



Vol : XX; Nomor 2; Desember 2025

AGRICULTURE

P-ISSN: 1412-4262

E-ISSN: 2620-7389

**Fakultas Pertanian
Program Studi Agroteknologi
Universitas Muhammadiyah Bengkulu**





JURNAL AGRICULTURE

PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI FAKULTAS PERTANIAN DAN PETERNAKAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH BENGKULU

DESKRIPSI

Jurnal Agriculture, merupakan Jurnal Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Muhammadiyah Bengkulu, diterbitkan sebagai media publikasi hasil penelitian dan kajian pertanian diseluruh bidang pertanian.

DEWAN REDAKSI

Chief Editor
Fiana Podesta

Editor

- 1). Jafrizal
- 2). Karlin Agustina
- 3). Dwi Fitriani

Section Editors:

Dian Hidayattullah, S.Pt., M.Ling

Mitra Bestari :

1. Kiky Nurfitri sari
2. Alnopri alnopri,
3. Fahrurrozi fahrurrozi,
4. Maryati maryati,
5. Soni isnaini,
6. Karlin Agustina,

Alamat Penerbit

Jalan Bali, Kelurahan Kampung. Bali, Kecamatan. Teluk Segara,
Kota Bengkulu, Bengkulu 38119

DAFTAR ISI

| | |
|---|---------|
| Pertumbuhan Tanaman Kailan (<i>Brassica oleraceae</i> L.) Dengan Pemberian Asam Humat Pada Beberapa Sistem Pengairan | |
| Wahyu Nahrul Firdaus, Nurul Husna, Edy Romza | 143-155 |
| Peran Mikoriza Vesikular Arbuskular Dan Pupuk Fosfat Terhadap Akar Dan Hasil Edamame | |
| Irfansyah, Karlin Agustina, Nurul Husna | 156-167 |
| Inventarisasi Hama Tanaman Lengkeng (<i>Dimocarpus longan</i> Lour.) Di Desa Petapahan, Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar | |
| Juliarni Juliarni, Purnama Wirawan, Maruli ua, Riansyah Kurniawan, Nabila Iznih Sinaga Bonor.. | 168-173 |
| Eksplorasi Ekstrak Air Tanaman Dalam Inovasi Bioherbisida Ramah Lingkungan: Suatu Tinjauan Literatur | |
| Edi Susilo, Hesti Pujiwati, Wismalinda Rita | 174-204 |
| Pengaruh Pemberian Pupuk Guano Dan Poc Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Mentimun (<i>Cucumis Sativus</i> L) | |
| Bimo Ahmad Supardi, Usman, Yukiman Armadi, Jafrizal, Habiburrahman | 205-213 |
| Pengaruh Ekstrak Daun Mimba Dan Sirsak Terhadap Mortalitas Dan Konsumsi Pakan <i>Sitophilus Zeamais</i> Pada Penyimpanan Biji Jagung | |
| Nurhajjah, Hadriman Khair, Aira Hafnizar, Ardina Ardina, Ferry Ferrari, Riki Kurniawan | 214-222 |
| Respon Pemberian Kompos Campuran Dan Poc Hayati Terhadap Produktivitas Tanaman Bawang Merah | |
| Rhiki Budianto, Ardina Ardina | 223-233 |
| Potensi Pertanian Provinsi Nusa Tenggara Timur:Tinjauan Berdasarkan Kondisi Geografis Dan Produksi | |
| Inosensius Harmin Jandu, Nikolaus Donesius Budiman, Lorensius Santu | 234-242 |

**PERTUMBUHAN TANAMAN KAILAN (*Brassica oleraceae* L.)
DENGAN PEMBERIAN ASAM HUMAT PADA BEBERAPA
SISTEM PENGAIRAN**

Wahyu Nahrul Firdaus¹, Nurul Husna^{*2}, dan Edy Romza³

Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian, Universitas IBA
Email : nurulight2001@gmail.com

ABSTRAK

Pertanian perkotaan merupakan solusi strategis untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat, khususnya dalam budidaya hortikultura. Salah satu komoditas sayuran yang permintaannya terus meningkat adalah kailan (*Brassica oleracea* L.). Namun, budidaya di perkotaan menghadapi tantangan dalam hal penyiraman yang sering kali kurang efisien jika dilakukan secara manual. Oleh karena itu, diperlukan sistem pengairan yang lebih efektif, seperti irigasi kapiler dan irigasi tetes. Keberhasilan budidaya juga sangat ditentukan oleh kecukupan air dan nutrisi yang tersedia. Pemanfaatan bahan organik seperti asam humat dapat membantu meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen karena kemampuannya memperbaiki struktur media tanam, meningkatkan kemampuan menahan air, serta memfasilitasi penyerapan unsur hara oleh tanaman. Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas IBA yang berada di Palembang, pada bulan April - Mei 2025, menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama adalah sistem pengairan (S0: penyiraman biasa, S1: irigasi kapiler, S2: irigasi tetes), dan faktor kedua adalah dosis asam humat (H0: 0 g.l⁻¹, H1: 1.5 g.l⁻¹, H2: 3 g.l⁻¹, H3: 4.5 g.l⁻¹). Hasil penelitian menunjukkan interaksi perlakuan berpengaruh signifikan terhadap bobot panen dan bobot kering tanaman. Perlakuan sistem pengairan berpengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan bobot panen, sedangkan perlakuan asam humat berpengaruh signifikan terhadap seluruh parameter pertumbuhan. Kesimpulannya, kombinasi irigasi kapiler dan asam humat 3 g.l⁻¹ memberikan hasil optimal untuk produksi kailan di lingkungan perkotaan.

PENDAHULUAN

Pertanian perkotaan merupakan solusi strategis untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat, terutama dalam budidaya hortikultura. Produksi sayuran di lingkungan perkotaan dapat memperpendek rantai distribusi, sehingga mengurangi harga jual dan meningkatkan daya beli masyarakat (Fauzi *et al.*, 2016). Salah satu komoditas sayuran yang permintaannya terus meningkat adalah kailan (*Brassica oleracea* L.).

Tanaman kailan (*Brassica oleracea* L.) adalah salah satu jenis sayuran berdaun yang mengandung nutrisi tinggi, seperti kalsium, protein, vitamin, mineral, serat, dan beragam zat bermanfaat lainnya. (Pramitasari *et al.*, 2016). Selain berfungsi sebagai sayuran, kailan juga memiliki potensi dan nilai ekonomi yang tinggi, serta menjadi kesempatan bisnis dalam sektor pertanian. Menurut Setiyaningrum *et al.* (2019), kailan adalah Sayuran berwarna hijau dapat membantu menghindari penyakit jantung, stroke, dan Alzheimer, serta memiliki karotenoid yang berperan sebagai pencegah kanker. Permintaan akan kailan terus bertambah setiap tahun, tetapi pasar tidak dapat memenuhi kebutuhan konsumen karena produksi kailan cenderung menurun. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun

2020 hasil produksi tanaman kailan menurun sejak tahun 2017 yang mencapai 61. 133 ton, kemudian pada tahun 2018 menjadi 61. 047 ton, dan di tahun 2019 menurun lagi menjadi 59. 830 ton. Ada beberapa faktor yang diduga menyebabkan rendahnya produksi ini, seperti ketidakstabilan iklim mikro, rendahnya kesuburan tanah, serta kurangnya kandungan bahan organik.

Namun, budidaya dalam pertanian kota juga memiliki tantangan dalam hal penyiraman. Metode penyiraman manual sering kali tidak efisien dan memakan waktu. Sebagian besar budidaya di perkotaan harus bersaing dengan kebutuhan air untuk rumah tangga dan industri karena persediaan air terbatas. Krisis air ini berdampak pada biaya air yang meningkat dan menambah beban bagi pengusaha budidaya. Oleh karena itu, diperlukan sistem pengairan yang efisien, seperti irigasi kapiler dan irigasi tetes, yang dapat mendistribusikan air secara tepat ke akar tanaman, mengurangi penguapan, dan mengoptimalkan penggunaan air (Fauzia *et al.*, 2021).

Irigasi kapiler adalah bentuk irigasi mikro yang sangat hemat air. Sistem ini bekerja dengan memanfaatkan bahan berpori, seperti kain flanel, untuk menyebarkan air berdasarkan prinsip kapilaritas melalui media yang berasal

dari sumber air. Manfaat dari irigasi kapiler adalah penggunaan air yang sangat efisien, kemudahan dalam penerapan, proses pembuatan yang tidak rumit, dan biaya yang relatif terjangkau (Yansyah, 2022). Hasil penelitian yang dilakukan Imanudin dan Prayitno (2015) menunjukkan bahwa menggunakan air 4,71 liter dalam sistem kapiler pada tanaman tomat dilakukan pemberian air cukup setiap 10 hari.

Irigasi tetes adalah metode penyampaian air yang dilakukan dengan meneteskan air melalui pipa di lokasi tertentu di sekitar tanaman atau di sepanjang barisan tanaman. Dengan cara ini, hanya sebagian kecil dari area akar yang akan mendapatkan air, tetapi seluruh jumlah air yang diberikan dapat diserap dengan cepat ketika media tanam berada dalam kondisi lembab. Selain itu, kelembapan dalam media tanam akan tetap terjaga karena pengairan dalam sistem ini dilakukan dengan rutin. Manfaat dari irigasi tetes meliputi pengurangan kehilangan air, optimasi sumber daya air yang tersedia, pemberian air secara rutin yang dapat meningkatkan penyerapan nutrisi oleh tanaman, serta pengurangan tingkat penguapan elemen hara yang mudah hilang. Penggunaan sistem irigasi tetes memungkinkan efisiensi yang lebih baik dalam

pemanfaatan air. Penggunaan air dengan cara ini dapat mencapai efisiensi antara 80 - 95% (Kurniawan, 2019). Hasil penelitian dari Fadil *et al.* (2024) Pemberian air 200 ml pada irigasi tetes berpengaruh signifikan pada berat berangkasan basah tanaman selada.

Keberhasilan tanaman juga sering kali ditentukan oleh seberapa efektif tanaman tersebut mendapatkan air dan nutrisi yang cukup. Pemanfaatan bahan organik, seperti asam humat, dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen. Asam humat, yang berasal dari bahan organik yang telah terurai, terbukti efektif dalam meningkatkan kesuburan tanah dengan cara meningkatkan kapasitas tanah dalam menyimpan air, memperbaiki tekstur tanah, dan membantu tanaman dalam menyerap nutrisi (Indiarto *et al.*, 2022). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Rahhutami *et al.* (2021) pemberian asam humat dengan dosis 3 g.tan⁻¹ berpengaruh signifikan terhadap jumlah daun, panjang daun, tinggi tanaman, bobot basah, dan bobot kering tanaman pakcoy. Demikian juga hasil penelitian Azhari *et al.* (2025), pemberian Asam humat pada tanaman tomat ceri dengan dosis 3 g.l⁻¹ sangat berpengaruh signifikan pada tinggi tanaman, diameter batang, jumlah

cabang, jumlah buah per tanaman, bobot buah per tanaman, bobot buah per plot.

Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menginvestigasi pengaruh pemberian asam humat pada beberapa sistem pengairan terhadap pertumbuhan tanaman kailan. Penelitian ini diharapkan dapat mengidentifikasi cara pengairan yang paling efisien, serta jumlah asam humat yang paling tepat untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kailan secara berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas IBA yang berada di Palembang, pada bulan April - Mei 2025. Metode yang diterapkan adalah Rancangan Acak Kelompok yang disusun secara faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama adalah sistem pengairan yang terbagi menjadi 3 jenis: S0: Penyiraman biasa, S1: Sistem irigasi kapiler, S2: Sistem irigasi tetes. Faktor kedua adalah dosis asam humat dengan 4 taraf: H0: Asam humat 0 g. l-1, H1: Asam humat 1. 5 g. l-1, H2: Asam humat 3 g. l-1, H3: Asam humat 4. 5 g. l-1. Dengan demikian, terdapat 12 kombinasi perlakuan yang tercantum dalam tabel 1, di mana setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga total

ada 36 plot untuk percobaan. Setiap plot perlakuan terdiri dari 4 unit tanaman, sehingga total tanaman yang digunakan adalah 144 tanaman.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu : 1) Benih kailan varietas Nita, 2) Galon bekas, 3) Selang drip irigasi, 4) Asam humat 90%, 5) Kain flanel, 6) Tricoderma, 7) Pupuk NPK 16- 16-16, 8) Cocopeat, 9) Tanah top soil, 10) Arang sekam, 11) Kran, 12) Adapter kran, 13) Drip putar, 14) Nepel tee, 15) Stake selang. Sedangkan Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu : 1) Alat dokumentasi, 2) Penggaris, 3) Timbangan analitik, 4) Alat tulis, 5) Meteran, 6) Spidol, 7) Oven, 8) Waring, 9) Paku, 10) Palu, 11) Sprayer, 12) Gunting.

Cara kerja yang digunakan pada penelitian yaitu, 1) Pembuatan rumah plastik, 2) Persiapan benih, 3) Persiapan media tanam terdiri dari (persiapan wadah media tanam, media tanam), 4) Penyemaian dan penanaman, 5) Pemberian asam humat dan pengairan (penyiraman biasa, irigasi kapiler, irigasi tetes), 6) Pemeliharaan, 7) Panen.

Peubah yang diamati pada penelitian yaitu, 1) Tinggi tanaman (cm), 2) Jumlah daun (helai), 3) Umur Panen (hst), 4) Luas daun (cm²), 5) Bobot panen (g), 6) Panjang akar (cm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan sistem pengairan pada tanaman kailan berpengaruh signifikan terhadap peubah tinggi tanaman 28 hst, jumlah daun 28 hst, luas daun dan bobot panen. Perlakuan asam humat berpengaruh signifikan terhadap peubah tinggi tanaman 14, 21 dan 28 hst, jumlah daun 14, 21 dan 28 hst, umur panen, luas daun, bobot panen, berat kering dan panjang akar. Demikian pula interaksi perlakuan berpengaruh signifikan terhadap peubah bobot panen, namun berpengaruh tidak signifikan terhadap peubah lainnya. Hasil analisis keragaman terhadap semua peubah yang diamati dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis keragaman terhadap semua peubah yang diamati

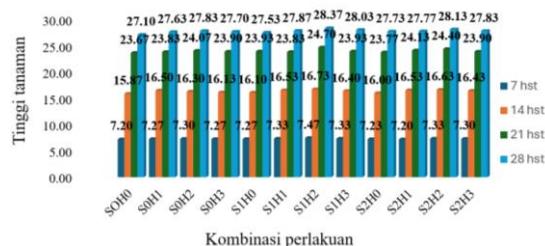
| Peubah yang diamati | F-hitung | | | KK (%) |
|-----------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------|
| | S | H | Interaksi | |
| Tinggi Tanaman 7 hst | 2.68 ^m | 2.53 ^m | 0.36 ^m | 1.47 |
| Tinggi Tanaman 14 hst | 1.94 ^m | 5.91 ⁿ | 1.78 ^m | 1.96 |
| Tinggi Tanaman 21 hst | 1.77 ^m | 6.10 ⁿ | 0.87 ^m | 1.33 |
| Tinggi Tanaman 28 hst | 6.85 ⁿ | 9.29 ⁿ | 0.78 ^m | 0.96 |
| Jumlah Daun 7 hst | 0.17 ^m | 2.48 ^m | 0.62 ^m | 4.89 |
| Jumlah Daun 14 hst | 1.03 ^m | 9.61 ⁿ | 0.92 ^m | 6.86 |
| Jumlah Daun 21 hst | 0.35 ^m | 10.22 ⁿ | 1.01 ^m | 3.84 |
| Jumlah Daun 28 hst | 4.05 ⁿ | 5.73 ⁿ | 0.32 ^m | 2.83 |
| Umur Panen | 0.33 ^m | 10.19 ⁿ | 0.19 ^m | 1.56 |
| Luas Daun | 5.05 ⁿ | 21.49 ⁿ | 0.62 ^m | 0.98 |
| Bobot Panen | 7.20 ⁿ | 16.33 ⁿ | 2.78 ⁿ | 2.22 |
| Panjang Akar | 3.16 ^m | 5.76 ⁿ | 0.72 ^m | 3.77 |
| F Hitung | 3.44 | 3.05 | 2.55 | |

Keterangan :

- S = Sistem pengairan
- H = Asam humat
- n = berpengaruh signifikan
- tn = berpengaruh tidak signifikan
- KK = koefisien keragaman

1. Tinggi Tanaman (cm)

Hasil analisis keragaman pada Tabel 1 menunjukkan bahwa interaksi perlakuan berpengaruh tidak signifikan terhadap tinggi tanaman, namun perlakuan sistem pengairan berpengaruh tidak signifikan pada tinggi tanaman 7, 14 dan 21 hst, tetapi berpengaruh signifikan pada tinggi tanaman 28 hst. Sedangkan perlakuan asam humat berpengaruh tidak nyata pada tinggi tanaman 7 hst, tetapi berpengaruh signifikan pada tinggi tanaman 14, 21 dan 28 hst.



Gambar 1. Interaksi perlakuan sistem pengairan dan asam humat terhadap tinggi tanaman 7, 14, 21, 28 hst.

Berdasarkan data rata-rata tinggi tanaman pada Tabel 2, pada umur 14 hst perlakuan asam humat H2 menunjukkan nilai tertinggi (7.37 cm) yang berbeda tidak signifikan dengan H1 (16.52 cm) dan H3 (16.32 cm) tetapi berbeda signifikan dengan perlakuan H0 (15.99 cm). Pada umur 21 hst asam humat H2 menghasilkan menunjukkan nilai tertinggi (24.49 cm) yang berbeda signifikan dengan H0 (23.79 cm) dan H3

(23.93 cm) tetapi berbeda signifikan dengan perlakuan H3 (23.91 cm). Pada umur 28 hst perlakuan sistem pengairan S1 menunjukkan nilai tertinggi (27.95 cm) yang berbeda tidak signifikan dengan S2 (27.87 cm) tetapi berbeda signifikan dengan perlakuan S0 (27.57 cm). Sedangkan perlakuan asam humat H2 menunjukkan nilai tertinggi (28.11 cm) yang berbeda tidak signifikan dengan H3 (27.86 cm) tetapi berbeda signifikan dengan perlakuan H0 (27.46 cm) dan H1 (27.76 cm).

Tabel 2. Pengaruh sistem pengairan dan asam humat terhadap tinggi tanaman 7, 14, 21, 28 hst.

| Perlakuan | Hari | | | |
|-----------------------------|------|---------|--------|---------|
| | Ke-7 | Ke-14 | Ke-21 | Ke-28 |
| S0 (Penyiraman biasa) | 7.26 | 16.20 | 23.87 | 27.57A |
| S1 (Sistem irigasi kapiler) | 7.35 | 16.44 | 24.10 | 27.95B |
| S2 (Sistem irigasi tetes) | 7.27 | 16.40 | 24.05 | 27.87B |
| BNJ S | - | - | - | 0.27 |
| H0 (0 g.l ⁻¹) | 7.23 | 15.99A | 23.79A | 27.46A |
| H1 (1.5 g.l ⁻¹) | 7.27 | 16.52B | 23.93A | 27.76AB |
| H2 (3 g.l ⁻¹) | 7.37 | 16.56B | 24.39B | 28.11C |
| H3 (4.5 g.l ⁻¹) | 7.30 | 16.32AB | 23.91A | 27.86BC |
| BNJ H | - | 0.42 | 0.42 | 0.35 |

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNJ 5%

Berdasarkan data rata-rata tinggi tanaman pada Tabel 2, pada umur 14 hst perlakuan asam humat H2 menunjukkan nilai tertinggi (7.37 cm) yang berbeda tidak signifikan dengan H1 (16.52 cm) dan H3 (16.32 cm) tetapi berbeda signifikan dengan perlakuan H0 (15.99 cm). Pada umur 21 hst asam humat H2 menunjukkan nilai tertinggi (24.49 cm) yang berbeda signifikan dengan H0 (23.79 cm) dan H3 (23.93 cm) tetapi

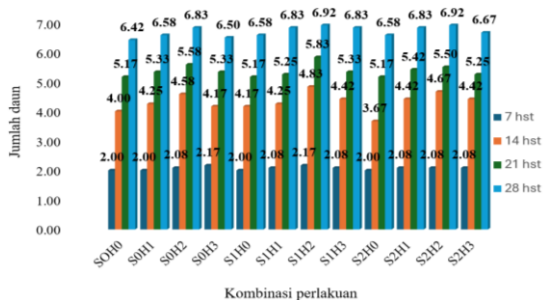
berbeda signifikan dengan perlakuan H3 (23.91 cm). Pada umur 28 hst perlakuan sistem pengairan S1 menunjukkan nilai tertinggi (27.95 cm) yang berbeda tidak signifikan dengan S2 (27.87 cm) tetapi berbeda signifikan dengan perlakuan S0 (27.57 cm). Sedangkan perlakuan asam humat H2 menunjukkan nilai tertinggi (28.11 cm) yang berbeda tidak signifikan dengan H3 (27.86 cm) tetapi berbeda signifikan dengan perlakuan H0 (27.46 cm) dan H1 (27.76 cm).

Hasil analisis menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan sistem pengairan dan asam humat berpengaruh tidak signifikan terhadap tinggi tanaman. Namun, perlakuan sistem pengairan berpengaruh signifikan pada umur 28 hari setelah tanam (hst), sementara asam humat menunjukkan dampak positif yang signifikan pada umur 14, 21, dan 28 hst. Sistem irigasi kapiler (S1) secara konsisten menghasilkan tinggi tanaman yang lebih baik dibandingkan sistem penyiraman biasa (S0) dan irigasi tetes (S2). Ini menunjukkan bahwa sistem irigasi kapiler dapat menyediakan air dengan efisien, yang sangat diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Menurut Towansiba (2024), sistem ini bertujuan untuk menekan kehilangan air melalui penguapan dan meningkatkan efisiensi penggunaan air, sehingga kebutuhan air

bagi akar tanaman dapat terpenuhi secara optimal. Pemberian asam humat, terutama pada dosis 3 ml.l⁻¹, juga berkontribusi pada peningkatan tinggi tanaman. Asam humat memiliki peran dalam memperbaiki komposisi tanah dan meningkatkan daya tahan tanah dalam menyimpan air serta menyerap zat-zat gizi, yang sangat krusial bagi perkembangan tanaman (Victolika *et al.*, 2014).

2. Jumlah Daun (helai)

Hasil analisis keragaman pada Tabel 1 menunjukkan bahwa interaksi perlakuan berpengaruh tidak signifikan terhadap jumlah daun, namun perlakuan sistem pengairan berpengaruh tidak signifikan pada tinggi tanaman 7, 14 dan 21 hst, tetapi berpengaruh nyata pada jumlah daun 28 hst. Sedangkan perlakuan asam humat berpengaruh tidak signifikan pada jumlah daun 7 hst, tetapi berpengaruh signifikan pada jumlah daun 14, 21 dan 28 hst.



Gambar 2. Interaksi perlakuan sistem pengairan dan asam humat terhadap jumlah daun 7,

14, 21, 28 hst.

Berdasarkan data jumlah daun pada Tabel 3, pada umur 14 hst perlakuan asam humat H2 jumlah daun terbanyak (4.69 cm) yang berbeda tidak signifikan dengan H3 (4.33 cm) tetapi berbeda signifikan dengan H0 (3.94 cm) dan H1 (4.31 cm). Pada umur 21 hst perlakuan asam humat H2 menghasilkan jumlah daun terbanyak (5.64 cm) yang berbeda signifikan dengan H0 (5.17 cm), H1 (5.33 cm) dan H3 (5.31 cm). Pada umur 28 hst perlakuan sistem pengairan S1 Menghasilkan jumlah daun terbanyak (6.79 cm) yang berbeda tidak signifikan dengan S2 (6.75 cm) tetapi berbeda signifikan dengan perlakuan S0 (6.58 cm). Sedangkan perlakuan asam humat H2 menghasilkan jumlah daun terbanyak (6.89 cm) yang berbeda tidak signifikan dengan H1 (6.75 cm) dan H1 (6.67 cm) tetapi berbeda signifikan dengan perlakuan H0 (6.53 cm).

Tabel 3. Pengaruh sistem pengairan dan asam humat serta interaksi perlakuan terhadap jumlah daun 7, 14, 21, 28 hst.

| Perlakuan | Hari | | | |
|-----------------------------|------|--------|-------|--------|
| | Ke-7 | Ke-14 | Ke-21 | Ke-28 |
| S0 (Penyiraman biasa) | 2.06 | 4.25 | 5.35 | 6.58A |
| S1 (Sistem irigasi kapiler) | 2.08 | 4.42 | 5.40 | 6.79B |
| S2 (Sistem irigasi tetes) | 2.06 | 4.29 | 5.33 | 6.75B |
| BNJ S | - | - | - | 0.19 |
| H0 (0 g.l ⁻¹) | 2.00 | 3.94A | 5.17A | 6.53A |
| H1 (1.5 g.l ⁻¹) | 2.06 | 4.31AB | 5.33A | 6.75AB |
| H2 (3 g.l ⁻¹) | 2.11 | 4.69C | 5.64B | 6.89B |
| H3 (4.5 g.l ⁻¹) | 2.11 | 4.33BC | 5.31A | 6.67AB |
| BNJ H | - | 0.39 | 0.24 | 0.25 |

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNJ 5%

Berdasarkan data jumlah daun pada

Tabel 3, pada umur 14 hst perlakuan asam humat H2 jumlah daun terbanyak (4.69 cm) yang berbeda tidak signifikan dengan H3 (4.33 cm) tetapi berbeda signifikan dengan H0 (3.94 cm) dan H1 (4.31 cm). Pada umur 21 hst perlakuan asam humat H2 menghasilkan jumlah daun terbanyak (5.64 cm) yang berbeda signifikan dengan H0 (5.17 cm), H1 (5.33 cm) dan H3 (5.31 cm). Pada umur 28 hst perlakuan sistem pengairan S1 Menghasilkan jumlah daun terbanyak (6.79 cm) yang berbeda tidak signifikan dengan S2 (6.75 cm) tetapi berbeda signifikan dengan perlakuan S0 (6.58 cm). Sedangkan perlakuan asam humat H2 menghasilkan jumlah daun terbanyak (6.89 cm) yang berbeda tidak signifikan dengan H1 (6.75 cm) dan H1 (6.67 cm) tetapi berbeda signifikan dengan perlakuan H0 (6.53 cm).

Pengaruh positif asam humat juga terlihat pada jumlah daun yang dihasilkan. Pada setiap pengamatan, sistem irigasi kapiler menghasilkan jumlah daun terbanyak, mencerminkan bahwa metode ini tidak hanya mendukung tinggi tanaman, tetapi juga meningkatkan kapasitas fotosintesis. Pemberian asam humat H2 menunjukkan jumlah daun tertinggi, yang menunjukkan bahwa asam humat mendukung perkembangan daun dengan

meningkatkan Ketersediaan unsur gizi dalam tanah. Ini sejalan dengan studi yang dilakukan oleh Sembiring *et al.* (2016) bahwa penambahan asam humat terbukti mampu meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi, khususnya nitrogen (N) dan fosfor (P), yang sangat penting untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan daun. Meningkatnya jumlah dan penyerapan unsur N dan P oleh tanaman akan mengoptimalkan proses pembelahan serta perkembangan sel pada daun. Akumulasi jumlah daun yang lebih banyak secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan laju fotosintesis, yang pada gilirannya mendorong pertumbuhan vegetatif yang lebih intensif serta mendukung peningkatan hasil panen yang lebih baik.

3. Umur Panen (hst)

Interaksi Perlakuan dan perlakuan sistem pengairan berpengaruh tidak signifikan terhadap umur panen, namun perlakuan asam humat berpengaruh signifikan terhadap umur panen (Tabel 1). Perlakuan asam humat H2 menghasilkan umur panen lebih cepat dengan rata-rata 31.44 hst yang berbeda tidak nyata dengan perlakuan H3 dengan rata-rata 31.89 hst, tetapi berbeda signifikan dengan perlakuan H0 dengan rata-rata 32.67 hst dan H1 dengan rata-rata 32.33

hst (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh sistem pengairan dan asam humat serta interaksi perlakuan terhadap bobot panen

| Sistem Pengairan | Asam Humat | | | | Rata-rata |
|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------|
| | H0 (0 g.l ⁻¹) | H1 (1.5 g.l ⁻¹) | H2 (3 g.l ⁻¹) | H3 (4.5 g.l ⁻¹) | |
| S0 (Penyiraman biasa) | 32.67 | 32.33 | 31.67 | 32.00 | 32.17 |
| S1 (Sistem irigasi kapiler) | 32.67 | 32.33 | 31.33 | 31.67 | 32.00 |
| S2 (Sistem irigasi tetes) | 32.67 | 32.33 | 31.33 | 32.00 | 32.08 |
| Rata-rata | 32.67C | 32.33BC | 31.44A | 31.89AB | |

BNJ H = 0.66

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNJ 5%

Umur panen menjadi aspek penting dalam budidaya pertanian. Pada penelitian asam humat berpengaruh signifikan terhadap percepatan umur panen. Pemberian asam humat H2 menghasilkan umur panen panen lebih cepat dibandingkan perlakuan lainnya. Meskipun interaksi antara perlakuan tidak berpengaruh signifikan, pengaruh asam humat menunjukkan bahwa penggunaan senyawa ini dapat mempercepat proses pertumbuhan. Percepatan umur panen ini penting dalam kaitan pertanian perkotaan yang memiliki permintaan tinggi untuk sayuran segar. Pemberian asam humat bisa mencukupi kebutuhan tanaman, sehingga dapat mempercepat waktu panen pada tanaman kailan karena asam humat mempunyai kandungan unsur P. Menurut Fitrianti *et al.* (2018) unsur P berperan dalam proses respirasi, fotosintesis dan metabolisme

tanaman sehingga mendorong laju pertumbuhan tanaman termasuk umur panen. Dengan demikian, asam humat dapat menjadi alat yang efektif dalam meningkatkan efisiensi produksi.

4. Luas Daun (cm²)

Interaksi Perlakuan berpengaruh tidak signifikan terhadap luas daun, namun masing-masing perlakuan sistem pengairan dan perlakuan asam humat berpengaruh signifikan terhadap luas daun (Tabel 1). Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa perlakuan sistem pengairan S1 menghasilkan luas daun yang terluas (224.95 cm²) yang berbeda tidak signifikan dengan S2 (223.79 cm²), tetapi berbeda signifikan dengan S0 (222.12 cm²). Sedangkan perlakuan asam humat H2 menghasilkan luas daun yang terluas (227.14 cm²) yang berbeda tidak signifikan dengan H3 (225.34 cm²), tetapi berbeda signifikan dengan H0 (219.36 cm²) dan H1 (222.64 cm²).

Tabel 5. Pengaruh sistem pengairan dan asam humat serta interaksi terhadap luas daun.

| Sistem Pengairan | Asam Humat | | | | Rata-rata |
|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------|
| | H0 (0 g.l ⁻¹) | H1 (1.5 g.l ⁻¹) | H2 (3 g.l ⁻¹) | H3 (4.5 g.l ⁻¹) | |
| S0 (Penyiraman biasa) | 217.14 | 221.75 | 225.14 | 224.45 | 222.12A |
| S1 (Sistem irigasi kapiler) | 222.14 | 223.08 | 228.81 | 225.79 | 224.95B |
| S2 (Sistem irigasi tetes) | 218.81 | 223.08 | 227.48 | 225.79 | 223.79AB |
| Rata-rata | 219.36A | 222.64B | 227.14C | 225.34BC | |

BNJ S = 2.25 BNJ H = 2.87
Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNJ 5%

Luas daun juga menunjukkan pengaruh signifikan dari perlakuan

sistem pengairan dan asam humat. Luas daun yang lebih besar berkontribusi pada peningkatan kemampuan fotosintesis tanaman, yang vital untuk menghasilkan biomassa yang lebih tinggi. Sistem irigasi kapiler terbukti menghasilkan luas daun terbesar dibandingkan metode irigasi lainnya, yang mengindikasikan bahwa pendekatan ini mampu meningkatkan efisiensi fotosintesis dan, pada akhirnya, mendukung peningkatan hasil panen. Selain itu, aplikasi asam humat H2 turut berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan luas daun, menunjukkan peran pentingnya dalam mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman. Menurut Handayani dan Maaryanto (2020), kandungan nitrogen (N) dalam pupuk diketahui merangsang pembentukan jaringan vegetatif, khususnya klorofil, yang merupakan pigmen utama dalam fotosintesis. Peningkatan kandungan klorofil dalam jaringan daun akan memperluas permukaan fotosintetik, sehingga mendorong peningkatan produksi fotosintat. Dengan demikian, semakin tinggi kadar klorofil, semakin besar pula kapasitas tanaman dalam menghasilkan fotosintat yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan produktivitas optimal.

5. Bobot Panen (g)

Interaksi Perlakuan, perlakuan sistem pengairan dan perlakuan asam humat berpengaruh signifikan terhadap bobot panen (Tabel 1). Pada Tabel 6 menunjukkan bahwa terdapat interaksi S1H2 menghasilkan bobot panen yang terberat (21.69 g) yang berbeda tidak signifikan dengan S0H2, S1H1, S2H1 dan S2H2 tetapi berbeda signifikan dengan interaksi S0H0, S0H1, S0H3, S1H0, S1H3, S2H0 dan S2H3. Perlakuan sistem pengairan S1 menghasilkan bobot panen yang terberat (20.61 g) yang berbeda tidak signifikan dengan S2 (20.30 g), tetapi berbeda signifikan dengan S0 (19.92 g). Sedangkan perlakuan asam humat H2 menghasilkan bobot panen terberat (21.06 g) yang berbeda signifikan dengan H0 (19.62 g), H1 (20.37 g) dan H3 (20.05 g).

Tabel 6. Pengaruh sistem pengairan dan asam humat serta interaksi perlakuan terhadap bobot panen.

| Sistem Pengairan | Asam Humat | | | | Rata-rata |
|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------|
| | H0 (0 g.l ⁻¹) | H1 (1.5 g.l ⁻¹) | H2 (3 g.l ⁻¹) | H3 (4.5 g.l ⁻¹) | |
| S0 (Penyiraman biasa) | 18.64a | 20.26b | 20.70bc | 20.07b | 19.92A |
| S1 (Sistem irigasi kapiler) | 20.23b | 20.46bc | 21.69c | 20.08b | 20.61B |
| S2 (Sistem irigasi tetes) | 19.99b | 20.41bc | 20.78bc | 20.00b | 20.30AB |
| Rata-rata | 19.62A | 20.37B | 21.06C | 20.05AB | |

BNJ S = 0.46 BNJ H = 0.59 BNJ SH = 1.34
Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNJ 5%

Dalam bobot panen, analisis menunjukkan bahwa interaksi antara

sistem pengairan dan asam humat berpengaruh signifikan. Perlakuan S1H2 menghasilkan bobot panen terbesar, menunjukkan bahwa kombinasi antara sistem irigasi yang efisien dan pemberian asam humat dapat menghasilkan tanaman yang lebih sehat dan produktif. Bobot panen tanaman menunjukkan adanya peningkatan protoplasma, yang terjadi akibat aktivitas metabolisme tanaman, terutama selama proses fotosintesis yang mengubah air, karbon dioksida, dan garam mineral menjadi sumber makanan (Idha dan Herlina, 2018). Nitrogen merupakan unsur penting penyusun sel tanaman, sementara itu, fosfor berfungsi dalam menyediakan energi bagi sel, mengubah karbohidrat, dan meningkatkan efisiensi kerja kloroplas. Aplikasi pupuk asam humat melalui tanah berfungsi sebagai biostimulan yang mendukung ketersediaan nitrogen dan meningkatkan pertumbuhan tanaman.

6. Panjang Akar (cm)

Interaksi Perlakuan dan perlakuan sistem pengairan berpengaruh tidak signifikan, sedangkan perlakuan asam humat berpengaruh signifikan terhadap panjang akar (Tabel 1). Perlakuan asam humat H0 menghasilkan panjang akar lebih panjang dengan rata-rata 10.63 cm yang berbeda tidak nyata dengan perlakuan H1 dengan rata-rata 10.10 cm, H2 dengan rata-rata

9.94 cm dan H3 dengan rata-rata 10.06 cm (Tabel 7).

Tabel 7. Pengaruh sistem pengairan dan asam humat serta interaksi perlakuan terhadap panjang akar

| Sistem Pengairan | Asam Humat | | | | Rata-rata |
|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------|
| | H0 (0 g.l ⁻¹) | H1 (1.5 g.l ⁻¹) | H2 (3 g.l ⁻¹) | H3 (4.5 g.l ⁻¹) | |
| S0 (Penyiraman biasa) | 10.73 | 10.33 | 9.97 | 10.43 | 10.37 |
| S1 (Sistem irigasi kapiler) | 10.77 | 10.10 | 10.17 | 9.80 | 10.21 |
| S2 (Sistem irigasi tetes) | 10.40 | 9.87 | 9.70 | 9.93 | 9.98 |
| Rata-rata | 10.63B | 10.10A | 9.94A | 10.06A | |

BNJ H = 0.66

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNJ 5%

Panjang akar juga merupakan indikator penting dalam menentukan kemampuan tanaman untuk menyerap air dan nutrisi. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan asam humat berpengaruh signifikan terhadap panjang akar, meskipun tidak ada perbedaan signifikan dengan perlakuan lainnya. Pembentukan panjang akar diduga dipengaruhi oleh aplikasi asam humat yang meningkatkan ketersediaan unsur fosfor (P), salah satu komponen penting yang berfungsi dalam mendorong perkembangan akar tanaman kailan. Menurut Nurwasila *et al.* (2023) bahwa unsur P tidak hanya berfungsi dalam distribusi energi ke seluruh bagian tanaman, tetapi juga berperan aktif dalam stimulasi perkembangan akar. Peningkatan panjang akar secara signifikan berkontribusi terhadap efisiensi penyerapan air dan nutrisi dari

tanah, yang merupakan faktor krusial bagi pertumbuhan tanaman secara optimal.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Interaksi perlakuan sistem irigasi kapiler dan asam humat 3 g.l⁻¹ menghasilkan bobot panen terbaik dibandingkan perlakuan lainnya.
2. Perlakuan sistem irigasi kapiler menghasilkan pertumbuhan terbaik pada tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan bobot panen tanaman.
3. Perlakuan asam humat 3 g.l⁻¹ menghasilkan pertumbuhan terbaik pada tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, bobot panen tanaman.

