

## PEMANFAATAN PUPUK ORGANIK SEBAGAI MITIGASI BENCANA KEKERINGAN DENGAN METODE DIVERSIFIKASI PERTANIAN PERIODE TAHUN 2020-2023 DI GROBOGAN JAWA TENGAH

Muhammad Dymas Aushaf Aqil Afriawan<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Lingkungan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Sebelas Maret

\*Email: Muhammaddymasaushaf@student.uns.ac.id

### ABSTRAK

Indonesia dikatakan sebagai negara agraris karena berlimpahnya simpanan kebutuhan pangan yang esensial di sektor pertanian. Sektor pertanian ini menjadi acuan dalam keberlangsungan hidup manusia saat ini hingga masa depan. Krisis bencana kekeringan ini terjadi di Grobogan, Jawa Tengah yang terjadi karena beberapa faktor salah satunya adalah faktor antropogenik yang berupa banyaknya petani dalam memproduksi dan memelihara lahan pertanian dengan menggunakan pupuk anorganik. Maka dari itu, diperlukan penelitian untuk membandingkan pupuk cair, mengidentifikasi faktor eksternal dan internal dari pertumbuhan tanaman, dan menganalisis efektivitas dari pupuk. Penelitian terbagi menjadi dua tahap waktu, yakni waktu inkubasi larutan dan waktu pengamatan pertumbuhan tanaman dengan menggunakan media tanam yang berupa *polybag*. Pupuk yang menjadi sumber pengamatan, yakni Pupuk Organik Cair, pupuk *eco enzyme*, dan pupuk *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terlihat bahwa dari ketiga pupuk tersebut memiliki faktor internal dan eksternal yang berpengaruh dalam masa pertumbuhan. Faktor internal dapat berupa hormon pertumbuhan Sedangkan faktor eksternal yang berpengaruh dalam pertumbuhan, yakni kondisi lingkungan (suhu, pH, kelembapan, cahaya matahari, dan tanah). Terlihat bahwa pupuk yang paling efektif untuk dimanfaatkan sebagai bahan mempercepat pertumbuhan tanaman adalah pupuk *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*.

**Kata kunci:** bencana kekeringan, diversifikasi pertanian, *eco enzyme*, *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR), Pupuk Organik Cair (POC)

## UTILIZATION OF ORGANIC FERTILIZERS AS DROUGHT DISASTER MITIGATION WITH AGRICULTURAL DIVERSIFICATION METHODS FOR THE PERIOD OF 2020-2023 IN GROBOGAN - CENTRAL JAVA

### ABSTRACT

Indonesia is said to be an agrarian country because of the abundant reserves of essential food needs in the agricultural sector. This agricultural sector is a reference in the survival of humans now and in the future. This drought crisis occurred in Grobogan, Central Java, which occurred due to several factors, one of which is the anthropogenic factor in the form of many farmers in producing and maintaining agricultural land using inorganic fertilizers. Therefore, research is needed to compare liquid fertilizers, identify external and internal factors of plant growth, and analyze the effectiveness of fertilizers. The research was carried out in two-time stages, namely the time of incubation of the solution and the time of observation of plant growth using planting media in the form of *polybags*. The fertilizers that are the source of observation are LOF (Liquid Organic Fertilizer), *eco enzyme* fertilizer, and PGPR fertilizer. Based on the research that has been conducted, the three fertilizers have internal and external factors that affect the growth period. Internal factors can be in the form of growth hormones, while external factors that affect growth, namely environmental conditions (temperature, pH, humidity, sunlight, and soil). The most effective fertilizer to be used as an ingredient to accelerate plant growth is PGPR fertilizer.

**Keywords:** agricultural diversification, drought disasters, *eco enzymes*, Liquid Organic Fertilizer (LOF), Plant Growth Promoting *Rhizobacteria* (PGPR)

## PERNYATAAN KUNCI

- *Granul Slow Release* merupakan suatu bentuk pupuk majemuk asam humat yang berasal dari pupuk pelepasan terkontrol baru dan berada pada akar pohon. *Granul Slow Release* berfungsi sebagai mitigasi dan cadangan senyawa Nitrogen yang diperlukan oleh perkembangan akar pohon. *Granul Slow Release* memiliki keuntungan, seperti mengurangi risiko pencemaran lingkungan, mudah diaplikasikan pada media tanam, dan menghasilkan nutrisi yang dapat membantu pertumbuhan pada tanaman.
- Sosialisasi merupakan metode yang digunakan dalam pemaparan presentasi dan tanya jawab dan pembuatan pupuk organik cair. Sosialisasi bertujuan untuk memberikan informasi kepada masyarakat terkait metode pengaplikasian pupuk organik cair hingga zat yang ada di dalam pupuk organik cair. Program sosialisasi diperlukan realisasi oleh masyarakat sebagai kegiatan penyuluhan dalam mendukung aksi meminimalisasi perubahan iklim
- Regulasi merupakan suatu usaha yang dilakukan oleh pemerintah dan *stakeholder*. Regulasi memiliki tujuan sebagai pengatur tata tertib dan peraturan di lingkup bermasyarakat dan lingkungan sebagai pencegahan dalam penyalahgunaan tindakan yang merugikan.

## REKOMENDASI KEBIJAKAN

Rekomendasi ditujukan untuk masyarakat, *stakeholder*, pemerintah, ahli lingkungan dan pertanian. Hal ini dapat berupa adanya inovasi pengembangan dan pengaplikasian konsep “*Granul Slow Release*”, sosialisasi pupuk organik, serta penguatan regulasi yang sudah ditetapkan oleh *stakeholder* dan pemerintah. Konsep “*Granul Slow Release*” digunakan untuk menjaga ketersediaan dari zat hara selama musim kering serta mengurangi adanya penguapan pada air tanah sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan air oleh tanaman. Sosialisasi pupuk organik dilakukan dengan memberikan metode pembuatan pupuk organik hingga pengaplikasian pada tanah pertanian yang berorientasi pada keberlangsungan lingkungan, sosial, dan ekonomi agar menjadikan keberlanjutan. Penguatan regulasi yang berasal dari pemerintah dan *stakeholder* dapat diupayakan

pemerataan dan meminimalisir tindak ketidakadilan pada dasar hukum yang berlaku.

## PENDAHULUAN

Indonesia dikatakan sebagai negara agraris karena berlimpahnya simpanan kebutuhan pangan yang esensial di sektor pertanian. Sektor pertanian ini menjadi acuan dalam keberlangsungan hidup manusia saat ini hingga masa depan. Namun, saat ini sektor pertanian di Indonesia tengah mengalami krisis bencana kekeringan yang memberikan dampak bagi lingkungan dan masyarakat. Krisis bencana kekeringan ini terjadi di Grobogan, Jawa Tengah yang terjadi karena beberapa faktor salah satunya adalah faktor antropogenik yang berupa banyaknya petani dalam memproduksi dan memelihara lahan pertanian dengan menggunakan pupuk anorganik.

