

Kumawula, Vol.7, No.2, Agustus 2024, Hal 400 – 407

DOI: <https://doi.org/10.24198/kumawula.v7i2.52199>

ISSN 2620-844X (online)

ISSN 2809-8498 (cetak)

Tersedia online di <http://jurnal.unpad.ac.id/kumawula/index>

## PELATIHAN PEMBUATAN PUPUK HAYATI DI DESA KWEDENKEMBAR KECAMATAN MOJOANYAR KABUPATEN MOJOKERTO

Dini Eka Putri<sup>1</sup>, Sutarman<sup>2\*</sup><sup>1,2</sup>Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia\*Korespondensi: [sutarman@umsida.ac.id](mailto:sutarman@umsida.ac.id)

### ABSTRACT

*Biological organic fertilizer is organic fertilizer made from animal or plant waste and is rich in microbial biological agents. Livestock manure which is abundant in villages can be processed optimally and used as organic biological fertilizer. Making biological fertilizer which is able to produce nutrients for plant growth while also increasing the fertility and health of agricultural land. The aim of this community service activity in Kwedenkembar Village, Mojoanyar District, Mojokerto Regency is to obtain information on the level of competency and readiness of Gapoktan cadres through training in using the biological agent Trichoderma as a biological fertilizer in order to restore the fertility and health of agricultural land. The method used is a participatory approach in counseling and training material on the use of biological agents followed by material processing practices and the production of Trichoderma biological fertilizer. Evaluation of mastery achievements was carried out at the beginning as a pre-test and at the end of the study as a post-test with a target score above 70 (scale 0-100). The results of this community service activity show that the level of achievement of material mastery of 77.0-79.6 is in the "good" category and meets the target. Mitra's Gapoktan cadres are also ready to provide Trichoderma biofertilizer and apply it to agricultural land in order to restore fertility and health of the land.*

**Keywords:** *Biological agents; Livestock Manure; Organic fertilizer; Trichoderma*

### ABSTRAK

Pupuk organik hayati adalah pupuk organik yang dibuat dari bahan sisa hewan atau tumbuhan dan kaya akan mikroba agen hayati. Kotoran hewan ternak yang berlimpah di desa bisa diolah secara maksimal dan dimanfaatkan sebagai pupuk organik hayati. Pupuk hayati mampu menghasilkan nutrisi bagi pertumbuhan tanaman sekaligus meningkatkan kesuburan dan kesehatan tanah lahan pertanian. Tujuan kegiatan pengabdian pada masyarakat di Desa Kwedenkembar, Kecamatan Mojoanyar, Kabupaten Mojokerto ini memperoleh informasi tingkat kompetensi dan kesiapan kader Gapoktan melalui pelatihan dalam memanfaatkan agen hayati *Trichoderma* sebagai pupuk hayati dalam rangka memulihkan kesuburan dan kesehatan lahan pertanian. Metode

### RIWAYAT ARTIKEL

Diserahkan : 31/12/2023

Diterima : 09/03/2024

Dipublikasikan : 22/07/2024

yang digunakan adalah pendekatan partisipatif dalam penyuluhan dan pelatihan materi pemanfaatan agen hayati yang diikuti oleh praktek pengolahan bahan dan produksi pupuk hayati *Trichoderma*. Evaluasi capaian penguasaan dilakukan di awal sebagai pre test dan di akhir penelitian sebagai post test dengan target skor di atas 70 (skala 0-100). Hasil kegiatan abdimas ini menunjukkan bahwa tingkat capaian penguasaan materi sebesar 77,0-79,6 masuk kategori “baik” dan memenuhi target. Kader Mitra Gapoktan siap dalam menyediakan pupuk hayati *Trichoderma* dan mengaplikasikannya ke lahan pertanian dalam rangka memulihkan kesuburan dan kesehatan lahan.