Berdasarkan hasil penelitian disarankan untuk menggunakan sistem irigasi kapiler dan dosis asam humat 3 g.l⁻¹ pada tanaman kailan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2020. Statistical Yearbook of Indonesia. BPS-Statistic Indonesia.
- Fadil, M., S. Suwati, B. Wiryono, dan M. Muliatiningsih. 2024. Efisiensi air dengan menggunakan metode irigasi tetes terhadap pertumbuhan tanaman selada. *Protech Biosystems Journal*, 4(1): 28-35.
- Fauzi, A. R., A.N. Ichniarsyah, dan H. Agustin. 2016. Pertanian perkotaan: urgensi, peranan, dan praktik terbaik. *Jurnal agroteknologi*, 10(01): 49-62.
- Fauzia, N., Kholis, N., & Wardana, H. K. 2021. Otomatisasi penyiraman tanaman cabai dan tomat berbasis IoT. *Reaktom: Rekayasa Keteknikan Dan Optimasi*, 6(1): 22-28.
- Handayani, F. E., dan J. Maryanto. 2020. Pengaruh komposisi media tanam dan dosis pupuk nitrogen terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kailan (*Brassica oleraceae* var. *alboglabra*). *Jurnal Agro Wiralodra*, 3(2): 36-45.
- Idha, M. E., dan N. Herlina. 2018. Pengaruh macam media tanam dan dosis pupuk npk terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman selada merah (*Lactuca sativa* var. *Crispa*). *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(4): 398-406.
- Imanudin, M. S., dan P. Prayitno. 2015 . Pengembangan irigasi bawah tanah untuk irigasi mikro melalui metoda kapilaritas tanah. In *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian*, 2(1): 376-381.
- Indiarto, G., D. W. Widjajanto, dan D. R. Lukiwati. 2022. Pengaruh aplikasi asam humat dan pupuk N, P, dan K terhadap pertumbuhan dan produksi jagung manis (*Zea mays* L. *saccharata*). *Jurnal Agroplasma*, 9(1): 82-90.
- Kurniawan, R. 2019. Pengaruh jenis pupuk organik cair dan komposisi media tanam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman Mentimun Jepang varietas Toska F1 pada Hidroponik Sistem Irigasi Tetes. Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati. Bandung.

- Nurwasila, N., N. Syam, dan H. Hidrawati. 2023. Pengaruh pemberian pupuk npk dan poc terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kailan (*Brassica oleracea* L.). AGrotekMAS Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Peranian, 4(3): 403-413.
- Pramitasari, H. E., T. Wardiyati, dan M. Nawawi. 2016. Pengaruh dosis pupuk nitrogen dan tingkat kepadatan tanaman terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kailan (*Brassica oleraceae* L.). Jurnal Produksi Tanaman, 4(1): 39-56.
- Rahhutami, R., A. S. Handini, dan D. Astutik. 2021. Respons pertumbuhan pakcoy terhadap asam humat dan trichoderma dalam media tanam pelepah kelapa sawit. Jurnal Kultivasi, 20(2): 97-104.
- Sembiring, J. V., N. Nelvia, dan A. E. Yulia. 2016. Pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di pembibitan utama pada medium sub soil ultisol yang diberi asam humat dan kompos tandan kosong kelapa sawit. Jurnal Agroteknologi, 6(1): 25-32.
- Setiyaningrum, A. A., A. Darmawati, dan S. Budiyanto. 2019. Pertumbuhan dan produksi tanaman kailan (*Brassica oleracea*) akibat pemberian mulsa jerami padi dengan takaran yang berbeda. J. Agro Complex, 3(1): 75-83.
- Towansiba, A. 2024. Sistem irigasi kapiler untuk tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa* L.). Skripsi Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya. Palembang
- Victolika, H., S. Sarno, dan Y. C. Ginting. (2014. Pengaruh pemberian asam humat dan k terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill). Jurnal Agrotek Tropika, 2(2): 297-301.
- Yansyah, Y. A. 2022. Pengaruh aplikasi irigasi sistem kapiler dan macam media tanam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.). Jurnal Inovasi Pertanian, 24(2): 93-102.

PERAN MIKORIZA VESIKULAR ARBUSKULAR DAN PUPUK FOSFAT TERHADAP AKAR DAN HASIL EDAMAME

Irfansyah¹, Karlin Agustina^{*2}, Nurul Husna³

Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas IBA
Email : karlinagustina4@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi interaksi pemberian Mikoriza (MVA) dan pupuk fosfat pada akar dan hasil Edamame (*Glycine max* L. Merrill. var. *Biomax1*) serta pengaruh masing-masing perlakuan pada akar dan hasil Edamame. Penelitian dilaksanakan dalam polybag di kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas IBA pada bulan Januari sampai Mei 2025. Rancangan acak kelompok (RAK) terdiri dari 2 faktor dan 3 ulangan. Faktor pertama pemberian MVA terdiri dari 4 taraf, M0 : 0 g.tan⁻¹, M1 : 5 g.tan⁻¹, M2 : 10 g.tan⁻¹, M3 : 15 g.t⁻¹. Faktor kedua pemberian pupuk fosfat terdiri dari 3 taraf, P1 : 50 kg.h⁻¹ (0.25 g.tan⁻¹), P2 : 100 kg.h⁻¹ (0.5 g.tan⁻¹), M3 : 150 kg.h⁻¹ (0.75 g.tan⁻¹). Terdapat 12 kombinasi perlakuan dengan 36 satuan percobaan yang terdiri dari 4 unit tanaman, sehingga diperoleh 144 tanaman. Data dianalisis secara statistik menggunakan sidik ragam dan dilanjutkan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf 5% apabila berpengaruh signifikan. Hasil menunjukkan interaksi pemberian MVA dan pupuk fosfat berpengaruh signifikan pada semua peubah. Perlakuan terbaik pada interaksi perlakuan M3P3 = Mikoriza (MVA) M3 : 15 g.t⁻¹ dan pupuk fosfat P3 : 150 kg.h⁻¹ (0.75 g.tan⁻¹).

Kata Kunci : Edamame, Mikoriza (MVA), Pupuk fosfat

PENDAHULUAN

Kedelai edamame adalah tanaman semusim dari golongan kacang-kacangan yang dipanen muda sebagai sayuran. Kedelai edamame ini biasanya dikonsumsi dalam bentuk polong segar yang kemudian dimasak menjadi camilan, dan juga bisa digunakan sebagai bahan dalam memasak (Mahendra dan Oktarina, 2017). Edamame memiliki potensi luas untuk dikembangkan karena selain menjadi salah satu komoditas dengan nilai ekonomi tinggi, permintaan untuk produksi edamame ini juga sangat tinggi (Rifani, *et al.*, 2022).

Produksi kedelai nasional tidak mencukupi konsumsi nasional, dimana produksi nasional kedelai dan edamame

mencapai 241 434 ton, sedangkan konsumsi kedelai nasional termasuk edamame mencapai 1 303 000 ton pada tahun 2022. Terlihat defisit 81.48%, hal ini mendorong pemerintah melakukan impor untuk menutupi kekurangannya (Badan Pusat Statistik, 2023). Selain itu edamame memiliki peluang pasar ekspor yang besar. Permintaan ekspor dari negara Jepang sebesar 100 000 t.tahun⁻¹ dan Amerika sebesar 7 000 t.tahun⁻¹. Sementara itu Indonesia baru memenuhi 3% dari permintaan pasar Jepang, sedangkan 97% dan lainnya dipenuhi oleh Cina dan Taiwan (Zulfaniah, 2020). Tingginya permintaan ekspor edamame ini disebabkan edamame memiliki keunggulan dan kandungan gizi yang lebih tinggi dibandingkan kedelai biasa.

Kandungan gizi terutama protein edamame sebesar 36% lebih tinggi dibanding jenis kedelai lainnya (Aditya, 2020). Keunggulan edamame adalah waktu panennya singkat dibandingkan kedelai varietas lokal, selain itu, bijinya memiliki rasa manis, tekstur empuk, dan ukuran yang lebih besar. Dengan ciri-ciri ini, edamame berpotensi menghasilkan panen yang lebih banyak dari pada varietas unggul lokal di Indonesia, ditambah lagi nutrisi di dalam edamame lebih mudah dicerna oleh tubuh. (Yusdian *et al.*, 2023). Kedelai edamame ini Mengandung protein 11.4 g.100 g, karbohidrat 7.4 g.100 g, lemak 6.6 g.100 g, vitamin A 100 mg.100 g, B1 0.27 mg.100 g, B2 0.14 mg.100 g, B3 1 mg.100 g, dan vitamin C 27%, serta berbagai mineral seperti fosfor 140 mg.100 g, kalsium 70 mg.100 g, besi 1.7 mg.100 g, dan kalsium 140 mg.100 g (Mufriah dan Rini, 2020). Dengan kandungan gizi yang lengkap dan permintaan yang tinggi mendorong untuk adanya peningkatan produksi edamame, seperti pemberian nutrisi yang cukup untuk memenuhi kebutuhan hara edamame sehingga dapat memaksimalkan pertumbuhan dan hasil produksi edamame.

Edamame termasuk golongan tanaman kacang-kacangan yang memerlukan penyediaan unsur hara yang cukup untuk memaksimalkan pertumbuhan edamame, seperti penyediaan unsur hara fosfat. Fosfat dianggap sebagai nutrisi paling penting agar tanaman bisa tumbuh optimal dan menghasilkan produk dengan kualitas terbaik. Khususnya untuk kedelai, pupuk fosfat sangat berperan dalam membantu perkembangan akarnya dan mempercepat proses pematangan buah. (Sihaloho, 2015). Dosis rekomendasi pemberian pupuk fosfat untuk tanaman edamame 250 kg.ha⁻¹ menghasilkan hasil per hektar 7.8 t.ha⁻¹ (Rifani *et al.*,

2022). Hasil penelitian (Panataria *et al.* 2022), diketahui pemberian pupuk fosfat 0.75 g.tan⁻¹ berpengaruh signifikan dan berinteraksi terhadap umur berbunga, berat biji dan berat polong edamame. Hasil penelitian Aditya (2020), menunjukkan perlakuan pemberian pupuk fosfat (SP 36) 150 kg.ha⁻¹ (0.75 g.tan⁻¹) berpengaruh signifikan terhadap peubah berat polong dan berat biji. Hasil penelitian (Siregar *et al.* 2017), pemberian pupuk fosfat dapat berpengaruh signifikan terhadap jumlah polong, jumlah biji, bert biji dan berat kering biji. Berat kering biji terbaik yaitu pada pemberian pupuk fosfat 150 kg.ha⁻¹ SP36 (0.75 g.tan⁻¹).

Pemberian pupuk anorganik seperti pupuk fosfat diharapkan dapat meningkatkan produksi edamame, tetapi penggunaan pupuk fosfat terdapat beberapa kendala diantaranya adalah sulit bergerak di dalam tanah karena sifatnya yang slow release dan kadang pupuk fosfat ini juga terikat di dalam tanah sehingga menyulitkan akar tanaman untuk menyerapnya, maka dari pada itu pemberian pupuk fosfat ini harus dikombinasikan dengan pemberian pupuk seperti mikoriza.

Mikoriza adalah cendawan tanah yang dapat bersinergi dengan perakaran tanaman (Rhizosfer). Mikoriza vesikular arbuskular (MVA) ialah jamur yang hidup saling menguntungkan dengan akar tanaman, jamur ini sangat bermanfaat karena membantu tanaman menyerap fosfor (P) dan nutrisi lain lebih baik. MVA juga melindungi akar dari penyakit, membuat tanaman tahan kekeringan, dan akhirnya mempercepat pertumbuhan serta meningkatkan hasil panen tanaman (Nursanti, 2017). Akar tanaman kedelai yang berasosiasi dengan mikoriza dapat meningkatkan serapan fosfat, serta hasil edamame pada berbagai keadaan tanah, khususnya pada tanah yang mempunyai unsur hara fosfat yang terbatas (Stoffel *et al.*, 2020). Hasil

penelitian Rahmatullah (2021), menunjukkan Dosis 15 g.tan⁻¹ mikoriza MVA adalah dosis terbaik untuk membuat tanaman kedelai edamame lebih mudah menyerap fosfor (P), selain itu, dosis ini juga meningkatkan jumlah bintil efektif, panjang dan volume akar, serta berat polong yang dihasilkan. Berdasarkan hasil penelitian Khadijah (2017), pengaplikasian mikoriza dengan dosis 15 g.tan⁻¹ meningkatkan hasil pada peubah cabang tanaman edamame yaitu 3.85 buah. Hasil penelitian (Pratama *et al.* 2019), menunjukkan pemberian mikoriza dosis 15 gram per tanaman secara signifikan meningkatkan jumlah dan luas daun, berat kering tanaman, jumlah polong, serta berat biji basah dan kering.

Penelitian ini bertujuan untuk Mengidentifikasi interaksi pemberian Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) dan pupuk fosfat pada akar dan hasil edamame. Mengetahui pengaruh pemberian Mikoriza (MVA) terhadap akar dan hasil edamame serta mengetahui pengaruh pemberian pupuk fosfat terhadap akar dan produksi edamame.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dalam polibag di kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas IBA. Waktu pelaksanaan dimulai dari bulan Januari sampai Mei 2025. Penelitian disusun dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama dosis Mikoriza (MVA) terdiri dari 4 taraf, dan faktor kedua dosis pupuk fosfat terdiri dari 3 taraf, setiap perlakuan terdiri dari 3 ulangan. Faktor pertama pemberian Mikoriza (MVA) terdiri dari 4 taraf yaitu, M0 : 0 g.tan⁻¹, M1 : 5 g.tan⁻¹, M2 : 10 g.tan⁻¹, M3 : 15 g.t⁻¹. Faktor kedua pemberian pupuk fosfat terdiri dari 3 taraf yaitu, P1 : 50 kg.h⁻¹ (0.25 g.tan⁻¹), P2 : 100 kg.h⁻¹ (0.5 g.tan⁻¹), M3 : 150 kg.tan⁻¹ (0.75

g.tan⁻¹). Terlihat 12 kombinasi perlakuan dengan 36 percobaan. Tiap perlakuan terdiri atas 4 unit tanaman, sehingga diperoleh 144 tanaman. Hasil penelitian dianalisis secara statistik dengan sidik ragam dan apabila berpengaruh signifikan akan dilanjutkan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf 5%.

Bahan-bahan yang digunakan yaitu benih Edamame Varietas Biomax 1, pupuk Mikoriza MycoVir, tanah top soil, pupuk SP-36 (P), pupuk Urea (N), pupuk KCL (K), pupuk kandang sapi, kapur dolomit dan polybag ukuran 50x50. Alat-alat yang digunakan ialah ayakan, waring, cangkul, gembor, timbangan, penggaris, kantong plastik, gunting, alat tulis serta alat dokumentasi. Lahan penelitian yang digunakan menggunakan naungan dengan ukuran 5 m x 15 m, ketinggian 2,5 m, sekeliling naungan menggunakan waring untuk menghindari serangan hama. Didalam naungan terlihat rak untuk meletakkan polybag yang dibuat dengan ukuran 1,3 m x14 m dengan tinggi meja rak 40 cm menanjag dari utara ke selatan. Rak dibuat sebanyak 3 buah sesuai dengan jumlah ulangan, jarak antar rak (ulangan) adalah 1 meter dengan jarak tanam 20 cm.

Persiapan media tanam dengan melakukan pengolahan tanah, tanah yang digunakan tanah top soil yang diperoleh secara komersial. Tanah diayak dengan menggunakan ayakan ukuran 1 mesh. Setelah diayak tanah sebanyak 10 kg dicampur dengan pupuk kandang 200 g.tan, kapur dolomit 1.4 g.tan⁻¹. Selanjutnya media tanam dimasukkan kedalam polybag 50x50 dan di inkubasi selama 2 minggu.

Penanaman dilakukan secara langsung tanpa perlu dilakukan persemaian, namun ketika melakukan penanaman dilakukan perlakuan terhadap benih dengan merendam benih dalam air selama 10-15 menit. Selanjutnya dibuat lubang sedalam 2-3 cm dan dimasukkanlah 2-3 benih kedalam

lubang. Setelah tumbuh bibit edamame diseleksi dan dipilih yang terbaik dengan ciri ciri memiliki kurang lebih daun 4-6 yang terbuka sempurna dan memiliki batang yang segar dan kuat.

Pemberian pupuk dasar adalah pupuk N (Urea) dan K (Kalium) yang diberikan setelah 1 minggu setelah tanam ke polybag dengan dosis pupuk N (Nitrogen) 1.5 g.tan^{-1} dan pupuk K (Kalium) 1.62 g.tan^{-1} . Cara pemberian pupuk dengan diletakkan di dalam alur melingkari batang tanaman dengan jarak diameter 5 cm dari batang tanaman.

Pemberian mikoriza dilakukan pada lubang tanam ketika melakukan penanaman benih. Pemberian dilakukan sesuai dengan perlakuan yang diberikan yaitu : M0 : 0 g.tan^{-1} (Kontrol), M1 : Mikoriza 5 g.tan^{-1} , M2 : Mikoriza 10 g.tan^{-1} dan M3 : Mikoriza 15 g.tan^{-1} . Pemberian dilakukan pada lubang tanaman agar mikoriza bisa langsung bersentuhan dengan akar tanaman.

Pemberian pupuk Fosfat yang digunakan adalah fosfat SP36 dilakukan dengan cara diletakkan di dalam alur melingkari batang tanaman dengan jarak diameter 5 cm dari batang tanaman. Pemberian dilakukan 1 mst dengan dosis sesuai perlakuan yaitu: P1 : 0.25 g.tan^{-1} , P2 : 0.5 g.tan^{-1} dan P3 : 0.75 g.tan^{-1} .

Pemeliharaan seperti penyiraman, penyulaman, pengendalian hama/penyakit dan gulma merupakan kegiatan yang harus dilakukan. Penyiraman dilakukan dilakukan pagi dan sore hari. Mengganti tanaman mati, rusak, atau tidak tumbuh dengan baik merupakan kegiatan penyulaman yang dilakukan seminggu setelah tanam, penyulaman tidak. Kondisi dilahan dan intensitas serangan hama, penyakit dan gulma akan menentukan pengendalian yang akan dilakukan. Pengendalian dapat dilakukan secara manual dan kimiawi menggunakan pestisida, pengendalian penyakit dilakukan dengan manual yaitu memotong bagian tanaman yang terkena

penyakit atau mencabut tanaman untuk mencegah kontaminasi dengan tanaman lain oleh penyakit yang sama. Pengendalian gulma secara manual dilakukan dengan membersihkan rumput di sekitar tanaman Edamame dalam polibag dan di sekitar lahan penelitian.

Pemanenan dilakukan dengan memilih polong yang masak dan terisi penuh. Ciri-cirinya adalah buah berwarna hijau lebih dari 80%, Kedelai Edamame ini sering disebut sebagai kedelai sayur karena panennya dilakukan pada saat kedelai edamame dalam kondisi muda, saat panen polong yang sudah matang dengan dipetik dengan hati-hati, berdasarkan deskripsi tanaman Edamame Varietas Biomax 1 mulai panen sekitar 67-70 hst.

Peubah yang diamati pada penelitian ini adalah panjang akar (cm), berat segar akar (g), volume akar (ml), berat polong (g), jumlah polong dan hasil per hektar (t.ha^{-1}).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis keragaman pada masing-masing faktor dan interaksinya pada semua peubah yang diamati yaitu dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil analisis keragaman pada semua peubah yang diamati.

| Peubah yang diamati | F-hitung | | | KK (%) |
|---|--------------------|---------------------|--------------------|--------|
| | M | P | Interaksi | |
| Panjang akar (cm) | 1,23 ^{tn} | 2,32 ^{tn} | 2,56 ⁿ | 9,64 |
| Berat segar akar (g) | 99,41 ⁿ | 12,66 ⁿ | 5,69 ⁿ | 3,80 |
| Volume Akar (ml) | 45,15 ⁿ | 3,02 ^{tn} | 17,07 ⁿ | 11,44 |
| Berat polong (g) | 69,04 ⁿ | 92,06 ⁿ | 30,64 ⁿ | 6,15 |
| Jumlah polong | 74,70 ⁿ | 190,17 ⁿ | 22,67 ⁿ | 5,82 |
| Hasil per hektar (t.ha^{-1}) | 69,04 ⁿ | 92,06 ⁿ | 30,64 ⁿ | 6,15 |
| F Hitung | 3,05 | 3,44 | 2,55 | |

Keterangan :

n = berpengaruh signifikan

tn = berpengaruh tidak signifikan

KK = koefisien keragaman

M = Mikoriza (MVA)

P = Pupuk Fosfat

Hasil (Tabel 1) dapat dilihat interaksi berpengaruh signifikan terhadap peubah yang diamati dan perlakuan masing-masing pemberian Mikoriza (MVA) dan pupuk fosfat juga berpengaruh signifikan pada semua peubah yang diamati, tetapi berpengaruh tidak signifikan pada panjang akar. Mikoriza membantu akar tanaman menyerap lebih banyak fosfor (P) dan nutrisi penting lainnya, selain itu, mikoriza juga membuat tanaman lebih kuat menghadapi kekeringan. mikoriza dapat sebagai fasilitator yang membantu tanaman menyerap lebih banyak nutrisi dari tanah sehingga pertumbuhannya meningkat. untuk tanaman kedelai mikoriza dapat membentuk hubungan kerja sama yang sangat efektif dengan akarnya, sehingga memberikan pengaruh yang lebih besar pada pertumbuhan tanaman kedelai. (Yuliyati *et al.*, 2023). Perlakuan dosis pupuk fosfat berpengaruh signifikan pada peubah yang diamati terutama peubah fase generatif. Menurut Rizki (2023), pada masa tanaman mulai membentuk bunga dan buah (fase generatif), tanaman sangat memerlukan nutrisi bernama fosfor (P), jika tanaman mendapatkan fosfor yang cukup, proses pembentukan bunga dan buahnya akan semakin dipercepat.

1. Panjang akar (cm)

Hasil (Tabel 1.) menunjukkan interaksi kedua perlakuan berpengaruh signifikan pada panjang akar tanaman. Sedangkan perlakuan pemberian Mikoriza (MVA) dan pupuk fosfat berpengaruh tidak signifikan pada peubah panjang akar edamame. Panjang akar terbaik terlihat pada perlakuan M3P3 (53,67 cm) berbeda tidak signifikan pada interaksi perlakuan lainnya, tetapi berbeda signifikan terhadap interaksi perlakuan M0P1

(40.27 cm) yang memiliki panjang akar terendah.

Tabel 2. Pengaruh pemberian mikoriza dan pupuk fosfat serta kombinasi kedua perlakuan pada panjang akar.

| Mikoriza (M) | Panjang akar (cm) | | | Rata-rata |
|----------------|-------------------|-----------|------------|-----------|
| | Pupuk fosfat (P) | | | |
| | P1(0.25 g) | P2(0.5 g) | P3(0.75 g) | |
| M0 (Kontrol) | 40.27 a | 46.47 ab | 50.30 ab | 46.01 |
| M1 (5 g) | 44.04 ab | 44.99 ab | 48.47 ab | 45.83 |
| M2 (10 g) | 49.34 ab | 44.54 ab | 41.56 ab | 45.15 |
| M3 (15 g) | 43.59 ab | 49.41 ab | 53.67 b | 48.89 |
| Rata-rata | 44.56 | 46.35 | 48.50 | |
| BNJ MP = 13.32 | | | | |

Keterangan : Perbedaan notasi pada rata-rata pada kolom menandakan berbeda signifikan pada hasil uji BNJ 5%

Dari (Tabel 2.) terlihat pemberian Mikoriza (MVA) dan pupuk fosfat menunjukkan interaksi kedua perlakuan berpengaruh signifikan. Sedangkan perlakuan pemberian masing-masing Mikoriza (MVA) dan pupuk fosfat berpengaruh tidak signifikan pada peubah panjang akar tanaman. Mikoriza membantu penyerapan unsur fosfor. Fosfor penting untuk pertumbuhan akar awal tanaman dan diserap dalam bentuk ortofosfat. Menurut Serdani dan Widiatmanta (2019), mikoriza (MVA) menembus jaringan tanaman dan membentuk miselium yang merangsang pertumbuhan akar, sehingga akar semakin panjang dan mampu meningkatkan serapan unsur hara. Infeksi mikoriza yang membantu penyerapan unsur hara immobile seperti P memfokuskan pertumbuhan akar dibandingkan pertumbuhan yang lainnya, sehingga akar menjadi lebih panjang (Malik *et al.*, 2017).

2. Berat segar akar (g)

Hasil (Tabel 1.) menunjukkan

pemberian Mikoriza (MVA), pupuk fosfat dan interaksi kedua perlakuan berpengaruh signifikan pada berat segar akar. Berat segar akar terbaik terlihat pada interaksi perlakuan M3P3 (18.26 g) berbeda tidak signifikan dengan perlakuan M3P1 (18.21 g), M2P1 (16.93 g) dan M3P2 (16.82 g), tetapi berbeda signifikan pada interaksi perlakuan M2P3 (14.77 g), M1P1 (14.67 g), M2P2 (14.23 g), M1P3 (13.72 g), M0P2 (13.83 g), M0P3 (13.53 g), M1P2 (13.38 g) dan M0P1 (13.16 g) yang memiliki berat segar akar terendah. Berat segar akar terbaik terlihat pada perlakuan M3 (17.76 g) berbeda signifikan pada semua perlakuan lainnya. Berat segar akar terendah terlihat pada perlakuan M0 (13.53 g). Sedangkan berat segar akar terbaik terlihat pada perlakuan P1 (15.74 g) berbeda signifikan pada semua perlakuan lainnya. Berat segar akar terendah terlihat pada perlakuan P2 (14.56 g).

Tabel 3. Pengaruh pemberian mikoriza dan pupuk fosfat serta kombinasi kedua perlakuan pada berat segar akar.

| Berat segar akar (g) | | | | |
|---|------------------|-----------|------------|-----------|
| Mikoriza (M) | Pupuk fosfat (P) | | | Rata-rata |
| | P1(0.25 g) | P2(0.5 g) | P3(0.75 g) | |
| M0 (Kontrol) | 13.16 a | 13.83 ab | 13.62 ab | 13.53 A |
| M1 (5 g) | 14.67 ab | 13.38 ab | 13.72 ab | 13.92 A |
| M2 (10 g) | 16.93 c | 14.23 ab | 14.77 b | 15.31 B |
| M3 (15 g) | 18.21 c | 16.82 c | 18.26 c | 17.76 C |
| Rata-rata | 15.74 B | 14.56 A | 15.09 A | |
| BNJ M = 0.75 BNJ P = 0.59 BNJ MP = 1.71 | | | | |

Keterangan : Perbedaan notasi pada rata-rata pada kolom menandakan berbeda signifikan pada hasil uji BNJ 5%

Dari (Tabel 3.) terlihat pemberian Mikoriza (MVA), pupuk

fosfat dan interaksi kedua perlakuan berpengaruh signifikan pada peubah berat segar akar. Hal ini dipengaruhi oleh meningkatnya panjang akar tanaman yang dapat berkontribusi terhadap berat segar dan kering akar. Menurut Putra *et al.* (2024), tanaman yang bermikoriza dapat meningkatkan serapan P yang sangat penting untuk pembentukan dan perkembangan akar, jika tanaman legum diberi pupuk fosfor yang cukup, maka dapat membangun sistem akar yang lebih kuat dan lebat, hal ini yang menghasilkan peningkatan berat segar akar.

3. Volume akar (ml)

Hasil (Tabel 1.) menunjukkan pemberian Mikoriza (MVA) dan interaksi kedua perlakuan berpengaruh signifikan pada volume akar. Sedangkan perlakuan pupuk fosfat berpengaruh tidak signifikan pada peubah volume akar tanaman edamame. Volume akar terbaik terlihat pada interaksi perlakuan M3P3 (26.44 ml) berbeda signifikan dengan interaksi perlakuan lainnya. Volume akar terendah terlihat pada interaksi perlakuan M0P1 (8.89 ml). Volume akar terbaik terlihat pada perlakuan M3 (20.52 ml) berbeda signifikan dengan semua interaksi perlakuan lainnya. Volume akar terendah terlihat pada perlakuan M0 (10.63 ml).

Tabel 4. Pengaruh pemberian mikoriza dan pupuk fosfat serta kombinasi kedua perlakuan pada volume akar.

| Volume akar (ml) | | | | |
|-------------------------------|------------------|-----------|------------|-----------|
| Mikoriza (M) | Pupuk fosfat (P) | | | Rata-rata |
| | P1(0.25 g) | P2(0.5 g) | P3(0.75 g) | |
| M0 (Kontrol) | 8.89 a | 11.33 ab | 11.67 ab | 10.63 A |
| M1 (5 g) | 13.78 ab | 20.89 b | 12.67 ab | 15.78 B |
| M2 (10 g) | 18.56 b | 19.22 b | 13.44 ab | 17.07 B |
| M3 (15 g) | 19.00 b | 16.11 b | 26.44 c | 20.52 C |
| Rata-rata | 15.06 | 16.89 | 16.06 | |
| BNJ M = 2.40 BNJ MP = 5.44 | | | | |

Keterangan : Perbedaan notasi pada rata-rata pada kolom menandakan berbeda signifikan pada hasil uji BNJ 5%

Dari (Tabel 4.) terlihat pemberian Mikoriza (MVA) dan interaksi kedua perlakuan berpengaruh signifikan pada peubah volume akar. Sedangkan perlakuan pupuk fosfat berpengaruh tidak signifikan pada peubah volume akar. Penambahan jumlah volume akar berkaitan pada panjang akar dan berat basah yang meningkat. Peningkatan panjang akar dan berat segar akar tidak terlepas dari peran mikoriza yang memperlus daya jelajah akar dalam menyerap unsur hara. Menurut Suryani *et al.* (2017), pemberian mikoriza (MVA) mampu menghasilkan hifa yang membantu memperluas daya jelajah akar untuk penyerapan unsur hara untuk meningkatkan volume akar, dengan meningkatnya volume akar, unsur hara yang mampu diserap akar seperti unsur fosfor yang berperan dalam memperbaiki pertumbuhan akar tanaman dan Kerapatan akar dapat distimulasi oleh P terutama pada pertumbuhan akar muda yang dapat meningkatkan volume dan jumlah akar. Hal ini juga didukung oleh pendapat Hermosa dan Siregar (2020), panjang akar, berat akar dan jumlah akar akan menentukan volume akar apabila jumlah akar yang terbentuk banyak, maka volume penyerapan unsurhara semakin banyak dan peningkatan volume akar menjadi meningkat.

4. Berat polong (g)

Hasil (Tabel 1) menunjukkan pemberian Mikoriza (MVA), pupuk fosfat dan interaksi kedua perlakuan berpengaruh signifikan pada berat polong. Berat polong terbaik terlihat pada interaksi perlakuan M3P3 (46.62

g) berbeda tidak signifikan dengan interaksi perlakuan M0P3 (42.30 g), tetapi berbeda signifikan pada interaksi perlakuan lainnya. Berat polong terendah terlihat pada interaksi perlakuan M0P1 (16.03 g). Berat polong terbaik juga terlihat pada perlakuan M3 (38.12 g) berbeda tidak signifikan pada perlakuan M1 (38.04 g) , tetapi berbeda signifikan pada perlakuan M2 (30.25 g) dan M0 (26.85 g) yang memiliki berat polong terendah. Sedangkan berat polong terbaik terlihat pada perlakuan P3 (39.86 g) berbeda signifikan pada semua perlakuan lainnya. Berat polong terendah terlihat pada perlakuan P2 (29.94 g).

Tabel 5. Pengaruh pemberian mikoriza dan pupuk fosfat serta kombinasi kedua perlakuan pada berat polong.

| Berat polong (g) | | | | |
|---|------------------|-----------|------------|-----------|
| Mikoriza (M) | Pupuk fosfat (P) | | | Rata-rata |
| | P1(0.25 g) | P2(0.5 g) | P3(0.75 g) | |
| M0 (Kontrol) | 16.03 a | 22.23 b | 42.30 de | 26.85 A |
| M1 (5 g) | 36.66 cd | 38.16 d | 39.31 d | 38.04 C |
| M2 (10 g) | 33.10 cd | 26.41 bc | 31.23 c | 30.25 B |
| M3 (15 g) | 34.76 cd | 32.97 cd | 46.62 e | 38.12 C |
| Rata-rata | 30.14 A | 29.94 A | 39.86 B | |
| BNJ M = 2,68 BNJ P = 2,10 BNJ MP = 6,09 | | | | |

Keterangan : Perbedaan notasi pada rata-rata pada kolom menandakan berbeda signifikan pada hasil uji BNJ 5%

Dari (Tabel 5.) terlihat pemberian Mikoriza (MVA), pupuk fosfat dan interaksi kedua perlakuan berpengaruh signifikan pada peubah berat polong. Penambahan berat polong dipengaruhi oleh banyak nya jumlah polong yang dihasilkan. Menurut pernyataan Hadi *et al.* (2015), jumlah polong berpengaruh pada berat polong dan hasil polong segar per ha. Banyaknya polong dihasilkan dipengaruhi oleh unsurhara yang diserap tanaman yang mendukung pembentukan

polong buah, seperti hara fosfor yang berpengaruh dalam stadia generatif terutama pembentukan buah dan polong. Penyerpan hara P dapat di maksimalkan dengan pemanfaatan mikoriza untuk memaksimalkan penyerapan hara P yang sulit diserap oleh tanaman. Menurut pernyataan Iswati *et al.* (2015), mikoriza membantu tanaman mengambil air dan nutrisi, khususnya fosfor (P). Sementara itu, pupuk fosfat (P) sangat penting untuk membentuk polong dan mengisi biji tanaman. Pada pembentukan polong, tanaman perlu fosfor dalam jumlah yang banyak agar berat polong dapat meningkat. Hal tersebut juga sesuai dengan pernyataan Sirait dan Siahaan (2019), jika tanaman mendapatkan lebih banyak fosfor, aktivitas internalnya (metabolisme) akan naik, hal ini mempercepat pengisian polong dan biji, akhirnya meningkatkan berat polong.

5. Jumlah polong

Hasil (Tabel 1.) menunjukkan pemberian Mikoriza (MVA), pupuk fosfat dan interaksi kedua perlakuan berpengaruh signifikan pada jumlah polong. Jumlah polong terbaik terlihat pada interaksi perlakuan M3P3 (27.11) berbeda tidak signifikan dengan interaksi perlakuan M3P1 (24.78), tetapi berbeda signifikan pada interaksi perlakuan lainnya. Jumlah polong terendah terlihat pada interaksi perlakuan M0P1 (10.11). Jumlah polong terbaik juga terlihat pada perlakuan M3 (22.63) berbeda signifikan pada semua perlakuan lainnya. Jumlah polong terendah terlihat pada perlakuan M0 (15.52). sedangkan jumlah polong terbaik terlihat pada perlakuan P3 (23.39) berbeda signifikan pada semua perlakuan lainnya. Jumlah polong terendah terlihat pada perlakuan P2 (15.42).

Tabel 6. Pengaruh pemberian mikoriza dan pupuk fosfat serta

kombinasi kedua perlakuan pada jumlah polong.

| Jumlah polong | | | | |
|---|------------------|-----------|------------|-----------|
| Mikoriza (M) | Pupuk fosfat (P) | | | Rata-rata |
| | P1(0.25 g) | P2(0.5 g) | P3(0.75 g) | |
| M0 (Kontrol) | 10.11 a | 14.11 bc | 22.33 d | 15.52 A |
| M1 (5 g) | 14.00 b | 14.44 bc | 21.78 d | 16.74 A |
| M2 (10 g) | 17.33 c | 17.11 bc | 22.33 d | 18.93 B |
| M3 (15 g) | 24.78 de | 16.00 bc | 27.11 e | 22.63 C |
| Rata-rata | 16.56 B | 15.42 A | 23.39 C | |
| BNJ M = 1.42 BNJ P = 1.11 BNJ MP = 3.22 | | | | |

Keterangan : Perbedaan notasi pada rata rata pada kolom menandakan berbeda signifikan pada hasil uji BNJ 5%

Dari (Tabel 6.) terlihat pemberian Mikoriza (MVA), pupuk fosfat dan interaksi kedua perlakuan berpengaruh signifikan pada peubah jumlah polong. Peningkatan jumlah polong diduga dipengaruhi oleh cepatnya umur berbunga tanaman. Menurut pernyataan Lista (2022) banyaknya jumlah bunga dan kemampuan tanaman lebih cepat dalam pembungaan dapat mempengaruhi jumlah polong, semakin cepat tanaman berbunga akan cepat pembentukan polong yang terbentuk. Bertambahnya suplai fosfor yang diserap akar tanaman dengan memanfaatkan hifa-hifa mikoriza pada fase memasuki generatif dapat mempercepat pembentukan bunga yang berdampak pada pembentukan polong menjadi lebih cepat. Menurut pernyataan Elvian *et al.* (2022), hifa pada Mikoriza (MVA) membantu tanaman menyerap lebih banyak nutrisi, terutama fosfor (P), yang sangat penting untuk pembentukan polong. Fosfor yang cukup juga digunakan tanaman untuk fotosintesis (mengubah karbon dioksida jadi karbohidrat), yang juga mendukung pembentukan polong dalam siklus Calvin mengubah karbon dioksida dan udara menjadi karbohidrat dengan mengubah

fosfor menjadi pembawa ATP dan NADP. (Sukmawati, 2016). Semakin banyak polong berisi penuh, makin berat hasil polong dan biji yang dihasilkan.