Pada sistem produksi dan pemeliharaan lahan pertanian, petani di wilayah tersebut berpedoman pada luas lahan pertanian yang dapat dijadikan acuan dalam mempengaruhi peningkatan pendapatan jiwa. Luas lahan pertanian sebagai penunjang faktor ekonomi bagi petani setempat (Adriyani 2021; Kaswanto *et al.* 2021). Pada dasarnya, apabila luas lahan bertambah maka pendapatan petani mengalami peningkatan dan sebaliknya, apabila luas lahan yang digunakan sedikit maka jumlah padi yang dihasilkan akan berkurang dan pendapatan petani akan mengalami penurunan (Sayugyaningsih *et al.* 2022; Pradnyawati dan Wayan 2021). Hal ini menjadikan fokus utama pemerintah dan masyarakat sekitar untuk menangkal permasalahan yang dapat terjadi ke depannya.

Hal ini terjadi karena adanya peningkatan ketersediaan petani usia tua yang masih turut serta bekerja di wilayah pedesaan dan dapat terjadi dengan menerapkan nilai *socio-culture* antara hubungan sosial masyarakat dan lingkungan (Sjaf *et al.* 2021; Sudrajat *et al.* 2020; Arifin *et al.* 2009). Selain nilai *socio-culture*, nilai *economy* juga diperlukan dalam pemanfaatan pupuk organik bagi petani di wilayah Grobogan dengan menerapkan konsep diversifikasi pertanian. Diversifikasi pertanian digunakan sebagai pedoman untuk mendapatkan penghasilan atau mata pencaharian berbeda dalam menanggulangi kerentanan ekonomi masyarakat (Sisay 2024; Kaswanto *et al.* 2017). Pengelolaan hasil pertanian dapat dikembangkan menjadi suatu produk pupuk organik dengan menerapkan

sumber daya alam dan limbah peternakan maupun pertanian yang ada (Sidiq *et al.* 2021; Shaffitri *et al.* 2016). Selain itu, pupuk organik dimanfaatkan sebagai alternatif konsumsi pada pupuk anorganik dan menciptakan *green agriculture* (Indriana dan Akbar 2024; Sulastri *et al.* 2023).

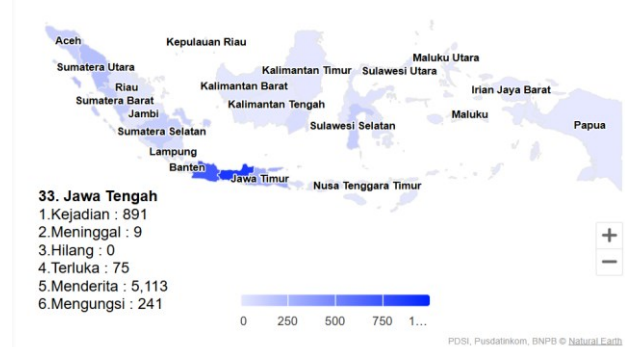
*Green agriculture* diciptakan untuk meningkatkan laju diversifikasi pertanian yang dimanfaatkan oleh aktivitas petani dengan menerapkan pupuk organik. Pupuk organik ini memiliki manfaat yang berguna untuk peningkatan nutrisi tanah, pengatur laju pertumbuhan pada tanaman, serta peningkatan kualitas keanekaragaman hayati pada spesies tanaman (Kakar *et al.* 2020). Pupuk organik terdiri dari dua jenis, yakni pupuk organik padat dan pupuk organik cair. Pupuk organik jenis cair terbentuk oleh substrat jamur dengan peningkatan miselium yang disebabkan dari proses pirolisis *biochar* (Huang *et al.* 2022). Pupuk organik jenis cair terbagi menjadi tiga bentuk yang dapat diimplementasikan, seperti pupuk organik cair (POC), pupuk *eco enzyme*, dan pupuk *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR)

Sumber POC berasal dari sisa kotoran hewan yang difermentasi dan memiliki kandungan yang tinggi sehingga bermanfaat bagi tanaman, seperti senyawa C-organik, zat hara makro dan mikro (Dahlianah dan Novianti 2020). Pupuk *eco enzyme* berasal dari limbah sisa rumah tangga yang berupa sisa sampah sayuran atau buah-buahan dengan menggunakan molase sebagai bahan untuk fermentasi cairan pupuknya (Rangkuti *et al.* 2022). Sedangkan pupuk PGPR merupakan pupuk dengan komposisi bakteri aktif yang terdapat pada isolatnya dengan fungsi untuk penyuburan akar tanaman yang berasal pada hasil inokulasi sumber akar tanaman lain, seperti rumput teki, akar bambu, serta putri malu (Khasanah *et al.* 2021). Dengan demikian diperlukan suatu usaha bersama antara masyarakat, petani, pengusaha, serta pemangku kebijakan agar berjalan dengan lancar dan dapat berkelanjutan. Maka dari itu, diperlukan penelitian untuk membandingkan pupuk organik jenis cair (*liquid*), mengidentifikasi faktor eksternal dan internal dari pertumbuhan tanaman, dan menganalisis efektivitas dari pupuk.

## SITUASI TERKINI

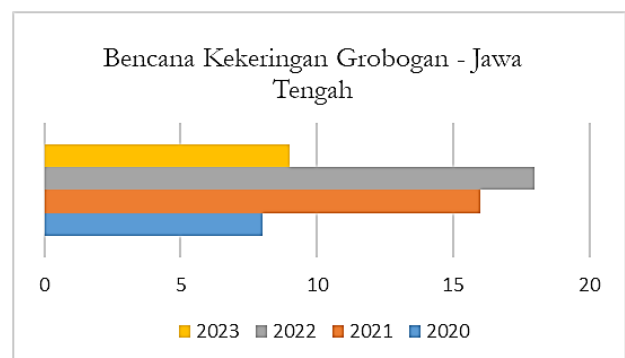
Kekeringan ini hampir tersebar di seluruh Indonesia, tetapi bencana ini sangat terjadi di wilayah Jawa Tengah, Indonesia. Disajikan dari

BNPB (2024), total kejadian bencana kekeringan di Jawa Tengah sebanyak 891 menjadi sumber bencana terbanyak di Indonesia (Gambar 1).



Gambar 1. Kekeringan Jawa Tengah, Indonesia

Berdasarkan data pada Gambar 2 dikatakan bahwa kekeringan di Grobogan, Jawa Tengah disebabkan oleh banyak kejadian. Kejadian itu berdampak pada minimnya hasil pangan dan pendapatan masyarakat setempat. Pemicu terjadinya kekeringan juga dapat berasal dari sistem pengairan untuk irigasi pertanian. Sistem irigasi pengairan ini tidak mengalirkan air saat musim kemarau dengan hasil pengairan yang mati sehingga mengakibatkan terjadinya kekeringan yang berkepanjangan (Bondansari *et al.* 2024; Hastanti dan Purwanto 2020). Kekeringan juga terjadi karena adanya krisis air bersih yang dimana masyarakat setempat tidak mampu mengendalikan sumur air yang sudah kering. Selain itu, adanya gagal panen yang disebabkan karena petani setempat masih menggunakan pupuk anorganik sebagai sumber alokasi penanaman.



Gambar 2. Data Bencana Kekeringan di Grobogan

## METODE PENELITIAN

### Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan menjadi dua tahap waktu, yakni waktu inkubasi larutan dan waktu pengamatan pertumbuhan tanaman dengan

menggunakan media tanam yang berupa *polybag*. Waktu inkubasi larutan POC dilakukan selama 3 hari dan pupuk *eco-enzyme* serta pupuk PGPR dilakukan selama 4 hari. Sedangkan pengamatan tumbuhan dilakukan selama 21 hari. Pada pengamatan pertumbuhan tumbuhan dengan pemberian POC dilakukan pada tanggal 29 Maret–12 April 2024, pemberian pupuk *eco enzyme* dilakukan pada tanggal 7–21 Mei 2024, dan pemberian pupuk PGPR dilakukan pada tanggal 28 Mei–11 Juni 2024.