**Kata Kunci:** Agen Hayati; Kotoran Ternak; Pupuk Hayati; *Trichoderma*

## PENDAHULUAN

Sebagian besar lahan pertanian di beberapa wilayah di Indonesia mengalami penurunan kesuburan tanah. Hal ini ditunjukkan dengan penurunan kandungan bahan organik seperti kandungan C tanah yang kurang dari 2%. Kondisi ini timbul disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya tingkat erosi yang tinggi, tingkat erosi yang tinggi (USA et al., 2014; Shi & Schulin, 2018), ketidakseimbangan antara ekstraksi dan pengawetan bahan organik tanah selama proses budidaya (Kantola et al., 2017), penggunaan pupuk sintetis yang masif dan bergantung pada tanah (McArthur & McCord, 2017), salinisasi akibat sedimentasi zat yang tersuspensi dalam air irigasi (Singh, 2018), dan eksploitasi lahan dengan budidaya padi tanpa rotasi tanaman, yang menyebabkan peningkatan keasaman dan autofikasi tanah (Withers et al., 2014). Fenomena penurunan kesuburan tanah lahan pertanian yang digambarkan tersebut juga terjadi pada lahan pertanian di Desa Kwedenkembar.

Desa Kwedenkembar merupakan salah satu desa di Kecamatan Mojoanyar Kabupaten Mojokerto yang terletak di dekat aliran Sungai Brantas yang sebagian warganya bermata pencaharian sebagai petani. Dari hasil survey di lapangan, dalam lima tahun terakhir, mereka merasakan dampak penurunan kesuburan tanah berupa menurunnya produktivitas lahan sawah mereka dari rata-rata 6-8 ton per hektar menjadi 5 ton per hektar atau kurang dari rata-rata produktivitas sawah di Kabupaten Mojokerto 10 tahun terakhir yaitu sebesar 6,2 ton per Ha (BPS Provinsi Jawa Timur, 2023).

Hasil analisis tanah yang dilakukan menunjukkan bahwa selain rendahnya kadar C, N, dan Mg organik, rata-rata pH tanah adalah  $5,57 \pm 0,02$  (asam) dan kandungan Fe total adalah 4,208 ppm (Lab. Agroteknologi UMSIDA, 2023). Sifat kimia tanah tersebut menimbulkan gangguan pada tanaman padi sawah, ditandai dengan gejala klorosis pada beberapa daun akibat keracunan Fe. Tanaman juga rentan terhadap serangan patogen, termasuk serangan patogen penyebab nekrosis daun. Akumulasi gangguan tersebut menyebabkan penurunan produksi tanaman sebesar dalam tiga musim tanam.

Untuk memulihkan ketahanan lingkungan, menerapkan pertanian organik dan pengelolaan tanah terpadu saja tidak cukup, karena pada kenyataannya ketergantungan petani terhadap bahan kimia masih tinggi. Pemanfaatan dan penerapan permakultur merupakan jawaban atas kenyataan bahwa dalam konsepnya kegiatan usaha pertanian meniru pola dan hubungan fungsional seluruh komponen yang saling berinteraksi (Krebs & Bach, 2018), sehingga keberlanjutan produksi dapat terjamin. Sedangkan bagian dari penerapan permakultur pada tahun adalah memanfaatkan peran agen hayati yang potensial untuk memulihkan kesuburan tanah dan lahan.

Pendekatan penyelesaian permasalahan kesuburan lahan pertanian di desa ini tidak bisa hanya mengandalkan penggunaan pupuk kimia. Penggantian pupuk kimia dengan pupuk organik tidak dapat menyelesaikan masalah bahkan memperburuk kesehatan dan kapasitas produktif tanaman. Remediasi Fe logam dan peningkatan toleransi

tanaman merupakan upaya yang berpotensi untuk dilaksanakan. Remediasi area yang menggunakan bahan remediasi biologis memakan waktu dan tidak menjamin detoksifikasi yang efektif. Kegiatan ini harus dibarengi dengan upaya yang dapat meningkatkan kemampuan tanaman dalam mengatasi cekaman logam Fe dan menginduksi aktivitas mikroba asli yang bermanfaat di dalam tanah.

Salah satu mikroba potensial yang dapat dimanfaatkan untuk mengembalikan daya dukung lahan pertanian adalah jamur *Trichoderma*. Biasa digunakan sebagai pupuk, *Trichoderma* juga dapat digunakan dalam bentuk aplikasi biopestisida, disemprotkan pada tajuk tanaman untuk melindunginya dari patogen dan hama. Penerapan agens hayati *Trichoderma* sebagai pupuk hayati melalui pengolahan tanah terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman yang biasa digunakan sebagai tanaman padi seperti kedelai (Miftahurrohmat & Sutarman, 2020; Sutarman et al., 2021; Sutarman, Miftahurrohmat, et al., 2022), serta berbagai tanaman hortikultura (Sentosa et al., 2021; Sutarman, 2020). Selain itu, berbagai *Trichoderma* juga dapat digunakan sebagai biopestisida yang efektif mengendalikan berbagai penyakit seperti layu *Fusarium* dan antraknosa pada cabai (Farihadina & Sutarman, 2022; Sutarman, Setiorini, et al., 2022) dan busuk batang diplodia pada jeruk (Silvia & Sutarman, 2021).