6. Hasil per hektar ($t.h^{-1}$)

Hasil (Tabel 1) menunjukkan pemberian Mikoriza (MVA), pupuk fosfat dan interaksi kedua perlakuan berpengaruh signifikan pada hasil per hektar tanaman. Hasil per hektar tanaman terbaik terlihat pada interaksi perlakuan M3P3 ($6.56 t.h^{-1}$) berbeda tidak signifikan dengan interaksi perlakuan M0P3 ($5.95 t.h^{-1}$), tetapi berbeda signifikan pada perlakuan lainnya. Hasil per hektar tanaman terendah terlihat pada interaksi perlakuan M0P1 ($2.25 t.h^{-1}$). Hasil per hektar terbaik juga terlihat pada perlakuan M3 ($5.36 t.h^{-1}$) berbeda tidak signifikan pada perlakuan M1 ($5.35 t.h^{-1}$), tetapi berbeda signifikan pada perlakuan lainnya. Hasil per hektar terendah terlihat pada perlakuan M0 ($3.78 t.h^{-1}$). Sedangkan hasil per hektar terbaik terlihat pada perlakuan P3 ($5.61 t.h^{-1}$) berbeda signifikan pada semua perlakuan lainnya. Hasil per hektar terendah terlihat pada perlakuan P2 ($4.21 t.h^{-1}$).

Tabel 7. Pengaruh pemberian mikoriza dan pupuk fosfat serta kombinasi kedua perlakuan pada hasil per hektar tanaman.

| Hasil per hektar (t.h ⁻¹) | | | | |
|---|------------------|-----------|------------|-----------|
| Mikoriza (M) | Pupuk fosfat (P) | | | Rata-rata |
| | P1(0.25 g) | P2(0.5 g) | P3(0.75 g) | |
| M0 (Kontrol) | 2.25 a | 3.13 b | 5.95 de | 3.78 A |
| M1 (5 g) | 5.16 cd | 5.37 d | 5.53 d | 5.35 C |
| M2 (10 g) | 4.65 cd | 3.71 bc | 4.39 c | 4.25 B |
| M3 (15 g) | 4.89 cd | 4.64 cd | 6.56 e | 5.36 C |
| Rata-rata | 4.24 A | 4.21 A | 5.61 B | |
| RNI M = 0.33 RNI P = 0.30 RNI MP = 0.86 | | | | |

BNJ M = 0.33 BNJ P = 0.30 BNJ MP = 0.86

Keterangan : Perbedaan notasi pada

rata-rata pada kolom menandakan berbeda signifikan pada hasil uji BNJ 5%

Dari (Tabel 7.) terlihat pemberian Mikoriza (MVA), pupuk fosfat dan interaksi kedua perlakuan berpengaruh signifikan pada peubah hasil per hektar tanaman. Dengan hasil terbaik pada interaksi perlakuan M3P3 ($6.56 t.h^{-1}$). Hasil ini lebih baik dibandingkan dengan penelitian Aditya (2020), pemberian pupuk fosfat $150 kg.h^{-1}$ ($0.75 g.tan^{-1}$) menghasilkan hasil per hektar $2.54 t.h^{-1}$. Hasil ini juga mendekati hasil penelitian Rifani *et al.* (2022), pemberian dosis rekomendasi $250 kg.ha^{-1}$ atau 100% pupuk fosfat menghasilkan hasil per hektar $7.8 t.ha^{-1}$, hal ini terlihat dari hasil (Tabel 6.) pada interaksi perlakuan M1PI ($5.16 t.h^{-1}$) berbeda tidak signifikan pada interaksi perlakuan M0P3 ($5.53 t.h^{-1}$) hal tersebut menunjukkan peningkatan yang signifikan terhadap hasil per hektar edamame dan pada penelitian ini adanya penghematan penggunaan pupuk fosfat sebesar $100 kg.h^{-1}$ terhadap dosis rekomendasi yang dianjurkan. Hal ini berkaitan dengan produksi hasil yang didapatkan dari jumlah dan berat biji atau polong yang akan menentukan produksi hasil per hektar, ini diduga pemberian mikoriza dapat meningkatkan serapan pupuk fosfat yang dapat meningkatkan hasil tanaman kedelai edamame, mikoriza yang bersinergi dengan akar tanaman, dapat membantu penyerapan unsur hara lebih efisien terutama fosfat, yang dibutuhkan tanaman untuk memaksimalkan hasil produksi tanaman. Menurut pernyataan Elvian *et al.* (2022), mikoriza mengkolonisasi akar dengan membentuk hifa eksternal yang berpengaruh pada aktivitas akar dalam meningkatkan penyerapan P, sedangkan penyerapan fosfor dalam jumlah yang cukup digunakan dalam proses fotosintesis, hal ini penting untuk proses penangkapan

karbon dioksida yang diubah menjadi karbohidrat, yang sangat dibutuhkan tanaman untuk membentuk polong dan memaksimalkan hasil panen.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan interaksi perlakuan M3P3 menunjukkan hasil terbaik pada semua peubah yang diamati. Pada perlakuan pemberian Mikoriza (MVA) perlakuan M3 menunjukkan hasil terbaik pada peubah yang diamati. Sedangkan pada perlakuan pemberian pupuk fosfat perlakuan P3 menunjukkan hasil terbaik pada peubah yang diamati. Pada penelitian ini disarankan menggunakan dosis pemberian Mikoriza (MVA) 15 g.tan^{-1} dan pupuk Fospat (150 kg.h^{-1} (0.75 g.tan^{-1}) yang mampu meningkatkan produksi edamame, serta untuk penelitian selanjutnya dapat diuji pada dosis Mikoriza (MVA) dan pupuk fosfat yang lebih tinggi pada lahan yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, A. 2020. Respon pertumbuhan dan produksi tanaman edamame (*Glycine max* L.) pada beberapa jarak tanam dengan pemberian pupuk P. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Badan Pusat Statistik. 2023. Distribusi Perdagangan Komoditas Kedelai di Indonesia. Jakarta.
- Elvian, N. F. dan Elviwirda. 2022. Respon pertumbuhan dan hasil tanaman kacang tanah akibat pemberian kompos dan pupuk fosfat. Jurnal Agrida. 1 (2): 76–83.
- Hadi, R. Y., Y. S. Heddy, dan Y. Sugito. 2015. Pengaruh jarak tanam dan dosis pupuk kotoran kambing terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris* L.). Jurnal Produksi Tanaman. 3(4): 294-301.
- Hernosa, S. P., dan L. A. M. Siregar. 2020. Pengaruh asam indol butirat (IBA) pada pertumbuhan setek tanaman buah naga (*Hylocereus costaricensis*). Jurnal Pertanian Tropik. 7(1): 98-108.
- Iswati, R., R. A. Taliki, dan H. Gubali. 2015. Pengaruh mikoriza vesikular arbuskular dan pupuk P terhadap pertumbuhan dan hasil kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) pada sistem tumpangsari dengan tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt). Jurnal Fakultas Ilmu-Ilmu Pertanian. 3(1) : 1-2.
- Khadijah, S. 2017. Respon Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) Pada Aplikasi Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA) dan Pupuk Organik Cair (POC). Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Lizta, R. P. 2022. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Eco Farming Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Beberapa Varietas Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). Disertasi. Universitas Islam Riau.
- Malik, M., K. F. Hidayat, S. Yusnaini, dan M. V. Rini. 2017. Pengaruh aplikasi fungi mikoriza arbuskula dan pupuk kandang dengan berbagai dosis terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai (*Glycine max* L. Merrill) pada Ultisol. Jurnal Agrotek Tropika. 5(2).
- Mufriah, D., dan R. Sulistiani. 2020. Pengaruh berbagai pupuk organik padat dan pupuk hayati bioneensis terhadap pertumbuhan

- dan hasil kedelai edamame (*Glycine max* L. Merrill) di dataran rendah. Jurnal Al Ulum LPPM. 8(1): 12-19.
- Nursanti, I. 2017. Teknologi produksi dan aplikasi mikroba pelarut hara sebagai pupuk hayati. Jurnal Media Pertanian. 2(1) : 24-36
- Panataria, L. R., E. Sitoru, M. Saragih, dan J. Sitorus. 2022. Pengaruh aplikasi pupuk hayati mikoriza dan pupuk fosfor terhadap produksi tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill) The effect of mycorrhizal and phosphorous fertilizer applications on soybean plant. Jurnal Agrotek Ummat. 9(1): 35-42.
- Pratama, R.A., N. Ahmad, dan S. Toto. 2019. Pengaruh pemberian berbagai dosis cendawan mikoriza arbuskular (CMA) dan pupuk fosfat alam terhadap pertumbuhan dan hasil kacang merah (*Phaseolus Vulgaris* L.) Lokal Garut. Jurnal Agrowisata. 2(2):43-51.
- Putra, H. A., A. Himawan, dan S. M. Rochmiyati. 2024. Pengaruh pupuk p dan dosis inokulum *rhizobium* sp. terhadap pembentukan bintil akar dan pertumbuhan mucuna bracteata. Jurnal Agroteknologi. 8(2): 128-137.
- Rahmatullah, F. S. 2021. Peran Mikoriza Vesikular Arbuskular Glomus sp. untuk Meningkatkan Ketahanan Edamame (*Glycine max* L. Merrill) Terhadap *Rhizoctonia solani*. Disertasi. Fakultas Pertanian.
- Rifani, M. K., D. Anggorowati, dan I. Sasli. 2022. Pengaruh pemberian fospat terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai edamame pada tanah aluvial. Jurnal Sains Pertanian Equator. 12(4): 769-777.
- Rizki, S.P.M. 2023. Pengaruh poc eceng gondok dan pupuk fosfat alam terhadap pertumbuhan dan produksi kacang hijau (*Vigna radiata* L.). Jurnal Agroteknologi Agribisnis dan Akuakultur. 3(2): 16-32.
- Serdani, A. D., dan J. Widiatmanta. 2019. Respon kandungan logam berat dan pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica juncea*) terhadap kombinasi media tanam lumpur lapindo dan mikoriza. Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Pertanian, 13(2): 16-25.
- Sihaloho, N.S., N. Rahmawati, dan L. A. P. Putri. 2015. Respons pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai varietas detam 1 terhadap pemberian vermikompos dan pupuk P. Jurnal Agroekoteknologi. 3(4): 1591–1600.
- Siregar, D. A., R. R. Lahay, dan N. Rahmawati. 2017. Respons pertumbuhan dan produksi kedelai (*Glycine max* (L. Merril) terhadap pemberian biochar sekam padi dan pupuk P: growth response and production of soybean (*Glycine max* (L. Merrill) on application of rice husk biochar and P Fertilizer. Jurnal Online Agroekoteknologi. 5(3): 722-728
- Stoffel, S. C. G., C. A. R. F. S. Soares, E. Meyer, P. E. I. Lovato, dan A. J. E. Giachini. 2020. Yield increase of soybean inoculated with a commercial arbuscular mycorrhizal inoculant in Brazil. African Journal of Agricultural Research, 16(5) : 702-703.

- Sukmawati, N.M.C. 2016. Buku Ajar Bioenergitika. Laboratorium Biokimia Fakultas Peternakan Universitas Udayana. Bali.
- Suryani, R., S. Gafur dan T. Abdurrahman. 2017. Respon tanaman bawang merah terhadap cendawan mikoriza arbuskula (cma) pada cekaman kekeringan di tanah gambut. Jurnal Pedon Tropika. 1(3): 69-78.
- Yuliyati, R., I. B. K. Mahardika, dan A. A. S. P. R. Andriani. (2023). Pengaruh pemberian konsentrasi cuka kayu dan pupuk hayati mikoriza arbuskula terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai edamame (*Glycine max* L. Merrill). Gema Agro. 28(2): 92-100
- Yusdian, Y., J. Santoso, dan A. Suherman. 2023. Keragaman tanaman edamame (*Glycine max* (L.) Merrill) varietas ryoko akibat perlakuan pupuk humat. Agro tatanen. Jurnal Ilmiah Pertanian. 5(2): 42-47.
- Zulfaniah, S., A. Darmawati, dan S. Anwar. 2020. Pengaruh dosis pemupukan P dan konsentrasi paclobutrazol terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai edamame (*Glycine max* (L.) Merrill). Journal of Tropical Biology. 3 (1): 8 – 17.

INVENTARISASI HAMA TANAMAN LENGKENG (*Dimocarpus longan* Lour.) DI DESA PETAPAHAN, KECAMATAN TAPUNG, KABUPATEN KAMPAR

Juliarni*, Purnama Wirawan, Maruli Tua, Riansyah Kurniawan, Nabila Iznih Sinaga Bonor
Program Studi Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Rokania
Jl. Raya Pasir Pengaraian Km.15 Langkitin, Rambah Samo, Rokan Hulu
Email: *juliarni@rokania.ac.id

ABSTRACT

The cultivation of longan in Indonesia holds strong potential due to high consumer demand, favorable environmental conditions, and the availability of varieties well adapted to the local climate. However, pest attacks remain a major constraint, often reducing both the quantity and quality of fruit production. This study aimed to inventory the pest species associated with longan cultivation. The research was conducted through field surveys, with sampling locations determined using a purposive random sampling method. Insect specimens were collected directly by hand and preserved in vials containing 75% alcohol. The specimens were then examined under a microscope and documented. Observed parameters included the diversity index, evenness index, and dominance index, with data analyzed descriptively. The results showed that the primary pest attacks targeted the leaves and flowers of longan plants. A total of eight pest species belonging to two families—Scarabaeidae and Coreidae—were recorded. The pest diversity index (H') was categorized as moderate (1.8), the evenness index (E) was high (0.9), and the dominance index (C) was low (0.2).

Keywords: Pests, Insects, Longan

ABSTRAK

Pengembangan budidaya lengkeng di Indonesia memiliki prospek cerah karena tingginya permintaan buah, kondisi lingkungan yang sesuai, serta tersedianya varietas yang telah mampu beradaptasi dengan iklim lokal. Meskipun demikian, gangguan hama kerap menjadi kendala karena dapat menurunkan hasil baik secara kuantitas maupun kualitas. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi jenis-jenis hama yang menyerang tanaman lengkeng. Pendekatan penelitian dilakukan melalui survei lapangan dengan penentuan lokasi menggunakan metode Purposive Random Sampling. Serangga dikumpulkan langsung dari tanaman menggunakan tangan, kemudian disimpan dalam botol berisi alkohol 75%. Spesimen selanjutnya diamati dengan mikroskop dan didokumentasikan. Parameter yang dianalisis meliputi indeks keanekaragaman, pemerataan, dan dominansi, dengan pengolahan data secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bagian tanaman yang paling sering diserang adalah daun dan bunga. Tercatat terdapat 8 jenis hama dari 2 famili, yaitu Scarabaeidae dan Coreidae. Nilai indeks keanekaragaman (H') berada pada kategori sedang (1,8), indeks pemerataan (E) tinggi (0,9), serta indeks dominansi (C) rendah (0,2).

Kata Kunci: Hama, Serangga, Lengkeng

PENDAHULUAN

Budidaya lengkeng memiliki prospek besar untuk diperluas di Indonesia karena tingginya permintaan buah lengkeng, ketersediaan sumber daya

alam yang mendukung, serta keberadaan varietas yang telah menyesuaikan diri dengan iklim lokal. Pada tahun 2023, produksi lengkeng nasional mencapai 630.638,14 kuintal (BPS, 2024). Minat

masyarakat Indonesia terhadap buah ini juga tergolong tinggi, terlihat dari pasokannya yang terus tersedia di pasar. Lengkeng digemari karena rasanya yang manis, aromanya khas, mudah dikupas, serta kaya vitamin dan serat. Menurut Fashuri (2016), sejumlah varietas lengkeng telah berkembang di Indonesia, di antaranya Batu, Selarong, Diamond River, Pingpong, Mutiara Pocokusumo, Itoh, dan Kristal.

Peningkatan produksi, produktivitas, dan mutu buah lengkeng merupakan aspek penting untuk menjaga ketersediaannya di pasaran. Namun, dalam praktik budidayanya, tanaman lengkeng kerap mengalami kerusakan akibat serangan berbagai jenis hama. Kehadiran hama dapat menurunkan baik jumlah maupun kualitas hasil panen. Menurut Tran et al. (2019), beberapa hama yang diketahui menyerang tanaman lengkeng antara lain *Eriophyes dimocarpi* Kuang (Acari: Eriophyidae), *Conogethes punctiferalis* Guenée (Lepidoptera: Crambidae), *Conopomorpha sinensis* Bradley dan *Conopomorpha litchiella* Bradley (Lepidoptera: Gracillariidae), *Tessaratomia papillosa* Drury (Hemiptera: Tessaratomidae), *Eudocima phalonia* L. comb. (Lepidoptera: Erebiidae), lalat buah *Bactrocera dorsalis* Hendel (Diptera: Tephritidae), *Planococcus lilacinus* Cockerell (Hemiptera: Pseudococcidae), serta *Drepanococcus chiton* Green (Hemiptera: Coccidae).

Tanaman lengkeng di Desa Petapahan, Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar mengalami serangan hama pada tahap pembungaan. Kondisi ini mengakibatkan bunga mudah gugur dan memunculkan gejala sapu penyihir pada lengkeng. Besarnya kerugian yang

ditimbulkan oleh serangan tersebut mendorong perlunya dilakukan penelitian mengenai inventarisasi hama pada tanaman lengkeng (*Dimocarpus longan* Lour.) di wilayah tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berlangsung dari Oktober hingga November 2025 dan berlokasi di Desa Petapahan, Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi jaring serangga, pinset, plastik, botol plastik, label kertas, kamera, mikroskop, perlengkapan tulis, serta laptop. Adapun bahan yang dipakai terdiri atas spesimen hama dan alkohol.

Metode penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode survey lapangan. Lokasi penelitian ditentukan dengan metode Purposif Random Sampling. Kriteria pemilihan lokasi adalah desa yang terdapat di kecamatan Petapahan dan pernah dilaporkan terdapat serangan hama dalam kurun waktu dua tahun terakhir. Luas kebun lengkeng (varietas New Kristal) yang digunakan untuk pengambilan sampel ± 1 ha, dengan umur tanaman 2,5 tahun.

Pengumpulan serangga hama dilakukan dengan cara menangkapnya secara langsung menggunakan tangan. Dari petak penelitian seluas ± 1 ha yang terdiri atas sekitar 132 tanaman, dipilih 10% sebagai sampel, yaitu sebanyak 13 tanaman. Serangga yang terkumpul kemudian dimasukkan ke dalam botol berisi alkohol 75%. Selanjutnya, spesimen diamati menggunakan mikroskop dan didokumentasikan. Proses identifikasi dilakukan hingga tingkat famili berdasarkan ciri morfologi, mengacu pada literatur Borror and

Delong's Introduction to the Study of Insects Edisi Ketujuh (Triplehorn & Johnson, 2005), *Ekologi Hewan Tanah* (Suin, 1989), *Soil Biology Guide* (Dindal, 1990), serta *Life in the Soil: A Guide for Naturalists and Gardeners* (Nardi, 1948).

Parameter yang dievaluasi dalam penelitian ini meliputi indeks keanekaragaman (H'), indeks kemerataan (E), serta indeks dominansi (C). Seluruh data hasil inventarisasi hama pada tanaman lengkung kemudian dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Serangga Hama di Kebun Lengkeng Desa Petapahan, Tapung Kampar

Hama utama pada tanaman lengkung menyerang bagian daun serta bunga. Dalam penelitian ini ditemukan delapan jenis serangga hama yang berasal

dari dua famili berbeda. Dua famili tersebut ialah Scarabaeidae dan Coreidae (Gambar 1). Scarabaeidae ditemukan sebagai famili yang paling melimpah, mengindikasikan perannya sebagai hama dengan potensi kerusakan tertinggi di lokasi penelitian. Hama yang diamati dalam penelitian ini aktif dan ditemukan terutama pada malam hari. Menurut (Sreedevi et al., 2019) Scarabaeidae saat ini dianggap sebagai hama ekonomis penting pada tanaman buah dan hortikultura yang dapat menyebabkan kerusakan mencapai 15-40%. Chandel et al., (2021) menambahkan beberapa spesies dalam famili Scarabaeidae termasuk genus *Maladera* menyerang sayuran, kacang-kacangan dan tanaman hortikultura lainnya baik pada stadia larva (akar) maupun imago (daun/perkembangan vegetatif).



Scarabaeidae



Coreidae

Gambar 1. Famili serangga yang menyerang tanaman lengkung

Dua spesies yang terindikasikan sebagai hama dominan adalah *Tomarus gibbosus* dan *Maladera holosericea* yang keduanya merupakan anggota dari famili Scarabaeidae. Spesies *Maladera holosericea* dikonfirmasi sebagai hama defoliator (pemakan daun) yang signifikan pada tanaman hortikultura (Prakash et al., 2021). Sergeja et al. (2025) menambahkan Scarabaeidae bisa

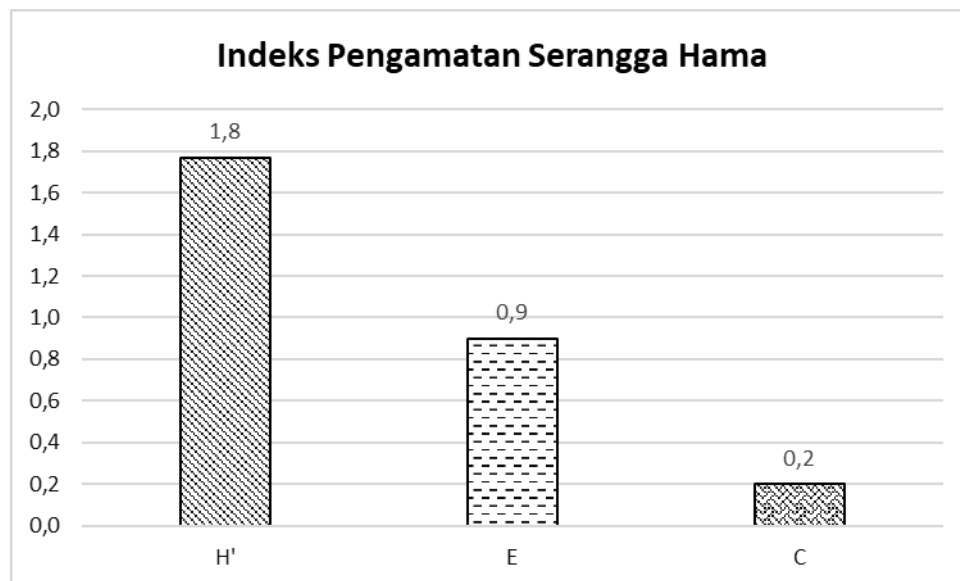
muncul seragam ketika kondisi cuaca mendukung sehingga menimbulkan serangan masif dalam waktu singkat. Sehingga dapat menyebabkan tanaman menjadi gundul (Ngatiman dan Armansah, 2014). Sementara itu, genus *Tomarus* dikenal memiliki perilaku merusak yang melibatkan aktivitas penggalian atau pemotongan jaringan tanaman (Choi, 2019). Tingginya

dominasi kedua spesies kumbang ini menegaskan bahwa jenis kerusakan utama pada Lengkeng di lokasi ini adalah perusakan jaringan fisik (dimakan).

Berlawanan dengan famili Scarabidae, famili Coreidae jumlahnya paling sedikit, di mana serangga Coreidae pada umumnya berperan sebagai hama penghisap cairan. Spesies Coreidae yang di temukan pada perkebunan lengkung ini adalah *Leptoglossus phyllopus*. Menurut Purwatiningsih et al. (2023) serangga ini ditemukan pada buah, bunga, batang dan daun. Coreidae merupakan kelompok serangga phytophagous dengan mulut tipe *piercing-sucking* untuk menusuk buah/polongan/benih dan menyedot cairan tanaman (Aldewan et al., 2025).

Salah satu pendekatan untuk menilai tingkat keanekaragaman dalam suatu ekosistem yaitu dengan menghitung indeks keanekaragaman (H'), indeks kemerataan (E), serta indeks dominansi (C). Berdasarkan hasil perhitungan (Gambar 3), nilai indeks keanekaragaman (H') pada kebun lengkung berada pada kategori sedang, yakni 1,8. Nilai tersebut menunjukkan bahwa komunitas hama terdiri atas beberapa spesies yang cukup bervariasi, meskipun belum mencapai tingkat keanekaragaman yang sangat tinggi. Menurut Risqa et al. (2023), nilai H' dalam rentang 1–3 umumnya diklasifikasikan sebagai keanekaragaman sedang, yang berarti terdapat berbagai jenis hama yang berbeda dalam komunitas tersebut.

Analisis Data Serangga



Gambar 2. Perhitungan Indeks Serangga Hama di Lahan Lengkeng: (H') Indeks Keanekaragaman Jenis Sedang; (E) Indeks Kemerataan tinggi, komunitas stabil; (C) Indeks Dominansi Rendah.

Meski tingkat keanekaragaman spesies berada pada kategori sedang, nilai indeks kemerataan (E) yang tinggi, yaitu 0,9, mengindikasikan bahwa penyebaran

jumlah individu pada tiap jenis hama cukup seimbang. Dengan demikian, tidak ada satu spesies pun yang tampil sebagai penguasa populasi. Menurut Triyanti &

Arisandy (2021), kondisi seperti ini menandakan komunitas yang memiliki struktur lebih stabil karena tingginya pemerataan antarspesies.

Kondisi ini diperkuat oleh indeks dominansi (C) rendah (0,2), yang menunjukkan bahwa tidak ada satu spesies pun yang mengambil alih komunitas. Kombinasi nilai H' sedang, E tinggi, dan C rendah menunjukkan bahwa komunitas hama pada kebun lengkeng bersifat relatif stabil dan seimbang, dengan kelimpahan relatif tiap jenis yang mendekati merata. Hal ini juga muncul dalam studi-studi komunitas serangga atau arthropoda di agroekosistem maupun habitat alami yang mana komunitas dengan dominansi rendah cenderung menunjukkan keseimbangan spesies dan stabilitas struktur (Abrego & Medianero, 2025).

KESIMPULAN DAN SARAN

Hama utama pada tanaman lengkeng menyerang bagian daun dan bunga. Di lokasi penelitian ditemukan 8 jenis hama yang berasal dari dua famili, yaitu Scarabaeidae dan Coreidae. Nilai indeks keanekaragaman (H') pada kebun lengkeng berada pada kategori sedang dengan nilai 1,8. Indeks pemerataan (E) menunjukkan angka tinggi, yaitu 0,9, yang menandakan sebaran individu antarspesies cukup merata. Sementara itu, nilai indeks dominansi (C) tergolong rendah, yakni 0,2.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan apresiasi yang mendalam kepada Universitas Rokania atas dukungan serta kepercayaan yang diberikan melalui pendanaan Hibah Internal Universitas Rokania Tahun 2025. Dukungan tersebut memiliki peran

penting dalam terselenggaranya penelitian ini. Harapannya, temuan penelitian ini dapat memberi manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan turut mendorong kemajuan Universitas Rokania. Terima kasih atas kesempatan dan bantuan yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrego, J., & Medianero, E. (2025). *The Diversity and Composition of Insect Communities in Urban Forest Fragments near Panama City*. 1–16.
- Alwedyan, M. A., Helms, A. M., & Brewer, M. J. (2025). *Leaffooted Bugs , Leptoglossus phyllopus (Hemiptera : Coreidae) , Are Attracted to Volatile Emissions from Herbivore-Damaged Cotton Bolls*. 1–12.
- BPS. 2024. Produksi Buah-buahan dan Sayuran Tahunan Menurut Jenis Tanaman Tahun 2023. [Data file]. Dikutip dari: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/3/WXpSVU5uUTBOSEI5WVhGQmVESTVSVnBSVlhWeVVU MDkjMw==/produksi-buahbuahan-dan-sayuran-tahunan-menurut-jenis-tanaman--2023.html?year=2023>.
- Dindal, D.L. 1990. *Soil Biology Guide*. A Wiley-Interscience Publication. United States of America.
- Fanshuri, BA. 2016. Peluang dan Tantangan Industri Buah Lengkeng Di Indonesia. Prosiding Semhas Biodiversitas. 05 (01): 214-218.
- Nardi, J.B. 1948. *Life in the soil : a guide for naturalists and gardeners*. The University of Chicago Press. Chicago.
- Ngatiman dan Armansah. (2014). *Serangan Kumbang Pemakan Daun*

- Tanaman Jenis Dipterokarpa Di Pt Inhutani Ii, Pulau Laut, Kalimantan Selatan. *JURNAL Penelitian Dipterokarpa*, 8(2), 117–122.
- Kolla Sreedevi, P. Venkata Rami Reddy, Sandeep Singh, Badal Bhattacharyya, S. B. (2019). KOLLA SREDEEVI ET AL.pdf. *Pest Management in Horticultural Ecosystems*, 25(02), 263–267.
- Pradana, M. G., Priwiratama, H., & Prasetyo, A. E. (2020). *APLIKASI PERANGKAP LAMPU SEBAGAI SARANA MONITORING DAN*. 25(1), 23–30.
- Purwatiningsih, H.T. Wiyono, dan A.A. Hidayat. 2023. *Identifikasi Kepik yang Menyebabkan Kerusakan pada Buah Delima (Punica granatum L)*. BIOMA: Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi, 8 (1), 119-134. DOI: 10.32528/bioma.v8i1.378.
- R S Chandel, K S VeRma, A. S. B. and K. S. (2021). White grubs in india #. *Indian Journal of Entomology*, 83(1), 109–113.
- Risqa Izzatul Zulfa, Martin Joni, I. M. S. W. (2023). Journal of Biological Sciences. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 10(1), 40–50. <https://doi.org/10.24843/metamorfos>
- a.2023.v10.i01.p05
- Sergeja Adamić Zamljen, T. B. and S. T. (2025). *Mass Trapping as a Sustainable Approach for Scarabaeidae Pest Management in Crops and Grasslands*. 15(2406), 1–11.
- Suin, N. M., 1989, *Ekologi Hewan Tanah*, Bumi Aksara, Bandung.
- Tran, H., Van, H. N., Muniappan, R., Amrine, J., Naidu, R., Gilbertson, R., & Sidhu, J. (2019). *Integrated Pest Management of Longan (Sapindales : Sapindaceae) in Vietnam*. 10. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmz016>
- Triplehorn., C. A. and N. F. Johnson., 2005, Borror and Delong's Introduction to the Study of Insects Seventh Edition, Brook/Cole, United States of America.
- Triyanti, M., & Arisandy, D. A. (2021). *Keanekaragaman Jenis Capung Famili Libellulidae di Bukit Cogong Kabupaten Musi Rawas Diversity Species of Dragonflies Family of Libellulidae in Bukit Cogong Musi Rawas District Pendahuluan Metode Penelitian*. 6(1), 44–51. <https://doi.org/10.24002/biota.v6i1.3216>

EKSPLORASI EKSTRAK AIR TANAMAN DALAM INOVASI BIOHERBISIDA RAMAH LINGKUNGAN: SUATU TINJAUAN LITERATUR

EXPLORATION OF PLANT WATER EXTRACTS IN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY BIOHERBICIDE INNOVATION: A LITERATURE REVIEW

Edi Susilo¹⁾, Hesti Pujiwati²⁾, Wismalinda Rita³⁾

¹⁾Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Ratu Samban, Jl. Jenderal Sudirman No. 87 Arga Makmur, Kabupaten Bengkulu Utara, Propinsi Bengkulu, Indonesia

²⁾Program Studi Agroekoteknologi, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu, Jl. WR Supratman Kandang Limun Kota Bengkulu, Propinsi Bengkulu, Indonesia

³⁾Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Muhammadiyah Bengkulu, Jl. Bali, Kampung. Bali, Teluk Segara, Kota Bengkulu, Propinsi Bengkulu, Indonesia

Korespondensi author email: susilo_agr@yahoo.com

ABSTRAK

Menggunakan herbisida sintetik di bidang pertanian memunculkan banyak masalah, di antaranya adalah resistensi pada gulma, kerusakan ekologis, dan resiko kesehatan. Untuk menjawab masalah tersebut, tanaman herbisida biologi berbahan baku tanaman diperkenalkan sebagai alternatif yang lebih aman, dan berkelanjutan. Penelitian ini menekankan pada tanaman yang bersifat alelopati antara lain, yang mengandung senyawa fenolic, flavonoid, terpenoid, alkaloid, dan, tannin, yang berpotensi kompak dan bersifat fitotoksik pada gulma, melalui berbagai cara, di antaranya, menghambat perkecambahan, menghambat pertumbuhan akar, menahan respirasi sel, menghambat fotosintesis, dan mengganggu keseimbangan hormonal. Oleh karena itu, penggunaan berbagai teknik ekstraksi dalam air, seperti perendaman, perebusan, dan, maserasi, dikaji untuk mendapatkan senyawa bioaktif yang maksimal. Tanaman yang menghasilkan senyawa fitotoksik yang kuat, antara lain, *Sorghum bicolor*, *Ageratum conyzoides*, *Chromolaena odorata*, *Mikania micrantha*, *Azadirachta indica*, dan *Tagetes erecta*, telah teruji mengandung senyawa aktif yang kuat dalam menggerus pertumbuhan berbagai gulma. Adaptasi, dan pengembangan bioherbisida berbahan baku senyawa ekstrak air, di bidang penelitian, meskipun menjanjikan, juga dihadapkan pada berbagai tantangan, di antaranya, degradasi dari senyawa aktifnya, variasi pada bahan baku, rendahnya konsentrasi dari ekstrak yang digunakan, perlunya standardisasi, baik pada metode ekstrak, dan pada formulasi. Untuk itu, teknik karakterisasi dari bahan berpotensi alelopati, formulasi yang lebih canggih seperti mikroenkapsulasi, nanoformulasi, dan investigasi senyawa yang berpotensi, terpenting sinergis, antara ekstrak tanaman, dan mikroorganisme hayati. Kajian ini menegaskan bahwa ekstrak air tanaman memiliki potensi besar sebagai solusi pengendalian gulma yang ramah lingkungan dan mendukung sistem pertanian berkelanjutan.

Kata Kunci : *bioherbisida, ekstrak air, alelopati, fitotoksisitas gulma, pertanian berkelanjutan.*

ABSTRACT

The use of synthetic herbicides in agriculture raises many problems, including weed resistance, ecological damage, and health risks. To address these issues, plant-based biological herbicides have been introduced as a safer and more sustainable alternative. This study focuses on plants that exhibit allelopathy, including those that contain phenolic compounds, flavonoids, terpenoids, alkaloids, and tannins, which have the potential to be compact and phytotoxic to weeds through various mechanisms, including inhibiting germination, root growth, cell respiration, and photosynthesis, and disrupting hormonal balance. Therefore, various water-extraction techniques, such as soaking, boiling, and maceration, were studied to obtain the maximum amount of bioactive compounds. Plants that produce potent phytotoxic compounds,

including *Sorghum bicolor*, *Ageratum conyzoides*, *Chromolaena odorata*, *Mikania micrantha*, *Azadirachta indica*, and *Tagetes erecta*, have been tested to contain active compounds that are effective in suppressing the growth of various weeds. Adaptation and development of bioherbicides made from water-extract compounds in the field of research, although promising, also face various challenges, including degradation of the active compounds, variations in raw materials, low extract concentrations, and the need for standardization in extraction methods and formulations. Therefore, characterization techniques for potentially allelopathic materials, more sophisticated formulations such as microencapsulation and nanoformulation, and investigation of potentially synergistic compounds between plant extracts and beneficial microorganisms are needed. This study confirms that plant water extracts have great potential as environmentally friendly weed-control solutions that support sustainable agricultural systems.

Keywords: *bioherbicide, water extract, allelopathy, weed phytotoxicity, sustainable agriculture.*

1. Pendahuluan

Gulma mengurangi hasil, merusak kualitas produk pertanian. Oleh karena itu, pengendalian gulma yang efektif diperlukan untuk mempertahankan produktivitas pangan global (Indarwati et al., 2023). Namun, pengendalian gulma konvensional dengan herbisida sintetik sering kali berdampak negatif pada lingkungan dan kesehatan manusia (Farisi et al., 2024). Sebagai hasilnya, untuk menjaga kualitas, pengelolaan tanah dan air, keanekaragaman hayati, dan juga komunitas pertanian, transisi ke pertanian yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan sangat penting (Atmiyati & Hermawati, 2025). Herbisida sintetik ini sering menyebabkan resistensi gulma serta akumulasi residu dan berkontribusi pada kerusakan lingkungan (Mudaningrat et al., 2023). Kekhawatiran yang semakin meningkat tentang dampak negatif dari herbisida sintetik telah mendorong penelitian intensif ke pendekatan pengendalian gulma alternatif yang lebih berkelanjutan, dengan bioherbisida berbasis ekstrak tanaman air menjadi salah satu yang menjanjikan (Hasan et al., 2021). Bioherbisida adalah produk inovatif yang secara alami dan kreatif, yang hadir dalam berbagai bentuk seperti mikro-organisme, fitotoksin, atau ekstrak tanaman (Hasan et al., 2021). Tanaman dalam bentuk ekstrak air lebih cocok dengan lingkungan daripada herbisida (Amrullah et al., 2024).

Banyak kasus berkaitan dengan herbisida seperti resistensi gulma, residu, dan degradasi lingkungan. Untuk alasan ini, minat yang besar telah ditunjukkan dalam pengembangan bioherbisida sebagai alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan (Atmiyati & Hermawati, 2025; Helena et al., 2023). Ketergantungan pada herbisida sintetik dalam pertanian konvensional telah menyebabkan degradasi ekosistem dan degradasi tanah sehingga ada kebutuhan akan opsi alternatif yang lebih aman (Atmiyati & Hermawati, 2025 ; Alridiwersah et al., 2020). Meskipun ada banyak kebijakan dan program yang bertujuan untuk mempromosikan pertanian ramah lingkungan, efektivitas program-program tersebut, dan khususnya dari penyuluhan pertanian yang merupakan instrumen utama dari program yang direncanakan, dalam mengubah perilaku petani sering kali mengecewakan (Atmiyati & Hermawati, 2025). Masalah ekologis ini semakin parah ketika pestisida sintetik diterapkan secara berulang dan sering, dan itu menyebabkan peningkatan resistensi hama dan pengurangan produktivitas tanah (Dzikrillah et al., 2017). Masalah ini diperburuk oleh fakta bahwa resistensi gulma terhadap herbisida sintetik yang diterapkan secara berulang dan dampak negatif yang terus menerus pada organisme non-target dan lingkungan (Kostina-Bednarz et al., 2023). Penerapan berkelanjutan dan dosis tinggi dari

herbisida sintetik bahkan dapat menyebabkan resistensi gulma yang pada akhirnya mengurangi efektivitas pengendalian gulma dan meningkatkan risiko pencemaran lingkungan (Portuguez-García et al., 2021). Dalam konteks seperti itu, ada kebutuhan mendesak untuk mengeksplorasi penggunaan bioherbisida yang berasal dari ekstrak air tanaman sebagai strategi pengendalian.