#### Alat dan Bahan

Siapkan 3 botol berukuran 1 liter untuk pengaplikasian pupuk POC sebanyak 10 ml yang telah dicampurkan dengan 100 ml air, pengaplikasian pupuk *eco enzyme* menggunakan 100 ml botol (disarankan botol semprotan) dengan pelarutan 1 liter air, dan pengaplikasian pupuk PGPR 5 ml ke dalam 1 liter air. Sedangkan bahan yang digunakan adalah biji kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) dan tanah.

#### Cara Pembuatan Pupuk

##### a. Pupuk Organik Cair (POC)

1. Melakukan fermentasi bekas cucian beras selama 1-3 hari dengan jumlah air sebesar 1 liter.
2. Sediakan nasi yang sudah berjamur dengan adanya tanda berwarna kuning, hijau, atau kehitaman.
3. Remas nasi hingga mengalami perubahan bentuk menjadi lunak dan hancur.
4. Setelah dihancurkan, masukkan nasi ke dalam wadah atau gelas takaran.
5. Campurkan sisa air bekas cucian beras dengan nasi hasil fermentasi yang sudah dihancurkan dan berikan EM4 sebanyak 1 tutup botol.
6. Tutup hingga rapat dan kocok larutan hingga tercampur rata.
7. Simpan larutan selama 7 hari dan hindari adanya sinar matahari agar tidak mengalami ledakkan. Saat penyimpanan, buka tutup botol secara perlahan untuk menghindari ledakkan.
8. Pupuk Organik Cair (POC) siap digunakan dengan mencampurkan 100ml air setiap 10ml POC.

##### b. Pupuk *Eco enzyme*

1. Siapkan botol plastik, sisa buah-buahan atau sayuran, air, dan molase. Perbandingan bahan, yakni (1 liter molase: 3 kilogram sisa buah atau sayur: 10 liter air).

2. Sisa buah-buahan atau sayuran dipotong menjadi irisan-irisan kecil supaya proses fermentasi tidak terlalu lama.
3. Masukkan potongan sisa buah-buahan atau sayuran dan molase ke dalam botol plastik dan tambahkan 10 liter air.
4. Botol ditutup dengan rapat dengan melubangi berukuran kecil pada tutup botol agar tersedianya udara yang masuk.
5. Letakkan campuran *eco-enzyme* pada tempat atau ruangan yang sejuk dan terhindar dari sinar matahari langsung.
6. Tunggu hingga proses fermentasi berlangsung selama 2-3 bulan.
7. Setelah fermentasi selesai, saring cairan dan pupuk *eco enzyme* siap digunakan.

##### c. Pupuk PGPR

###### a) Pembuatan inokulan

1. Akar tanaman dicacah kemudian dimasukkan ke dalam botol air mineral berukuran 1,5 liter.
2. Tambahkan air hingga botol air mineral penuh.
3. Larutan diinkubasi selama 24-72 jam (disarankan 2 hari) dengan masa inkubasi dilakukan pembukaan tutup botol secara berkala untuk mengeluarkan gas di dalam botol.
4. Tutup kembali tutup botol dengan rapat.

###### b) Pembuatan Formulasi Cair PGPR

1. Terasi, gula, dedak, kapur sirih, dan air 1,5 liter dicampurkan ke dalam panci kemudian dimasak hingga mendidih.
2. Apabila sudah mendidih, diamkan larutan hingga dingin lalu disaring.
3. Tambahkan air sebanyak 1,5 liter dan inokulan yang sudah disaring sebanyak 1 gelas (200 ml), lalu aduk larutan hingga merata.
4. Formulasi cair dimasukkan ke dalam 2 botol 1,5 liter.
5. Inkubasikan larutan formulasi selama 15 hari.

#### Pengaplikasian Pupuk POC, Pupuk *Eco enzyme*, dan Pupuk PGPR

1. Kacang merah yang sudah mengalami perkecambahan selama 10 hari dipindahkan ke dalam *polybag* yang berisikan tanah.
2. *Polybag* diisi 6 biji kacang merah yang sudah berkecambah dan diberi jarak antar tanaman.

3. POC diaplikasikan pada 10 ml botol dengan dicampurkan air sebanyak 100 ml, *eco enzyme* dengan dicampurkan 1 liter air pada botol semprotan sebanyak 100 ml, dan PGPR diaplikasikan sebanyak 5 mL ke dalam 1 liter air untuk penyiraman (penyiraman sebanyak 1 liter dapat digunakan untuk 2-3 hari).
4. Penyiraman pupuk dilakukan selama 1 hari dalam seminggu untuk pupuk POC. Sedangkan penyiraman dilakukan 2-3 hari sekali untuk pupuk *eco enzyme* dan PGPR.
5. Pertumbuhan tanaman diamati dan dicatat.

### Hasil Karakteristik Pupuk Organik

Pada inkubasi hari ke-1 menghasilkan aroma air cucian beras yang telah difermentasi dengan bersifat asam. Saat inkubasi hari ke-1 masih belum muncul mikroorganisme jamur dan tidak memiliki kadar gas. Hal ini dikarenakan belum ada proses fermentasi dari mikroorganisme di dalam larutan pupuk POC.

Pada inkubasi hari ke-4, pupuk POC menghasilkan aroma fermentasi yang seperti aroma tapai. Hal ini merupakan permulaan dari fermentasi yang sudah timbul mikroorganisme. Pada permulaan ini menghasilkan jamur yang ditandai dengan bercak yang masih tampak sedikit di permukaan serta menyebabkan timbulnya gas yang berkadar sedang. Keberadaan mikroorganisme jamur dan timbunan gas ini dapat dipengaruhi oleh kadar pH. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Laurent *et al.* 2020), peranan pH pada saat inkubasi menuai tingkatan kesuburan pada tanah yang diakibatkan oleh adanya kandungan zat Cu dan Zn secara bersamaan.

Masa inkubasi terakhir dilakukan pada hari ke-7 dengan menghasilkan aroma pupuk yang berbau manis. Hal ini dapat diakibatkan oleh adanya kandungan senyawa glukosa yang menumbuhkan aroma berlebih. Inkubasi ini menimbulkan efek yang berupa bercak yang berjumlah banyak dan menghasilkan gas yang sangat banyak. Hasil dapat dilihat pada Tabel 1.

Inkubasi hari ke-1 menghasilkan bau fermentasi yang kurang menyengat dan larutan *eco enzyme* berwarna kecoklatan. Saat inkubasi hari ke-1 ini belum terdapat hasil yang signifikan pada fermentasinya. Hal ini dikarenakan sisa limbah buah atau sayuran belum mengalami dekomposisi. Selain itu, gula molase juga belum larut dengan semestinya dan masih berwarna coklat seperti

awal mula serta belum terdapat gas hasil fermentasi.