Jamur ini juga dapat dimanfaatkan dalam kegiatan penanaman tanaman yang bertujuan memulihkan kualitas tanah dalam skala besar dan melestarikan sumber daya lingkungan pertanian. Oleh karena itu, penggunaan agen hayati *Trichoderma* mempunyai *multi player effect* untuk meningkatkan kualitas lahan, yang bermanfaat baik bagi lingkungan maupun untuk produksi tanaman dan tujuan ekonomi.

Pendekatan yang dapat diterapkan ialah melalui isolasi agen hayati dari *Trichoderma*, pemanfaatan limbah pertanian sebagai bahan pembawa formulasi agen hayati seperti pupuk hayati dan biopestisida, serta sumber daya manusia yang mempunyai keterampilan, pengetahuan, dan kapabilitas dalam menggunakan agen hayati dari

*Trichoderma*. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kesuburan tanah dan melindungi kesehatan dan produktivitas tanaman.

Saat ini, pemahaman petani dan mitra terhadap materi terkait agen hayati, jamur dan pemanfaatannya sebagai pupuk hayati dan biopestisida, pengelolaan kesuburan tanah dan *integrated soil system* (ISM), serta konservasi sumber daya lahan relatif rendah. Untuk itu perlu adanya penyediaan materi pelatihan dan kegiatan pelatihan terhadap seluruh materi tersebut.

Tujuan evaluasi capaian pelatihan materi pemulihan kesuburan tanah dan lahan ini adalah mendapatkan informasi tingkat penguasaan untuk memastikan kesiapan mitra untuk mengimplementasikan agen hayati *Trichoderma* bagi upaya memulihkan kesuburan lahan kegiatan dan konservasi lahan sebagai daya dukung produksi pertanian. Disamping itu, manfaat informasi capaian pelatihan ini akan digunakan dalam perencanaan dan penyediaan sumberdaya manusia untuk mendukung pelaksanaan pemulihan lahan sekaligus menyiapkan ketersediaan pupuk hayati *Trichoderma* yang dapat dibuat sendiri oleh mitra.

## METODE

### Pendekatan Evaluasi

Pendekatan evaluasi capaian penguasaan materi pelatihan adalah menggunakan metode pelibatan masyarakat secara langsung dalam memberi pemahaman dan umpan balik atas materi dengan menggunakan meliputi (i) metode persuasif dengan mengajak masyarakat atau mitra agar mampu menyerap materi beserta tujuannya, (ii) metode edukatif dengan pendekatan pendidikan untuk memberikan pemahaman dan mendinamisasikan masyarakat terhadap suatu target atau tujuan yang diharapkan, (iii) metode partisipatif dengan berorientasi kepada upaya peningkatan peran serta masyarakat dalam implementasi materinya.

### Materi Pelatihan dan Target Capaian

Materi pelatihan yang disediakan dan target capaian penguasaan materinya adalah sebagai berikut:

- A. Pelatihan pengenalan dan pemanfaatan agen hayati, dengan target penguasaan:
  1. Bisa mendefinisikan agen hayati
  2. Bisa menjelaskan manfaat
  3. Bisa menjelaskan latar belakang pemanfaatan
  4. Mampu memberikan masukan terkait pemanfaatan agen hayati
- B. Pemanfaatan jamur agen hayati sebagai pupuk hayati (biofertilizer) dan biopestisida, dengan target penguasaan:
  1. Mampu menjelaskan bahan aktif pupuk
  2. Mampu menjelaskan arti dan pemahaman pupuk hayati
  3. Mampu menjelaskan arti dan pemahaman biopestisida
  4. Mampu menjelaskan cara pembuatan dan formulasi
  5. Mampu menjelaskan aplikasinya
  6. Mampu memberikan umpan balik terkait pemanfaatan agen hayati
- C. Konservasi sumberdaya lahan pendukung pertanian, dengan target penguasaan:
  1. Mampu menjelaskan maksud konservasi sumberdaya alam
  2. Mampu menjelaskan konservasi (SDA) dan memberikan contoh
  3. Mampu menjelaskan manfaat konservasi
  4. Mampu memberikan tindakan nyata pelestarian SDA di lingkungan sendiri
  5. Mampu memberikan umpan balik terkait konservasi sumberdaya lahan pertanian
- D. Pengelolaan Kesuburan Tanah, dengan target penguasaan:
  1. Mampu menjelaskan kriteria tanah tidak subur
  2. Mampu mendeskripsikan tingkat kesuburan tanah-lahan pada penampilan/gejala tanaman
  3. Mampu menjelaskan penyebab tanah dan lahan pertanian tidak subur
  4. Mampu menjelaskan cara sederhana untuk meningkatkan kesuburan tanah dan lahan
  5. Mampu memberi masukan terkait kesuburan tanah
- E. Pengelolaan tanah secara terpadu, dengan target penguasaan:
  1. Mampu menjelaskan definisi “terpadu”
  2. Mampu menjelaskan yang dimaksud dengan memperbaiki kesuburan tanah
  3. Mampu menjelaskan yang dimaksud dengan pengelolaan kesuburan tanah
  4. Mampu memberikan contoh beberapa cara memulihkan kesuburan dan memadukannya
  5. Memberi masukan dan pandangan terkait pengelolaan kesuburan tanah secara terpadu (ISM).

### Peserta Pelatihan

Nama dan identitas peserta pelatihan merupakan kader dari masing-masing Mitra pada Tabel 1.

| No | Peserta       | Pendidikan | Asal                      |
|----|---------------|------------|---------------------------|
| 1  | Agus M. Salim | SMA        | Kelompok tani Kwedenwetan |
| 2  | Mulyono       | SMP        | Kelompok tani Kwedenwetan |
| 3  | Laman         | SMP        | Kelompok tani Kwedenkulon |
| 4  | Seno Suyono   | SD         | Kelompok tani Kwedenkulon |
| 5  | M. Agus Salim | SMA        | Kelompok tani Bungkem     |
| 6  | Riyono        | SMP        | Kelompok tani Bungkem     |
| 7  | Sabar         | SMA        | Kelompok tani Bungkem     |

**Tabel 1. Peserta pelatihan Teknologi produksi aplikasi pupuk hayati**  
(Sumber: Penulis, 2023)

### Evaluasi Pra-Pelatihan

Evaluasi atas penguasaan materi pelatihan dasar dilaksanakan sebelum pemberian materi. Hal ini dilakukan menggunakan metode wawancara partisipatif.

### Analisis Data

Data hasil evaluasi disusun dalam bentuk tabulasi dan ditentukan rata-rata level penguasaannya pada tiap materi dan tiap jenis mitra serta sajikan nilai rata-rata umum. Keberhasilan pelatihan ditunjukkan oleh peningkatan level penguasaan materi yang secara umum dikelompokkan sebagai: 0-30 (sangat kurang), >30-60 (kurang), >60-75 (cukup), >75-85 (Baik), dan >85-100 (Sangat baik).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelatihan dilakukan pada semua materi mulai dari pengenalan dan pemanfaatan agen hayati sebagai bahan aktif pupuk, pengelolaan kesuburan tanah secara terpadu, serta konservasi sumberdaya lahan penunjang pertanian baik di ruang (Gambar 1) maupun di lapang (Gambar 2).



**Gambar 1. Pelatihan di dalam ruang yang diintegrasikan dengan penyuluhan materi**  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)



**Gambar 2. Pelatihan di luar ruang yang diintegrasikan dengan penyuluhan materi**  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)

Untuk menjaga efektivitas pelatihan, maka saat pelatihan dilakukan di lapang, segera dilanjutkan dengan praktek yang diorientasikan pada pengolahan bahan dan pembuatan pupuk hayati di lapang seperti terlihat pada Gambar 3.