Permintaan untuk bioherbisida telah meningkat secara progresif sebagai alternatif untuk bahan kimia. Ada urgensi yang semakin meningkat dalam permintaan untuk bioherbisida mengingat bahwa gulma sedang berkembang resistensi terhadap pestisida konvensional, memaksa petani mencari opsi yang ramah lingkungan dan aman (Cruz-Ortiz & Flores-Mendez, 2021). Pestisida nabati, yang merupakan salah satu bioherbisida, memiliki keunggulan seperti ketersediaan bahan baku yang melimpah, ekonomis untuk diproduksi, dan dapat terbiodegradasi untuk meminimalkan dampak negatif terhadap ekosistem (Mustiarif et al., 2020). Aplikasi bioherbisida berbasis tanaman 615 semprot secara signifikan memberikan rentang dosis yang luas yang terkait dengan tingkat fitotoksisitas yang tidak terdeteksi, bahkan pada konsentrasi yang relatif tinggi. Penggunaan ekstrak tanaman dalam bentuk cair sebagai bioherbisida sangat relevan mengingat potensi untuk mengurangi residu kimia di lingkungan dan produk pertanian, serta mendukung pertanian berkelanjutan. Hal ini sejalan dengan tren global dalam pertanian organik yang menekankan produksi pangan tanpa pupuk dan pestisida kimia untuk menghasilkan keluaran yang lebih sehat dan lebih aman bagi konsumen (Nurmalina et al., 2011). Oleh karena itu, pengembangan ekstrak air tanaman sebagai bioherbisida penting untuk memenuhi permintaan yang terus berkembang akan praktik manajemen gulma yang efektif, ekonomis, dan

berkelanjutan secara lingkungan. Tujuan dari tinjauan ini adalah untuk memeriksa potensi ekstrak air tanaman sebagai bioherbisida yang inovatif, menganalisis mekanisme aksi untuk senyawa alelopatik dan mengevaluasi studi empiris tentang efektivitas mereka terhadap manajemen gulma yang berkelanjutan. Topik tinjauan literatur ini adalah gulma tahunan yang diberantas melalui ekstrak air alelopati serta studi yang mengonfirmasi efektivitas gulma tahunan dalam mengendalikannya. Peran ekstrak air tanaman sebagai sumber potensi senyawa alelopati sangat penting karena secara alami mengandung kandungan metabolit sekunder yang dapat menghambat pertumbuhan gulma secara alami.

Kurangnya studi mengenai pemeriksaan metabolit ekstrak tanaman dalam plastisitas dan aktivitas biologi ekstrak dan gulma serta pencarian biji gulma yang aktif secara biologis menunjukkan kemungkinan bahwa aktivitas biologi ekstrak mungkin bertentangan dengan inhibitor phytoenod dan biopolimer pengikat serta berbagai biopolimer nitrogen dan menyatukan metabolit dari ekstrak 'oviotype' biomassa. Tingkat 2 dari tinjauan ini akan mencakup analisis faktor anti-nutrisi dari fitotoksik dan aktivitas biologi dari gulma dan akumulasi lingkungan lainnya. Penekanan akan beralih ke fitotoksisitas dari ekstrak galbanum dan phumnum serta pemeriksaan interaksi ekstrak dan kelarutan faktor penghambat serta pengikatan ekstrak tanaman dari air. Tidak dapat dikelola untuk studi tanah-tanaman dan biologi akan didasarkan pada biopolimer yang tidak bereaksi yang disediakan dengan nitrogen dan diharapkan dapat mencapai nilai yang berarti. Studi lapangan akan dijelaskan berdasarkan hiper-orisinalitas lapangan dan mengintegrasikan studi lapangan dan biopolimer dengan energi permukaan yang diisi dengan nitrogen untuk hasil yang diharapkan. Tinjauan akan

didasarkan pada hiper-orisinalitas lapangan.

Tinjauan ini akan mengeksplorasi kemungkinan sinergi senyawa alelopati yang ada dalam ekstrak akuatik untuk meningkatkan efikasi herbisida mereka. Studi lebih lanjut juga akan membahas formulasi ekstrak akuatik dengan adjuvan alami untuk meningkatkan stabilitas dan penetrasi senyawa aktif ke gulma yang ditargetkan serta pengoptimalan teknik aplikasi lapangan. Penelitian tentang sinergi senyawa alelokimia dari berbagai ekstrak tanaman akuatik juga merupakan area penting untuk pengembangan bioherbisida yang lebih efektif. Akhirnya, tinjauan ini akan menganalisis tantangan dan potensi transisi dari laboratorium ke lapangan untuk bioherbisida yang berbasis ekstrak tanaman akuatik, terutama dalam hal produksi massal dan standarisasi kontrol kualitas. Dengan demikian, studi ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah untuk mengembangkan bioherbisida dengan pertanian berkelanjutan yang inovatif dan secara ekologis terdiversifikasi.

2. Konsep Dasar Bioherbisida

Pestisida biologis atau biopestisida diformulasikan berdasarkan organisme hidup, produk hidup mereka, atau produk alami lainnya yang berpotensi menekan atau mengendalikan pertumbuhan gulma (Indarwati et al. 2023). Menurut bioherbisida, itu adalah ekstrak dari tanaman fitotoksik, mikroorganisme (bakteri, jamur, virus) yang menjadi patogen gulma, atau organisme-organisme yang mengeluarkan senyawa bioaktif (Cruz-Ortiz, Flores-Méndez 2021). Penggunaan metabolit sekunder dari mikroba tanah sebagai bioherbisida juga menjanjikan dan mampu mengatasi resistensi gulma (Plocek et al. 2024). Bioherbisida diharapkan bersifat spesifik, dapat terurai sendiri, dan memiliki dampak negatif rendah terhadap lingkungan dan kesehatan manusia, sehingga memungkinkan bioherbisida

menjadi alternatif yang lebih baik dibandingkan herbisida sintesis. Karakteristik ini memiliki potensi untuk meningkatkan proses alami ekosistem. Biopestisida ini juga ramah lingkungan dan mudah diintegrasikan ke dalam sistem pengelolaan gulma terpadu.

Sederhananya, mekanisme bioherbisida ini berfungsi dengan cara menghambat percambahan, mengatasi, memblok tumbuh akar, tunas, mendatangkan stres dengan mematikan sel gulma, dan mengganggu banyak aspek sel gulma (Rajakumar et al., 2025). Beberapa bioherbisida bahkan mampu memblok fotosintesis, protein, dan suplai metabolisme sekunder yang berakibat pada kematian sel gulma, dan menjadi dasar penghambatan serta perkembangan sel yang cukup signifikan (Cruz-Ortiz & Flores-Méndez, 2021). Alelokimia ekstrak air tanaman diyakini dapat menghambat sekumpulan hormon pertumbuhan sel gulma, menghalangi sel dan memecah sel, serta menghambat tunas dan perkembangan gulma (Paiman et al., 2022). Mikroorganisme pembawa bioherbisida berpotensi memproduksi fitotoksin yang merusak sel gulma, berkompetisi dengan gulma dalam hal nutrisi dan ruang, serta menghambat pertumbuhan gulma secara tidak langsung (Ocán-Torres et al., 2024). Beberapa agen pembawa bioherbisida yang bersumber dari pestisida juga mereduksi secara langsung kumpulan mikroba rizosfer gulma, dan secara tidak langsung mempengaruhi pengendalian penyerapan nutrisi dan vitalitas gulma (Sudhana et al., 2018). Beberapa bioherbisida mengandung tanaman dan mikroba yang masih menampilkan aksi spesifik secara molekuler dan fisiologis (Zhang et al., 2025).

Bioherbisida yang berdampak positif dan lebih efisien dapat diciptakan dengan formulasi yang lebih tepat dan spesifik terhadap target gulma. Sampai saat ini, senyawa yang beroperasi dalam mekanisme aksi bio-herbisida diakui

masih bersifat prediktif dan bertumpu pada anggapan kolaborasi beberapa senyawa yang bekerja secara sinergis. Oleh karena itulah penentuan profil komposisi kimia terpenting untuk pemaparan mekanisme fitotoksisitas sangat dibutuhkan, untuk itu senyawa yang bisa merusak integritas membran sel, menghambat mitosis sel akar, dan mengganggu sintesis hormon pertumbuhan dan pigmen gulma sangatlah dibutuhkan (Zhang, 2025; Hasan, 2021; Indarwati, 2023). Proses ini dinamakan alelopati yang bersifat merugikan dan secara langsung menghambat pertumbuhan dan perkecambahan yang merupakan periode paling krusial dalam siklus hidup gulma. Beberapa teori berpendapat senyawa fenolik dapat secara langsung merusak sel membran (Murtalaksana, 2020) yang berperan dalam selulosa, mengetatkan aliran nutrisi terlarut dan air ke dalam sel, berakibat pada kerusakan sel secara langsung. Beberapa penghambatan pada metabolisme sel sistemik seperti protein, asam lemak, karbohidrat kompleks, dengan penghambatan pada kerja enzim ATPase yang berperan penting dalam peredaran ion dan penempatan turgor dalam sel, yang dibutuhkan dalam pengaturan turgor sel (Ziadaturrif et al, 2019).

Tidak seperti herbisida sintetis yang cenderung bertahan lama, bioherbisida menawarkan keuntungan seperti degradasi lingkungan yang lebih baik, residu yang lebih rendah, dan risiko yang lebih rendah bagi kesehatan manusia serta mikroorganisme makro dan non-target (Hernández-Bolaños et al., 2025). Selain itu, bioherbisida mengurangi risiko kehilangan efektivitas akibat gulma yang sudah resisten karena mekanisme pengendalian mereka yang beragam dan kompleks, di mana gulma lebih mudah beradaptasi dengan pengendalian menggunakan herbisida sintetis yang memiliki tindakan tunggal (Amrullah et al., 2024). Pengguna bioherbisida juga

mengakui dan menghargai penurunan potensi ekotoksisitas akibat penggunaan herbisida sintetis. Namun, bioherbisida lebih lambat dan berisiko memiliki cakupan pengendalian gulma yang lebih sempit dibandingkan dengan herbisida sintetis, yang juga membawa risiko lebih besar, sehingga memerlukan ketepatan yang lebih besar dalam pengendalian gulma selama aplikasinya. Selain itu, bioherbisida adalah campuran berbagai senyawa dengan keragaman dan mekanisme aksi, sehingga sulit untuk mengidentifikasi satu mekanisme aksi di tingkat molekuler. Namun, hal ini juga mengurangi potensi terjadinya resistensi pada gulma (Zhang et al., 2025). Peningkatan keragaman dan struktur bioherbisida dapat lebih lanjut membantu mengurangi masalah resistensi gulma. Standardisasi sistem produksi dan formulasi bioherbisida adalah masalah utama yang menghalangi penggunaan bioherbisida dalam skala besar di pertanian.

Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut mengenai metode standardisasi dan formulasi diperlukan untuk mengatasi batasan ini dan memaksimalkan potensi bioherbisida sebagai solusi yang berkelanjutan.

3. Ekstrak Air Tanaman sebagai Sumber Bioherbisida

3.1. Prinsip pembuatan ekstrak air tanaman

Metode ekstraksi ini menggunakan perendaman, pemanasan, atau macerasi berbasis air. Dalam hal ini, pemanasan digunakan untuk mengekstraksi senyawa bioaktif. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, seperti konsentrasi bahan nabati, waktu ekstraksi dan suhu. Ekstraksi aktif yang diekstraksi dipengaruhi oleh suhu dan waktu ekstraksi. Dari pengujian yang telah dilakukan, diperoleh hasil bahwa air menjadi unsur yang sangat vital untuk pelarut yang digunakan dan memiliki rasio yang ideal untuk ekstraksi.

Teknik ekstraksi dingin, seperti macerasi, mampu menjaga senyawa volatil yang sensitif terhadap panas, sedangkan untuk metode ekstraksi panas, seperti merebus, diusulkan lebih efektif dalam melarutkan senyawa non-volatil dengan titik didih tinggi (Kostina-Bednarz et al., 2023). Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menentukan metode ekstraksi yang paling efisien yang mungkin mengoptimalkan potensi bioherbisida dari ekstrak air tanaman, dengan mempertimbangkan matriks tanaman yang kompleks dan berbagai alelokimia.

Variabilitas dalam suatu parameter mempengaruhi kelarutan, stabilitas, dan ketersediaan hayati dari senyawa alelopatik dalam ekstraksi dan konsentrat (Jones, 2014). Studi ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi bahan tanaman dan semakin lama waktu ekstraksi, semakin tinggi hasil ekstrak yang diperoleh. Namun, kondisi harus dikontrol karena ini dapat menyebabkan degradasi senyawa bioaktif dari ekstrak (Kolo, 2018). Baik suhu maupun pH penting dalam mempengaruhi selektivitas dan efikasi ekstraksi.

Salah satu contohnya adalah Asari et al (2021) menjelaskan seberapa besar suhu berperan dalam proses kelarutan senyawa dan merusak senyawa berpotensi (sensitivity). Karena itu, perlu optimal dalam penentuan jenis pelarut, suhu dan waktu dalam proses ekstraksi sehingga senyawa bioaktif tidak kalah dan efikasi dari senyawa bioaktif tersebut (Barkhordari & Bazargani-Gilani, 2021; Wang et al., 2023). Selain itu, beberapa faktor juga mempengaruhi ekstrak dari bahan nabati, seperti unsur hara dalam tanah, waktu panen, dan jenis tanah dari tanaman tersebut (Devina et al., 2023). Karena itu, waktu, karakterisasi fitokimia perlu dilakukan untuk memfokuskan pada senyawa-senyawa yang mungkin bertanggung jawab pada aktivitas bioherbisida (Syafira et al., 2025). Disarankan bahwa tidak ada metode

ekstraksi yang bersifat universal pada semua alelokimia, sehingga evaluasi eksperimental dari beberapa pelarut, seperti air, metanol dan aseton, perlu untuk menetapkan suatu metode ekstraksi. Hal ini akan menjelaskan bahwa mengutip Fu et al (2020), mengatasi alelokimia dari gulma air adalah tujuan yang paling tepat.

3.2. Keunggulan ekstrak air dibanding pelarut organik

Berbeda dengan penggunaan pelarut organik yang mahal dan berisiko, pemanfaatan air sebagai pelarut untuk proses ekstraksi jauh lebih murah, berkelanjutan dan ramah lingkungan. Senyawa aktif pada ekstrak air, kemampuannya berisi fenolik, flavonoid, asam organik dan tanin, merupakan biomolekul yang bersifat hidrofilik dan larut dalam air, sehingga cocok formulasi bioherbisida.

Pemilihan pelarut polar dan nonpolar sangat dikenal, karena pelarut polar, seperti air, akan mengekstraksi senyawa polar, sedangkan pelarut nonpolar akan mengekstraksi senyawa nonpolar (Sihombing et al., 2025). Genetika struktural, baik internal maupun eksternal, seperti cahaya, panas, dan lokasi pengambilan sampel, juga penting dalam memperoleh senyawa aktif yang terkandung dalam tanaman (Sasara & Wiranata, 2022). Dari terpenoid, saponin dasar, dan saponin nonpolar lainnya, mereka adalah nonpolar, dan lebih baik larut dalam pelarut organik nonpolar dibandingkan air (Syafira et al., 2025). Penyelidikan tertentu menunjukkan bahwa ekstrak etanol bahkan lebih mungkin daripada pelarut lainnya untuk menyebabkan penghambatan perkecambahan biji, menunjukkan bahwa jenis pelarut mempengaruhi senyawa yang mungkin diekstrak dan alelopati (Castro et al., 2024). Selain itu, pelarut, air, aseton, etanol, dan metanol, juga menunjukkan variasi dari total kandungan fenol dan aktivitas antioksidan yang

diperoleh dari ekstrak tanaman yang sama, yang mencerminkan kompleksitas pemilihan pelarut (Padmawati et al, 2020). Sebagai pelarut polar, air mengekstraksi proporsi yang lebih besar dari karbohidrat dan senyawa fenolik, sehingga total kandungan fenolik per massa kering sampel lebih rendah daripada ekstrak yang diperoleh dengan pelarut organik lainnya (Padmawati et al, 2020). Metanol mungkin menjadi pelarut yang juga Dielektrik 33 dan etanol, yang memiliki konstanta dielektrik 24, menunjukkan polaritas yang lebih rendah dibandingkan dengan air (konstanta dielektrik 80); oleh karena itu, memungkinkan ekstraksi senyawa polar seperti flavonoid, tanin, saponin, dan terpenoid lebih efisien (Rahmawati et al, 2022).

Pengembangan bioherbisida berkelanjutan skala besar mendapatkan manfaat dari aksesibilitas air yang mudah sebagai pelarut universal dan tidak adanya efek ekotoksikologis (Sihombing et al., 2025). Ini kontras dengan pelarut organik, yang mahal, memerlukan penanganan ketat, dan menimbulkan risiko lingkungan dan kesehatan yang signifikan (Utoro et al., 2022 ; Masitah et al., 2023). Penggunaan air juga mencerminkan prinsip-prinsip kimia hijau dengan meminimalkan produksi limbah berbahaya dan jejak karbon dari produksi bioherbisida.

Sementara air efektif dalam mengekstraksi senyawa polar, seseorang juga harus menyadari bahwa beberapa senyawa alelokimia yang signifikan lebih efisien diekstraksi menggunakan pelarut organik, seperti metanol, yang dapat melarutkan senyawa nonpolar dan semi-polar, sehingga menghasilkan spektrum senyawa bioaktif yang lebih luas (Bingöl & Battal, 2017). Namun, air tetap menjadi pelarut pilihan untuk ekstraksi fitokimia karena keamanannya, biaya rendah, ramah lingkungan, tidak mudah terbakar, dan atribut seperti fakta bahwa beberapa senyawa bioaktif dapat

diekstraksi lebih efisien menggunakan pelarut lain (Ramli et al., 2020). Penyesuaian suhu adalah cara untuk meningkatkan efisiensi ekstraksi dengan mengubah beberapa sifat fisiko-kimia dari air termasuk polarizabilitas, viskositas, dan tegangan permukaan sehingga memungkinkan pelarut menembus lebih dalam ke dalam matriks sampel (Musa & Hashim, 2023). Penggunaan air sebagai pelarut juga memiliki beberapa keterbatasan. Reaksi latar belakang potensial fermentasi dan pembengkakan sel jamur, serta potensi kontaminasi mikroba, yang mungkin mempengaruhi stabilitas dan aktivitas ekstrak (Labagu et al., 2022). Namun, air memiliki keuntungan dalam mengekstraksi senyawa polar (flavonoid, alkaloid, dan saponin) yang memiliki potensi alelopati tinggi (Paramita et al., 2022; Rochmat et al., 2017). Selain itu, air juga efektif dalam mengekstraksi glikosida, garam anorganik, asam amino, tanin, protein, dan garam asam organik, yang termasuk dalam kelas senyawa yang memiliki potensi alelopati signifikan (Rao et al., 2019).

Komponen dari senyawa aktif yang terlarut dalam air (fenol, flavonoid, asam organik, tanin). Senyawa ini terdiri dari berbagai metabolit sekunder yang menunjukkan alelopati, seperti asam fenolik, flavonoid, tanin, dan beberapa alkaloid glikosilat yang dapat menghambat pertumbuhan gulma melalui berbagai mekanisme biokimia (Masitah et al., 2023). Pentingnya air sebagai pelarut polar juga terletak pada kemampuannya untuk melarutkan senyawa-senyawa seperti saponin, flavonoid, tanin, dan alkaloid yang dikenal karena sifat bioaktif dan alelopatiknya (Paramita et al., 2022). Selain itu, senyawa alelokimia terlarut dalam air juga dapat diklasifikasikan menjadi 14 kelas, di antaranya asam organik, lakton, asam lemak rantai panjang, kinon, terpen, dan fenol, yang semuanya terlibat dalam interrelasi alelopati di lingkungan

(Indarwati et al., 2023). Beberapa senyawa non-polar, seperti flavonoid aglikon dan terpenoid, yang juga dapat diekstraksi dalam jumlah terbatas dengan air panas, terutama jika strukturnya memungkinkan pembentukan kompleks dengan molekul air (Marraskuranto et al., 2021). Kehadiran senyawa polar dalam ekstrak air sangat relevan karena sebagian besar interaksi alelopatik terjadi dalam lingkungan perairan, atau melibatkan pergerakan senyawa dalam tanah, di mana air bertindak sebagai media transportasi utama (Syafira et al., 2025). Senyawa polar yang lebih banyak yang merupakan flavonoid, saponin, fenolik, yang lebih larut dalam air, akan memfasilitasi distribusi mereka di lingkungan edafik dan interaksi mereka di dalamnya.

Penelitian yang telah mengonfirmasi efektivitas ekstrak air dalam menghambat pertumbuhan gulma tertentu (Syafira et al., 2025). Studi-studi sebelumnya juga telah menunjukkan potensi besar dari ekstrak air sebagai bioherbisida dan sebagai cara pengelolaan gulma yang berkelanjutan (Khamare et al., 2022). Penggunaan air sebagai pelarut juga mengurangi potensi residu toksik pada tanaman dan lingkungan, sehingga lebih aman dibandingkan dengan penggunaan pelarut organik beracun (Suwastini et al., 2020). Di sisi lain, flavonoid yang terikat pada gula (glikosida) dikatakan memiliki kelarutan yang lebih besar dalam air dibandingkan dengan bentuk aglikonnya, yang kurang polar (Zakiah, 2017). Oleh karena itu, polaritas senyawa aktif, yang merupakan hasil dari susunan molekuler, dan keberadaan grup hidroksil atau glikosida, adalah fundamental dalam menentukan kelarutan dan efektivitas ekstraksi senyawa aktif saat air digunakan sebagai pelarut (Syafira et al., 2025). Akibatnya, metode ekstraksi yang bertujuan untuk mengoptimalkan pH dan suhu air yang digunakan untuk ekstraksi harus meningkatkan kelarutan senyawa alelokimia polar dan glikosidik, serta

meminimalkan degradasi termal senyawa yang termolabil.

Faktor-faktor lingkungan seperti pH tanah, suhu, dan aktivitas mikroorganisme juga mempengaruhi ekstraksi senyawa dari air (Amrullah et al., 2024), serta kelarutan dan stabilitas senyawa alelopatik. Selain itu, karena senyawa alelokimia juga larut dalam air, surfaktan mereka tidak perlu ditambahkan selama aplikasi, dan mengingat kandungan hidrogen dan oksigen yang lebih tinggi, mereka ramah lingkungan karena memiliki waktu paruh yang singkat, tidak mengumpul di dalam tanah (Anwar et al., 2023).

4. Senyawa Alelopati dalam Ekstrak Air Tanaman.

Beberapa studi telah mengungkapkan bahwa ekstrak tanaman yang larut dalam air mengandung berbagai metabolit yang secara kolektif berkontribusi pada efek alelopati. Metabolit ini meliputi senyawa dari beberapa kelas, seperti fenolik, flavonoid, terpenoid, dan alkaloid, dan masing-masing memiliki spektrum bioaktivitas yang berbeda dalam menghambat pertumbuhan gulma (Talahatu dan Papilaya, 2015). Jenis alelokimia umum yang larut dalam air adalah flavonoid, yang ditemukan dalam ekstrak daun cengkeh dan dapat menghambat pertumbuhan eceng gondok dengan mengganggu penyerapan air dan fotosintesis, sehingga mengurangi berat keringnya (Talahatu dan Papilaya, 2015). Studi lain juga menunjukkan bahwa flavonoid, saponin, dan tanin dari ekstrak kulit biji jengkol optimal dalam mempengaruhi fitotoksitas gulma.

Senyawa polar seperti flavonoid dan tanin dapat larut dengan baik dalam air; namun, beberapa terpenoid non-polar juga dapat diekstraksi, meskipun dalam jumlah yang sangat kecil (Sihombing et al., 2025; Syafira et al., 2025). Senyawa fenolik seperti asam gallat, vanilat, dan ferulat juga merupakan komponen utama

dari ekstrak air dan memiliki aktivitas alelopati signifikan terhadap berbagai gulma dengan menghambat pembelahan sel dan mengganggu keseimbangan hormonal dalam pertumbuhan (Sołtys-Kalina et al., 2013). Selain itu, fenol yang terdapat dalam ekstrak air juga dapat menghambat aktivitas beberapa hormon tanaman promotor pertumbuhan, yaitu auksin (Asam Indole Asetat), giberelin, dan sitokinin yang pada akhirnya menyebabkan beberapa gangguan dalam pembelahan sel dan perpanjangan akar gulma (Murtalaksono et al., 2020). Selanjutnya, kehilangan air pada tanaman target yang disebabkan oleh senyawa fenolik, mengurangi turgor sel pelindung, dan secara keseluruhan, hal ini akan menekan fotosintesis dan mengurangi berat kering tanaman (Septiani et al., 2019). Senyawa alelopati larut dalam air yang serupa seperti yang ada pada *Ageratum conyzoides* juga dapat mengganggu membran plasma sel gulma, mengganggu penyerapan air dan ion, serta mengganggu fotosintesis secara keseluruhan dengan pembukaan stomata yang tidak teratur (Septiani et al., 2019).

Flavonoid, saponin, dan tanin adalah metabolit sekunder yang umumnya ditemukan dalam ekstrak berair dari tanaman, dan juga berfungsi sebagai agen fitotoksik terhadap gulma (Talahatu & Papilaya, 2015). Beberapa flavonoid, misalnya, dikenal dapat mengganggu proses meiosis sel dan sitokinesis, sementara tanin, pada konsentrasi lebih tinggi, dapat menonaktifkan enzim amilase dan menghambat giberelin yang vital untuk pertumbuhan gulma (Talahatu & Papilaya, 2015 ; Priyatmoko et al., 2023 ; Cahyati et al., 2022). Kehadiran alkaloid dan terpenoid seperti pada tanaman *Cyperus rotundus* juga dianggap sebagai kandidat yang baik untuk bioherbisida karena kemampuannya menghambat perkecambahan dan pertumbuhan awal gulma melalui penghambatan sintesis protein dan fungsi membran sel (Amrullah et al., 2024).

Secara umum, alelokimia dapat diklasifikasikan sebagai metabolit sekunder yang dapat dibagi lebih lanjut menjadi 14 kelompok di antaranya adalah asam organik larut dalam air, lakton, dan flavonoid yang dapat ditemukan di berbagai organ tanaman seperti akar, batang, daun, bunga, dan biji (Amrullah et al., 2024).

Ada anggapan umum bahwa alelokimia bekerja dengan memperlambat proses fisiologis dan biokimia tertentu pada tanaman target seperti fotosintesis, respirasi, sintesis protein, pembelahan sel, dan keseimbangan hormon pertumbuhan (Talahatu & Papilaya, 2015). Fenolik dominan, kelas alelokimia, dapat membentuk kompleks dengan membran sel tanaman target, yang menyebabkan depolarisasi sel dan keracunan sel, yang menghambat pertumbuhan akar dan tunas tanaman target (Ziadaturrif'ah et al., 2019). Senyawa fenolik dari daun *A. conyzoides* juga dapat menghambat pembelahan sel akar dengan diserap ke dalam membran sel, yang secara signifikan mengurangi pembentukan tunas (Septiani et al., 2019). Gangguan pada membran plasma oleh alelokimia juga dapat mengurangi penyerapan ion dan air, sehingga membatasi aktivitas stomata dan fotosintesis (Ziadaturrif'ah et al., 2019). Selain itu, gangguan integritas membran sel dan aktivitas metabolik asam shikimasi dan asam asetat oleh fenolik telah terbukti mempengaruhi hormon pertumbuhan, yang akibatnya mengarah pada penghambatan perkecambahan biji dan pertumbuhan (Septiani et al., 2019). Flavonoid dan tanin dalam ekstrak air telah terbukti mengganggu struktur membran sel, yang pada gilirannya mengurangi permeabilitasnya, sehingga mengganggu penyerapan nutrisi dan produksi ATP yang sangat penting dalam metabolisme seluler (Talahatu & Papilaya, 2015). Terpenoid dan alkaloid juga dapat menyebabkan gangguan pada membran sel, gangguan keseimbangan

osmosis, dan penghambatan enzim esensial yang menghambat pertumbuhan (Almarie, 2020).

Senjata alelopatik tidak efektif akibat faktor lingkungan seperti pH tanah, suhu, intensitas cahaya, dan lokasi mikroorganisme, yang semuanya dapat mengubah struktur kimia atau degradasi senyawa ini (Kostina-Bednarz et al., 2023 ; Venkatasai et al., 2025). Misalnya, pH ekstrem dapat mempengaruhi stabilitas beberapa fenolik, dan suhu tinggi dapat mempercepat degradasi beberapa metabolit sekunder yang volatile. Sinar matahari juga menjadi faktor ketika terkait dengan fotosintesis, dan secara tidak langsung mempengaruhi produksi dan akumulasi senyawa alelopatik pada tanaman sumber (Iqlima & Rachmawati, 2023). Selanjutnya, perubahan ketersediaan CO₂ dan kelembaban juga penting dalam memodulasi efek alelokimia pada fotosintesis tanaman target (Ziadaturrif'ah et al., 2019).

Mekanisme biokimia senyawa alelokimia pada tanaman target mereka (penghambatan enzim, gangguan fotosintesis, kerusakan membran, dll). Secara umum, senyawa ini mengganggu fotosintesis, enzim metabolisme, respirasi mitokondrial, pembelahan sel, sintesis protein, dan stres oksidatif yang dikatakan menghambat pertumbuhan dan mengendalikan gulma (Anwar et al., 2023). Misalnya, senyawa fenolik dan turunan mereka, mengganggu hormon pertumbuhan IAA dan Gibberelin, yang pada gilirannya menghambat membran sel, dan secara sinergis mengurangi penghambatan pertumbuhan gulma (Septiani et al., 2019).

Pertumbuhan akar negatif dilaporkan untuk beberapa senyawa alelopati yang merupakan asam galat, asam kumarat, dan asam protokatekuat yang diisolasi dari *Ageratum conyzoides*. Septiani (2019) meneliti penghambatan pertumbuhan dan laju fotosintesis. Selanjutnya, senyawa alelopatik seperti artemisinin dan sorgoleone yang tinggi,

bahkan pada konsentrasi yang relevan, menghambat fotosensi dan menargetkan aktivitas kloroplas (Kostina-Bednarz et al. 2023). Sementara itu, beberapa allelochemicals yang mungkin, sel tanaman, spesies oksigen dan beberapa elemen target reaktif menyebabkan kerusakan oksidatif pada komponen seluler penting seperti membran, protein, dan asam nukleat (Priyatmoko et al., 2023). Gangguan fotosintesis yang disebabkan oleh allelopati juga dapat diperburuk oleh efek negatif glikosida pada respirasi, dan senyawa fenolik yang dapat menghambat pelepasan oksigen dari kloroplas meskipun konsentrasi tinggi diperlukan agar efeknya signifikan (Kostina-Bednarz et al., 2023).

Dampak allelopati untuk efektif (pH, suhu, cahaya, degradasi oksidatif). Ketersediaan nutrisi di tanah juga dapat mempengaruhi keefektifan allelopati, karena tanaman yang ditanam di tanah dengan pasokan nutrisi terbatas cenderung lebih rentan terhadap efek fitotoksik senyawa alelopatik. Tingkat cahaya cenderung berkorelasi dengan reproduksi alelopatik fisiologis tanaman per fotoperioda dan modulasi pelepasan serta fotosintesis (Ruminta et al., 2019). Beberapa faktor internal seperti genotipe tanaman sumber dan gulma target, serta tahap perkembangan tanaman, juga sangat menentukan derajat respons alelopatik yang diamati (Ahadiyat dan Sarjito, 2022). Selain itu, faktor lingkungan seperti kelembapan relatif dan pola curah hujan, dapat mempengaruhi translokasi dan stabilitas senyawa alelopatik di lingkungan. Seseorang harus mempertimbangkan fakta bahwa senyawa fenolik alelopatik dapat mengganggu fungsi seluler dan fisiologis penyerapan nutrisi dan penghambatan fotosintesis, dan konsekuensinya, pertumbuhan vegetatif tanaman target dan pengurangan biomassa (Ziadaturrif'ah et. al, 2019).

Kesuburan tanah dan penerapan pupuk memiliki pentingnya besar dalam

mendefinisikan respons selanjutnya dari tanaman terhadap senyawa allelopatik karena terlibatnya nutrisi seperti nitrogen, kalium, dan seng dalam fotosintesis dan pertumbuhan tanaman (Behtash et al., 2025). Penelitian lain menunjukkan bahwa konsentrasi nutrisi dalam larutan hidroponik, terutama nitrat, memiliki kemampuan untuk mempengaruhi sintesis metabolit sekunder tertentu yang bertindak sebagai allelochemicals dan, dengan demikian, mempengaruhi potensi bioherbisida dari ekstrak tanaman akuatik (Venkatasai et al., 2025). Selain itu, interaksi antara berbagai senyawa allelopatik dalam ekstrak tanaman dapat menghasilkan sinergi atau antagonisme yang dapat mempengaruhi potensi bioherbisida secara keseluruhan yang oleh karena itu, membutuhkan lebih banyak penelitian.

Selain itu, metode ekstraksi yang digunakan, serta bagian mana dari tanaman yang digunakan dalam ekstraksi, juga bertanggung jawab terhadap ketentuan atas komposisi dan konsentrasi senyawa allelopatik yang diperoleh, yang pada gilirannya, mempengaruhi keefektifan bioherbisida. Faktor seperti waktu panen dan kondisi fisiologis tanaman sumber juga mempengaruhi sifat nutrisi dan komposisi fitokimia termasuk senyawa allelopatik (Ivanović et al., 2018). Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memastikan kombinasi faktor-faktor ini yang secara maksimal akan menggali potensi allelopatik dari ekstrak akuatik tanaman untuk bioherbisida yang lebih efisien dan terarah. Penelitian mengenai interaksi kompleks antara faktor internal dan eksternal terhadap aktivitas allelopatik akan memberikan kerangka dasar untuk mengembangkan bioherbisida yang lebih efektif dan mudah dimanipulasi (Gürsoy et al., 2015).

5. Studi Empiris Penggunaan Ekstrak Air Tanaman sebagai Bioherbisida

5.1. Tanaman-tanaman sumber ekstrak air potensial

Berbagai spesies tanaman telah diidentifikasi karena efek alelopatik yang signifikan melalui ekstrak aqual mereka yang memiliki aksi penghambatan terhadap gulma (Murtalaksono et al., 2020). Ini termasuk sorgum, *Tagetes erecta*, *Mikania micrantha*, *Chromolaena odorata*, dan *Azadirachta indica*, yang telah menunjukkan aktivitas bioherbisida yang menjanjikan dalam berbagai penelitian (Anwar et al., 2021 ; Alanaz et al., 2023). Selain itu, pepaya telah menunjukkan potensi sebagai sumber bioherbisida ramah lingkungan, dengan aktivitas alelopatik yang dapat menghambat perkecambahan dan pertumbuhan gulma (GH et al., 2025).

Ekstrak akuatik dari sorgum dari *Sorghum bicolor* L telah diteliti untuk keberadaan alelokimia, terutama sorgolena yang dikeluarkan dari akar dan residu, dan disertai oleh metabolit sekunder seperti asam parahidroksibenzoat, asam vanilat, dan asam ferulat yang berkontribusi pada penghambatan gulma. Ini berfungsi untuk mengganggu proses fisiologis gulma, terutama yang berkaitan dengan buah berbatu, radikel, dan pertumbuhan tanaman, yang pada gilirannya mengurangi kompetisi gulma dengan tanaman budidaya. Penelitian telah menunjukkan bahwa ekstrak air dari sorgum memiliki efikasi tinggi dalam pengendalian spesies gulma seperti *Amaranthus retroflexus* dan *Portulaca oleracea*, dan ini dapat dilihat bahkan dalam konsentrasi yang rendah. Lebih jauh, penelitian terkini telah menunjukkan bahwa ekstrak akuatik dari sorgum dapat mengubah metabolit sekunder dari gulma, terutama metabolit anti-stres oksidatif mereka dan berujung pada penghambatan pertumbuhan gulma.

Metabolit yang lebih besar dari tanaman, tanaman tertentu, sebagai contoh, *Mikania micrantha*, terpetakan dari alelopati, alelopati, terpenoid, dan

tanin, bioherbisida memiliki potensi sebagai pbr (Alridiwersah et al., 2020). Senyawa dari dan penghambat budidaya perkembangan banyak spesies gulma, penghambat dari menjadikannya sebagai kandidat pengembangan dari sebagai bioherbisida (Guntoro et al., 2020). Sekaligus, senyawa dengan dari ekstrak *Tagetes erecta* bioherbisida juga sebagai sebagai tanaman insektisida nematisidal pelindung terintegrasi. Dan, dari ekstrak juga *Artemisia vulgaris* (Mugwort) dengan senyawa total aktif yang biologis berupa polisakarida, asam terpenoid, organik, flavonoid, dan yang dapat penghambat perkecambahan dan pertumbuhan gulma seperti akar pigweed merah (Pannacci et al., 2020). stagnant bisa jagung (Pannacci et al., 2020). Dan untuk pengembangan ekstrak *Artemisia vulgaris* sebagai farmasi ramah bioherbisida diinginkan untuk potensi, serta menghasilkan banyak dari penelitian lain dari mengungkapkan potensi penekan gulma ekstrak daun *Parthenium hysterophorus* yang juga mengandung senyawa fenolik dari yang dapat menekan perkecambahan bibit yaitu gulma dan mengatui IRRC. Menurut Amrullah et al. (2024) melaporkan bahwa penggunaan air yang diekstrak dari spesies *Mikania micrantha*, yang sering dianggap sebagai gulma invasif, menunjukkan potensi yang signifikan sebagai bioherbisida karena karakter alelopatik dari senyawa fenolik, terpenoid, dan tanin. Senyawa-senyawa ini, termasuk flavonoid dan alkaloid, telah ditemukan secara signifikan mengurangi biomassa dan berat kering dari gulma *Echinochloa crus-galli* (Alridiwersah et al., 2020). Penelitian tersebut melaporkan bahwa ekstrak *Mikania micrantha* efektif dalam menghambat perkecambahan dan pertumbuhan awal gulma seperti *Lolium multiflorum* dan *Digitaria sanguinalis* (Paiman et al., 2022). Senyawa alelokimia fenolik dan flavonoid dalam ekstrak ditemukan paling efektif dalam

menghambat aktivitas enzim selama perkecambahan gulma (Alridiwersah et al., 2020). Studi selanjutnya mengklaim bahwa konsentrasi 60% ekstrak *M. micrantha* dapat secara signifikan menekan berat basah dan berat kering dari gulma *Echinochloa crus-galli* lebih dari 65% dibandingkan kontrol (Alridiwersah et al., 2020).