Tabel 1. Karakteristik Pupuk POC

Waktu Inkubasi	Karakteristik		
	Hari ke-	Aroma	Keberadaan Jamur Gas
1 (5 Maret 2024)		Aroma air cucian beras yang telah difermentasi (asam)	- (tidak ada)
4 (8 Maret 2024)		Fermentasi (seperti tapai)	++ (gas sedang)
7 (11 Maret 2024)		Aroma sangat manis	+++ (gas banyak)

Inkubasi hari ke-3 menghasilkan bau fermentasi awal dan berwarna coklat tua. Proses fermentasi pada hari ke-3 ini merupakan awal mula prosesnya dekomposisi bahan-bahan organik yang berupa sisa limbah buah atau sayuran. Selain itu, pertumbuhan mikroba saat fermentasi hari ke-3 masih sangat tinggi. Penelitian serupa telah dilakukan oleh (Rukmini dan Herawati, 2023), saat fermentasi mikroba-mikroba mengaktivasi enzim sehingga menimbulkan gas CO<sub>2</sub> dan alkohol.

Inkubasi hari ke-5 menghasilkan bau fermentasi yang menyengat dan berwarna coklat tua sangat pekat. Pada inkubasi ini, fermentasi sudah memasuki minggu ke-4 yang menghasilkan proses fermentasi yang mencapai puncak. Hal ini dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Kondisi lingkungan yang berupa kelembaban tanah ini berasal dari pergerakan dan pertumbuhan mikroba yang mengalami pengomposan aerobik dengan naiknya air di dalam larutan (Santosa *et al.* 2023). Dengan demikian, larutan fermentasi hari ke-5 menghasilkan gas yang mudah meledak ketika tutup botol dibuka.

Inkubasi hari ke-8 menghasilkan bau fermentasi yang sangat menyengat dan berwarna coklat tua sangat pekat. Inkubasi ini menghasilkan pertumbuhan mikroorganisme yang sudah mencapai puncak. Sedangkan karakteristik pada hasil warna yang mengalami perubahan

disebabkan karena dekomposisi bahan organik yang sudah tersebar dengan intensif. Hasil dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik *Eco Enzyme*

Waktu Inkubasi	Karakteristik	
Hari Ke-	Bau	Warna
1 (29 Februari 2024)	+ (fermentasi kurang menyengat)	+ (kecoklatan)
3 (15 Maret 2024)	++ (fermentasi awal)	++ (coklat tua)
5 (1 April 2024)	++++ (fermentasi menyengat)	++++ (coklat tua sangat pekat)
8 (17 April 2024)	++++ (fermentasi sangat menyengat)	++++ (coklat tua sangat pekat)

Pada inkubasi hari ke-1, dilakukan pengamatan pada tanggal 7 Mei 2024. Inkubasi awal ini menghasilkan bau yang berupa aroma terasi dan tanah serta larutan berwarna coklat. Hal ini disebabkan karena inkubasi awal masih tahapan proses yang baru terjadi dari bahan-bahan pembuatan, seperti dedak, terasi, kapur sirih, dan gula pasir yang belum larut dengan rata di larutan tersebut. Sehingga masih belum adanya mikroorganisme yang hidup di dalam larutan yang disebabkan karena campuran masih baru dan proses penguraian belum terjadi sempurna. Maka dari itu, pengamatan inkubasi hari ke-1 masih belum terjadi pengaruh yang signifikan pada larutan pupuknya.

Pada inkubasi hari ke-5 dilakukan pengamatan pada tanggal 11 Mei 2024. Pada inkubasi ini menghasilkan hasil yang berupa bau yang kurang menyengat dan berwarna coklat muda. Hal ini menunjukkan bahwa bau yang kurang menyengat ini terindikasi adanya permulaan fermentasi mikroorganisme kondisi anaerob. Selain itu, faktor suhu dan kelembaban mempengaruhi keadaan bau pada larutan yang lebih ringan dan kurang menyengat. Larutan menghasilkan warna coklat muda yang menandakan bahwa sudah mengalami dekomposisi organik dengan bahan baku yang sudah terurai.

Pada inkubasi hari ke-10 dilakukan pengamatan pada tanggal 16 Mei 2024. Pada inkubasi ini menghasilkan hasil yang berupa bau fermentasi menyengat dan berwarna oranye. Hal ini menunjukkan bahwa bau fermentasi menyengat dihasilkan dari keberlangsungan fermentasi pada larutan menimbulkan senyawa volatil yang tajam, munculnya bakteri yang aktif dan sangat kuat, dan suhu yang tinggi. Pada suhu ini menyebabkan kondisi lingkungan larutan menimbulkan banyak gas. Gas ini sangat berpengaruh pada lingkungan yang menggembung dan dapat meledak apabila botol tidak dibuka. Maka dari itu tutup botol dibuka sebanyak dua kali, yakni pagi dan sore hari agar tidak mengalami ledakkan dan ditutup kembali selama 5 detik kembali. Warna oranye menandakan bahwa adanya kandungan pigmen dan bahan organik yang berupa karotenoid dalam sisa bahan akar tanaman sebelum diolah.

Pada inkubasi hari ke-15 dilakukan pengamatan pada tanggal 21 Mei 2024. Pada inkubasi ini menghasilkan hasil yang berupa fermentasi yang sangat menyengat dan berwarna kuning. Inkubasi ini menandakan bahwa bau seperti fermentasi pada tapai dengan adanya gas serta warna kuning menandakan proses fermentasi sudah selesai dengan terlihatnya endapan padatan tersuspensi hasil fermentasi di bagian bawah larutan. Apabila semakin lama proses inkubasi pupuk PGPR, maka mikroorganisme *Rhizobacteria* semakin mempercepat laju pertumbuhan tanaman. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Mazumdar *et al.* 2020), bahwa mikroorganisme *Rhizobacteria* dapat mempercepat pertumbuhan tanaman yang disebabkan oleh adanya peningkatan pada efisiensi kadar Nitrogen sehingga dapat menjadikannya tanah lebih tumbuh efektif dan optimal. Hasil karakteristik PGPR dapat dilihat pada Tabel 3.

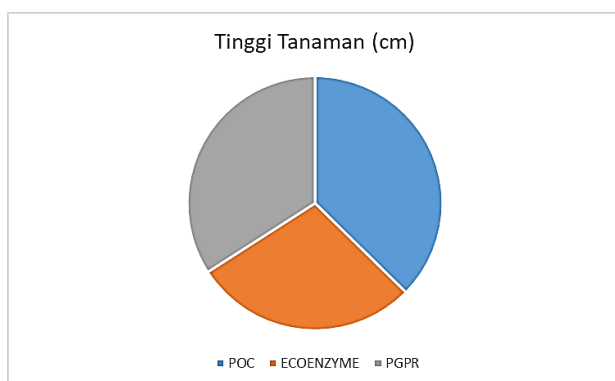
Berdasarkan perbedaan karakteristik dari ketiga pupuk yang diperuntukkan pengamatan pada tanaman kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) sebagai bentuk pemanfaatan pupuk organik agar lebih efektif digunakan pada mitigasi bencana kekeringan. Maka dari itu, diperlukan langkah perbandingan ketiga pupuk tersebut dengan menggunakan tiga parameter pengamatan, yakni tinggi tanaman, jumlah daun, dan panjang daun.

