa dan aroma yang kurang baik. Peralatan yang kurang bersih dapat menyebabkan rasa dan bau logam. Jumlah starter yang sedikit dapat menyebabkan rasa dan aroma yang kurang lezat serta tidak terjadi penggumpalan. Waktu pemeraman dalam inkubator yang berlanjut dapat menyebabkan terjadinya whey yang berwarna kuning kehijau-hijauan serta bentuk cair yang terpisah dari produk yoghurt [1]

## KESIMPULAN

Dari hasil percobaan yang dilakukan perbedaan konsentrasi starter untuk pembuatan yoghurt pada uji organoleptik terhadap warna tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Namun perbedaan konsentrasi starter terhadap aroma, rasa, dan tekstur menunjukkan perbedaan yang nyata.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. S. Ace and S. Supangkat, "Pengaruh konsentrasi starter terhadap karakteristik yoghurt," *J. Penyul. Pertan.*, vol. 1, no. 1, pp. 28-33, 2013.
- [2] V. Y. Pamela, "Karakteristik Karakteristik Sifat Organoleptik Yoghurt Dengan Variasi Susu Skim Dan Lama Inkubasi," *Nutr. J. Pangan, Gizi, Kesehatan*, vol. 3, no. 1, pp. 18-24, 2022, doi: 10.30812/nutriology.v3i1.1963.
- [3] D. R. Hendarto, A. P. Handayani, E. Esterelita, and Y. A. Handoko, "Mekanisme Biokimia dan Optimalisasi *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* Dalam Pengolahan Yoghurt Yang Berkualitas," *J. Sains Dasar*, vol. 8, no. 1, pp. 13-19, 2019.
- [4] H. Prasetyo, "Pengaruh Penggunaan Starter Yoghurt Pada Level Tertentu Terhadap Karakteristik Yoghurt yang Dihasilkan," *Skripsi*, pp. 1-36, 2013.
- [5] L. Prastyaharasti *et al.*, "Evaluasi Pertumbuhan *Lactobacillus casei*-Prastyaharasti, dkk," *J. Pangan dan Agroindustri*, vol. 2, no. 4, pp. 285-296, 2014.
- [6] A. Sulistyarsi, Pujiati, and M. W. Ardhi, "Pengaruh Konsentrasi dan Lama Inkubasi terhadap Kadar Protein Crude Enzim Selulase dari Kapang *Aspergillus niger*," *Proceeding Biol. Educ. Conf.*, vol. 13, no. 1, pp. 781-786, 2016.



UMSIDA PRESS  
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo  
Jl. Mojopahit No. 666 B  
Sidoarjo , Jawa Timur