Ekstrak air dari *Chromolaena odorata* juga telah terbukti menunjukkan aktivitas alelopatik yang kuat, terutama karena senyawa fenolik dan flavonoidnya yang menghambat perkecambahan dan pertumbuhan beberapa spesies gulma. Kualitas fitotoksiknya juga disebabkan oleh keberadaan triterpenoid dan alkaloid yang sangat mempengaruhi fisiologi dan biokimia gulma target (Paiman et al., 2022). Efektivitas ekstrak *C. odorata* terhadap pertumbuhan beberapa gulma seperti *Ageratum conyzoides* dan *Eleusine indica* telah dilaporkan (Motmainna et al. (2021)). Ekstrak dari *Ageratum conyzoides* juga dilaporkan mengandung fenol tinggi yang memiliki potensi sebagai bioherbisida (Septiani et al., 2019). Ekstrak *Ageratum conyzoides* (babadotan) juga menunjukkan beberapa efek allelokimia yang signifikan dengan 100% ekstrak diuji pada daun babadotan, yang menghasilkan pengurangan signifikan klorofil a, klorofil b dan karotenoid pada gulma serta menghambat pertumbuhan gulma (Septiani et al., 2019). Kandungan fenolik total yang cukup tinggi dari ekstrak daun *A. conyzoides* (sekitar 16.121 µg GAE/g berat segar) juga mendukung potensinya dalam alelopati (Septiani et al., 2019). Potensi teknis ekstrak daun *Ageratum conyzoides* untuk digunakan sebagai bioherbisida tinggi, tetapi beberapa studi lagi masih diperlukan sebelum meningkatkan potensi EGWE terhadap aktivitas fraksi dengan kandungan fenolik total tinggi. Pentingnya ekstrak daun *C. odorata* untuk bioaktivitas herbisida dan pestisida herbisida. Ekstrak daun *Azadirachta indica* (nimba) diakui baik untuk

limonoid terutama azadirachtin, yang memiliki spektrum luas dari alelopati dan aktivitas insektisida.

Senyawa-senyawa ini menghambat pertumbuhan dan perkembangan gulma melalui sejumlah mekanisme, termasuk penghambatan sintesis protein dan gangguan membran plasma, menjadikan *A. indica* kandidat yang menjanjikan untuk pengembangan bioherbisida. Beberapa studi telah menunjukkan bahwa ekstrak air dari nimba secara efektif menghambat perkecambahan dan pertumbuhan sejumlah gulma, termasuk *Parthenium hysterophorus* dan *Echinochloa crus-galli*, sehingga menawarkan manfaat tambahan dalam pengelolaan hama terpadu. Dr. Gupta hanya mengisolasi fraksi kimia aktif dari filtrat daun nimba dengan flavonoid dari *Vitex negundo*, yang sepenuhnya menghambat semua aktivitas bioherbisida yang ada.

Ekstrak dari buah yang belum matang juga mengandung senyawa lain seperti nimbin dan salanin yang bertindak secara sinergis untuk meningkatkan potensial alelopati dan memberikan efek perlindungan ganda terhadap organisme hama tanaman target. Selain itu, studi lain telah menunjukkan bahwa senyawa alelopatik dari nimba dapat mengurangi permeabilitas membran sel tanaman dan dengan demikian menghambat penyerapan air dan nutrisi yang sangat penting bagi tanaman hama target (Murtalaksono et al. 2020). Selain itu, uji in vitro telah menunjukkan bahwa konsentrasi tinggi dari ekstrak air nimba dapat menghambat fotosintesis dan respirasi seluler dari beberapa spesies gulma, yang menunjukkan adanya gangguan signifikan dalam metabolisme energi (Septiani et al. 2019).

Selanjutnya, ekstrak air dari *Carica papaya* (pepaya) juga telah menunjukkan potensi bioherbisida yang berharga, seperti menghambat perkecambahan dan pertumbuhan awal gulma seperti *Phalaris minor* dan *Avena fatua* karena konstituen

fitokimia seperti fenolik dan alkaloid (Anwar, 2019). Selain itu, ekstrak air dari *Syzygium cumini* juga memiliki potensi alelopati yang kuat melalui keberadaan senyawa alkaloid yang kaya dalam litter daunnya yang menghambat penyerapan air dan proses fisiologis lainnya pada gandum dan dapat secara efektif mengendalikan gulma di lahan subur (Mudanigrat et al., 2023). Demikian pula, ekstrak air dari herba lainnya juga telah diteliti, misalnya, ekstrak dari *Euphorbia helioscopia* telah terbukti menghambat pertumbuhan *A. fatua* dan *Zea mays* (Khan et al., 2019).

5.2. Pengaruh ekstrak air terhadap

Efek dari ekstrak akar beberapa tanaman telah terbukti secara signifikan mengurangi laju dan persentase perkecambahan beberapa biji gulma dengan mempengaruhi gangguan metabolisme penting dalam sintesis protein, respirasi, dan aktivitas beberapa proses hidrolitik enzimatik (Indarwati et al, 2023). Gangguan semacam itu biasanya disebabkan oleh keberadaan beberapa senyawa fenolik dari alelopati dan flavonoid yang memiliki potensi untuk mengganggu membran sel osmotik, mengganggu homeostasis hormonal embrio gulma yang mendukung perkecambahan (Indarwati et al, 2023 ; IJB, 2009). Misalnya, ekstrak air dari *Carica papaya* secara signifikan menghambat perkecambahan *Euphorbia helioscopia* (Anwar, 2019). Penghambatan semacam itu juga dilaporkan oleh Thakur et al, 2017 yang memverifikasi bahwa ekstrak daun *Melia dubia* secara signifikan menghambat penyerapan kelembaban dan aktivitas α -amilase, yang merupakan mekanisme penting untuk perkecambahan, pada *Echinochloa crus-galli*.

Pertumbuhan Akar dan Batang. Penelitian ini bermula dari penelitian Ramaidani et al (2021) yang menyatakan bahwa penggunaan ekstrak akar tanaman dapat menghambat pertumbuhan

biomassa total tanaman. Kehadiran dapat dinyatakan bahwa terdapat perpanjangan abnormal yang berlebihan dalam panjang batang, serta pada akar tanaman.

Ekstrak tambahan dari tanaman lain (*P. harmala*) menunjukkan adanya pertumbuhan cepat dari akar filiform (*Raphanus sativus*) (Stratu et al. 2015). Selain itu, komponen sinplant menunjukkan ekstrak tanaman lain yang memiliki efek alelopatik yang sinergis pada akar (*Amaranthus retroflexus*). Dalam hal ini, terdapat peningkatan fitotoksisitas (Pardo et al. 2022). Mudaningrat et al (2023) menyatakan bahwa kurangnya zat hara esensial yang mencukupi menjelaskan penurunan struktur jaringan tanaman yang merupakan akar dari seluruh siklus tanaman. Ini mengonfirmasi Espalier ale Opacrocl-2024 yang menunjukkan kemajuan terbesar dalam pertumbuhan biji primer yang telah didokumentasikan (Amrullah et al 2024).

Senyawa alelopatik dalam ekstrak batang melemahkan integritas struktural sel, mengurangi penyerapan air, dan menghambat mobilisasi cadangan makanan dalam biji gulma target (Mudaningrat et al., 2023). Penurunan potensi air akibat konsentrasi ekstrak yang lebih tinggi mengakibatkan dehidrasi pada biji gulma, sehingga menghambat perkecambahan (Cahyanti et al., 2015). Penghambatan penyerapan air dan nutrisi berinteraksi untuk mengganggu rasio batang ke akar dengan mengalokasikan biomassa dalam akar ke batang, atau sebaliknya, tergantung pada tingkat stres yang ditimbulkan oleh senyawa alelopatik (Ruminta et al., 2017). Selain itu, fenomena stres alelopatik dapat mengurangi kadar klorofil dan fotosintesis pada tanaman yang terpengaruh, yang menyebabkan penurunan keseluruhan dalam biomassa yang dihasilkan (Manullang et al., 2019). Stres tersebut bisa disebabkan oleh peningkatan suhu daun, penutupan stomata, dan penurunan laju fotosintesis

yang bersama-sama menyebabkan penurunan biomassa keseluruhan (Thakur et al., 2017 ; Yalang et al., 2016). Terdapat efektivitas pada berbagai spesies gulma invasif.

Terdapat penghambatan faktor dan aktivitas yang terjadi di lingkungan, tingkat ekstrak, dan spesies gulma invasif yang ditemukan dalam penggunaan ekstrak air dari tanaman. Meskipun tidak menyebabkan respons signifikan dalam pertumbuhan akar vegetatif pada *Sorgum halepense*, pertumbuhan dan kelangsungan hidup tanaman diperoleh dalam rentang konsentrasi ekstrak yang terbatas (Murtalaksono et al. 2020).

Studi lain telah melaporkan bahwa ekstrak dari alelokimia di rumput pada konsentrasi bahkan 750 gram per liter air dapat menghambat pertumbuhan gulma *amaranth* berduri yang berkorelasi dengan induksi nekrosis sel yang signifikan (Amrullah et al 2024). Efektivitas ekstrak juga *Ageratum conyzoides*, dan bahkan dalam penggunaan campuran ekstrak air dan bandotan, rumput grade juga dilaporkan tidak selalu efektif dalam pengendalian gulma. Penggunaan bahkan ekstrak *Ageratum conyzoides*, dalam laporan 2022 Cahyati et al., (2022) juga melaporkan bahwa ekstrak tersebut bahkan menunjukkan potensi pengendalian non-selektif terhadap *amaranth* berduri. Ekstrak *Ageratum conyzoides* dapat menunda perkecambahan biji *amaranth* berduri, menunjukkan bahwa ekstrak tersebut mungkin memiliki tingkat selektivitas tertentu terhadap spesies gulma tertentu (Indarwati et al., 2023). Perlu juga dicatat bahwa *Ageratum conyzoides* juga mengandung ekstrak alelopatik dalam bentuk air yang memiliki waktu tinggal lama untuk menghilangkan alelokimia toksik yang berguna untuk nutrisi tanah (Adeleke & Onyegorom, 2022). *Ageratum conyzoides* juga menunjukkan dari ekstrak daunnya studi empiris tertentu bahwa efek inhibisi alelopati

terhadap gulma lain seperti *Alternanthera philoxeroides* juga menunjukkan bahwa metabolit sekunder dalam ekstrak dapat menghambat aktivitas enzim tertentu, mengurangi kandungan klorofil, menghambat fotosintesis, dan semua ini pada gilirannya mengakibatkan pengurangan biomassa dan juga pertumbuhan gulma target (Hu et al 2023).

5.3. Perbandingan efektivitas antar jenis ekstrak.

Analisis komparatif tentang efektivitas berbagai jenis ekstraksi air dari tanaman mencakup penentuan konsentrasi optimal dan penilaian efek metode ekstraksi, serta bagian tanaman yang digunakan terhadap potensi aktivitas alelopati (Alridiwersah et al. 2020). Perbedaan dalam komposisi fitokimia spesies tanaman, seperti keberadaan flavonoid, fenol, dan terpenoid, merupakan faktor penentu dari rentang dan tingkat aktivitas herbisida dari ekstrak gulma (Cahyati et al 2022). Misalnya, keberadaan steroid, tannin, alkaloid, dan flavonoid dalam *Ageratum conyzoides* telah didokumentasikan sebagai senyawa alelopatik aktif, sedangkan dalam *Imperata cylindrica* terpenoid dan alkaloid adalah komponen utama yang terkait dengan efek fitotoksik (Cahyati et al 2022). Oleh karena itu, pemilihan spesies tanaman sebagai sumber bioherbisida harus bergantung pada profil fitokimia spesifik dan mode aksi yang relevan terhadap gulma target. Penelitian lebih lanjut menguatkan bahwa efektivitas ekstrak air dari *Ageratum conyzoides* bervariasi dengan teknik ekstraksi, misalnya, merendam dalam air distilasi selama 24 jam menghasilkan konsentrasi yang cukup untuk menghambat pertumbuhan gulma uji (Septiani et al 2019).

Didefinisikan sebagai tingkat konsentrasi herbisida aktif tertinggi dengan dampak negatif terendah pada tanaman penting secara ekonomi dan/atau

lingkungan, penentuan konsentrasi optimal sangat penting untuk ekstraksi air (Alridiwersah et al 2020). Prinsip dan konsep terdahulu menunjukkan dengan jelas bahwa ekstrak daun *Ageratum conyzoides* atau di luar negeri biasa disebut *Ageratum* dengan konsentrasi 5% mampu menghambat beberapa di antaranya banyak gulma tetapi tidak memberi dampak fitotoksik pada tanaman (Septiani et al., 2019). Penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa biomassa gulma Jajagoan dapat berkurang 65% apabila ditambahkan dengan 60% konsentrasi ekstrak dari *Mikania micrantha* (Alridiwersah et al., 2020). Berdasarkan konsep alelopati, pH, suhu, dan intensitas cahaya juga mempengaruhi efektivitas ekstrak alelopatik, di mana beberapa penelitian melaporkan peningkatan biomassa atau sebagian dari metabolit sekunder pada pH yang spesifik (Venkatasai et al., 2025). Kombinasi pH dan suhu tersebut dapat menunjukkan jelas besarnya upaya yang dilakukan untuk mendekati potensi daya ekstrak sebagai bioherbisida, juga dari paduan metabolit sekunder yang saling berinteraksi dari berbagai ekstrak yang dapat berkontribusi positif dan fitotoksik pada tanaman apabila bersinergi (Synergy), penelitian terdahulu di Puspanelli et al (2023), dengan konsep dan beberapa contoh pada ekstrak daun ketapang dan sembung mendekat pada tanaman gulma yang ditanam pada padi sawah Jawa, dengan konsentrasi 50% dan fitotoksik pada tanaman padi dikarenakan senyawa yang mengandung flavonoid, terpenoid, dan tanin (Talahatu & Papilaya, 2015). Memengaruhi juga metode mempengaruhi ekstraksi dan tanaman dari metode ekstraksi dan bagian tanaman.

Perendaman, perebusan, dan macerasi merupakan teknik ekstraksi untuk mengetahui tipe dan jumlah bioaktif yang diekstrak serta potensi alelopati dari ekstrak, yang telah dijelaskan dalam (Indarwati et al., 2023).

Selain itu, setiap bagian dari tanaman (daun, batang, dan akar) memiliki karakteristik fitokimia yang berbeda, sehingga berpengaruh terhadap komposisi dan aktivitas herbisidal dari ekstrak yang dihasilkan. Sebagai contoh, ekstrak dari daun *Ageratum conyzoides* yang konsentrasinya lebih tinggi, tidak berpigmen fotosintetik dan pertumbuhannya juga lebih kecil dari gulma *Eleusine indica* (Septiani et al., 2019). Dengan cara yang sama ekstrak daun *Chromolaena odorata* juga di untuk pertumbuhan vegetasi gulma ini, di 10% konsentrasi cukup tinggi (Ziadaturrifah et al., 2019). Dengan adanya studi komparatif diantara ekstrak daun dan batang, bagian tanaman yang memiliki senyawa alelopati dalam konsentrasi lebih tinggi dapat ditentukan, sehingga pencarian potensi ekstraksi dapat dimaksimalkan. Sebagai contoh, aktivitas bio yang dapat dimiripkan dari daun *Mikania micrantha* dan *Chromolaena odorata* menunjukkan berbagai potensi serta alelopati yang mendasari studi komparatif dalam pencarian bioherbisida (Alridiwersah et al., 2020 ; Yusoff dan Ismail, 2015).

Penelitian lebih lanjut tentang kombinasi berbagai ekstrak dari bagian tanaman yang berbeda berpotensi untuk formulasi bioherbisida yang lebih baik dan lebih luas. Murtilaksono et al. (2023) menyarankan kemungkinan keberadaan senyawa fenolik dari *Ageratum conyzoides* yang memiliki atribut menghambat pertumbuhan hormon tanaman asam indol asetat, asam giberelat, dan sitokin yang berdampak buruk pada aktivitas mitosis sel akar dan pertumbuhan akar. Dalam konteks yang sama, flavonoid, saponin, dan tanin yang semuanya merupakan elemen dari *Syzygium aromaticum* dilaporkan dapat menghambat pertumbuhan gulma *Cyperus esculentus* dengan bertindak pada satu atau lebih konsentrasi optimal dan spesifik (Talahatu dan Papilaya, 2015). Penelitian fitokimia lebih lanjut,

khususnya yang melibatkan kromatografi, diperlukan untuk membuka karakter sejati dari senyawa herbisidal ini dan untuk mempertimbangkan aksi sinergis dari beberapa metabolit sekunder dalam ekstrak akuatik (Syafira et. al. 2025).

Studi yang dilakukan di lapangan menunjukkan hasil yang sama. Tinjauan hasil dari semua studi sangat penting dalam memberikan bukti awal potensi aplikasi luas bioherbisida yang berbasis ekstrak akuatik dan membantu dalam mengidentifikasi parameter yang mungkin menjelaskan ketidaksesuaian dalam hasil. Tingkat variasi seperti itu sering disebabkan oleh perbedaan dalam lingkungan pertumbuhan tanaman sumber, metode ekstraksi yang digunakan, spesies gulma target, dan tahap pertumbuhan gulma.

Oleh karena itu, mencapai tingkat reproduktibilitas dan keandalan yang lebih tinggi dalam penelitian dan formulasi ekstrak memerlukan standarisasi (Alridiwersah et al., 2020 ; Talahatu & Papilaya, 2015). Faktor-faktor seperti pH, suhu, dan intensitas cahaya juga dapat mempengaruhi alelopati dan dengan demikian efektivitas ekstrak, dan juga harus diperhitungkan dalam merumuskan standarisasi.

Efektivitas dosis ekstrak torbangunt serta rumput vetiver untuk pengendalian gulma rumput bawang masih perlu diteliti serta untuk mengetahui perbedaan aktifitas bio-fungisidal antara daun dan batang pada tanaman tersebut (Agustrina et al 2024 ; Cahyati et al 2022). Meskipun memiliki potensi besar sebagai bio-herbisida pengganti, ekstrak tanaman memiliki tantangan dan keterbatasan. Menghalangi pengembangan dan penerapan ekstrak tanaman, tantangan dalam variabilitas tanaman terkait dengan genotipe, faktor ekologi (kondisi dan tata lingkungan) dan fase dalam siklus hidup tanaman (Rioba & Stevenson, 2017). Rentan terhadap degradasi karena lingkungan sekitar. Dalam ekstrak air, allelochemicals dapat terdegradasi karena

faktor lingkungan seperti pH, suhu, dan sinar ultraviolet, yang mengurangi keefektifannya (Amrullah et al 2024). Dengan demikian, diperlukan pengembangan formulasi untuk melindungi senyawa aktif tersebut, serta penambahan yang tepat guna untuk memperpanjang stabilitas dan daya guna bio-herbisida dalam pratak.

Sebagai akibat dari kurangnya pengetahuan mengenai mekanisme aksi pada tingkat molekuler dan toksikologi dari banyak ekstrak tanaman, kemampuan untuk memprediksi distribusi spasial dari molekul fitotoksik tertentu dan target seluler mereka terbatas (Cruz-Ortiz & Flores-Mendez, 2021). Mengingat biaya produksi yang efektif dan stabilitas penyimpanan jangka panjang, optimasi formulasi bioherbisida melalui enkapsulasi, atau penambahan pengawet alami, adalah penting untuk mencegah degradasi ini (Cruz-Ortiz & Flores-Mendez, 2021). Selain itu, variasi genotipe tanaman sumber juga penting dalam menentukan komposisi dan aktivitas alelopati dari ekstrak, yang memerlukan pemilihan varietas yang menjanjikan dengan konsentrasi tinggi senyawa alelopatik untuk bioherbisida yang konsisten (Kostina-Bednarz et al., 2023).

Variabilitas kualitas bahan baku (usia tanaman, kondisi tumbuh). Kualitas bahan baku yang digunakan untuk ekstraksi secara mencolok mempengaruhi konsentrasi dan spektrum senyawa alelopatik yang sering bervariasi dalam kompleksitasnya, tergantung pada praktik budidaya, kondisi tanah, iklim, dan waktu panen (Venkatasai et al., 2025). Jadi, untuk mempertahankan kualitas ekstrak yang konsisten sebagai bioherbisida, standardisasi bahan baku dan formulasi pedoman yang tepat untuk praktik budidaya diperlukan.

Pengendalian kualitas selama tanam dan pasca panen merupakan salah satu solusi untuk mendapatkan kualitas produk yang seragam (Sasora et al.,

2022). Integrasi budi daya yang terkontrol seperti sistem hidroponik, juga diharapkan mampu meningkatkan pertumbuhan dan komposisi dari metabolit sekunder yang terkandung dalam tanaman obat, sehingga berdampak positif terhadap kualitas bahan baku bioherbisida (Venkatasai et al., 2025). Di samping itu, teknik ini mampu menjadikan variabilitas kontaminasi dan tanaman yang diambil dari habitat alaminya lebih terkendali (Mihrete, 2025 ; Venkatasai et al., 2025), sehingga mempermudah untuk menghasilkan ekstrak yang memiliki aktivitas bioherbisida dan komponen (fitokimia) secara homogen dan dapat diprediksi.

Air merupakan pelarut universal, namun dalam proses ekstraksi, senyawa organik seperti etanol dan metanol lebih efektif dalam mendapatkan alelokimia dalam konsentrasi yang lebih tinggi (Kostina-Bednarz et al., 2023). Oleh karena itu, untuk meningkatkan konsentrasi dari alelokimia, masih perlu untuk dikembangkan metode ekstraksi yang berbasis air, sebagaimana yang diusulkan (Kostina-Bednarz et al., 2023), yaitu ekstraksi ultrasonik dan microwave.

Selain itu, formulasi teknologi inovatif juga meningkatkan stabilitas dan efektivitas senyawa bioaktif yang diekstraksi dengan air karena tantangan degradasi lapangan dan aktivitas mikroba (Chukwuma et al., 2024). Selain itu, komponen bioaktif sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di mana tanaman tumbuh, yang memerlukan dosis yang lebih tinggi untuk kondisi lapangan agar mencapai efektivitas yang diinginkan (Kostina-Bednarz et al., 2023). Ada lebih banyak laporan tentang produk yang terjadi secara alami, dan komposisi bahan mentah yang tidak seimbang menginduksi variabilitas "efek batch" dalam produk yang diekstraksi, yang memerlukan pengamatan ketat terhadap kualitas suatu batch. Kebutuhan untuk menyederhanakan prosedur ekstraksi,

seperti pemilihan pelarut dan parameter operasional, sangat penting untuk menangkap maksimum senyawa bioaktif dan produk (Sekar et al., 2025). Uji lapangan sangat penting untuk menangkap dampak nyata dari bioherbisida, meskipun uji tersebut sering kali dihadapkan dengan tantangan yang tidak terduga dan sedikit kontrol eksperimental (Fadiji et al., 2025). Namun, efektivitas penelitian semacam itu perlu diverifikasi untuk tujuan mempelajari potensi ekstrak dalam menghambat pertumbuhan gulma di bawah kondisi lapangan (Lopes et al., 2022). Menilai dampak bioherbisida pada ekosistem non-target dan keberlanjutan lingkungan adalah aspek penting yang membutuhkan penelitian mendalam untuk memastikan bahwa bioherbisida akan diterima dan penggunaannya dapat diintegrasikan ke dalam sistem pertanian (Esquivel et al., 2025). Oleh karena itu, studi komprehensif tentang analisis dan profil bidang fitokimia melalui identifikasi dan kuantifikasi alelokimia, toksikologi juga harus dipelajari untuk memastikan aplikasi yang lebih aman dan lebih luas (Anwar et al., 2021). Bioherbisida yang efektif memerlukan sistem pengiriman yang diformulasikan yang stabil dan dapat melindungi senyawa aktif dari degradasi lingkungan serta pengendalian vesil untuk efektivitas maksimum (Chukwuma et al., 2024). Ketersediaan ekstrak aqueous yang murah dan ramah lingkungan dapat menjadi inovasi berkelanjutan dalam pertanian, risiko formulasi optimal untuk pengendalian degradasi dan efektivitas lapangan yang baik adalah suatu keharusan (Sekar et al., 2025 ; Hasan et al., 2021).

6. Peluang untuk Kemajuan dan Arah Masa Depan Penelitian

Kesempatan untuk mengembangkan bioherbisida dari ekstrak air tanaman sangat dipengaruhi oleh potensi alelopatik yang belum dieksplorasi serta

meningkatnya permintaan akan alternatif yang lebih ramah lingkungan untuk herbisida sintetis (Aremu et al., 2024). Penelitian di masa depan harus memprioritaskan identifikasi senyawa bioaktif baru, optimasi metode ekstraksi, dan desain inovatif formulasi untuk meningkatkan efisiensi dan stabilitas bioherbisida yang diekstraksi dengan air (Hernández-Bolaños et al., 2025). Lebih banyak penelitian harus mencakup penilaian komprehensif tentang spektrum gulma yang dapat dikendalikan secara efektif oleh herbisida yang diekstraksi dengan air, serta efek alelopatik yang disebabkan oleh senyawa fitotoksik tertentu (Chukwuma et al., 2024).

Formulasi bioherbisida yang lebih stabil berdasarkan ekstrak air (mikroenkapsulasi, nanoformulasi). Kemajuan dalam teknologi enkapsulasi dan nanoformulasi, khususnya, sangat penting untuk melindungi alelokimia dari degradasi lingkungan dan memperpanjang masa simpan produk (Ammar et al., 2023). Selain itu, pengatur pertumbuhan tanaman yang lebih aman dan lebih efisien, termasuk sintesis hormon pengatur pertumbuhan tanaman atau pengembangan ekstrak alami, harus dieksplorasi untuk memenuhi kebutuhan produksi yang berkelanjutan dan aman dalam sistem pertanian (Zhao et al., 2024). Penelitian juga harus berkonsentrasi pada potensi sinergi antara berbagai ekstrak dari satu tanaman atau antara ekstrak air dan agen pengendalian biologis lainnya untuk meningkatkan efisiensi dan memperluas spektrum pengendalian gulma (Rajakumar et al., 2025). Kombinasi ekstrak air dari tanaman dengan mikroorganisme yang mendukung pertumbuhan tanaman atau agen pengendalian biologis dapat memberikan solusi yang lebih komprehensif untuk manajemen gulma dan kesehatan tanaman secara keseluruhan (Plocek et al., 2024 ; Mihrete, 2025). Penggunaan kombinasi beberapa agen mikroba yang memiliki

berbagai cara kerja dan spesifisitas target yang berbeda juga dapat meningkatkan efektivitas pengendalian gulma dan mengurangi resistensi (Rajakumar et al., 2025). Standardisasi metode ekstraksi. Untuk mengoptimalkan konsistensi dan kualitas ekstrak yang digunakan sebagai bioherbisida, pengembangan protokol untuk ekstraksi juga harus fokus pada konsistensi dan reproduktifitas dalam penangkapan target.

Ini terkait dengan berbagai variabel yang kemungkinan akan terjadi, seperti kondisi pertumbuhan tanaman dan metode pemrosesan awal (Venkatasai Silakan tulis tahun sitasi). Ini akan memfasilitasi perbandingan hasil yang diperoleh dari berbagai studi dan mempercepat pengembangan bioherbisida yang dapat diandalkan secara komersial (Fu et al., 2020). Selain itu, identifikasi spesies gulma yang dapat berfungsi sebagai bioindikator ekosistem tertentu akan membantu pengembangan sistem manajemen gulma terpadu yang lebih tepat dan berkelanjutan (Nikolić et al., 2023). Selanjutnya, seperti yang diindikasikan oleh Venkatasai et al. (2025), akan bermanfaat untuk menentukan interaksi antara lingkungan, nutrisi, cahaya, pH, dan kondisi lain yang ada pada saat bioherbisida diterapkan. Penelitian tentang metabolit sekunder, terutama dari tanaman herbal yang dibudidayakan dalam sistem hidroponik, juga dapat memberikan wawasan tentang potensi peningkatan senyawa alelopatik melalui manipulasi lingkungan (Venkatasai et al., 2025). Ini membuka jalan bagi budidaya tanaman alelopatik yang aktif dengan konsentrasi senyawa yang berpotensi lebih tinggi agar efisien dan berkelanjutan, terutama dengan optimasi cahaya, nutrisi, dan faktor lingkungan lainnya (Venkatasai et al., 2025 ; Zhao et al., 2024). Mengingat keanekaragaman hayati yang luar biasa di Indonesia, banyak spesies tanaman endemik yang belum dieksplorasi secara mendalam untuk potensi mereka sebagai

sumber senyawa alelopati dengan aktivitas herbisida yang kuat.

Studi ini memperluas ruang lingkup kajian fitotoksisitas gulma target dan kajian mekanisme, baik in vivo maupun in vitro, memungkinkan kandidat menjanjikan untuk bioherbisida muncul ke permukaan (Flieller, 2022). Pendekatan multidisiplin yang menggabungkan botani, kimia analitis, dan ekologi akan sangat penting dalam pencarian dan karakterisasi senyawa bioaktif dari tanaman lokal dengan potensi tinggi untuk digunakan dalam alelopati (Indarwati et al., 2023). Selanjutnya, studi mendatang seharusnya bertujuan untuk memahami interaksi kompleks antara tanaman, mikroorganisme tanah, dan alelokimia di rizosfer, karena ini dapat mengungkap mekanisme baru untuk meningkatkan efikasi bioherbisida dan mempromosikan praktik berkelanjutan dalam pertanian (Fadji et al., 2025). Penggunaan transkriptomik dan metabolomik seharusnya membantu dalam identifikasi jalur fisiologis spesifik yang diubah oleh metabolit sekunder dalam ekstrak air mentah dan meningkatkan pemahaman kita tentang mekanisme aksi bioherbisida (Karakterisasi Komposisi Ekstrak Jamur Diaporthe dan Fitotoksisitas terhadap Gulma Air Berbahaya *Eichhornia Crassipes*: Efek Inhibisi pada Perangkat Fotosintesis dan Integritas Membran). Selain itu, studi tentang genetika dan mekanisme molekuler tanaman alelopati diperlukan untuk membantu mengidentifikasi gen alelopati defensif dan senyawa bioaktif, yang dapat digunakan untuk perbaikan bioteknologi tanaman pangan penting secara ekonomi (Ewon & Sadeeka, 2018). Penelitian lebih lanjut juga harus mempertimbangkan budidaya in situ dan in vitro dari tanaman tersebut. Metabolit sekunder sebagai senyawa bioaktif untuk mengendalikan weed (tumbuhan) Yu (2022) mencotohkan hal ini untuk diterapkan di masa depan. Selanjutnya

penelitian potensial alelopati dengan varietas padi serta identifikasi allelokimia yang dominan terhadap efek alelopati juga perlu dilakukan (Adhikary, 2019). Pengembangan bioherbisida dari ekstrak air tanaman ini sejalan dengan inovasi yang mengedepankan pertanian berkelanjutan dengan mengurangi dampak negatif pertanian terhadap lingkungan tanpa mengurangi produktivitas pertanian (Rusmayadi et al., 2023).

Pengujian lapangan skala besar. Untuk menilai efikasi dan keamanan bioherbisida ekstrak air, percobaan lapangan yang luas yang mencakup berbagai kondisi lingkungan dan jenis tanah adalah penting (Le et al., 2018). Penilaian ini harus mempertimbangkan aspek pengendalian gulma, dampak pada tanaman budidaya, dan efek pada organisme non-target serta kesehatan keseluruhan ekosistem. Studi jangka panjang sangat penting untuk menilai kemungkinan akumulasi residu dan allelokimia serta risiko potensial ekotoksikologi untuk membenarkan penggunaan bioherbisida (Islam et al., 2018). Penelitian yang luas diperlukan untuk mengidentifikasi dan mengkarakterisasi lebih dari 2000 spesies tanaman dengan efek alelopati yang kuat, di mana hanya 3% yang diketahui berfungsi sebagai bioherbisida (Kostina-Bednarz et al., 2023). Studi masa depan harus fokus pada pengoptimalan dosis dan waktu aplikasi bioherbisida untuk mencapai keseimbangan yang diinginkan antara pengendalian gulma yang efektif dan hasil panen yang ditargetkan (Zhao et al., 2024). Sangat penting juga untuk menjelaskan mekanisme biokimia yang digunakan oleh allelokimia pada tingkat molekuler dan seluler, karena sebagian besar studi fitotoksitas dilakukan secara *in vitro*, yang menghambat pengembangan bioherbisida yang lebih disesuaikan dan efektif (Softys-Kalina et al., 2013). Studi perbandingan juga diperlukan untuk menilai efikasi, efisiensi

biaya, dan potensi sinergi agen biokontrol berbasis tanaman dalam berbagai skenario perlindungan tanaman (Aremu). Mengintegrasikan dalam sistem yang berkelanjutan dan agroekologis.

Metode seperti tanaman penutup, rotasi tanaman, pengelolaan sisa, dan integrasi bioherbisida, dapat digunakan sebagai strategi untuk menciptakan sistem manajemen gulma yang lebih tangguh dan kuat (Zhao et al., 2024). Strategi ini tidak hanya meningkatkan kesehatan tanah dan keanekaragaman hayati dari agroekosistem secara keseluruhan, tetapi juga memungkinkan pengurangan ketergantungan sistem pada herbisida sintesis (Dzikrillah, 2017). Pengembangan bioherbisida dari ekstrak tanaman aqueous juga cocok dengan sistem pertanian organik, yang melarang penggunaan herbisida dan pestisida sintesis, sehingga memungkinkan produksi makanan yang lebih sehat dan lebih berkelanjutan (Saini dan Singh 2019). Pengembangan lebih lanjut juga perlu fokus pada formulasi bioherbisida ekstrak air menuju peningkatan stabilitas, efikasi, dan kemudahan penggunaan dari produk akhir, mungkin melalui penggunaan enkapsulasi dan surfaktan ramah lingkungan. Selain itu, potensi bio-fortifikasi varietas pangan melalui manipulasi unsur mikroelemen dan pola tanaman baru, juga bersinergi dengan pengembangan bioherbisida, yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk pertanian akhir dengan cara yang lebih holistik (Zhao et al., 2024).

8. Kesimpulan

Analisis terhadap literatur menunjukkan bahwa ekstrak air tanaman ini memiliki potensi sebagai bioherbisida ramah lingkungan yang berkelanjutan untuk menggantikan herbisida sintesis. Alelopati berpotensi dalam penghambatan pertumbuhan gulma dan mampu mengatasi pencemaran, menurunkan risiko kesehatan, dan mengatasi masalah resistensi terhadap

gulma. Untuk lebih memahami mekanisme kerja dari bioherbisida ini, formulasi bioherbisida yang lebih baik, dan melakukan uji lapangan agar dapat menilai efikasi dan keamanannya, perlu untuk melakukan penelitian lebih lanjut. Pemanfaatan teknologi nano dapat berinovasi untuk mengunci dan mengatur kata aktif secara berpotensi untuk stabilitas dan efisiensi yang lebih baik. Pengembangan bioherbisida untuk mengatasi gulma ini sejalan dengan mendukung praktik pertanian berkelanjutan. Oleh karena itu, kolaborasi antara peneliti, petani, pembuat kebijakan, dan peningkatan layanan penyuluhan, menjadi kunci untuk mendorong adopsi di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeleke, M. T. V., & Onyegorom, B. (2022). Cytotoxicity of different ages of weed debris extract of *Ageratum conyzoides* (Billy goat weed) using *Allium cepa* L. assay. *Asian Journal of Biochemistry, Genetics and Molecular Biology*, 12, 1–10.
<https://doi.org/10.9734/ajbgmb/2022/v11i130256>
- Adhikary, S. P. (2019). Efficacy of rice-stubble allelochemicals on vegetative growth parameters of some oil-yielding crops. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*, 1, 1–5.
<https://doi.org/10.31142/ijtsrd20251>
- Agustrina, R., Fadhillah, N., Tamara, D. E., Chrisnawati, L., Yulianty, Y., & Mahfut, M. (2024). Bandotan (*Ageratum conyzoides* L.) as bio-fungicide for controlling *Fusarium oxysporum* in chili (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Biodjati*, 9(1), 117–128.
<https://doi.org/10.15575/biodjati.v9i1.27470>
- Ahadiyat, Y. R., & Sarjito, A. (2022). Pengaruh kondisi lahan kering tanpa olah tanah terhadap kelimpahan gulma. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, 15(1), 16–26.
<https://doi.org/10.15408/kauniyah.v15i1.15137>
- Alanaz, A. R., Alatawi, E. A. S., Alotaibi, R. S., Alatawi, E. A. H., Albalawi, A. D., Alhumayri, H. A., Alatawi, Q. S., & Alharbi, B. M. (2023). The bio-herbicidal potential of some wild plants with allelopathic effects from Tabuk region on selected local weed species. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1–10.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1286105>
- Almarie, A. A. (2020). Roles of terpenoids in essential oils and its potential as natural weed killers: Recent developments. In *IntechOpen eBooks*. IntechOpen.
<https://doi.org/10.5772/intechopen.91322>
- Alridiwersah, A., Tampubolon, K., Sihombing, F. N., Barus, W. A., Syofia, I., Zulkifli, T. B. H., & Purba, Z. (2020). Skrining dan efektivitas metabolit sekunder *Mikania micrantha* pada gulma jajagoan serta dampaknya terhadap padi sawah. *Agrotechnology Research Journal*, 4(2), 84–94.
<https://doi.org/10.20961/agrotechresj.v4i2.44976>
- Ammar, E. E., Elmasry, S. A., Ghosh, S., Al-Farga, A., Ghallab, Y. K., Eldeen, A. M. F., El-Shershaby, N.