Tabel 3. Karakteristik PGPR

Waktu Inkubasi Hari Ke-	Karakteristik	
	Bau	Warna
1 (7 Mei 2024)	+ (aroma terasi dan tanah)	++++ (coklat)
5 (11 Mei 2024)	++ (fermentasi kurang menyengat)	+++ (coklat muda)
10 (16 Mei 2024)	+++ (fermentasi menyengat)	++ (oranye)
15 (21 Mei 2024)	++++ (fermentasi sangat menyengat)	+ (kuning)

### Tinggi Tanaman

Berikut adalah hasil perbandingan tinggi tanaman dengan pemberian ketiga pupuk POC, *eco enzyme*, dan PGPR. Pupuk POC menghasilkan sebesar 37% atau setara dengan 37 cm untuk laju pertumbuhan tinggi tanaman dalam waktu 3 minggu pengamatan. Pupuk *eco enzyme* sebesar 29% atau setara dengan 29 cm untuk laju pertumbuhan tinggi tanaman dalam waktu 3 minggu pengamatan. Sedangkan pupuk PGPR sebesar 34% atau setara dengan 34 cm untuk laju pertumbuhan tinggi tanaman dalam waktu 3 minggu pengamatan. Hasil dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tinggi Tanaman Berdasarkan 3 Pupuk

Berdasarkan pengamatan dengan pemberian tiga pupuk yang berbeda, terlihat bahwa pupuk POC yang paling berpengaruh pada tinggi tanaman. Pengaruh ini terjadi karena pemberian pupuk POC menggunakan bahan sisa air bekas cucian beras. Sisa air bekas cucian beras sangat bermanfaat pada pertumbuhan tinggi

tanaman karena disebabkan oleh adanya jumlah zat hara pada vegetasi serta berfungsi sebagai metabolisme vegetasi (Ramadhani 2020). Selain itu, sisa air cucian beras memberikan respons pada tanah ketika diaplikasikan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Chew *et al.* (2020), bahwa respons yang diberikan ialah percepatan laju tumbuh pada tinggi tanaman karena tersedianya makromolekul hasil dari air cucian beras yang berupa asam humat dan polifenol.

Laju pertumbuhan tinggi tanaman dapat berasal dari fermentasi yang dipengaruhi oleh faktor suhu dan *effective microorganism-4* (EM4). Penelitian ini telah dibuktikan oleh (Setyawati *et al.* 2022), bahwa suhu yang optimal bagi mikroorganisme, yaitu 25-55 °C yang bertujuan dalam perkembangbiakan mikroorganisme agar mempercepat proses fermentasi bagi tanaman. Selain itu, EM4 mempengaruhi laju pertumbuhan tinggi tanaman karena kandungan yang terdapat didalamnya berupa bakteri fermentasi dari genus *Lactobacillus*, jamur fermentasi, bakteri fotosintetik Actinomycetes, bakteri pelarut fosfat, serta *yeast* (ragi). Pertumbuhan tinggi tanaman dipengaruhi juga oleh keberadaan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) yang berupa Giberelin. Hal ini telah dilakukan oleh (Rifanto dan Syaban 2023), bahwa giberelin merupakan suatu jenis ZPT yang berupa hormon pada tumbuhan yang berguna untuk merangsang tumbuhnya tinggi tanaman kacang merah. Selain itu, giberelin berfungsi untuk membantu fotosintesis bagi tanaman agar semakin optimal.

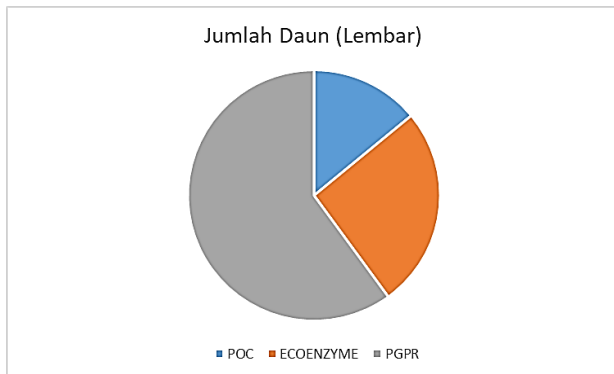
### Jumlah Daun

Berikut adalah hasil perbandingan jumlah daun dengan pemberian ketiga pupuk POC, *eco enzyme*, dan PGPR. POC menghasilkan sebesar 14% atau setara dengan 2 lembar daun selama masa pertumbuhan dalam tiga minggu pengamatan. Pupuk *eco enzyme* sebesar 26% atau setara dengan 4 lembar daun selama masa pertumbuhan dalam tiga minggu pengamatan. Pupuk PGPR sebesar 60% atau setara dengan 10 lembar daun selama masa pertumbuhan dalam tiga minggu pengamatan. Hasil dapat dilihat pada Gambar 4.

Berdasarkan pengamatan dengan pemberian tiga pupuk yang berbeda, terlihat bahwa pupuk PGPR yang paling berpengaruh pada pertumbuhan jumlah daun. Pertumbuhan jumlah daun dipengaruhi oleh adanya hormon pertumbuhan, yakni hormon auksin dan hormon sitokinin. Menurut penelitian yang dilakukan oleh



(Saputri *et al.* 2022), hormon sitokinin mampu mengatur laju pertumbuhan tanaman terutama pada jumlah daun. Hormon sitokinin bekerja pada asam nukleat yang dimana digunakan sebagai sintesis enzim dan pembelahan sel hingga radikula mampu mendorong endosperm. Selain itu, hormon sitokinin menjadi tanda yang baik bagi pertumbuhan jumlah daun tanaman karena berfungsi untuk meningkatkan daya tumbuh klorofil sebagai anti-aging dari daun (Indriana *et al.* 2020).



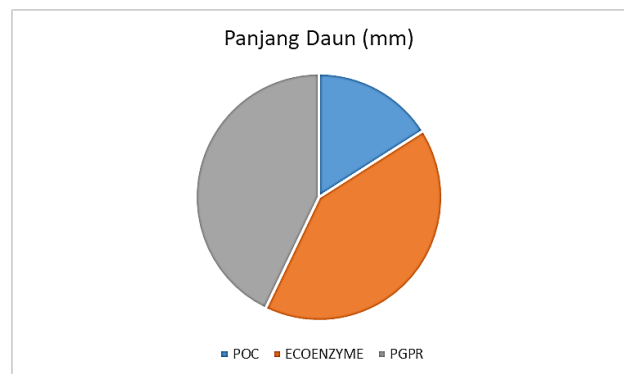
Gambar 4. Jumlah Daun Berdasarkan 3 Pupuk

Sedangkan hormon auksin dapat berfungsi sebagai proses pertumbuhan dan perkembangan bagi tanaman (Wang *et al.* 2022). Hormon ini tampak memberikan efek pada pertumbuhan jumlah daun kacang merah. Selain itu, hormon auksin timbul karena adanya perubahan tingkat sel dengan transferisasi sel ke sel melalui transport lokal polar (Tessi *et al.* 2021). Selain hormon auksin, pertumbuhan jumlah daun dipengaruhi makronutrien dan mikronutrien. Makronutrien berupa unsur N, P, dan K sedangkan mikronutrien berupa Fe, Mn, Cu, dan Zn. Hal ini berfungsi sebagai formulasi dari pupuk untuk membantu ketersediaan dan penyerapan bagi pertumbuhan tanaman (Singh *et al.* 2023).