**Gambar 3. Praktek pembuatan pupuk hayati**

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)

Secara lengkap perubahan tingkat capaian penguasaan materi pelatihan sebelum dan sesudah pelaksanaan pelatihan diperlihatkan pada Tabel 2.

| Materi    | Waktu evaluasi | Nilai hasil evaluasi |
|-----------|----------------|----------------------|
| A         | X              | 35,7                 |
|           | Y              | 79,1                 |
| B         | X              | 27,1                 |
|           | Y              | 78                   |
| C         | X              | 32,9                 |
|           | Y              | 79,9                 |
| D         | X              | 27,9                 |
|           | Y              | 80,3                 |
| E         | X              | 32,9                 |
|           | Y              | 80,6                 |
| Rata-rata | X              | 31,3                 |
|           | Y              | 79,6                 |

**Tabel 2. Hasil evaluasi keberhasilan Program Pelatihan Teknologi Pupuk Hayati**  
(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Keterangan: A-E adalah materi pelatihan; x dan y adalah hasil evaluasi sebelum dan sesudah pelatihan

Hasil pelatihan menunjukkan adanya perubahan pemahaman atas materi pelatihan dari sebesar 31,3 (“kurang”) menjadi 79,6 (“baik”). Dengan demikian semua mitra siap untuk melaksanakan kegiatan implementasi bioteknologi bagi kebutuhan pemulihan kesuburan lahan dan pengelolaan tanah secara terpadu serta konservasi sumberdaya lahan berbasis pemanfaatan agen hayati.

Beberapa jawaban atas materi yang bersifat partisipatif dan di antaranya berupa masukan yang dirangkum dari para peserta adalah:

1. Terkait pengenalan dan pemanfaatan agen hayati (Materi A dan B); jawaban partisipatifnya:
  - a. Perlunya pemanfaatan agen hayati indigenus dari lahan pertanian desa Kwedenkembar;
  - b. Memproduksi biofertilizer dan biopestisida untuk mengganti pupuk dan pestisida kimia yang selama ini meracuni tanah lahan pertanian khususnya lahan sawah;
2. Terkait materi konservasi sumberdaya lahan pendukung pertanian (materi C), jawaban partisipatifnya:

- a. Mengembangkan penanaman kelapa dalam, jambu air, sukunirigasi, dan tanaman lain yang pernah tumbuh secara massif dan mencirikan vegetasi/tanaman asli desa;
  - b. Melakukan penanaman buah dan penghijauan pada lahan-lahan kosong seperti sepanjang saluran irigasi dan halaman rumah penduduk;
3. Terkait materi pengelolaan kesuburan tanah secara terpadu (materi D dan E); jawaban partisipatifnya:
- a. Perlu segera disiapkan upaya mengatasi cekaman logam besi bagi tanaman;
  - b. Kesiapan setidaknya satu mitra dan petani dari Gapoktan untuk mengalokasikan lahannya sebagai demplot bagi pengujian aplikasi formula agen hayati untuk pemulihan kesehatan dan kesuburan tanah;

Jawaban yang bersifat gagasan menunjukkan bahwa peserta pelatihan mampu mengembangkan penguasaan materi; dengan demikian capaian pembelajarannya dianggap telah memadai untuk dapat terjaminnya upaya pemulihan kesuburan tanah pada lahan pertanian di desa Kwedenkembar.

Kesiapan pengelolaan dan pemulihan kesuburan dan kesehatan tanah lahan pertanian diperkuat oleh kemampuan produksi oleh para kader Gapoktan yang nantinya akan menjamin ketersediaan bahan bagi tindakan pemulihan kesuburan tanah berupa pupuk hayati yang dapat diproduksi secara mandiri dengan bantuan Program Studi Agroteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo khususnya dalam pengadaan supensi propagule agen hayati bagi keperluan formulasi pupuk hayati di desa Kwedenkembar.



**Gambar 4. Dua prototipe pupuk hayati yang dihasilkan pasca pelatihan**  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)

Produk pupuk hayati yang dibuat oleh para kader Gapoktan di fase akhir pelatihan merupakan prototipe yang terdiri atas Bioferma A dan Bioferma B yang masing-masing menggunakan kotoran ayam dan kotoran sapi sebagai *carrier agent* (bahan pembawa) dan *inert agent* (bahan pengisi) seperti terlihat pada Gambar 4.