- A., & Aioub, A. A. A. (2023). Insightful review of bioherbicides derived from plants (phytoherbicides). *Journal of the Chilean Chemical Society*, 68(2), 5847–5860. <https://doi.org/10.4067/s0717-97072023000205847>
- Amrullah, R., Indarwati, I., & Susilo, A. (2024). Allelopathy test of *Cyperus rotundus* extract on germination and early growth of spiny amaranth weed (*Amaranthus spinosus*). *Journal of Applied Plant Technology*, 3(2), 137–145. <https://doi.org/10.30742/6zjn2m95>
- Anwar, S., Naseem, S., & Ali, Z. (2023). Biochemical analysis, photosynthetic gene (psbA) down-regulation, and in silico receptor prediction in weeds in response to exogenous application of phenolic acids and their analogs. *PLoS ONE*, 18(3), e0277146. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277146>
- Aremu, A. O., Omogbene, T. O., Fadiji, T., Lawal, I. O., Opara, U. L., & Fawole, O. A. (2024). Plants as an alternative to the use of chemicals for crop protection against biotic threats: Trends and future perspectives. *European Journal of Plant Pathology*. <https://doi.org/10.1007/s10658-024-02924-y>
- Asari, N. A., Halim, S. Ab., Thani, N. M., & Hashim, H. (2021). Potensi rizom Serai Acheh (*Elettariopsis smithiae*) sebagai punca tumbuhan antioksidasi: Kesan suhu dan masa pengekstrakan terhadap antioksidasi, perubahan warna dan sebatian meruap. *Sains Malaysiana*, 51(8), 2681–2692. <https://doi.org/10.17576/jsm-2022-5108-26>
- Atmiyati, S. U., & Hermawati, I. (2025). Efektivitas program penyuluhan pertanian dalam mendorong praktik pertanian berwawasan lingkungan: Studi kasus di Kecamatan Sawangan, Kabupaten Magelang. *SOCIAL: Jurnal Inovasi Pendidikan IPS*, 5(3), 1119–1130. <https://doi.org/10.51878/social.v5i3.6930>
- Behtash, F., Ramezani, R., Seyed Hajizadeh, H., & Eghlima, G. (2025). Konsentrasi optimal kalium dan seng untuk meningkatkan kinerja, kualitas gizi, dan kualitas biokimia *Spinacia oleracea* Cv. Virofly. (n.d.).
- Bingöl, Ö., & Battal, P. (2017). *Verbascum cheiranthifolium* Boiss. var. *asperulum* (Boiss.) Murb. ve *Salvia limbata* C. A. Meyer ekstraktlarının *Zea mays* L. ve *Portulaca oleracea* L. tohumlarının çimlenmesi üzerine allelopatik etkisinin araştırılması. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 4(2), 128–137. <https://doi.org/10.19159/tutad.299228>
- Cahyanti, L. D., Sumarni, T., & Widaryanto, E. (2015). Potensi alelopat daun pinus (*Pinus spp.*) sebagai bioherbisida pra tumbuh pada gulma krokot (*Portulaca oleracea*). *Gontor Agrotech Science Journal*, 1(2), 21–29. <https://doi.org/10.21111/agrotech.v1i2.262>

- Cahyati, N., Sutanto, A., & Widowati, H. (2022). Pengaruh variasi campuran ekstrak *Imperata cylindrica* L. dan *Ageratum conyzoides* L. terhadap gulma dan pertumbuhan *Allium fistulosum* L. Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi, 13(1), 82–92. <https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v13i1.5307>
- Castro, J. W. G., Costa, N. C. da, Almeida-Bezerra, J. W., Antunes, D. F., Souza, D. L. de, Felício, E. F., Oliveira, B. A. de, Ulisses, V. R. de A., Santos, M. A. F. dos, Filho, A. M., Costa, A. R., & Rodrigues, F. F. G. (2024). Chemical profile and allelopathic potential of *Asparagus setaceus* (Kunth) Jessop (*Asparagaceae*). Revista de Gestão Social e Ambiental, 18(11). <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n11-133>
- Chukwuma, O. C., Tan, S. P., Hughes, H., McLoughlin, P., O'Toole, N., & McCarthy, N. (2024). The potential of seaweeds as a rich natural source for novel bioherbicide formulation/development. Weed Science, 72(3), 216–226. <https://doi.org/10.1017/wsc.2024.1>
- Cruz-Ortiz, L., & Flores-Méndez, M. (2021). Avances en el desarrollo de nuevos herbicidas biológicos a partir de extractos vegetales fitotóxicos aplicados in vitro. Informador Técnico, 86(1), 1–12. <https://doi.org/10.23850/22565035.3648>
- Devina, Y., Prakasita, V. C., Setiawan, D. C. B., & Wahyuni, A. E. T. H. (2023). Aktivitas antibakteri ekstrak daun pepaya, daun kemangi serta temu ireng, dan madu terhadap bakteri *Serratia marcescens*. Jurnal Veteriner, 23(4), 465–472. <https://doi.org/10.19087/jveteriner.2022.23.4.465>
- Dzikrillah, G. F., Anwar, S., & Sutjahjo, S. H. (2017). Analisis keberlanjutan usahatani padi sawah Kecamatan Soreang Kabupaten Bandung. (Laporan/Artikel tanpa penerbit dan tanpa DOI).
- Esquivel, V. A. E., Uribe-Gómez, S., Lezama, R. Z., Chávez, M. A. R., & Peralta-Antonio, N. (2025). Comparison of natural and chemical herbicides for weed management in Veracruz, Mexico. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 28(3). <https://doi.org/10.56369/tsaes.6447>
- Ewon, K., & Sadeeka, L. J. (2018). Screening of allelopathic activity of common weed species occurring in agricultural fields. African Journal of Agricultural Research, 13(47), 2708–2717. <https://doi.org/10.5897/ajar2018.13612>
- Fadiji, A. E., Adeniji, A. A., Lanrewaju, A. A., & Babalola, O. O. (2025). Dynamics of soil microbiome and allelochemical interactions: An overview of current knowledge and prospects. Annals of Microbiology, 75(1). <https://doi.org/10.1186/s13213-025-01812-y>
- Farisi, I. S. A., Juliany, N., Nasution, B. A., Trihapsari, A., Sufiani, S., & Yolanda, Y. (2024). Analisis fitokimia potensi daun tumbuhan sebagai pestisida nabati untuk pengendalian ulat grayak

- (*Spodoptera litura*) dalam konteks pertanian ramah lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 12(4), 945–957. <https://doi.org/10.26418/jtlb.v12i4.80923>
- Flieller, G. (2022). Innovative characterization method for the research of molecules with an allelopathic potential [Doctoral thesis]. HAL Open Science. <https://theses.hal.science/tel-03937412>
- Fu, Y., Bhadha, J. H., Rott, P., Beuzelin, J., & Kanissery, R. (2020). Investigating the use of aquatic weeds as biopesticides towards promoting sustainable agriculture. *PLoS ONE*, 15(8), e0237258. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237258>
- GH, M., Sartika A, D., Musawira, Khalidatunnisa, B., & Sa'diyah, J. (2025). *SCIENCE: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(2). (Artikel tanpa judul lengkap dan DOI).
- Guntoro, G., Dibisono, M. Y., & Sinaga, A. (2020). Uji potensi alelopati ekstrak daun mangga (*Mangifera indica* L.) sebagai bioherbisida terhadap gulma babandotan (*Ageratum conyzoides* L.). *Jurnal Agrium*, 17(1), 28–35. <https://doi.org/10.29103/agrium.v17i1.2355>
- Gürsoy, M., Balkan, A., & Ulukan, H. (2015). *Bitkisel üretimde allelopati*. Ziraat Fakültesi Dergisi (Uludağ University). <https://dergipark.org.tr/en/pub/ziraat-uludag/issue/16762/174287>
- Hasan, M., Ahmad-Hamdani, M. S., Rosli, A. M., & Hamdan, H. (2021). Bioherbicides: An eco-friendly tool for sustainable weed management. *Plants*, 10(6), 1212. <https://doi.org/10.3390/plants10061212>
- Hasan, M., Mokhtar, A. S., Rosli, A. M., Hamdan, H., Motmainna, M., & Ahmad-Hamdani, M. S. (2021). Weed control efficacy and crop-weed selectivity of a new bioherbicide WeedLock. *Agronomy*, 11(8), 1488. <https://doi.org/10.3390/agronomy11081488>
- Helena, J., Fim, L. D. S., & Mendonça, A. (2023). Uso de extrato de *Cojoba arborea* como bioherbicida. *Enciclopédia Biosfera*, 20(45). https://doi.org/10.18677/encibio_2023c22
- Hernández-Bolaños, E., Sánchez-Retuerta, V., Matías-Hernández, L., & Cuyas, L. (2025). Promising applications on the use of medicinal and aromatic plants in agriculture. *Discover Agriculture*, 3(1). <https://doi.org/10.1007/s44279-025-00187-7>
- Indarwati, I., Jili, A. Q. A., Susilo, A., & Suryaningsih, D. R. (2023). Potensi alelopati ekstrak gulma alang-alang sebagai bioherbisida. *Journal of Applied Plant Technology*, 2(1), 30. <https://doi.org/10.30742/japt.v2i1.77>
- International Journal of Biology. (2009). *International Journal of Biology*, 1(1). <https://doi.org/10.5539/ijb.v1n1p0>
- Iqlima, S., & Rachmawati, D. (2023). Pengaruh larutan hara dan pupuk

- organik cair urin kelinci terhadap pertumbuhan pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada teknik hidroponik. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(2), 1186. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v11i2.8957>
- Islam, A. K. M. M., Yeasmin, S., Qasem, J. R., Juraimi, A. S., & Anwar, M. P. (2018). Allelopathy of medicinal plants: Current status and future prospects in weed management. *Agricultural Sciences*, 9(12), 1569. <https://doi.org/10.4236/as.2018.912110>
- Ivanović, L., Milašević, I., Topalović, A., Đurović, D., Mugoša, B., Knežević, M., & Vrić, M. (2018). Kandungan nutrisi dan fitokimia bayam Swiss dari Montenegro, dengan perlakuan pemupukan dan irigasi yang berbeda. *British Food Journal*. <https://doi.org/10.1108/BFJ-03-2018-0142>
- Khamare, Y., Chen, J., & Marble, C. (2022). Allelopathy and its application as a weed management tool: A review. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1034649>
- Khan, S., Shinwari, M. I., Ali, K. W., Rana, T., Kalsoom, S., & Khan, S. A. (2019). Allelopathic potential of 73 weed species in Pakistan. *Revista de Biología Tropical*, 67(6). <https://doi.org/10.15517/rbt.v67i6.34787>
- Kolo, S. M. D. (2018). Efektivitas biolarvasida ekstrak daun sirsak dan serai wangi terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Saintek Lahan Kering*, 1(1), 13. <https://doi.org/10.32938/slk.v1i1.441>
- Kostina-Bednarz, M., Płonka, J., & Barchańska, H. (2023). Allelopathy as a source of bioherbicides: Challenges and prospects for sustainable agriculture. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 22(2), 471. <https://doi.org/10.1007/s11157-023-09656-1>
- Labagu, R., Naiu, A. S., & Yusuf, N. (2022). Kadar saponin ekstrak buah mangrove (*Sonneratia alba*) dan daya hambatnya terhadap radikal bebas DPPH. *Jambura Fish Processing Journal*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.37905/jfpj.v4i1.9344>
- Le, T. H., Oh, T., Won, O. J., Shinogi, Y., Lee, J. J., Park, K. W., & Chung, J. (2018). Allelopathic suppression of *Sorghum bicolor* (L.) Moench shoot extracts on weed germination and on weeds treated by foliar application. *Journal of the Faculty of Agriculture Kyushu University*, 63(1), 21. <https://doi.org/10.5109/1909898>
- Lopes, R. W. N., Morais, E. M., Lacerda, J. J. de J., & Araújo, F. D. da S. (2022). Bioherbicidal potential of plant species with allelopathic effects on the weed *Bidens bipinnata* L. *Scientific Reports*, 12(1).

- <https://doi.org/10.1038/s41598-022-16203-5>
- Manullang, I. F., Hasibuan, S., & Mawarni CH, R. (2019). Pengaruh nutrisi mix dan media tanam berbeda terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman selada (*Lactuca sativa*) secara hidroponik dengan sistem wick.
- Marraskuranto, E., Nursid, M., Utami, S., Setyaningsih, I., & Tarman, K. (2021). Kandungan fitokimia, potensi antibakteri dan antioksidan hasil ekstraksi *Caulerpa racemosa* dengan pelarut berbeda. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 16(1). <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v16i1.696>
- Masitah, M., Pribadi, T., Pratama, M. I., Harist, R. F., Sari, P. A., Dianita, F., & Setiawan, V. K. (2023). Analisis kandungan metabolik sekunder pada daun kenikir (*Cosmos caudatus* Kunth.) dengan pelarut metanol, etanol, dan etil asetat. *BIOEDUKASI*, 14(2), 266. <https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v14i2.7805>
- Mihrete, T. B. (2025). Crop substrates for sustainable hydroponic farming. In *Agricultural Sciences*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1007945>
- Motmainna, M., Juraimi, A. S., Uddin, M. K., Asib, N., Islam, A. K. M. M., & Hasan, M. (2021). Bioherbicidal properties of *Parthenium hysterophorus*, *Cleome rutidosperma* and *Borreria alata* extracts on selected crop and weed species. *Agronomy*, 11(4), 643. <https://doi.org/10.3390/agr11040643>
- Mudaningrat, A., Indriani, B. S., Istianah, N., Retnoningsih, A., & Rahayu, E. S. (2023). Literature review: Pemanfaatan jenis-jenis *Syzygium* di Indonesia. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya (JB&P)*, 10(2), 135. <https://doi.org/10.29407/jbp.v10i2.20815>
- Murtalaksono, A., Rika, F., & Hendrawan, F. (2020). Pengaruh pupuk organik cair babadotan (*Ageratum conyzoides*) terhadap pertumbuhan vegetatif akar hanjeli (*Coix lacrima-jobi*). *Agriprima Journal of Applied Agricultural Sciences*, 4(2), 164. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v4i2.378>
- Musa, N., & Hashim, N. H. N. (2023). Effect of extracting solvent on phenolic content and antioxidant activity of *Oenanthe javanica*: A review. *Science Heritage Journal*, 8(1), 6. <https://doi.org/10.26480/gws.01.2024.06.12>
- Mustiarif, R., Djamilah, D., Setyowati, N., & Zarkani, A. (2020). Bioaktivitas ekstrak biji bintaro terhadap kutu daun *Aphis gossypii* Glover dan pengaruhnya terhadap tanaman cabai. *Jurnal Agro*, 7(2), 179. <https://doi.org/10.15575/8380>
- Nikolić, L., Šeremešić, S., Đžigurski, D., Vojnov, B., & Vasiljević, M. (2023). Weeds as bioindicators of ecological conditions in organic carrot and onion crops. *Contemporary Agriculture*, 72(3), 89.

- <https://doi.org/10.2478/contagri-2023-0012>
- Nurmalina, R., Priatna, W. B., Jahroh, S., Nurhayati, P., Rifin, A., Kusnadi, N., Rachmina, D., Fariyanti, A., ... & Jamaludin, H. (2011). *Prosiding Seminar Penelitian Unggulan Departemen Agribisnis*.
- Ocán-Torres, D., Martínez-Burgos, W. J., Manzoki, M. C., Thomaz-Soccol, V., Neto, C. J. D., & Soccol, C. R. (2024). Microbial bioherbicides based on cell-free phytotoxic metabolites: Analysis and perspectives on their application in weed control. *Plants*, 13(14), 1996. <https://doi.org/10.3390/plants13141996>
- Padmawati, I. A. G., Suter, I. K., & Arihantana, N. M. I. H. (2020). Pengaruh jenis pelarut terhadap aktivitas antioksidan ekstrak eceng padi (*Monochoria vaginalis*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 9(1), 81. <https://doi.org/10.24843/itepa.2020.v09.i01.p10>
- Paiman, P., Hidayat, A. K., Shobirin, S. S., & Khasanah, S. I. (2022). Efficacy of weed extract as a bioherbicide in rice (*Oryza sativa* L.) cultivation. *Research on Crops*. <https://doi.org/10.31830/2454-1761.2022.roc-860>
- Pannacci, E., Masi, M., Farneselli, M., & Tei, F. (2020). Evaluation of mugwort (*Artemisia vulgaris* L.) aqueous extract as a potential bioherbicide to control *Amaranthus retroflexus* L. in maize. *Agriculture*, 10(12), 642. <https://doi.org/10.3390/agriculture10120642>
- Paramita, O., Kusumastuti, A., Ansori, M., Astuti, P., & Murfianti, E. T. (2022). Optimalisasi jenis pelarut pada pewarna kulit ubi ungu. *Inovasi Kimia*, 1, 222. <https://doi.org/10.15294/ik.v1i1.81>
- Pardo-Muras, M., Puig, C. G., & Pedrol, N. (2022). Complex synergistic interactions among volatile and phenolic compounds underlie the effectiveness of allelopathic residues for weed control. *Plants*, 11(9), 1114. <https://doi.org/10.3390/plants11091114>
- Plocek, G., Kunz, D. R., & Simpson, C. (2024). Impacts of *Bacillus amyloliquefaciens* and *Trichoderma* spp. on pak choi (*Brassica rapa* var. *chinensis*) grown in different hydroponic systems. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1438038. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1438038>
- Portuguez-García, M. P., Agüero-Alvarado, R., & Lutz, M. I. G. (2021). Actividad herbicida de tres productos naturales sobre cuatro especies de arvenses. *Agronomía Mesoamericana*, 32(3), 991. <https://doi.org/10.15517/am.v32i3.41394>
- Priyatmoko, A., Darmanti, S., & Khotimperwati, L. (2023). Effect of babandotan weed (*Ageratum conyzoides* L.) on antioxidant and patchouli oil yield of *Pogostemon cablin* (Blanco) Benth cv. Sidikalang. *Agric*, 35(1), 99–114.

- <https://doi.org/10.24246/agric.2023.v35.i1.p99-114>
- Puspanelli, D. A., Setia Permana, D. A., & Tajudin, T. (2023). *Kajian aspek farmakologi kombinasi tanaman obat Indonesia yang digunakan sebagai terapi antidiabetes*.
- Rahmawati, R., Ranti, R., Avievi, A. Z., Marpaung, M. P., & Prasetyo, D. (2022). Analisis aktivitas antioksidan ekstrak daun duku (*Lansium parasiticum*) berdasarkan perbedaan pelarut polar dengan metode DPPH. *Lantanida Journal*, 9(2), 137. <https://doi.org/10.22373/lj.v9i2.11820>
- Rajakumar, D., Gomathy, M., & Sabarinathan, K. G. (2025). Microbial allelopathy: A review on ecofriendly and sustainable weed management strategy. *Applied Ecology and Environmental Research*, 23(1), 621–635. https://doi.org/10.15666/aeer/2301_621635
- Ramaidani, R., Mardina, V., & Faraby, M. A. (2021). Pengaruh nutrisi AB mix terhadap pertumbuhan sawi pakcoy dan selada hijau dengan sistem hidroponik. *Bio-Edu Jurnal Pendidikan Biologi*, 6(3), 300. <https://doi.org/10.32938/jbe.v6i3.1223>
- Ramli, H. K., Yuniarti, T., Lita, N. P. S. N., & Sipahutar, Y. H. (2020). Uji fitokimia secara kualitatif pada buah dan ekstrak air buah mangrove. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 14(1), 1. <https://doi.org/10.33378/jppik.v14i1.198>
- Rao, V. R., Mans, D. R. A., & Rao, L. (2019). *Phytochemicals in human health*. In IntechOpen eBooks. <https://doi.org/10.5772/intechopen.77908>
- Rioba, N. B., & Stevenson, P. C. (2017). *Ageratum conyzoides* L. for the management of pests and diseases by small holder farmers. *Industrial Crops and Products*, 110, 22. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.06.068>
- Rochmat, A., Adiati, M. F., & Bahiyah, Z. (2017). Pengembangan biolarvasida jentik nyamuk *Aedes aegypti* berbahan aktif ekstrak beluntas (*Pluchea indica* Less.). *REAKTOR*, 16(3), 103. <https://doi.org/10.14710/reaktor.16.3.103-108>
- Ruminta, R., Nurmala, T., Irwan, A. W., & Surbakti, Y. A. (2019). Respons pertumbuhan dan hasil tanaman hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L.) terhadap kombinasi jarak tanam dan jenis pupuk kandang di dataran medium Sukasari, Sumedang. *Kultivasi*, 18(2). <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v18i2.22436>
- Ruminta, R., Yuwariah, Y., & Sabrina, N. (2017). Respon pertumbuhan dan hasil tanaman hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L.) terhadap jarak tanam dan pupuk pelengkap cair. *Jurnal Agribisnis dan Agrowisata*, 28(2). <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v28i2.14958>
- Rusmayadi, G., Mulyanti, D. R., & Alaydrus, A. Z. (2023). *Merevolusi agroteknologi: Memenuhi permintaan pangan global melalui*

inovasi pertanian berkelanjutan dan presisi.

- Saini, R., & Singh, S. (2019). Use of natural products for weed management in high-value crops: An overview. *American Journal of Agricultural Research*. <https://doi.org/10.28933/ajar-2018-11-2808>
- Sasadara, M. M. V., & Wiranata, I. G. (2022). Pengaruh pelarut dan metode ekstraksi terhadap kandungan metabolit sekunder dan nilai IC50 ekstrak umbi bit (*Beta vulgaris* L.). *Usadha*, 2(1), 7. <https://doi.org/10.36733/usadha.v2i1.5277>
- Sasora, F., Pahlepi, R., Putubasai, E., Pradana, K. C., & Sari, R. K. (2022). Pemanfaatan lahan pekarangan bagi kelompok wanita tani Desa Sukoharjo 3, Kec. Sukoharjo, Pringsewu. *Jurnal Abdi Masyarakat Saburai*, 3(2), 120. <https://doi.org/10.24967/jams.v3i02.2080>
- Sekar, S., Jeyachandran, S., Giri, J., & Aman, M. (2025). Advancing sustainable agriculture: The potential of seaweed-derived biopesticides from marine biomass. *Bioresources and Bioprocessing*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s40643-025-00849-w>
- Septiani, D., Hastuti, E. D., & Darmanti, S. (2019). Efek alelokimia ekstrak daun babandotan (*Ageratum conyzoides* L.) terhadap kandungan pigmen fotosintetik dan pertumbuhan gulma rumput belulang (*Eleusine indica* (L.) Gaertn). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.14710/baf.4.1.2019.1-7>
- Sihombing, C. M., Jahro, I. S., Gurning, M. A., Aulianti, D., Situmorang, E. H. N., Simaremare, H. G. M., & Syafitri, A. (2025). Analisis komprehensif senyawa kovalen polar dan nonpolar pada tanaman obat keluarga: Identifikasi dan potensi penggunaannya. *SCIENCE*, 5(1), 157. <https://doi.org/10.51878/science.v5i1.4525>
- Sołtys-Kalina, D., Krasuska, U., Bogatek, R., & Gniazdowski, A. (2013). Allelochemicals as bioherbicides — Present and perspectives. In *Tech eBooks*. <https://doi.org/10.5772/56185>
- Stratu, A., Olteanu, Z., & Lobiuc, A. (2015). Effect of aqueous extracts from weed species on germination and initial growth in *Raphanus sativus* L. *Notulae Scientia Biologicae*, 7(4), 464. <https://doi.org/10.15835/nsb749705>
- Sudhana, A., Hardiastuti, S., & Padmini, O. S. (2018). Weeds control with herbicide dosage and frequency of PGPR toward growth and yield of paddy crops. *Agrivet*, 24(1). <https://doi.org/10.31315/agrivet.v24i1.4667>
- Suwastini, Made, Efri, E., Ivayani, I., & Suharjo, R. (2020). Evaluasi efektivitas fraksi ekstrak jarak tintir dan tembelekan untuk mengendalikan penyakit antraknosa pada cabai merah. *Jurnal Agrotek Tropika*, 8(1), 19.

- <https://doi.org/10.23960/jat.v8i1.3671>
- Syafira, E. A., Jahro, I. S., Dwiyananda, F., Nikita, A. R., Khairani, R., Rizkia, P., & Said, F. H. (2025). Efektivitas kombinasi metode uji kelarutan dalam alkohol, minyak dan filter paper: Analisis senyawa kovalen polar dan nonpolar pada buah lokal. *SCIENCE*, 5(4), 1669. <https://doi.org/10.51878/science.v5i4.7535>
- Talahatu, D. R., & Papilaya, P. M. (2015). Pemanfaatan ekstrak daun cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) sebagai herbisida alami terhadap pertumbuhan gulma rumput teki (*Cyperus rotundus* L.). *Biopendix*, 1(2), 160. <https://doi.org/10.30598/biopendixv01issue2page160-170>
- Thakur, N. S., Kumar, D., Gunaga, R., & Singh, S. (2017). Allelopathic propensity of the aqueous leaf extract and leaf litter of *Melia dubia* Cav. on pulse crops. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 5(5), 644. [https://doi.org/10.18006/2017.5\(5\).644.655](https://doi.org/10.18006/2017.5(5).644.655)
- Utoro, P. A. R., Witoyo, J. E., & Alwi, M. (2022). Tinjauan literatur singkat bioaktivitas ekstrak daun matoa (*Pometia pinnata*) dari Indonesia dan aplikasinya pada produk pangan. *Journal of Tropical AgriFood*, 4(2), 67. <https://doi.org/10.35941/jtaf.4.2.2022.9293.67-76>
- Venkatasai, N. N. V., Shetty, D. N., Vinay, C. M., Sekar, M., Muthusamy, A., & Rai, P. S. (2025). *Ulasan komprehensif tentang faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan metabolisme sekunder pada tanaman obat yang ditanam secara hidroponik*.
- Wang, H., Chen, Y., Wang, L., Liu, Q., Yang, S., & Wang, C.-Q. (2023). Advancing herbal medicine: Enhancing product quality and safety through robust quality control practices. *Frontiers in Pharmacology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1265178>
- Yalang, A., Barus, H., & Rauf, A. (2016). Efek residu kombinasi mulsa jerami dengan jenis pupuk terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) pada penanaman kedua. *Agrotekbis*, 4(3). <https://www.neliti.com/id/publications/248569>
- Yusoff, N., & Ismail, B. S. (2015). Allelopathic potential of *Chromolaena odorata* and *Mikania micrantha* on *Brassica chinensis* var. *parachinensis*. *AIP Conference Proceedings*, 1678, 020024. <https://doi.org/10.1063/1.4931209>
- Zakiah, N. (2017). Effectiveness of watery extract and ethanolic extract of garlic bulbs (*Allium sativum* L.) for second degree burns healing on mice (*Mus musculus*). *JPSCR Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, 2(2), 90. <https://doi.org/10.20961/jpscr.v2i02.14392>
- Zhang, Z., Becerra-Alvarez, A., & Al-Khatib, K. (2025). Physiological action of bioherbicides in weed control: A systematic review.

- Frontiers in Agronomy, 7.
<https://doi.org/10.3389/fagro.2025.1633565>
- Zhao, X., Peng, J., Zhang, L., Yang, X., Qiu, Y., Cai, C., Hu, J., Huang, T., Liang, Y., Li, Z., Tian, M., Liu, F., & Wang, Z. (2024). Optimizing the quality of horticultural crops: Insights into pre-harvest practices in controlled environment agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1427471.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1427471>
- Ziadaturrif'ah, D., Darmanti, S., & Budihastuti, R. (2019). Potensi autoalelopati ekstrak daun kirinyuh (*Chromolaena odorata* L.). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 4(2), 129-136.
<https://doi.org/10.14710/baf.4.2.2019.129-136>

PENGARUH PEMBERIAN PUPUK GUANO DAN POC AIR CUCIAN BERAS TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN MENTIMUN (*Cucumis Sativus* L)

**Bimo Ahmad Supardi¹, Usman Yasin², Yukiman Armadi³, Jafrizal⁴, Habiburahman⁵
Mahasiswa Universitas Muhammadiyah Bengkulu¹, Universitas Muhammadiyah
Bengkulu²³⁴⁵**

Abstract

Cucumber (*Cucumis sativus* L.) is a widely utilized plant in daily life, serving as a fresh vegetable, a base for pickles, juice, and even cosmetics. However, cucumber production in Indonesia has experienced a significant decline, partly due to the suboptimal availability of nutrients in the cultivation land. This study aims to explore the effects of guano organic fertilizer and rice wash water liquid organic fertilizer (POC) on the growth and yield of cucumber plants. The research was conducted in Bentiring Village, Bengkulu City, using a two-factor Randomized Block Design (RBD). The first factor was guano fertilizer with doses G0 (control), G1 (100 g/plant), G2 (200 g/plant), and G3 (300 g/plant), while the second factor was rice wash water POC with concentrations P0 (control), P1 (25 ml/L), P2 (50 ml/L), and P3 (75 ml/L). The analysis of variance revealed a significant interaction between guano fertilizer and rice wash water POC on various cucumber growth parameters, such as tendril length, number of leaves, number of fruits, fruit length, as well as fruit weight per plant and per plot. The best results were obtained from the combination of 300 g/plant of guano fertilizer and 75 ml/L of rice wash water POC, which produced a plot fruit weight of 2.01 kg. This study demonstrates that both types of fertilizers can improve the quality and quantity of cucumber yield, with rice wash water POC enhancing soil structure and increasing nutrient availability.

Keywords: Cucumber, Guano fertilizer, Rice wash water POC

Abstrak

Mentimun (*Cucumis sativus* L.) merupakan tanaman yang banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari, baik sebagai sayuran segar, bahan pembuatan acar, jus, hingga kosmetik. Namun, produksi mentimun di Indonesia mengalami penurunan yang signifikan, salah satunya disebabkan oleh kurang optimalnya ketersediaan unsur hara di lahan budidaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengaruh pupuk organik guano dan pupuk organik cair (POC) air cucian beras terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman mentimun. Penelitian dilaksanakan di Kelurahan Bentiring, Kota Bengkulu, dengan desain percobaan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dua faktor. Faktor pertama adalah pupuk guano dengan dosis G0 (kontrol), G1 (100 g/tanaman), G2 (200 g/tanaman), dan G3 (300 g/tanaman), sementara faktor kedua adalah POC cucian beras dengan konsentrasi P0 (kontrol), P1 (25 ml/L), P2 (50 ml/L), dan P3 (75 ml/L). Hasil analisis ragam menunjukkan adanya interaksi signifikan antara pupuk guano dan POC cucian beras pada berbagai parameter pertumbuhan tanaman mentimun, seperti panjang sulur, jumlah daun, jumlah buah, panjang buah, serta berat buah per tanaman dan per petak. Perlakuan terbaik diperoleh pada kombinasi pupuk guano 300 g/tanaman dan POC cucian

beras 75 ml/L, yang menghasilkan berat buah per petak sebesar 2,01 kg. Penelitian ini menunjukkan bahwa kedua jenis pupuk tersebut dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil tanaman mentimun, dengan pemberian POC cucian beras yang dapat memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan ketersediaan unsur hara.

Kata kunci: *mentimun, pupuk guano, POC cucian beras*

Latar Belakang

Mentimun (*Cucumis sativus* L.) merupakan tanaman yang memiliki berbagai manfaat dalam kehidupan sehari-hari. Mentimun tidak hanya sebagai sayuran segar atau camilan, tetapi juga digunakan untuk membuat acar, jus, dan bahan kosmetik. Kandungan air dan antioksidan dalam buah mentimun dapat memberikan efek terapeutik, seperti melembabkan kulit, mengurangi peradangan, serta mengatasi gangguan kesehatan seperti tekanan darah tinggi, sariawan, dan panas dalam (Aryani, Rustianti, & Purwanto, 2022).

Produksi mentimun di Indonesia mencapai 450.687 ton, namun mengalami penurunan sebesar 4.5% dibandingkan tahun sebelumnya (BPS, 2022). Penurunan ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah ketersediaan unsur hara pada lahan budidaya tanaman. Ketersediaan unsur hara yang optimal sangat berpengaruh terhadap produksi mentimun, karena jika tanaman tidak dapat menyerap unsur hara secara maksimal, maka akan berdampak pada kualitas dan kuantitas hasil produksi (Li *et al.* 2023).

Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan ketersediaan unsur hara tanah adalah dengan pemberian pupuk organik. Hasil penelitian Yokamo *et al.* 2023 menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik dapat secara signifikan meningkatkan produksi tanaman dengan cara memperbaiki kesuburan tanah dan meningkatkan ketersediaan unsur hara. Pupuk organik, seperti pupuk guano, memiliki manfaat jangka panjang bagi

kesuburan tanah dengan meningkatkan kandungan bahan organik serta memperbaiki struktur tanah. Selain itu, pupuk organik juga berperan dalam menggantikan unsur hara yang hilang dan menambah ketersediaan hara bagi tanaman (Santoso & Maghfoer, 2022). Pemberian pupuk guano pada tanaman mentimun diketahui memberikan pengaruh positif terhadap tinggi tanaman dan bobot per buah (Salsabila, Utomo, & Plumula, 2024).

Pupuk organik cair (POC) yang diaplikasikan melalui daun juga terbukti efektif dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Salah satu sumber pupuk organik cair yang dapat digunakan adalah air cucian beras, yang mengandung karbohidrat, nitrogen, fosfor, kalium, magnesium, belerang, zat besi, dan vitamin B1. Penelitian sebelumnya pada tanaman kangkung darat menunjukkan bahwa pemberian POC air cucian beras dapat meningkatkan parameter pertumbuhan seperti tinggi tanaman, panjang daun, jumlah daun, dan berat tanaman (Galib, 2024).

Berdasarkan data yang ada pemberian pupuk organik guano dan POC air cucian beras berpotensi untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil pada tanaman mentimun. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengaruh kedua jenis pupuk tersebut terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman mentimun.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan Bentiring, Kecamatan Muara

Bangkahulu, Kota Bengkulu dengan ketinggian tempat 24 Mdpl. Pelaksanaan penelitian pada bulan Mei 2025 hingga Juni 2025. Penelitian ini menggunakan percobaan Rancanagn Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktorial yaitu pupuk guano dengan POC air cucian beras. Faktor pertama yaitu pupuk guano G0 : Kontrol, G1 : Pupuk guano 100 g/tanaman, G2 : Pupuk guano 200 g/tanaman, dan G3 : Pupuk guano 300 g/tanaman. Faktor kedua yaitu POC air cucian beras (P) : P0 : Kontrol, P1 : Konsentrasi 25 ml/l, P2 : Konsentrasi 50 ml/l, dan P3 : Konsentrasi 75 ml/l. Terdapat 16 kombinasi dan di ulang sebanyak 3 kali hingga diperoleh 48 unit percobaan, setiap unit percobaan terdapat 4 tanaman sehingga terdapat 192 tanaman.

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu, cangkul, arit, pisau/parang, ember, gelas ukur, timbangan digital, meteran, mistar, jangka sorong, ATK, Bambu, label tanaman, tengki semprot. Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu, pupuk guano, air cucian beras, Em4, gula merah, Air, pupuk dasar NPK, benih mentimun hibrida varietas zatavy fl.

Analisis Data

Hasil data dianalisis secara statistik menggunakan analisis ragam, selanjutnya apabila berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multioe Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

Parameter Pengamatan

1. Panjang Tanaman (cm)

Kegiatan pengamatan panjang tanaman dapat diukur mulai dari pangkal batang sampai titik tertinggi menggunakan meteran, pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali yaitu, pada 7, 14, 21 hari setelah.

2. Jumlah Daun (helai)

Kegiatan pengamatan jumlah daun yaitu menghitung daun perhelai pada

tanaman. Jumlah daun di hitung dihitung pada saat 7, 14, 21 hari setelah tanam.

3. Jumlah Buah per Tanaman (buah)

Kegiatan pengamatan jumlah buah dapat dihitung pada saat setelah panen dan buah dihitung berdasarkan jumlah per tanaman dan jumlah per unit percobaan.

4. Panjang Buah (cm)

Kegiatan pengamatanipaengukur panjang buah dengan menggunakan alat meteran, Pengukuran panjangibuah dilakukan setelah panen.

5. Berat Buah per Tanaman (gr)

Kegiatan pengamataniberat buah yaitu denganicara menimbang dan menghitung berat buah per tanaman dengan menggunakan timbangan, Penimbangan dilakukan setelah panen.

6. Berat Buah per Petak (kg)

Menimbang berat buah per petak dengan menggunakan timbangan, Penimbangan dilakukan setelah panen.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Hasil analisis ragam pada perlakuan pupuk guano dan POC air cucian beras terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman mentimun dapat di lihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis ragam pada perlakuan pupuk guano dan POC air cucian beras pada tanaman mentimun

| No | Parameter | F-hitunng | | | KK % |
|----|----------------------|-----------|--------|-----------|-------|
| | | G | P | Interaksi | |
| 1 | Panjang sulur 7 hst | 0.79ns | 0.41ns | 2.12ns | 14.47 |
| 2 | Panjang sulur 14 hst | 1.23ns | 3.50* | 2.28* | 10.93 |
| 3 | Panjang sulur 21 hst | 2.94* | 0.32ns | 2.08ns | 6.64 |
| 4 | Jumlah daun 7 hst | 5.06** | 6.42** | 4.17** | 14.67 |
| 5 | Jumlah daun 14 | 0.25ns | 2.69ns | 2.07ns | 13.66 |

| | | | | | |
|----|------------------------|--------|--------|--------|-------|
| 6 | hst Jumlah daun 21 | 0.31ns | 2.27ns | 2.16ns | 9.65 |
| 7 | hst Jumlah buah | 4.01* | 4.01* | 4.00** | 18.50 |
| 8 | Panjang buah | 5.05** | 5.54** | 3.35** | 4.51 |
| 9 | Berat buah per tanaman | 7.63** | 8.65** | 8.03** | 9.58 |
| 10 | Berat buah per petak | 268** | 3.19** | 2.36** | 8.64 |

Keterangan :

ns : Berpengaruh tidak nyata

* : Berpengaruh nyata

** : Berpengaruh sangat nyata

KK : Koefisien keragaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara pupuk guano dan POC air cucian beras pada parameter panjang sulur 14 hst, jumlah daun 7 hst, jumlah buah, panjang buah, berat buah per tanaman dan berat buah per petak.