### Panjang Daun

Berikut adalah hasil perbandingan dengan pemberian ketiga pupuk. Pupuk Organik Cair (POC) menghasilkan sebesar 16% atau setara dengan panjang daun sebesar 19,9 mm pada masa pertumbuhan selama tiga minggu pengamatan. Pupuk *eco enzyme* sebesar 41% atau setara dengan panjang daun sebesar 51,2 mm pada masa pertumbuhan selama tiga minggu pengamatan. Pupuk PGPR sebesar 43% atau setara dengan 53,3 mm pada masa pertumbuhan selama tiga minggu pengamatan (Gambar 5).

Berdasarkan pengamatan dengan pemberian tiga pupuk yang berbeda, terlihat bahwa pupuk PGPR yang paling berpengaruh pada pertumbuhan panjang daun. Pertumbuhan panjang daun dipengaruhi oleh adanya unsur nitrogen yang terkandung dalam pupuk. Hasil serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh (Ayuningtyas *et al.* 2021). Kandungan ini dapat menjadikan ukuran sel tumbuhan menjadi besar. Hal ini terjadi karena unsur nitrogen ialah unsur fundamental bagi tumbuhan yang terdiri sebagai penyusun protein dan enzim. Sehingga adanya unsur nitrogen ini dapat memperpanjang daun.



Gambar 5. Panjang Daun Berdasarkan 3 Pupuk

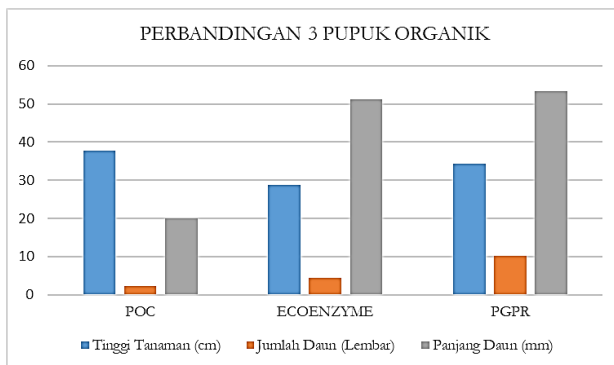
### Pembahasan

Berikut adalah hasil perbandingan rata-rata dari ketiga pupuk POC, *eco enzyme*, dan PGPR yang digunakan untuk melihat efektivitas untuk pengaplikasian pupuk dalam menangani permasalahan kekeringan di Grobogan, Jawa Tengah. Rata-rata tinggi tanaman dengan pemberian POC menghasilkan tinggi tanaman sebesar 37 cm, jumlah daun sebanyak 2 lembar, dan panjang daun sebesar 19 mm. Pemberian pupuk *eco enzyme* menghasilkan tinggi tanaman sebesar 28 cm, jumlah daun sebanyak 4 lembar, dan panjang daun sebesar 51 mm. Sedangkan pada pemberian pupuk PGPR menghasilkan tinggi sebesar 34 cm, jumlah daun sebanyak 10 lembar, dan panjang daun sebesar 53 mm. Hasil dapat dilihat pada Gambar 6.

Pertumbuhan tanaman dengan menggunakan pupuk *eco enzyme* menyebabkan pertumbuhan jumlah daun dan panjang daun yang lebih baik daripada pertumbuhan tanaman dengan menggunakan POC. Hal ini dikarenakan pupuk *eco enzyme* diperlukan tahapan fermentasi dengan menggunakan sisa limbah sayuran atau buah-buahan dan menggunakan cairan gula molase. Pada proses fermentasi ini dikatakan sebagai suatu



langkah untuk penguraian senyawa organik yang dilakukan oleh mikroorganisme, seperti jamur, *yeast* (ragi), serta bakteri agar menghasilkan produksi energi. Mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi menghasilkan produksi energi yang berasal dari adanya glukosa dalam penambahan gula molase (Permatananda dan Pandit 2023). Selain itu, komposisi yang terkandung dalam pupuk *eco enzyme* dapat berupa suatu senyawa asam asetat ( $H_3COOH$ ) yang berperan sebagai protektor kuman, bakteri, dan virus. Lalu, terdapat enzim yang bekerja untuk mematikan bakteri patogen, enzim lipase, tripsin, dan amilase. Hal ini juga memberikan dampak pada kebutuhan dan kesediaan nutrisi bagi tanah karena pupuk *eco enzyme* menghasilkan senyawa Nitrat ( $NO_3$ ) dan Karbontrioksida ( $CO_3$ ) (Novianti dan Muliarta 2021).



Gambar 6. Laju Perbandingan 3 Pupuk

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan bahwa jenis pupuk yang terbaik bagi pertumbuhan tanaman adalah pupuk PGPR. Pupuk PGPR dikatakan sebagai pupuk yang layak digunakan dalam penanaman pada tanaman karena memiliki bakteri rizosfer yang berguna dalam membangun ketersediaan nutrisi tanah. Selain keberadaan bakteri rizosfer, PGPR juga menghasilkan hormon tanaman yang berupa *Indole Acetic Acid* (IAA), sitokinin, etilen, giberelin, proses fiksasi nitrogen, adanya zat pelarut yang berupa fosfor (P) dan potassium. Lalu, penanaman ini berada pada kondisi yang dapat dikatakan sebagai pupuk yang efektif dalam pertumbuhan tanaman karena pupuk ini berasal dari bahan yang alami yang berupa akar bambu. Akar bambu mempunyai banyak bakteri, yakni *Pseudomonas fluorescens* yang dapat meningkatkan larutnya fosfor (P) di dalam tanah serta mampu menjadi sumber pengendalian jenis patogen (Hamdayanty *et al.* 2022). Selain itu, gula pasir

menjadikan percepatan pada pertumbuhan tanaman dengan sangat efektif dan efisien. Hal ini disebabkan karena kandungan dari gula pasir dapat mempercepat pertumbuhan bakteri yang menyebabkan produksi fitohormon rizobakteri yang berupa *Bacillus* dan *Azotobacter* (Hindersah *et al.* 2020). Pertumbuhan tanaman dengan pupuk PGPR juga diperlukan kapasitas yang cukup bagi keberadaan unsur hara dengan pembentukan proses fotosintesis yang menghasilkan klorofil. Penelitian telah dilakukan oleh (Laili *et al.* 2023), bahwa klorofil memiliki kegunaan untuk penyerapan sumber energi matahari saat berlangsungnya proses fotosintesis.

## ANALISIS DAN ALTERNATIF SOLUSI/PENANGANAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diketahui pupuk PGPR dapat dijadikan suatu solusi yang efektif untuk keberlangsungan mitigasi bencana kekeringan untuk keberlanjutan pertanian. Ini terjadi karena pupuk PGPR dapat memproduksi dan memproses senyawa langsung, seperti sintesis fitohormon, zat pelarut yang berupa fosfat, fiksasi nitrogen, mereduksi senyawa eksopolisakarida, serta proses tidak langsung pada senyawa *hydrogen* sianida, deaminase 1-aminosiklopropana-1-karboksilat, siderofor, serta antibiotik. Senyawa dalam pupuk PGPR berfungsi untuk mempercepat daya tumbuh tanaman akibat adanya tekanan lingkungan (Harkhani dan Sharma 2024). Pengaplikasian pupuk PGPR memberikan pengaruh pada tinggi tanaman, jumlah daun, serta volume dari akar tanaman (Candraningtyas dan Indrawan 2023). Selain itu, diperlukan juga mitigasi bencana kekeringan antara lain, pengelolaan Pemanenan Air Hujan (PAH), penyediaan dan pengelolaan embung atau kolam retensi, serta pengaliran sungai tanpa hambatan di bawah tanah (Al Ayubbi *et al.* 2024; Nuranisyah dan Lutfi 2021). Penyediaan dan pemanfaatan embung atau kolam retensi dapat digunakan sebagai mitigasi kekeringan yang disebabkan karena adanya aliran curah hujan dan mata air. Sedangkan pengaliran sungai tanpa hambatan di bawah tanah menggunakan teknologi pompanisasi saluran irigasi secara gravitasi dengan memanfaatkan permukaan air yang lebih rendah daripada lahan (Rejekiningrum dan Budi 2022). Setelah dilakukannya langkah mitigasi kekeringan, alternatif selanjutnya dilakukannya penjualan