## SIMPULAN

Pelatihan yang diberikan dengan materi: pengenalan agen hayati, pemanfaatan agen hayati sebagai pupuk dan pestisida, konservasi sumberdaya alam penyangga pertanian, pengelolaan kesuburan tanah, dan *integrated soil management* telah dipahami oleh peserta anggota mitra dengan tingkat capaian penguasaan materi sebesar 77,0-79,6 masuk kategori “baik”. Mitra juga siap dalam menyediakan pupuk hayati *Trichoderma* yang akan digaplikasikan dalam rangka memulihkan kesehatan lahan yang ditunjukkan dengan kemampuan memproduksi prototipe produk biofertilizer.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktur Jenderal Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Riset dan Teknologi Kementerian Pendidikan Kebudayaan dan Riset dan Teknologi Republik Indonesia atas hibah Pemberdayaan Desa Binaan tahun anggaran 2023 (kontrak induk No. 071/E5/PG.02.00PM/2023 dan kontrak turunan No.: 024/SP2H/PKM/LL7/2023;

120.01/II.3.AU/14.00/C/PER/VII/2023), sehingga artikel ini dapat disusun sebagaimana mestinya.

## DAFTAR PUSTAKA

- USA, C., Barros, V., Mastrandrea, M., (USA, K., Abdrabo, M., Adger, W., Federation, Y., Anisimov, O., Arent, D., (Australia, J., (USA, V., (China, R., (USA/India, M., Cohen, S., (Germany/France, W., Dasgupta, P., Davidson, D., Denton, F., Doell, P., & Yohe, G. (2014). *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability – IPCC WGII AR5 summary for policymakers* (pp. 1–32).
- BPS Provinsi Jawa Timur. (2023) Produktivitas Padi Sawah Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur
- Farihadina, A. A., & Sutarman. (2022). Application of Biological Agents of *Trichoderma* and *Aspergillus* on Cayenne Chilli Plants in Endemic Land with *Fusarium Wilt*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1104(1), 12003. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1104/1/012003>
- Kantola, I. B., Masters, M. D., & DeLucia, E. H. (2017). Soil particulate organic matter increases under perennial bioenergy crop agriculture. *Soil Biology and Biochemistry*, 113, 184–191. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2017.05.023>
- Krebs, J., & Bach, S. (2018). Permaculture-scientific evidence of principles for the agroecological design of farming systems. *Sustainability (Switzerland)*, 10(9), 1–24. <https://doi.org/10.3390/su10093218>
- McArthur, J. W., & McCord, G. C. (2017). Fertilizing growth: Agricultural inputs and their effects in economic development. *Journal of Development Economics*, 127, 133–152. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2017.02.007>
- Miftahurrohmat, A., & Sutarman. (2020). Utilization of *trichoderma* sp. and

- Pseudomonas fluorescens* as biofertilizer in shade-resistant soybean. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 821(1), 12002.  
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/821/1/012002>
- Sentosa, F. B., Sutarman, & Nurmalasari, I. R. (2021). The Effect of Trichoderma and Onion Extract on the Success of Grafting in Mango Seedlings. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 819(1), 12008.  
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/819/1/012008>
- Shi, P., & Schulin, R. (2018). Erosion-induced losses of carbon, nitrogen, phosphorus and heavy metals from agricultural soils of contrasting organic matter management. *Science of The Total Environment*, 618, 210–218.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.060>
- Silvia, M., & Sutarman. (2021). Application of Trichoderma as an Alternative to the use of Sulfuric Acid Pesticides in the Control of Diplodia Disease on Pomelo Citrus. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 819(1), 12007.  
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/819/1/012007>
- Singh, A. (2018). Alternative management options for irrigation-induced salinization and waterlogging under different climatic conditions. *Ecological Indicators*, 90, 184–192.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.03.014>
- Sutarman, Miftahurrohmat, A., & Eko Prihatiningrum, A. (2022). Fungus Applications on Growth and Yield of Dena-1 Soybean Varieties. *E3S Web of Conferences*, 361, 1–8.  
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202236104019>
- 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. *Journal of Physics: Conference Series*, 1764(1), 12026.  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1764/1/012026>
- Sutarman, S. (2020). Growth response of red chilli plants to flowering phase against the application of Trichoderma and *Pseudomonas fluorescens* and P fertilizers. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 821, 12001.  
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/821/1/012001>
- 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. *International Journal of Environmental Science and Development*, 13(4), 131–137.  
<https://doi.org/10.18178/ijesd.2022.13.4.1383>
- Withers, P. J. A., Neal, C., Jarvie, H. P., & Doody, D. G. (2014). Agriculture and Eutrophication: Where Do We Go from Here? In *Sustainability* (Vol. 6, Issue 9, pp. 5853–5875).  
<https://doi.org/10.3390/su6095853>