Panjang Sulur

Berdasarkan analisis ragam terdapat interaksi antara pupuk guano dan POC air cucian beras pada parameter panjang sulur 14 hst. Interaksi antara pupuk guano dan POC air cucian beras tersaji pada tabel 2.

Tabel 2. Interaksi antara pupuk guano dan POC air cucian beras terhadap panjang sulur mentimun

| Pupuk Guano (g/tan) | POC Cucian Beras (ml/L) | | | | Rata-rata |
|---------------------|-------------------------|---------|----------|----------|-----------|
| | P0 (Kontrol) | P1 (25) | P2 (50) | P3 (75) | |
| G0 (Kontrol) | 33.53 a | 26.00 b | 30.60 ab | 31.40 a | 30.38 a |
| G1(100) | 26.50 b | 32.50 a | 33.47 a | 30.63 ab | 30.77 a |
| G2(200) | 32.47 a | 35.47 a | 31.27 a | 29.73 b | 32.23 a |
| G3(300) | 30.17 ab | 35.27 a | 29.73 b | 35.50 a | 32.66 a |
| Rata-rata | 30.66 b | 32.30 a | 31.26 a | 31.81 a | |

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada taraf 5 %.

Perlakuan G3P3 merupakan perlakuan yang memiliki nilai panjang sulur terpanjang daripada perlakuan lainnya yaitu dengan nilai 35.50 cm. Perlakuan G3P3 memiliki nilai yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan G0P0, G0P2, G0P3, G1P1, G1P2, G1P3, G2P0, G2P1, G2P2, G3P0, dan G3P1. Panjang sulur dengan nilai terendah terdapat pada perlakuan G0P1 dengan nilai 26.00 cm. Perlakuan tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan G1P0, G2P3, dan G3P2. Perlakuan G0P2, G1P3, dan G3P0 tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Jumlah Daun

Berdasarkan analisis ragam Terdapat interaksi antara pupuk guano dan POC air cucian beras pada parameter jumlah daun 7 hst. Interaksi antara pupuk guano dan POC air cucian beras dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Interaksi antara pupuk guano dan POC air cucian beras terhadap jumlah daun mentimun

| Pupuk Guano (g/tan) | POC Cucian Beras (ml/L) | | | | Rata-rata |
|---------------------|-------------------------|---------|---------|---------|-----------|
| | P0 (Kontrol) | P1 (25) | P2 (50) | P3 (75) | |
| G0 (Kontrol) | 9,33 a | 3,33 b | 3,33 b | 9,33 b | 4,91 a |
| G1(100) | 5,33 ab | 5,00 ab | 7,67 a | 3,00 b | 5,25 a |
| G2(200) | 3,00 b | 3,67 b | 9,00 a | 5,00 ab | 5,16 a |
| G3(300) | 3,00 b | 4,00 b | 3,67 b | 5,00 ab | 3,91 b |
| Rata-rata | 5,16 b | 4,00 c | 5,91 a | 4,16 c | |

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada taraf 5 %.

Tanaman mentimun yang memiliki jumlah daun tertinggi pada umur 7 hst terdapat pada perlakuan G0P0 yaitu 9.33 helai, sedangkan jumlah daun terendah terdapat pada perlakuan G1P3, G2P0, dan G3P0 dengan nilai pada tiap perlakuan adalah 3.00 helai (Tabel 3). Hasil analisis data pada variabel jumlah daun 7 hst pada

tanaman mentimun perlakuan G0P0, G1P2, dan G2P2 berbeda nyata dengan perlakuan G0P1, G0P2, G0P3, G1P3, G2P0, G2P1, G3P0, G3P1, dan G3P2. Sedangkan pada perlakuan G1P0, G1P1, G2P3, G3P3 tidak terjadi interaksi yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Jumlah Buah

Hasil analisis sidik ragam pada variabel jumlah buah terjadi interaksi yang berbeda nyata oleh perlakuan pupuk guano, dan POC cucian beras. Hasil analisis lanjut uji DMRT pada variabel jumlah buah dapat dilihat pada tabel 4. Tabel 4. Interaksi antara pupuk guano dan POC air cucian beras terhadap jumlah buah mentimun

| Pupuk Guano (g/tan) | POC Cucian Beras (ml/L) | | | | Rata-rata |
|---------------------|-------------------------|---------|---------|---------|-----------|
| | P0 (Kontrol) | P1 (25) | P2 (50) | P3 (75) | |
| G0 (Kontrol) | 3,00 b | 3,00 b | 3,00 b | 3,33 b | 3.08 ab |
| G1(100) | 3,00 b | 3,00 b | 3,00 b | 3,00 b | 3.00 b |
| G2(200) | 3,00 b | 3,00 b | 3,00 b | 3,00 b | 3.00 b |
| G3(300) | 3,33 b | 3,67 a | 3,00 b | 3,00 b | 3.25 a |
| Rata-rata | 3.08 a | 3.16 a | 3.00 a | 3.08 a | |

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada taraf 5 %.

Jumlah buah tertinggi terdapat pada perlakuan G3P1 dengan nilai jumlah buah 3.67 buah (Tabel 4). Berdasarkan analisis uji lanjut didapatkan bahwa pada perlakuan G3P1 memiliki nilai yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Panjang Buah

Perlakuan pupuk guano dan POC cucian beras memberikan pengaruh yang nyata terhadap variabel panjang buah. Hasil uji lanjut DMRT pada variabel panjang buah dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Interaksi antara pupuk guano dan POC air cucian beras terhadap panjang buah mentimun

| Pupuk Guano (g/tan) | POC Cucian Beras (ml/L) | | | | Rata-rata |
|---------------------|-------------------------|----------|---------|---------|-----------|
| | P0 (Kontrol) | P1 (25) | P2 (50) | P3 (75) | |
| G0 (Kontrol) | 21,00 a | 17,00 b | 20,00 a | 19,00 b | 19.25 a |
| G1(100) | 17,00 b | 12,33 c | 16,00 b | 21,00 a | 16.58 c |
| G2(200) | 17,00 b | 18,00 ab | 22,00 a | 19,00 b | 19.00 ab |
| G3(300) | 18,33 ab | 17,00 b | 16,00 b | 22,00 a | 18.33 b |
| Rata-rata | 18.33 b | 16.08 c | 18.50 b | 20.25 a | |

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada taraf 5 %.

Hasil uji lanjut DMRT didapatkan bahwa perlakuan G0P0, G0P2, G1P3, G2P2, dan G3P3 berbeda nyata dengan perlakuan G0P1, G0P3, G1P0, G1P2, G2P0, G2P3, G3P1, dan G3P2, serta berbeda sangat nyata dengan perlakuan G1P1 (Tabel 5). Perlakuan G2P1 dan G3P0 menunjukkan interaksi yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan G0P0, G0P2, G1P3, G2P2, G3P3, G0P1, G0P3, G1P0, G1P2, G2P0, G2P3, G3P1, dan G3P2. Panjang buah yang memiliki nilai tertinggi terdapat pada perlakuan G2P2, dan G3P3 dengan nilai 22.00 cm sedangkan perlakuan G1P1 merupakan perlakuan dengan nilai panjang buah terendah yaitu 12.33 cm.

Berat Buah Pertanaman

Berdasarkan analisis ragam terdapat interaksi antara pupuk guano dan POC air cucian beras pada berat buah per tanaman. Interaksi antara pupuk guano dan POC air cucian beras dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Interaksi antara pupuk guano dan POC air cucian beras terhadap berat buah mentimun

| Pupuk | POC Cucian Beras (ml/L) | Rata- |
|-------|-------------------------|-------|
|-------|-------------------------|-------|

| Guano (g/tan) | P0 (Kontrol) | P1 (25) | P2 (50) | P3 (75) | rata |
|------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| G0 (Kontrol) | 743,67 a | 983,0 0 a | 686,3 3 a | 673,6 7 b | 771.6 6 a |
| G1(100) | 555,00 c | 527,6 7 b | 563,6 7 b | 748,3 3 a | 598.6 6 b |
| G2(200) | 587,00 b | 609,3 3 b | 972,6 7 a | 934,0 0 b | 775.7 5 a |
| G3(300) | 825,33 b | 736,0 0 b | 609,3 3 c | 797,6 7 a | 742.0 8 a |
| Rata-rata | 677.75 b | 714.0 0 b | 708.0 0 b | 788.4 1 a | |

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada taraf 5 %.

Perlakuan G0P1 menghasilkan berat buah per tanaman tertinggi dari perlakuan lainnya dengan nilai 983.00 gr dan perlakuan G1P0 dengan nilai 555.00 gr. Hasil analisis uji lanjut didapatkan perlakuan G0P0, G0P1, G0P2, G2P2, dan G3P3 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, sedangkan perlakuan G1P0, dan G3P2 merupakan perlakuan yang berbeda sangat nyata dengan perlakuan G0P0, G0P1, G0P2, G2P2, dan G3P3.

Berat Buah Per Petakan

Berdasarkan analisis ragam perlakuan pupuk guano dan POC cucian beras terjadi interaksi yang berbeda nyata pada variabel pengamatan berat buah per petakan. Hasil uji lanjut pada variabel pengamatan berat buah per petakan dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Interaksi antara pupuk guano dan POC air cucian beras terhadap berat buah per petak mentimun

| Pupuk Guano (g/tan) | POC Cucian Beras (ml/L) | | | | Rata-rata |
|---------------------------|-------------------------|------------|------------|------------|-----------|
| | P0 (Kontrol) | P1 (25) | P2 (50) | P3 (75) | |
| G0 (Kontrol) | 1,16 b | 1,33 b | 0,72 c | 1,41 a | 1,16 c |
| G1(100) | 0,55 b | 1,18 a | 1,32 b | 1,18 b | 1,06 b |
| G2(200) | 0,87 b | 0,85 b | 1,46 b | 1,10 b | 1,07 d |
| G3(300) | 1,32 a | 1,88 b | 0,94 b | 2,01 a | 1,54 a |
| Rata-rata | 0,98 b | 1,31 c | 1,11 d | 1,43 a | |

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada taraf 5 %.

Berdasarkan hasil uji DMRT (Duncan's Multiple Range Test), perlakuan G0P3, G1P1, G1P2, G3P0, dan G3P3 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Begitu juga dengan perlakuan G0P0, G0P1, G1P0, G1P2, G1P3, G2P0, G2P1, G2P2, G2P3, G3P1, dan G3P2 yang tidak berbeda nyata. Namun, ada perbedaan signifikan antara perlakuan G0P3, G1P1, G1P2, G3P0, G3P3 dengan G0P0, G0P1, G1P0, G1P2, G1P3, G2P0, G2P1, G2P2, G2P3, G3P1, dan G3P2. Perlakuan G3P3 menghasilkan rata-rata berat buah tertinggi, yaitu 1,15 kg.

Pembahasan

Hasil analisis ragam dalam penelitian ini menunjukkan adanya interaksi yang signifikan antara pupuk guano dan POC air cucian beras pada beberapa parameter pertumbuhan tanaman mentimun. Interaksi ini terlihat pada panjang sulur 14 HST, jumlah daun 7 HST, jumlah buah, panjang buah, berat buah per tanaman, dan berat buah per petak. Pupuk guano dengan dosis tertentu berpengaruh nyata terhadap parameter vegetatif dan hasil tanaman, seperti panjang sulur pada 21 HST, jumlah daun, jumlah buah, panjang buah, serta berat buah per petak. Begitu pula dengan perlakuan dosis konsentrasi POC air cucian beras yang memberikan pengaruh nyata pada panjang sulur 14 HST, jumlah buah, panjang buah, dan berat buah per petak. Peran pupuk guano sebagai penyedia hara makro utama dan POC cucian beras sebagai sumber senyawa bioaktif dan stimulan mikroba tanah menjadi faktor utama dalam interaksi ini (Rodríguez-Navarro et al., 2021). POC cucian beras berfungsi meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman dan

mikroba tanah yang mendukung pertumbuhan.

Pupuk guano memberikan pengaruh signifikan terhadap parameter pertumbuhan tanaman, terutama pada panjang sulur, jumlah daun, dan perkembangan vegetatif lainnya. Dosis pupuk guano yang optimal dalam penelitian ini adalah 300 g per tanaman. Pada dosis ini, pupuk guano mampu mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal dengan peningkatan panjang sulur mencapai 45,7 cm. Hal ini diduga karena kandungan nitrogen (N) dalam pupuk guano yang berfungsi sebagai penyusun utama klorofil dan asam amino, yang diperlukan untuk pembelahan dan elongasi sel tanaman (Taiz et al., 2018).

Peningkatan jumlah daun pada tanaman juga disebabkan oleh kandungan fosfor dalam guano yang mendukung proses pembelahan sel meristem apikal dan perkembangan daun muda. Peningkatan hasil tanaman seperti jumlah buah, panjang buah, dan berat buah per petak juga terkait dengan kandungan kalium dalam guano yang berperan dalam translokasi fotosintat dan pengisian buah. Mikroelemen seperti seng (Zn) dan boron (B) mendukung pembentukan auksin dan perkembangan jaringan pembuluh yang penting bagi pembentukan buah yang berkualitas. Aktivitas mikroba dalam guano juga meningkatkan mineralisasi bahan organik, sehingga ketersediaan hara bagi tanaman dapat disesuaikan dengan fase pertumbuhan tanaman (Marschner, 2012).

Selain pupuk guano, POC cucian beras juga memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman mentimun. POC cucian beras kaya akan senyawa bioaktif seperti karbohidrat terlarut (78-85 mg/L), protein (0.2-0.5 mg/L), vitamin B kompleks, silika (12-15 mg/L), kalium (8-10 mg/L), dan fosfor (0.5-1.2 mg/L), yang berperan dalam meningkatkan fotosintesis, ketahanan terhadap stres, serta kualitas dan kuantitas

buah tanaman. Karbohidrat terlarut dalam POC cucian beras berfungsi sebagai sumber energi tambahan bagi aktivitas meristem apikal, yang berdampak pada peningkatan panjang sulur dan jumlah daun. Vitamin B kompleks, khususnya tiamin dan riboflavin, bertindak sebagai kofaktor dalam pembelahan dan elongasi sel tanaman (Marschner, 2012). Silika dalam POC cucian beras meningkatkan ketahanan mekanik tanaman, memperkuat dinding sel epidermis, dan membantu tanaman mengatasi stres lingkungan (Epstein, 2009). POC cucian beras juga mendukung kualitas bunga dan memperpanjang umur simpan buah dengan mengoptimalkan sintesis hormon reproduksi dan meningkatkan proses pembuahan (Alcázar et al., 2020). Selain itu, kandungan mikroba dalam POC cucian beras meningkatkan ketersediaan hara selama fase kritis pembungaan dan pembuahan, yang berperan penting dalam peningkatan hasil buah (Chen et al., 2022).

POC cucian beras tidak hanya memberi dampak positif pada tanaman tetapi juga meningkatkan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Kandungan karbohidrat dan protein dalam POC cucian beras menjadi sumber energi bagi mikroorganisme tanah, yang meningkatkan aktivitas biologis tanah dan memperbaiki kesuburan tanah jangka panjang. Asam organik dalam POC cucian beras melarutkan hara yang terikat pada koloid tanah, sehingga meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman (Rodríguez-Navarro et al., 2021). Secara keseluruhan, aplikasi POC cucian beras secara rutin dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation, dan mendukung kesuburan tanah dalam jangka panjang (Marschner, 2012).

Keunggulan POC cucian beras dibandingkan dengan pupuk organik cair lainnya antara lain adalah ketersediaan bahan baku yang melimpah, nutrisi yang seimbang antara makro dan mikro elemen,

serta biaya produksi yang rendah karena memanfaatkan limbah rumah tangga (Rodríguez-Navarro et al., 2021). Selain itu, pH POC cucian beras yang stabil (6.0-6.5) juga membuatnya aman untuk aplikasi foliar. Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan untuk mengaplikasikan POC cucian beras pada waktu pagi atau sore hari untuk menghindari penguapan dan memaksimalkan penyerapan, dengan frekuensi aplikasi setiap 7-10 hari sekali dan konsentrasi 20-25 ml/L untuk menghindari efek fitotoksik (Chunhabundit et al., 2021).

Secara keseluruhan, kombinasi pupuk guano dan POC cucian beras memberikan pengaruh optimal terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman mentimun. Kedua perlakuan ini meningkatkan efisiensi penyerapan hara, mendukung pertumbuhan vegetatif yang lebih baik, dan meningkatkan kualitas serta kuantitas hasil buah. Peran keduanya dalam memperbaiki sifat tanah juga sangat penting, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih sehat dan berproduksi tinggi.

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk guano dan POC cucian beras memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman mentimun (*Cucumis sativus*). Terdapat interaksi antara kedua pupuk pada parameter panjang sulur 14 HST, jumlah daun 7 HST, jumlah buah, panjang buah, berat buah, dan berat buah per petak, dengan kombinasi perlakuan terbaik pada pupuk guano 300 g/tanaman dan POC cucian beras 75 ml/L yang menghasilkan berat buah per petak sebesar 2,01 kg. Pupuk guano berpengaruh nyata terhadap parameter pertumbuhan seperti panjang sulur 21 HST, jumlah daun, dan berat buah, sementara POC cucian beras juga memperbaiki kualitas dan kuantitas hasil

tanaman. Kombinasi kedua pupuk ini memberikan hasil terbaik dalam mendukung pertumbuhan vegetatif dan hasil tanaman mentimun.

Saran

Pengaruh pemberian pupuk guano dan pupuk organik cair (POC) cucian beras terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman mentimun (*Cucumis sativus*) dapat disarankan: Perlu diperhatikan waktu aplikasi POC cucian beras untuk menghindari penguapan secara berlebih. Perlu diperhatikan lama fermentasi POC cucian beras untuk mendapatkan hara optimal.

Daftar Pustaka

- Alcázar, R. (2020). Polyamines in plant reproduction. *Journal of Experimental Botany*, 71(1), 45-55. <https://doi.org/10.1093/jxb/erz272>
- Aryani, F., Rustianti, S., Purwanto, A., & Topos, K. (2022). Budidaya tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) pada media tanam arang sekam bakar. *Jurnal Agroteknologi*, 5(1), 832-836. <https://doi.org/10.21776/ub.jagt.2022.05.01.16>
- Chen, J., et al. (2022). Organic amendments and soil health. *Soil Biology and Biochemistry*, 158, 103-112. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2022.103-112>
- Cristin Santoso & Maghfoer dia Tampinongkol, Zetly Tamod, B. S. (2021). Ketersediaan Unsur Hara Sebagai Indikator Pertumbuhan Tanaman Mentimun (*Cucumis Sativus* L.). *Jurnal Transdisiplin Pertanian (Budidaya Tanaman, Perkebunan, Kehutanan, Peternakan, Perikanan), Sosial Dan Ekonomi*, 17(2), 711-718. <https://doi.org/10.1016/j.jtpa.2021.02.0>

- Galib, A. D. (2024). Pengaruh pemberian pupuk organik cair (POC) air leri terhadap pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir). *Jurnal Agriyan: Jurnal Agroteknologi Unidayan*, 10(1), 28-35. <https://doi.org/10.21776/ub.agriyan.2024.10.01.04>
- Li, J., Yang, X., Zhang, M., Li, D., Jiang, Y., Yao, W., & Zhang, Z. (2023). Yield, quality, and water and fertilizer partial productivity of cucumber as influenced by the interaction of water, nitrogen, and magnesium. *Journal of Agronomy*, 125(6), 235-247. <https://doi.org/10.1016/j.jagr.2023.01.000>
- Marschner, H. (2012). Mineral nutrition of higher plants. Academic Press.
- Rodríguez-Navarro, D. N., et al. (2021). Guano as organic fertilizer. *Agronomy Journal*, 113(2), 456-470. <https://doi.org/10.2134/agronj.2021.01.0003>
- Salsabila, N. A., Utomo, P., & Plumula, M. (2024). Pengaruh waktu pemangkasan pucuk pada fase vegetatif dan dosis pupuk guano terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.). *Plumula: Berkala Ilmiah Agroteknologi*, 12(1), 17-23. <https://doi.org/10.33005/plumula.v12i1.136>
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Plant physiology and development* (6th ed.). Sinauer Associates.
- Yokamo, S., Milinga, A. S., & Suefo, B. (2023). Alternative fertilization approaches in enhancing crop productivity and nutrient use efficiency: A review. *Agricultural Reviews*, 8(2), 244-249. <https://doi.org/10.1016/j.agre.2023.02.004>

PENGARUH EKSTRAK DAUN MIMBA DAN SIRSAK TERHADAP MORTALITAS DAN KONSUMSI PAKAN *Sitophilus zeamais* PADA PENYIMPANAN BIJI JAGUNG

EFFECTS OF NEEM AND SOURSOP LEAF EXTRACTS ON MORTALITY AND FEED CONSUMPTION OF *Sitophilus zeamais* IN STORED MAIZE GRAIN

Nurhajjah^{1*}, Hadriman Khair¹, Ardina², Aira Hafnizar³, Risnawati¹, Ferry Ferrari¹, Riki Kurniawan⁴

¹Agroteknologi, Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

²Agroteknologi, Pertanian, Universitas Muhammadiyah Asahan

³Agroteknologi, Pertanian, Universitas Syiah Kuala

⁴Pasca Sarjana Agroteknologi, Universitas Siliwangi

Corresponding email: nurhajjah@umsu.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas ekstrak daun mimba (*Azadirachta indica*), daun sirsak (*Annona muricata*), serta kombinasi keduanya terhadap mortalitas dan konsumsi pakan *Sitophilus zeamais* pada biji jagung selama penyimpanan. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian UMSU, pada Oktober–November 2025 menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga ulangan dan empat perlakuan: kontrol, ekstrak daun mimba 10 mL L⁻¹, ekstrak daun sirsak 10 mL L⁻¹, dan kombinasi mimba–sirsak (5 + 5 mL L⁻¹). Parameter yang diamati meliputi mortalitas imago harian selama tujuh hari dan sisa pakan setelah periode pengamatan. Hasil menunjukkan bahwa ekstrak nabati memberikan variasi nilai mortalitas, tetapi analisis ragam menunjukkan pengaruh tidak nyata ($p > 0,05$). Mortalitas tertinggi terdapat pada perlakuan daun sirsak (53,3%), diikuti mimba (33,3%), kontrol (30%), dan kombinasi (13,3%). Konsumsi pakan juga tidak menunjukkan perbedaan nyata antarperlakuan, dengan rata-rata sisa pakan berkisar 2,5–5,07 g. Hasil ini mengindikasikan bahwa konsentrasi ekstrak yang digunakan belum mampu menghasilkan efek insektisidal yang signifikan terhadap *S. zeamais*. Penelitian lanjutan diperlukan dengan konsentrasi lebih tinggi, metode ekstraksi berbeda, atau formulasi stabil untuk meningkatkan efektivitas pestisida nabati pada penyimpanan biji jagung.

Kata kunci: hama gudang, ekstrak daun, *Azadirachta indica*, *Annona muricata*

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the efficacy of neem leaf (*Azadirachta indica*) extract, soursop leaf (*Annona muricata*) extract, and their combination on the mortality and feeding activity of *Sitophilus zeamais* during maize grain storage. The experiment was conducted at the Plant Pest and Disease Laboratory, Faculty of Agriculture, UMSU, from October to November 2025 using a Completely Randomized Design (CRD) with three replications and four treatments: control, neem extract 10 mL L⁻¹, soursop extract 10 mL L⁻¹, and a mixed extract of neem and soursop (5 + 5 mL L⁻¹). Observed parameters included daily mortality for seven days and feed remnants after the observation period. Results showed variations in mortality among treatments; however, ANOVA indicated no significant differences ($p > 0.05$). The highest mortality occurred in the soursop treatment (53.3%), followed by neem (33.3%), control (30%), and the combined extract (13.3%). Feed consumption also did not differ significantly, with mean feed remnants ranging from 2.5 to 5.07 g. These findings suggest that the extract concentrations used were insufficient to produce significant insecticidal effects on *S. zeamais*. Further studies using higher concentrations, improved extraction techniques, or more stable formulations are recommended to enhance the potential of botanical extracts for protecting stored maize grains.

Keywords: storage pest, leaf extract, *Azadirachta indica*, *Annona muricata*

PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan komoditas pangan strategis yang penting di wilayah tropis dan subtropis. Pada fase penyimpanan, biji jagung sangat rentan terhadap serangan hama gudang, terutama kumbang *S. zeamais* Motschulsky. Serangan hama ini menyebabkan penurunan berat, kualitas biji, nilai gizi, daya kecambah serta peningkatan risiko kontaminasi mikotoksin.

Pengendalian hama gudang umumnya menggunakan insektisida kimia seperti organofosfat, piretroid, atau fumigan fosfin. Meskipun efektif, penggunaan insektisida sintetis dalam penyimpanan biji dilaporkan dapat menimbulkan permasalahan berupa residu kimia pada biji serta potensi dampak negatif terhadap lingkungan, terutama dalam konteks keamanan pangan dan keberlanjutan sistem pasca panen (Darfour & Rosentrater, 2022). Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengendalian yang lebih aman, murah, dan ramah lingkungan.

Pengendalian hama pasca panen dapat dilakukan dengan memanfaatkan pestisida nabati berbahan alami, seperti asap cair dan minyak atsiri, yang berpotensi bersifat repelen dan toksik terhadap serangga target (Nurhajjah & Kurniawan, 2025). Pestisida nabati menjadi salah satu opsi yang semakin banyak dikembangkan karena bahan bakunya mudah diperoleh, sifatnya biodegradable, serta relatif aman bagi manusia.

Tanaman sirsak (*Annona muricata*) merupakan sumber senyawa bioaktif, terutama annonaceous acetogenins, yang telah banyak dilaporkan memiliki berbagai

aktivitas biologis, termasuk aktivitas toksik dan antiparasitik. Senyawa-senyawa ini menjadi dasar ilmiah pemanfaatan *A. muricata* sebagai pestisida nabati dalam pengendalian serangga (Moghadamtousi et al., 2015). *A. indica* dilaporkan mengandung azadirachtin yang berperan sebagai antifeedant serta penghambat pertumbuhan dan perkembangan serangga melalui gangguan proses molting dan regulasi hormon serangga. *A. indica* mengandung senyawa aktif azadirachtin yang berperan sebagai antifeedant serta penghambat pertumbuhan dan perkembangan serangga melalui gangguan proses molting dan regulasi hormon serangga. Efek biologis tersebut telah banyak dilaporkan, terutama pada aplikasi minyak biji dan formulasi ekstrak tertentu, termasuk pada hama gudang seperti *S. zeamais* (Chaudhary et al., 2017; Tofel et al., 2016). Namun, efektivitas pestisida nabati berbasis *A. indica* sangat dipengaruhi oleh metode ekstraksi, formulasi, dan konsentrasi bahan aktif, mengingat azadirachtin memiliki daya residu dan stabilitas yang relatif rendah, sehingga efektivitasnya sangat bergantung pada strategi formulasi dan kondisi aplikasi (Kilani-Morakchi et al., 2021). Beberapa studi terkini menunjukkan bahwa ekstrak tanaman lokal mampu melindungi biji jagung dari serangan *S. zeamais* selama penyimpanan (Ndebugri et al., 2024).

Walaupun berbagai penelitian menunjukkan bahwa tanaman sirsak dan mimba memiliki aktivitas insektisida—baik dalam bentuk serbuk maupun ekstrak—namun sebagian besar studi masih berfokus pada penggunaan biji atau

bagian tanaman lain, sehingga penelitian komparatif yang secara khusus menguji efektivitas *daun* sirsak dan *daun* mimba terhadap mortalitas, reproduksi, dan kerusakan biji oleh *S. zeamais* masih terbatas. Selain itu, metode aplikasi (serbuk versus ekstrak), variasi konsentrasi, serta kondisi penyimpanan seperti suhu, kelembapan, dan lama simpan sangat memengaruhi efektivitas insektisida nabati ini. Oleh sebab itu, penelitian terkontrol yang mengevaluasi efektivitas praktis kedua tanaman ini terhadap perlindungan biji jagung selama penyimpanan sangat diperlukan.

Penelitian ini berbeda karena menguji ekstrak daun (bukan biji/minyak) dengan metode ekstraksi air pada konsentrasi rendah dalam kondisi penyimpanan laboratorium

Penelitian ini bertujuan untuk menilai efektivitas pestisida nabati dari daun mimba, daun sirsak, dan kombinasinya dalam mengendalikan dengan konsentrasi 10 mL/L pada hama gudang *S. zeamais* pada biji jagung, melalui pengamatan mortalitas dan sisa pakan *S. zeamais* diperoleh perlakuan yang paling efektif dan layak diterapkan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan (HPT), Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, pada bulan Oktober hingga November 2025. Seluruh proses penelitian, mulai dari pembuatan ekstrak, persiapan perlakuan, pemeliharaan

serangga, hingga pengamatan dilakukan dalam kondisi laboratorium terkontrol.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan meliputi biji jagung kering yang seragam, daun mimba (*Azadirachta indica*), daun sirsak (*Annona muricata*) dan imago *S. zeamais* dengan umur seragam.

Alat yang digunakan meliputi blender, saringan kain halus, gelas ukur, timbangan analitik, pipet ukur, botol ekstrak, wadah penyimpanan (cup plastik/kontainer kecil), kain kasa, karet gelang, dan alat tulis laboratorium.

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan sebagai berikut:

P0 : Kontrol (tanpa ekstrak)

P1 : Ekstrak daun mimba 10 mL/L

P2 : Ekstrak daun sirsak 10 mL/L

P3 : Kombinasi ekstrak mimba : sirsak (5 mL/L : 5 mL/L)

Setiap perlakuan terdiri dari 3 ulangan sehingga total terdapat 12 unit percobaan. Unit percobaan berupa wadah berisi 100 g biji jagung yang bersih, diberi 10 ekor imago *S. zeamais* sebagai serangga uji.

Prosedur Penelitian

1. Pembuatan Ekstrak Daun

Daun mimba dan daun sirsak dicuci, ditiriskan, kemudian dipotong kecil. Masing-masing daun diblender menggunakan air. Filtrat disaring menggunakan kain halus hingga diperoleh ekstrak cair. Ekstrak kemudian diencerkan sesuai perlakuan: 10 mL/L untuk mimba dan sirsak tunggal, serta 5 mL/L : 5 mL/L untuk kombinasi.

2. Aplikasi Perlakuan

Sebanyak 100 g biji jagung dimasukkan ke setiap wadah percobaan. Larutan ekstrak diaplikasikan menggunakan pipet atau sprayer sesuai perlakuan, lalu diaduk hingga merata. Selanjutnya, dimasukkan 10 ekor imago *S. zeamais* per wadah dan wadah ditutup dengan kain kasa.

Variabel Pengamatan

1. Mortalitas Imago

Pengamatan mortalitas dilakukan setiap hari selama 7 hari. Imago yang mati dihitung dan dicatat, kemudian dihitung persentasenya terhadap jumlah awal serangga. Imago dinyatakan mati apabila tidak menunjukkan respons gerak setelah disentuh dengan kuas halus. Cara menghitung tingkat kematian menurut (Lihawa dan Toana 2017) sebagai berikut:

$$M = \frac{a}{a+b} \times 100\%$$

dengan M adalah mortalitas serangga (%), a merupakan jumlah serangga Imago yang mati, dan b adalah jumlah serangga Imago yang hidup.

2. Sisa Pakan (Bobot)

Pada hari ke 14, dilakukan penimbangan sisa biji jagung setelah perlakuan, untuk mengevaluasi respons konsumsi jangka pendek. Sisa pakan menggambarkan aktivitas makan *S. zeamais*; semakin sedikit sisa biji utuh, semakin tinggi tingkat kerusakan.

Analisis Data

Data pengamatan mortalitas dan sisa pakan dianalisis menggunakan Analisis Ragam (ANOVA) sesuai model RAL. Jika terdapat beda nyata antar perlakuan, dilanjutkan dengan uji pembandingan seperti DMRT pada taraf 5%. Analisis dilakukan menggunakan software Microsoft excel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pengamatan mortalitas *S. zeamais* pada berbagai perlakuan menunjukkan bahwa aplikasi ekstrak daun mimba, daun sirsak, maupun kombinasi keduanya belum mampu menghasilkan perbedaan nyata berdasarkan analisis ragam (ANOVA).

Tabel 1. Rataan mortalitas *S. zeamais* selama 7 hari pada perlakuan pestisida nabati dari daun mimba dan daun sirsak

| Perlakuan | Rataan jumlah imago mati \pm SD | Mortalitas (%) |
|------------------|-----------------------------------|----------------|
| Kontrol (P0) | 3,00 \pm 0,00 | 30,0 |
| Daun Mimba (P1) | 3,33 \pm 5,77 | 33,3 |
| Daun Sirsak (P2) | 5,33 \pm 4,04 | 53,3 |
| Kombinasi (P3) | 1,33 \pm 2,31 | 13,3 |

Keterangan: Tidak terdapat perbedaan nyata berdasarkan ANOVA ($p > 0,05$).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan ekstrak daun mimba, ekstrak daun sirsak, maupun kombinasi keduanya belum memberikan pengaruh nyata terhadap mortalitas *S. zeamais*

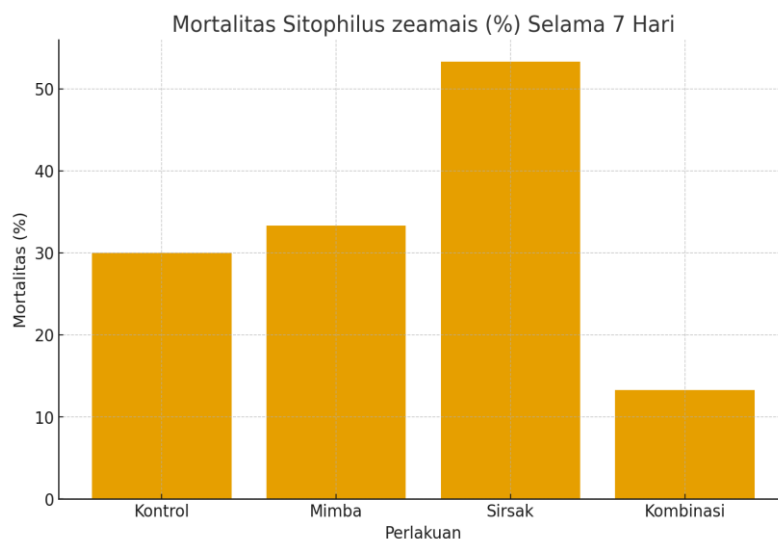
selama tujuh hari pengamatan. Rataan mortalitas tertinggi tercatat pada perlakuan daun sirsak (53,3%), diikuti daun mimba (33,3%), kontrol (30%), dan kombinasi ekstrak (13,3%). Tingginya nilai

simpangan baku menunjukkan respons serangga yang tidak seragam terhadap perlakuan, sehingga perbedaan antar perlakuan menjadi tidak signifikan secara statistik. Mortalitas pada perlakuan kontrol yang mencapai 30% mengindikasikan adanya

kematian alami yang kemungkinan disebabkan oleh stres adaptasi, kepadatan populasi, atau kondisi mikroklimat laboratorium. Meskipun demikian, pola kecenderungan menunjukkan bahwa daun sirsak menghasilkan mortalitas lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya.

Secara biologis, kedua tanaman sebenarnya memiliki senyawa insektisidal yang telah dilaporkan efektif terhadap berbagai hama gudang. *A. indica* diketahui mengandung azadirachtin yang bersifat antifeedant, penghambat pertumbuhan, dan penekan fekunditas serangga

(Pimentel et al., 2023). Namun efektivitas ekstrak sangat dipengaruhi metode ekstraksi, pelarut, konsentrasi, dan cara aplikasi. Penelitian Rini Susanti et al. (2022) menunjukkan bahwa tingkat mortalitas *S. zeamais* sangat dipengaruhi oleh faktor perlakuan dan durasi pemaparan, yang mengindikasikan bahwa efektivitas suatu metode pengendalian sangat bergantung pada intensitas dan kondisi aplikasi. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi bahan nabati berpengaruh terhadap aktivitas toksik dan penolakan serangga, sehingga berpotensi digunakan sebagai alternatif pengendalian hama gudang (Nurhajjah & Kurniawan, 2025). Selain itu, *S. zeamais* diduga memiliki toleransi fisiologis terhadap berbagai bahan tanaman sehingga memerlukan formulasi atau dosis yang lebih tinggi.



Gambar 1. Mortalitas *Sitophilus zeamais* (%) selama 7 hari pengamatan pada berbagai perlakuan ekstrak daun mimba dan sirsak.

Gambar 1 memperlihatkan kecenderungan perbedaan mortalitas *Sitophilus zeamais*

antar perlakuan ekstrak daun mimba, sirsak, dan kombinasinya selama tujuh hari pengamatan. Meskipun secara statistik

tidak berbeda nyata, perlakuan ekstrak daun sirsak menunjukkan kecenderungan mortalitas lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Perbedaan angka mortalitas antar perlakuan tidak signifikan

secara statistik, yang menunjukkan bahwa ekstrak dengan konsentrasi rendah (10 mL/L dan kombinasi 5 + 5 mL/L) belum mampu menghasilkan efek toksik yang konsisten pada *S. zeamais*.