hasil pertanian yang mendukung pemanfaatan pupuk PGPR sehingga menunjang pendapatan ekonomi masyarakat, terlebih khusus petani. Penjualan hasil pertanian dengan menerapkan pupuk PGPR dapat dilakukan kerjasama Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) di wilayah setempat agar berkelanjutan (Sudarko *et al.* 2023). Kerjasama antara UMKM setempat dapat diartikan sebagai suatu keberlanjutan ekonomi pertanian untuk menjaga keberlangsungan komunitas pertanian dan masyarakat setempat (Mucharam *et al.* 2022) serta melibatkan para pemuda desa lokal (Setiawan *et al.* 2024).

## DAFTAR PUSTAKA

- Adriyani FY. 2021. Desain Penyelenggaraan Penyuluhan Mendukung Program Kawasan Pertanian Sejahtera (Sapira) di Kabupaten Pringsewu Provinsi Lampung. *Jurnal Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian dan Lingkungan* 8(2): 77-86. <https://doi.org/10.29244/jkebijakan.v8i2.28040>
- Al Ayyubi MS, Arifin HS, Kaswanto RL. 2024. Rekomendasi Strategi Pengelolaan Lanskap Publik Ruang Terbuka Hijau dan Biru di Kota Bogor. *Jurnal Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian dan Lingkungan* 11(2): 102-112. <https://doi.org/10.29244/jkebijakan.v11i2.57137>
- Arifin HS, Munandar A, Nurhayati HSA, Kaswanto RL. 2009. Revitalisasi Praktek Agroforestri di Perdesaan (Buku Seri I: Manajemen Lanskap Perdesaan bagi Kelestarian dan Kesejahteraan Lingkungan). Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Ayuningtyas U, Budiman B, Azmi TKK. 2021. Pengaruh Pupuk Daun Terhadap Pertumbuhan Bibit Anggrek Dendrobium Dian Agrihorti Pada Tahap Aklimatisasi. *Jurnal Pertanian Presisi* 4(2): 148-159.
- Bondansari B, Widiatmaka W, Machfud M, Munibah K, Ambarwulan W. 2024. Kebijakan Menuju Kemandirian Beras, Kasus di Kabupaten Banyumas Jawa Tengah. *Jurnal Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian dan Lingkungan* 11(1): 33-45. <https://doi.org/10.29244/jkebijakan.v11i1.53470>
- Candraningtyas CF, Indrawan M. 2023. Analisis Efektivitas Penggunaan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) untuk Peningkatan Pertanian Berkelanjutan. *Jurnal Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian dan Lingkungan* 10(2): 88-99. <https://doi.org/10.29244/jkebijakan.v10i2.48342>.
- Chew J, Zhu L, Nielsen S, Graber E, Mitchell D. R, Horvat J, Fan X. 2020. Biochar-based Fertilizer: Supercharging Root Membrane Potential and Biomass Yield of Rice. *Science of The Total Environment* 713: 136-431.
- Dahlianah I, Novianti D. 2020. Respons Pertumbuhan Tanaman Sawi Caisim (*Brassica juncea* L.) terhadap Pupuk Organik Cair Buah Pepaya (*Carica papaya* L.). *Indobiosains* 64-71.
- Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI) (bnpb.go.id). 2024. Diakses 20 Juni 2024.
- Harkhani K, Sharma AK. 2024. Alleviation of Drought Stress by Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) in Crop Plants: A Review. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 55(5): 735-758.
- Hastanti BW, Purwanto P. 2020. Analisis Keterpaparan, Sensitivitas Dan Kapasitas Adaptasi Masyarakat Terhadap Kekeringan di Dusun Pamor, Kradenan, Grobogan. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 17(1): 1-19.
- Hindersah R, Setiawati MR., Asmiran P, Fitriatin BN. 2020. Formulation of Bacillus and Azotobacter Consortia in Liquid Cultures: Preliminary Research on Microbes-Coated Urea. *International Journal of Agriculture System* 8(1): 1-10.
- Huang Z, Guan H, Zheng H, Wang M, Xu P, Dong S, Xiao J. 2022. Novel Liquid Organic Fertilizer: A Potential Way to Effectively Recycle Spent Mushroom Substrate. *Journal of Cleaner Production* 376: 134-368.
- Indriana H, Akbar H. 2024. Tipologi Konformitas Sosial Kelompok Petani Kecil dalam Merespon Kebijakan Pertanian Organik di Tasikmalaya Jawa Barat. *Jurnal Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian dan*

- Lingkungan* 11(2): 92-101.  
<https://doi.org/10.29244/jkebijakan.v11i2.56645>
- Indriana KR, Suherman C, Rosniawaty S, Sumadi S. 2020. Respon Pertumbuhan Tanaman Kombinasi Kultivar Jarak Pagar dengan Dosis Mikoriza Terbaik dan Konsentrasi Sitokinin di Dataran Medium. *Jurnal Agroekoteknologi* 12(1): 38-47.
- Kakar K., Xuan TD, Noori Z, Aryan S, Gulab G. 2020. Effects of Organic and Inorganic Fertilizer Application on Growth, Yield, and Grain Quality of Rice. *Journal of Agriculture* 10(11): 544.
- Kaswanto RL, Aurora RM, Yusri D, Sjaf S, Barus S. 2021. Kesesuaian Lahan untuk Komoditas Unggulan Pertanian di Kabupaten Labuhanbatu Utara. *Analisis Kebijakan Pertanian* 19(2): 189-205.  
<https://doi.org/10.21082/akp.v19n2.2021.189-205>
- Kaswanto RL, Filqisthi TA, Choliq MBS. 2017. Revitalisasi Pekarangan Lanskap Perdesaan sebagai Penyedia Jasa Lanskap untuk Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat. *Jurnal Lanskap Indonesia* 8(1): 50-60.  
<https://doi.org/10.29244/jli.v8i1.17638>
- Khasanah EWN, Fuskhah E, Sutarno S. 2021. Pengaruh Berbagai Jenis Pupuk Kandang dan Konsentrasi Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Cabai (*Capsicum Annum* L.). *Jurnal Ilmu Pertanian Mediagro* 17(1): 1-15.
- Laili SK, Umarie I, Suroso B. 2023. Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Pemberian Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Terhadap Hasil Produksi Tanaman Terung (*Solanum Melongena* L.). *Callus: Journal of Agrotechnology Science* 1(1): 1-8.
- Laurent C, Bravin MN, Crouzet O, Pelosi C, Tillard E, Lecomte P, Lamy I. 2020. Increased Soil pH and Dissolved Organic Matter After A Decade of Organic Fertilizer Application Mitigates Copper and Zinc Availability Despite Contamination. *Science of the Total Environment* 709: 135- 927.
- Mazumdar D, Saha SP, Ghosh S. 2020. Isolation, Screening and Application of A Potent PGPR For Enhancing Growth of Chickpea As Affected by Nitrogen Level. *International Journal of Vegetable Science*, 26(4): 333-350.
- Mucharam I, Rustiadi E, Fauzi A, Harianto. 2022. Signifikansi Pengembangan Indikator Pertanian Berkelanjutan untuk Mengevaluasi Kinerja Pembangunan Pertanian Indonesia. *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian dan Lingkungan* 9(2): 61-81.  
<https://doi.org/10.29244/jkebijakan.v9i2.28038>
- Novianti A, Muliarta IN. 2021. Eco-Enzym Based on Household Organic Waste as Multi-Purpose Liquid. *Agriviar journal* 1(1): 12-17.
- Nuranisyah D, Lutfi M. 2021. Strategi Adaptasi Masyarakat Menghadapi Ancaman Bencana Kekeringan Desa Gendayakan, Paranggupito, Wonogiri. Disertasi. Program Studi Magister Manajemen Bencan. Sekolah Pasca Sarjana Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Permatananda PANK., Pandit IGS. 2023. Characteristic of Orange Peel Waste-Based on Eco Enzyme at Different Fermentation Duration. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA* 9(6): 4289-4293.
- Pradnyawati IGAB, Cipta W. 2021. Pengaruh Luas Lahan, Modal dan Jumlah Produksi Terhadap Pendapatan Petani Sayur di Kecamatan Baturiti. *Jurnal Pendidikan Ekonomi* 9(1): 93-100.
- Ramadhani E. 2020. Aplikasi Pupuk Organik Cair dari Limbah Pertanian dan Perumahan terhadap Produktivitas Kedelai. *Jurnal Triton* 11(1): 58-64.
- Rangkuti K, Ardilla D, Ketaren BR. 2022. Pembuatan Eco Enzyme dan Photosynthetic Bacteria (PSB) sebagai Pupuk Booster Organik Tanaman. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)* 6(4): 3076-3087.
- Rejekiningrum P, Kartiwa B. 2022. Kontribusi Pembangunan Infrastruktur Panen Air Terhadap Peningkatan Pendapatan dan Kesejahteraan Petani. *Jurnal Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian dan Lingkungan* 9(1): 37-51.  
<https://doi.org/10.29244/jkebijakan.v9i1.28073>
- Rifanto A, Syaban RA. Pengaruh Pupuk Organik Cair dan Hormon Giberelin Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Benih Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). *Prosiding, Seminar*

*Nasional Online dan Bimbingan Teknis Pertanian*. Politeknik Negeri Jember.

- Rukmini P, Herawati DA. 2023. Eco-enzyme from Organic Waste (Fruit and Rhizome Waste) Fermentation: Eco-Enzyme Dari Fermentasi Sampah Organik (Sampah Buah Dan Rimpang). *Jurnal Kimia dan Rekayasa* 4(1): 23-29.
- Santosa S, Hassan MS, Kasim AH. 2023. Ecoenzym Quality and Potential of Residues as Bioactivator for Organic Waste Composting. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan* 13(3).
- Saputri I, Parlindungan D, Novianti R, Gusti W. 2022. Stek Tumbuhan Kebiul (*Caesalpinia* sp.) Berbantuan Air Kelapa sebagai Hormon Pertumbuhan Alami. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi* 10(1): 93-99.
- Sayugyaningsih I, Suprehatin, Mahdi NN. 2022. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Petani Mengikuti Asuransi Usahatani Padi (AUTP) di Kecamatan Kaliori, Rembang. *Jurnal Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian dan Lingkungan* 9(2): 104-122. <https://doi.org/10.29244/jkebijakan.v9i2.33746>
- Setiawan J, Sjaf S, Aulia R, Parahita AA, Rohadi PP. 2024. Plant Biodiversity of Mixed Garden in Lariang Mamasa Watershed, West Sulawesi. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1359(1): 012091. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1359/1/012091>
- Setyawati H, Anjarsari S, Sulistiyono LT, Wisnurusnadia JV. 2022. Pengaruh Variasi Konsentrasi Em4 dan Jenis Limbah Kulit Buah Pada Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC). *Jurnal ATMOSPHERE* 3(1): 14-20.
- Shaffitri LR, Syaikat Y, Ekayani M. 2016. Peranan BUMDES Dalam Pengelolaan Limbah Cair Tahu dan Pemanfaatan Biogas. *Jurnal Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian dan Lingkungan* 2(2): 136-143. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jkebijakan/article/view/10984>
- Sidiq WABN, Nugraha SB, Hartanto D. 2021. Peningkatan Produktivitas Budidaya dan Diversifikasi Limbah Ternak Ulat Hongkong di Semarang. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 2: 168-175.
- Singh S, Singh AB, Mandal A, Thakur JK, Das A, Rajput PS, Sharma GK. 2023. Chemical and Microbiological Characterization of Organic Supplements and Compost Used in Agriculture. *Emergent Life Sci. Res* 9(2): 234-244.
- Sisay, K. 2024. Impacts of Multiple Livelihood Diversification Strategies on Diet Quality and Welfare of Smallholder Farmers: Insight from Kaffa Zone of Ethiopia. *Cleaner and Responsible Consumption* 12: 100-161.
- Sjaf S, Kaswanto RL, Hidayat NK, Barlan ZA, Elson L, Sampean S, Gunadi H. 2021. Measuring Achievement of Sustainable Development Goals in Rural Area: A Case Study of Sukamantri Village in Bogor District, West Java, Indonesia. *Sodality: Jurnal Sosiologi Pedesaan* 9(2). <https://doi.org/10.22500/9202133896>.
- Sudarko, Pradana AP, Hariyati Y, Winarso S, Jamidko MW, Savitri DA. 2023. Penguatan Peran Kelompok Tani Tengger dalam Pengembangan Kapasitas Petani pada Proses Hilirisasi Produk Hortikultura di Wilayah Pegunungan Bromo Jawa Timur. *Jurnal Kirana* 4(2): 135-144.
- Sudrajat, Agista DE, Rohmah S. 2020. Persepsi Petani Terhadap Nilai Socio-Culture Lahan dan Pengaruhnya Terhadap Regenerasi Petani dan Ketersediaan Tenaga Kerja di Desa Duren. *Media Komunikasi Geografi* 21(2): 183-201.
- Sulastri S, Adam M, Saftiana Y Nailis W, Putri YH. 2023. Peningkatan Produktivitas dan Pendapatan Masyarakat melalui Diversifikasi Usaha Tani Pembuatan Pupuk Organik. *Jurnal Abdimas Multidisiplin (JAMU)* 1(2): 89-100.
- Tessi TM, Brumm S, Winklbauer E, Schumacher B, Pettinari G, Lescano I, Desimone M. 2021. Arabidopsis AZG2 Transports Cytokinins in Vivo and Regulates Lateral Root Emergence. *New Phytologist* 229(2): 979-993.
- Wang Y, Li B, Li Y, Du W, Zhang Y, Han Y, Hao J. 2022. Application of Exogenous Auxin and Gibberellin Regulates The Bolting of Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Open life sciences De Gruyter* 17(1): 438-446.