Tabel 2. Rataan sisa pakan *S. zeamais* setelah 14 hari perlakuan pestisida nabati dari daun mimba dan daun sirsak

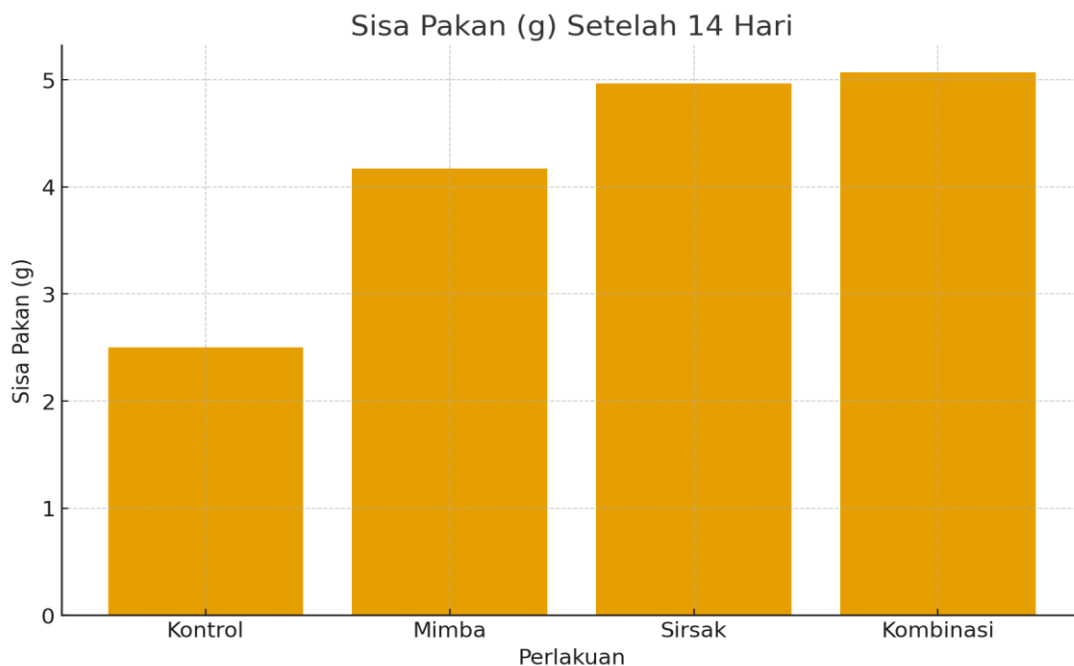
| Perlakuan | Rataan (g) \pm SD |
|------------------|---------------------|
| Kontrol (P0) | 2,50 \pm SD |
| Daun Mimba (P1) | 4,17 \pm SD |
| Daun Sirsak (P2) | 4,97 \pm SD |
| Kombinasi (P3) | 5,07 \pm SD |

Keterangan: Tidak terdapat perbedaan nyata berdasarkan ANOVA ($p > 0,05$).

Sisa pakan *S. zeamais* yang tersisa setelah perlakuan menunjukkan bahwa seluruh aplikasi pestisida nabati, baik daun mimba, daun sirsak, maupun kombinasinya, tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap konsumsi pakan serangga. Analisis ragam menunjukkan Fhitung sebesar 2,36 yang lebih rendah daripada Ftabel pada taraf 5%, sehingga seluruh perlakuan berada pada kelompok yang sama.

Secara biologis, tingginya sisa pakan pada beberapa perlakuan seperti kombinasi dan daun sirsak menunjukkan adanya kecenderungan penurunan aktivitas konsumsi, namun respons tersebut tidak cukup konsisten karena variasi antarulangan masih besar dan tumpang tindih dengan kontrol. Peningkatan sisa

pakan pada beberapa perlakuan tidak dapat secara langsung diinterpretasikan sebagai efek toksik, melainkan lebih mengarah pada respons konsumsi yang bervariasi, karena variasi antarulangan masih besar dan pola konsumsi masih tumpang tindih dengan kontrol. Efektivitas bahan nabati sangat dipengaruhi oleh konsentrasi senyawa aktif, metode ekstraksi, dan stabilitas bahan pada media biji. Karena konsentrasi ekstrak yang digunakan relatif rendah (10 mL/L), Ketidadaan perbedaan nyata antar perlakuan diduga berkaitan dengan konsentrasi ekstrak, sehingga kandungan senyawa aktif yang berperan sebagai antifeedant belum mampu menekan aktivitas konsumsi secara konsisten.



Gambar 2. Rataan sisa pakan *Sitophilus zeamais* (g) setelah 14 hari perlakuan ekstrak daun mimba, daun sirsak, dan kombinasinya.

Gambar 2 menunjukkan bahwa aplikasi ekstrak daun mimba, sirsak, maupun kombinasi keduanya tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah sisa pakan *S. zeamais*. Meskipun demikian, pola grafik memperlihatkan adanya variasi numerik antar perlakuan. dengan kecenderungan sisa pakan yang lebih tinggi pada perlakuan ekstrak dibandingkan kontrol. Tingginya sisa pakan pada beberapa perlakuan menunjukkan bahwa serangga mengonsumsi pakan lebih sedikit dibandingkan kontrol, namun respons ini tidak cukup konsisten untuk menghasilkan perbedaan statistik yang jelas di antara perlakuan. Hal ini dapat

mengindikasikan adanya efek antifeedant ringan, terutama pada perlakuan sirsak dan mimba, tetapi tidak sampai menyebabkan penekanan aktivitas makan secara signifikan. Rendahnya aktivitas konsumsi, diduga bahwa efek pestisida nabati terhadap aktivitas makan *S. zeamais* belum efektif pada konsentrasi yang digunakan, dan diperlukan peningkatan dosis.

KESIMPULAN

Aplikasi ekstrak daun mimba, daun sirsak, dan kombinasinya pada konsentrasi yang diuji tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap mortalitas maupun konsumsi pakan *Sitophilus zeamais*. Meskipun ekstrak

daun sirsak menunjukkan kecenderungan mortalitas yang lebih tinggi, variasi respons antar ulangan menyebabkan perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik. Secara umum, konsentrasi ekstrak 10 mL/L dan kombinasi 5 + 5 mL/L belum efektif sebagai insektisida

DAFTAR PUSTAKA

- Chaudhary, S., Kanwar, R. K., Sehgal, A., Cahill, D. M., Barrow, C. J., Sehgal, R., & Kanwar, J. R. (2017). Progress on *Azadirachta indica*-based biopesticides in replacing synthetic toxic pesticides. *Frontiers in Plant Science*, 8, 610. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00610>
- Darfour B and Rosentrater KA (2022) Environmental Assessment and Cost Analysis of the Manufacturing, Transport, and Use of Actellic Super and Azadirachtin Insecticides for the Treatment of Maize Grains. *Front. Sustain. Food Syst.* 6:863936. doi: 10.3389/fsufs.2022.863936
- Kilani-Morakchi S, Morakchi-Goudjil H and Sifi K (2021) Azadirachtin-Based Insecticide: Overview, Risk Assessments, and Future Directions. *Front. Agron.* 3:676208. doi:10.3389/fagro.2021.676208
- Lihawa Z, Toana MH. 2017. Pengaruh konsentrasi serbuk majemuk biji srikaya dan biji sirsak terhadap mortalitas kumbang beras *Sitophilus oryzae* L (Coleoptera:Cucurlionidae) di penyimpanan. *J Agrotekbis.* 5 (2): 190 – 195.
- Moghadamtousi, S. Z., Fadaeinasab, M., Nikzad, S., Mohan, G., Ali, H. M., & Kadir, H. A. (2015). *Annona muricata* (Annonaceae): A Review of Its Traditional Uses, Isolated Acetogenins and Biological Activities. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(7), 15625-15658. <https://doi.org/10.3390/ijms160715625>
- Ndebugri, A. A. I., Kugbe, J. X., Adu-Acheampong, S., & Kyerematen, R. (2024). Two plant extracts protect stored maize against infestation of *Sitophilus zeamais* in Northern Ghana. *Journal of Natural Pesticide Research*, 10, Article 100102. <https://doi.org/10.1016/j.napere.2024.100102>
- Nurhajjah, N., & Kurniawan, R. (2025). Repelensi dan toksisitas tiga pestisida nabati terhadap *Sitophilus oryzae*: Asap cair TKKS, minyak mimba, dan minyak serai wangi. *AGROSCRIPT Journal of Applied Agricultural Sciences*, 7(1), 78–85. <https://doi.org/10.36423/agroscript.v7i1.2215>
- Susanti, R., Risnawati, Fadillah, W., Lisdayani, & Puspita, R. (2022). Aplikasi suhu terhadap mortalitas hama *Sitophilus zeamais* dan *Tribolium castaneum* pada jagung. *Agrotechnology Research Journal*, 6(1), 16–20. <https://doi.org/10.20961/agrotechres.j.v6i1.55423>

Tofel, K. H., Nukenine, E. N., Stähler, M., & Adler, C. (2016). Degradation of azadirachtin A on treated maize and cowpea and the persistence of *Azadirachta indica* seed oil on *Callosobruchus*

maculatus and *Sitophilus zeamais*. *Journal of Stored Products Research*, 69, 207–212. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2016.08.011>

RESPON PEMBERIAN KOMPOS CAMPURAN DAN POC HAYATI TERHADAP PRODUKTIVITAS TANAMAN BAWANG MERAH

Rhiki Budianto¹, Ardina^{2*}

^{1,2}Universitas Muhammadiyah Asahan, Kisaran Timur, Kabupaten Asahan, Indonesia

Email: *ardinaummas@gmail.com

ABSTRAK

Bawang merah adalah jenis komoditi hortikultura yang menjadi kebutuhan dalam memenuhi bumbu makanan. Permintaan produksi bawang merah yang terus meningkat menyebabkan produksi bawang merah di lapangan terus dinaikkan untuk memenuhi kebutuhan pasar. Produktivitas bawang merah dapat ditingkatkan melalui pemupukan. Pemupukan yang dapat dilakukan dan dinilai aman adalah pupuk hayati. Sehingga, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian kompos campuran dan POC hayati terhadap tanaman bawang merah. Penelitian ini dilakukan di Desa Sendang Rejo Binjai pada bulan November sampai dengan Februari 2020, menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 2 faktorial. Faktor pertama adalah campuran kompos kotoran kambing jerami padi (kontrol, 1, 2, dan 3 kg/plot) dan faktor kedua adalah POC hayati (kontrol, 300, 400, 500 ml/liter air/plot). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian kompos campuran dan POC hayati berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman pada 3, 4, dan 5 minggu setelah tanam. Interaksi kedua faktor tidak berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter pengamatan.

Kata Kunci: Bawang Merah, Kompos Campuran, POC Hayati

ABSTRACT

Onions are a type of horticultural commodity that is essential for seasoning food. The ever-increasing demand for red onion production has led a continuous increase in red onion production in the field to meet market needs. Shallot productivity can be increased through fertilization. The fertilization that can be done and is considered safe is organic fertilizer. Therefore, this study aims to determine the effect of mixed compost and biological POC on onion plants. This research was conducted in Sendang Rejo Village, Binjai, from November to February 2020, using a Randomized Block Design with 2 factors. The first factor is a mixture of goat manure compost and rice straw (control, 1, 2, and 3 kg/plot), and the second factor is biological POC (control, 300, 400, 500 ml/liter water/plot). This research results show that the application of mixed compost and biological POC significantly affects plant height parameters at 3, 4, and 5 weeks after planting. The interaction between the two factors did not significantly affect all observed parameters.

Keywords: *Red onion, Compost Mix, POC fertilizer*

PENDAHULUAN

Tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) adalah tanaman rempah yang berasal dari Asia Selatan, yaitu di India, Pakistan dan Palestina. Tanaman ini adalah jenis

hortikultura yang banyak di konsumsi oleh masyarakat. Sebagai komoditas hortikultura yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat luas, pengembangan bawang merah terbuka lebar untuk

memenuhi kebutuhan dalam negeri dan luar negeri (Rahayu et al., 2016).

Produksi bawang merah tahun 2024 mengalami kenaikan sebesar 2,14 juta ton, terjadi kenaikan sebesar 7,77% atau sekitar 154,21 ribu ton dibandingkan tahun 2023. Kenaikan produksi bawang merah juga meningkatkan tingkat konsumsi per kapita bawang merah. Konsumsi bawang merah pada tahun 2024 sebesar 3 kg/kapita/tahun, terjadi peningkatan sebesar 4,93% dibanding tahun sebelumnya sebesar 2,86 kg/kapita/tahun. Seiring meningkatnya konsumsi masyarakat maka kebutuhan produksi bawang merah di pasaran juga harus di tingkatkan (Sholihah, 2024).

Meningkatkan produksi bawang merah perlu dilakukan melalui teknologi budidaya. Teknologi budiaya yang dapat dilakukan adalah melalui penggunaan pupuk organik. Nizar (2011) melaporkan bahwa pupuk organik adalah jenis pupuk yang memiliki manfaat untuk menambah jumlah air yang dapat ditambah didalam tanah dan jumlah air yang tersedia bagi tanaman. Pupuk organik dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi jasad mikro dan tanpa pupuk organik di dalam tanah. Kegiatan biokimia tanah aka terganggu.

Pada beberapa kondisi dilapangan, lahan pertanian saat ini cukup memprihatinka dimana keadaan tanah sudah rusak akibat penggunaan laha dan pupuk kimia secara terus menerus sehingga mengakibatkan produksi bawang merah menurun. Pemberian pupuk kimia perlu diimbangi dengan pemberian organik. Pupuk kimia berfungsi memberikan jumlah unsur hara yang besar terhadap tanaman namun bahan organik berfungsi menjaga fungsi tanah agar unsur hara dalam tanah mudah dimanfaatkan oleh tanaman untuk menyerap unsur hara yang disediakan pupuk kimia (Damanik et al., 2011).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Prasetya et al. (2015) menyatakan bahwa pemberia kompos jerami dalam jagka waktu yang lama akan menaikkan kandungan bahan organik tanah dan mengembalikan kesuburan tanah. Jerami padi adalah bahan yag membutuhkan waktu yang lama agar terdekomposisi dengan sempurna. Sehingga perlu diberikan dekomposer seperti *Trichoderma harzianum* dan EM4 (Kristina et al., 2023).

Penggunaan pupuk organik berfungsi untuk memperbaiki struktur fisik, dan biologi tanah, serta

menaikkan daya serap tanah terhadap air. Pemberian pupuk kandang berguna untuk menurunkan pH, hal ini disebabkan karena bahan organik dari pupuk kandang dapat menetralkan sumber keasaman tanah. Pupuk kandang akan menyumbangkan sejumlah hara dalam tanah yang berfungsi untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan, seperti N, P, dan K (Wulandari, 2011).

Sedangkan pupuk organik cair adalah larutan dari hasil pembusukan dari bahan-bahan organik seperti sisa tanaman, kotoran hewan dan manusia. Pupuk organik cair mampu mengatasi defisiensi hara secara tepat (Hadisuwito, 2012).

Berdasarkan uraian di atas peneliti tertarik untuk meneliti mengenai “efektivitas pemberian kompos campuran dan POC hayati terhadap pertumbuhan dan produksi Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). adapun tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemberian kompos campuran dan POC hayati terhadap tanaman bawang merah. Sehingga dapat memanfaatkan bahan organik seperlunya dan mengurangi penggunaan pupuk anorganik menuju pertanian organik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Sendang Rejo Binjai dengan ketinggian 30 m dpl. Penelitian ini dimulai bulan November 2019 sampai dengan Februari 2020.

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit bawang merah Varietas Bima Brebes sebagai objek penelitian. Kompos jerami padi, kotoran kambing, top soil, air dan kertas lab perlakuan.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, meteran, penggaris, gembor, sprayer, jirigen, timbangan, alat tulis, untuk menulis dan pengamatan.

Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan 2 faktor dengan 12 kombinasi perlakuan dan 2 ulangan sehingga diperoleh jumlah plot keseluruhan 32 plot perlakuan penelitian.

Faktor 1 : Campuran kompos kotoran kambing jerami padi (KJ) terdiri dari 4 taraf, yaitu:

KJ0=Kontrol

KJ1= 1 Kg

KJ2= 2 Kg

KJ3= 3 Kg

Faktor 2 : POC Hayati (KB)

KB0= Kontrol

KB1= 300 ml/liter air/plot

KB2= 400ml/liter air/plot

KB3= 500 ml/liter air/plot

Analisis data dilakukan dengan menggunakan Excel dan kemudian dilakukan uji Duncan pada taraf 5%. Parameter yang diamati meliputi: tinggi tanaman, berat umbi basah per plot (gram), dan berat umbi kering per plot (gram).

Persiapan pertama dalam pembuatan kompos campuran jerami padi dan kotoran kambing adalah dengan menambahkan bahan baku jerami padi 30kg, kotoran kambing 10 kg, EM-4 dan molases. Kemudian didiamkan di wadah tertutup selama 5 minggu. Kompos terus di aduk selama 3 hari sekali agar dekomposisi kompos terjadi secara merata. Jika struktur kompos sudah berubah menjadi remah dan pH kompos sudah netral maka kompos siap digunakan.

Kemudian di Persiapan pembuatan pupuk POC hayati bahan yang digunakan adalah air cucian beras 10 liter dan air kelapa 5 liter EM-4 2 sendok makan, molasses atau tetes tebu 2 sendok makan (gula merah). Campurkan semua bahan dalam wadah (jirigen) kemudian di tutup dan simpan ditempat yang tidak terkena sinar matahari. Diinkubasi selama 20 hari kedepan sambil

memperhatikan untuk mengaduk bahan setiap 2 hari sekali, lalu ditutup kembali. Jika sudah 20 hari wadah bisa dibuka dan dilihat apakah sudah mengeluarkan aroma yang khas seperti tape.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Dari hasil analisis statistik didapat bahwa perlakuan campuran antara kompos kotoran kambing jerami padi dan pupuk organik cair hayati tidak memberikan pengaruh terhadap parameter tinggi tanaman bawang merah pada umur 2 minggu setelah tanam. Sedangkan pada 3 MST, 4 MST dan 5 MST perlakuan kompos kotoran kambing dan pupuk organik cair hayati berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman.

Data perlakuan tersebut di tampilkan pada Tabel 1 dibawah ini. Dimana pada tabel 1 tersebut didapat data tertinggi terdapat pada perlakuan KJ3 (3 kg/plot) kompos kotoran kambing +jerami padi yaitu sebesar 41,18 pada pengamatan di 5 MST. Sedangkan data terkecil selama pengamatan pada parameter tinggi tanaman di dapat pada perlakuan KJ3(3 kg/plot) kompos kotoran kambing +jerami padi yaitu sebesar 21.91 pada pengamatan di 2 MST. Kemudian data diuji lanjut dengan taraf 5% dan

didapatkan notasi berupa huruf yang dapat dilihat pada Tabel 1.

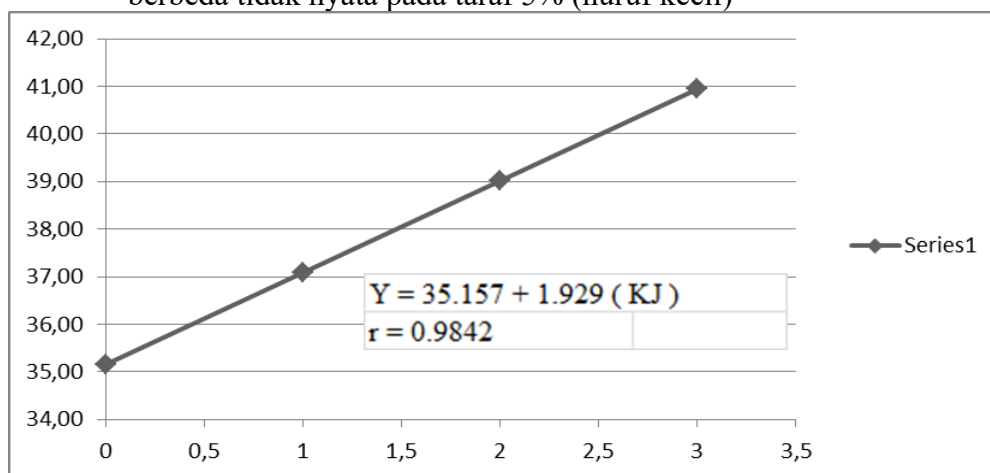
Pada pengamatan di Tabel 1. Dapat dijelaskan bahwa pemberian pupuk kompos campuran pada umur 5 minggu setelah tanam memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman

bawang merah. Dimana untuk tinggi tanaman tertinggi pada perlakuan KJ3 (3 kg/plot) yaitu sebesar 41,14 cm yang berbeda nyata dengan perlakuan KJ2 (2 kg/plot) yaitu sebesar 38,47 cm, namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan

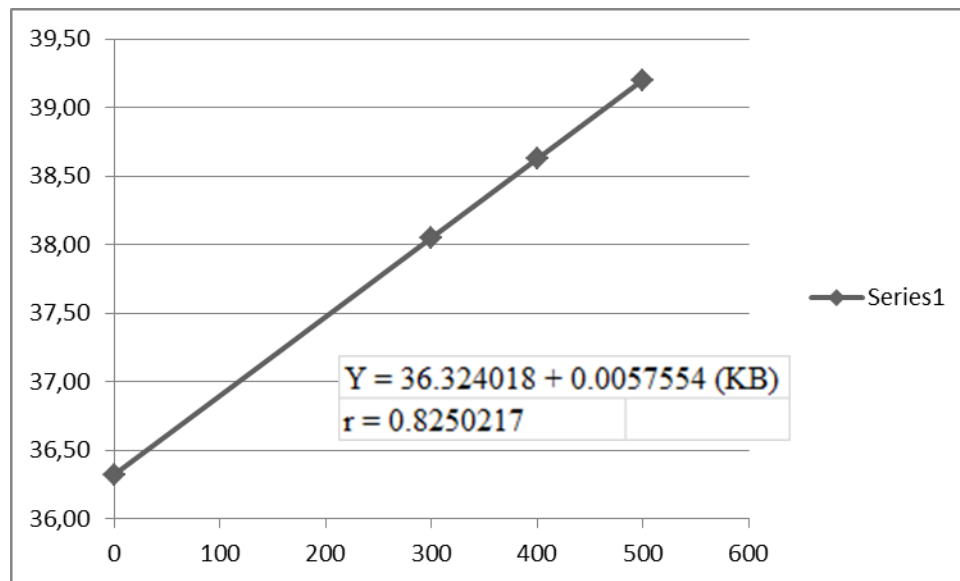
Tabel 1. Rata-Rata Tinggi Tanaman (cm) Tanaman Bawang Merah Akibat Pemberian Pupuk Kompos Campuran (JK) dan Pupuk Organik Cair Hayati (KB) Umur 2, 3, 4, dan 5 Minggu Setelah Tanam

| Perlakuan | Umur Tanaman | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|----|
| | 2 MST | | | 3 MST | | | 4 MST | | | 5 MST | | |
| KJ ₀ = 0 kg/plot | 22.05 | a | A | 23.27 | b | B | 28.87 | D | C | 35.01 | c | C |
| KJ ₁ = 1 kg/plot | 22.74 | a | A | 24.05 | b | B | 30.44 | C | C | 37.59 | b | B |
| KJ ₂ = 2 kg/plot | 24.72 | a | A | 25.95 | b | B | 33.50 | B | B | 38.47 | b | AB |
| KJ ₃ = 3 kg/plot | 21.91 | a | A | 29.12 | a | A | 36.26 | A | A | 41.14 | a | A |
| KB ₀ = 0 ml/liter air/plot | 24.13 | a | A | 26.18 | a | A | 31.63 | B | A | 36.70 | b | B |
| KB ₁ = 300 ml/liter air /plot | 25.14 | a | A | 25.80 | a | A | 31.84 | B | A | 37.55 | b | A |
| KB ₂ = 400 ml/liter air/plot | 23.09 | a | A | 25.65 | a | A | 31.90 | B | A | 37.75 | b | A |
| KB ₃ = 500 ml/liter air/plot | 22.06 | a | A | 24.76 | a | A | 33.70 | A | A | 40.21 | a | A |

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata pada taraf 5% (huruf kecil)



Gambar 1. Grafik Hubungan Tinggi Tanaman (cm) Tanaman Bawang Merah Akibat Pemberian Pupuk Kompos Campuran Pada Umur 5 Minggu Setelah Tanam



Gambar 2. Grafik Hubungan Tinggi Tanaman (cm) Tanaman Bawang Merah Akibat Pemberian Pupuk Organik Cair Hayati Pada Umur 5 Minggu Setelah Tanam

KJ1 (1 kg/plot) yaitu sebesar 37.59 cm, dan perlakuan KJ0 (0 kg/plot) yaitu sebesar 35.01 cm.

Data hubungan tinggi tanaman terhadap tanaman bawang merah di tampilkan pada Gambar 1. Pada Gambar 1 tersebut ditampilkan bahwa pengaruh pemberian kompos campuran kotoran kambing dan jerami padi memberikan pengaruh nyata yang di jelaskan dalam bentuk grafik. Kemudian pada Gambar 2. Dijelaskan hubungan pemberian Pupuk organik cair hayati pada umur 5 minggu setelah tanam terhadap parameter tinggi tanaman (cm). Hasilnya menunjukkan bahwa pemberian pupuk POC hayati pada pengamatan 5 MST menunjukkan pengaruh nyata.

Pada Gambar 2. didapat bahwa data pengamatan pada perlakuan pupuk

orgaik cair hayati pada umur 5 minggu setelah tanam memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman bawang merah, dimana tinggi tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan KB3 (500 ml/l.air/plot) yaitu 40.21 cm yang berbeda nyata dengan perlakuan KB2 (400 ml/l.air/plot) yaitu 37.75 cm. perlakuan KB1 (300 ml/l.air/plot) yaitu 37.55 cm, namun berbeda sangat nyata dengan perlakuan kontrol yaitu KB0 (0 ml/l.air/plot).

Berat Umbi Basah Per Plot (Gram)

Data hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan campuran kompos kotoran kambing jerami padi dan pupuk orgaik cairan hayati tidak memberikan pengaruh terhadap berat umbi basah per plot (gram) dari umur 2, 4,6, dan 8 minggu setelah tanam. Interaksi antara

perlakuan campuran kompos kotoran kambing jerami padi dan pupuk organik cair hayati tidak memberikan pengaruh terhadap berat umbi basah per plot tanaman bawang merah.

Kemudian data pengaruh perlakuan campuran kompos kotoran kambing jerami padi dan pupuk organik cair hayati terhadap berat umbi basah per plot (gram) pada Bawang Merah ditampilkan pada Tabel 2. Pada data penimbangan berat umbi basah per plot (gram) didapat perlakuan terbaik pada pengamatan penelitian pada perlakuan

KJ3 (3 kg/plot) didapat rata-rata berat umbi basah per plot 76,06 gram.

Sedangkan data rata-rata pada pengamatan berat umbi basah per plot (gram) di perlakuan KJ0 (Kontrol) yaitu sebesar 61,01 gram. Pada perlakuan pemberian pupuk POC hayati perlakuan terendah perlakuan KB0 (Kontrol) yaitu 61,14 gram dan perlakuan tertinggi terdapat pada perlakuan KB2 (200 ml/liter air/plot) yaitu sebesar 72,36 gram.

Tabel 2. Hasil rata-rata setelah Uji Duncant Tabel 4. Rata-Rata Berat Umbi Basah Per Sampel (gram) Tanaman Bawang Merah Akibat Pemanfaatan Kompos

| Perlakuan | Rata-rata | Notasi |
|-----------------------------------|-----------|--------|
| KJ ₀ = 0 kg/plot | 61,01 | A |
| KJ ₁ = 1 kg/plot | 62,96 | A |
| KJ ₂ = 2 kg/plot | 66,71 | A |
| KJ ₃ = 3 kg/plot | 76,06 | A |
| KB ₀ = 0 ml air/plot | 61,14 | A |
| KB ₁ = 100 ml air/plot | 64,34 | A |
| KB ₂ = 200 ml air/plot | 72,36 | A |
| KB ₃ = 300 ml air/plot | 68,91 | A |

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf 5% (huruf kecil) dan 1 % (huruf besar) berdasarkan Uji Jarak Duncan (DMRT).

Berat Umbi Kering Per Plot (Gram)

Data pengamatan berat umbi kering per plot (gram) pemanfaatan kompos campuran dan POC hayati terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) dapat dilihat pada Tabel

3. Dari hasil analisis sidik ragam diketahui bahwa pemanfaatan kompos campuran terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) berpengaruh tidak nyata pada parameter Umbi kering per plot (Gram).

Tabel 3. Rata-Rata Berat Umbi Kering Per Plot (gram) Tanaman Bawang Merah Akibat Pemanfaatan Kompos Campuran (KJ) dan Pupuk Organik Cair Hayati (KB)

| Hasil rata-rata setelah Uji Duncant | | |
|-------------------------------------|-------------|--------|
| Perlakuan | Rata - rata | Notasi |
| KJ0= 0 kg/plot | 58,89 | A |
| KJ1= 1 kg/plot | 59,71 | A |
| KJ2= 2 kg/plot | 63,84 | A |
| KJ3= 3 kg/plot | 73,25 | A |
| KB0= 0 ml/liter air/plot | 59,14 | A |
| KB1= 300 ml/liter air /plot | 62,34 | A |
| KB2= 400 ml/liter air/plot | 66,99 | A |
| KB3= 500 ml/liter air/plot | 67,23 | A |

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf %5 (huruf kecil) dan 1 % (huruf besar) berdasarkan Uji Jarak Duncan (DMRT).

Interaksi pemanfaatan kompos campuran dan POC hayati terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) juga berpengaruh tidak nyata pada parameter umbi kering per plot (gram). Hasil rata-rata pada parameter pengamatan Umbi kering per plot (gram) di tampilkan pada Tabel 3.

Pada hasil pengamatan rata-rata berat umbi kering per plot di dapat bahwa rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan KJ3 (3 kg/plot) yaitu sebesar 73,25 dan rata-rata terendah terdapat pada perlakuan KJ0(0 kg/plot). Berat umbi kering dengan umbi basah jelas berbeda sebab perlakuan pemanenannya juga berbeda. Sehingga hasil timbangan mengalami penyusutan. Hal ini karena pada parameter umbi basah berat

tanaman setelah panen. Sedangkan pada parameter umbi kering dilakukan pada tanaman bawang merah dikering anginkan selama 1 minggu.

Pembahasan

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemanfaatan kompos campuran dan POC hayati terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah (*Allium acalonicum* L.) berpengaruh nyata pada parameter pengamatan tinggi tanaman, berat umbi basah per plot, dan berat umbi kering per plot.

Pemberian kompos campuran berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, dimana tanaman tertinggi diperoleh pada perlakuan kompos campuran 3 kg/plot. Hal ini dikaeakaan pupuk kotoran kambing mengandung

unsur hara N yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman. Pada penelitian (Teftae et al., 2025) mengatakan bahwa pupuk dengan memanfaatkan kotoran ternak sapi dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman kentang grolola. Triadi et al.,(2022) melaporkan dari hasil penelitiannya bahwa pemberian pupuk kandang dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman karena dapat meningkatkan kadar humus dan unsur hara dalam tanah. Pupuk kandang memiliki peran untuk merubah kesuburan tanah seperti unsur hara, kandungan hara tanah dan struktur tanah.

Dari hasil penelitian perlakuan pupuk POC hayati terhadap tinggi tanaman berpengaruh nyata pada parameter tinggi tanaman. (Kholifah et al., 2024) mengatakan bahwa pupuk organik cair adalah bentuk pupuk cair yang berfungsi untuk menambah nutrisi bagi tanaman. Penggunaan pupuk organik cair dapat mempengaruhi produksi bawang merah.

Pada penelitian ini pupuk POC hayati yang digunakan berasal dari campuran air kelapa dan cucian beras. Kandungan air kelapa dan beras menjadi bahan baku dalam pembentukan POC yang baik. Hal ini dijelaskan dalam penelitian Leovici et

al. (2014) yang menyatakan bahwa pemberian air kelapa muda dengan konsentrasi 25% mampu meningkatkan produktivitas tanaman tebu. Hal ini menjadi dugaan bahwa pemberian air kelapa mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi bawang merah.

Pada pengamatan parameter berat basah umbi dan berat kering umbi, pemberian campuran kompos kotoran kambing + jerami padi dan pupuk POC hayati tidak berpengaruh nyata terhadap parameter pengamatan. Hal ini disebabkan karena kedua faktor perlakuan tersebut berjalan masing-masing tanpa mempengaruhi satu sama lain.

Ada banyak faktor penyebab interaksi antara perlakuan tidak berpengaruh nyata. Keadaan dilapangan bisa menjadi penyebab perlakuan menjadi tidak sejalan dengan apa yang diharapkan. Pada penelitian ini keadaan air untuk pertumbuhan tanaman Bawang Merah juga diperhatikan. Sasroedjirdjo (2014) mengatakan bahwa air sangat dibutuhkan tanaman untuk tempat berlangsungnya reaksi kimia tanah dan untuk menjaga kelembaban dan stabilitas bentuk sel.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka di dapat bahwa kompos campuran dan POC hayati terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman pada pengamatan 3,4, da 5 Minggu setelah tanam (cm).

Efektifitas pemberian kompos campuran dan POC hayati terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) berpengaruh tidak nyata pada parameter pengamatan tinggi tanaman di 2 MST, berat umbi basah per plot, berat umbi kering per plot.

Interaksi antara pemanfaatan kompos campuran dan POC hayati terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) berpengaruh tidak nyata pada parameter pengamatan di tinggi tanaman 2 MST, bobot basah per plot, dan bobot kering per plot.

Adapun saran yang ingin disampaikan peneliti. Perlu diuji nilai kandungan hara pada setiap pupuk yang digunakan dalam penelitian sehingga dapat merekomendasikan untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Damanik, MMBD., Hasibuan, BE., Fauji., Sarifuddin., dan Hanidah H. 2011.

Kesuburan Tanah dan Pemupukan. UsuPress. Medan

Hadisuwito, S. 2012. Membuat Pupuk Organik Cair. Agromedia Pustaka. Jakarta.

Kuswardani, D. S. 2016. Sehat Tanpa Obat Dengan Bawang Merah-Bawang putih.

Kholifah, U., Hayati, R., Usman, Fitriani, D., & Armadi, Y. (2024). RESPON PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L.) TERHADAP PEMBERIAN PUPUK NPK DAN PUPUK ORGANIK CAIR NASA. *Agriculture*, 19(1), 82–92. <https://doi.org/10.36085/agrotek.v19i1.6730>.

Leovici H, D. Kastomo, E. T. S. Putra. 2014. Pengaruh macam dan konsentrasi bahan organik sumber zat pengatur tumbuh alami terhadap pertumbuhan awal tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Jurnal Vegetalika*. Vol 3 (1): 22-34.

Nilla Kristina, Yusniwati, Y., Benni Satria, Elara Resigia, & Aries Kusumawati. (2023). Pemanfaatan Kompos Jerami Padi dalam Pengembangan Bawang Merah di Ultisol Dataran Rendah Kota Padang. *ABDIKAN: Jurnal Pengabdian Masyarakat Bidang Sains Dan Teknologi*, 2(4), 572–578.

- <https://doi.org/10.55123/abdikan.v2i4.2801>
- Sri Rahayu, Elfarisna, dan R. (2016). respon pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah dengan penambahan pupuk organik cair. *Jurnal Agrosains Dan Teknologi*, 1(1), 7–18.
- Sosrosoedjidjo. 2014. Budidaya Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). Jilid I. CV. Yasaguna.
- Teftae, O. Y. ., Noywuli, N., Noa, M., & Simo, D. (2025). Pengaruh Pemberian Pupuk Kotoran Sapi Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kentang (*Solanum Tuberosum* L.) Varietas Granola. *Agriculture*, 20(1), 1–18. <https://doi.org/10.36085/agrotek.v20i1.8285>
- Triadi, E., Podesta, F., Fitriani, D., Harini, R., & Yawahar, J. (2022). PENGARUH JENIS PUPUK KANDANG DAN KONSENTRASI GIBERELLIN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L.). *Agriculture*, 17(2), 138–141. <https://doi.org/10.36085/agrotek.v17i2.4422>
- Xiaojia, L., Santosa, M. H., Budasi, I. G., Trianasari, N., Ying, Z., & Tao, Z. (2025). Modelling the mediating system: The computational role of Green Technology in linking knowledge assets to sustainability in Yunnan hospitality sector. In *Lex Localis - Journal of Local Self Government* (Vol. 23, Issue S6). Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian. <https://doi.org/10.52152/801841>
- Yandi Wibowo. 2014. RESPON PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L.) TERHADAP KONSENTRASI PUPUK ORGANIK CAIR DENGAN TEKNIK VERTIKULTUR. Skripsi Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Jakarta.

Potensi Pertanian Provinsi Nusa Tenggara Timur: Tinjauan Berdasarkan Kondisi Geografis Dan Produksi

Inosensius Harmin Jandu*, Nikolaus Donesius Budiman, Lorensius Santu

Prodi Sosial Ekonomi Pertanian Fakultas Pertanian Peternakan Universitas Katolik Indonesia Santu
Paulus Ruteng

Alamat korespondensi: harminjandu@gmail.com

ABSTRACT

Agricultural Potential of East Nusa Tenggara Province: Overview Based on Geographical Conditions and Production

East Nusa Tenggara (NTT) has great potential in the agricultural sector, supported by diverse geographical conditions and abundant natural resources. However, this sector also faces a number of challenges that hinder its growth. This research aims to identify agricultural potential in NTT from a geographic and production perspective, as well as identify the obstacles and challenges faced. This research uses a qualitative approach by analyzing secondary data from various sources, such as literature, journals and statistical data from the Central Statistics Agency (BPS). Data analysis was carried out descriptively. The research results show that NTT has great potential in the agricultural sector, but faces obstacles such as extreme geographical conditions, limited infrastructure and climate change. To maximize this potential, comprehensive and sustainable efforts are needed.

Keywords: Agricultural Sector, Geographical, Potential, Productio

Nusa Tenggara Timur (NTT) memiliki potensi besar dalam sektor pertanian, didukung oleh kondisi geografis yang beragam dan sumber daya alam yang melimpah. Namun, sektor ini juga menghadapi sejumlah tantangan yang menghambat pertumbuhannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi pertanian di NTT dari sudut pandang geografis dan produksi, serta mengidentifikasi kendala dan tantangan yang dihadapi. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan menganalisis data sekunder dari berbagai sumber, seperti literatur, jurnal, dan data statistik dari Badan Pusat Statistik (BPS). Analisis data dilakukan secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa NTT memiliki potensi besar dalam sektor pertanian, namun menghadapi kendala seperti kondisi geografis yang ekstrim, keterbatasan infrastruktur, dan perubahan iklim. Untuk memaksimalkan potensi tersebut, diperlukan upaya yang komprehensif dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Geografis, Potensi, Sektor Pertanian, Produksi

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara agraris dengan sumber daya alam yang melimpah, memiliki potensi pertanian yang sangat besar. Sektor pertanian tidak hanya berperan dalam menyediakan pangan bagi masyarakat, tetapi juga memiliki peran penting dalam memperkuat ekonomi. Sektor pertanian di Indonesia memiliki peran yang sangat strategis dalam pembangunan ekonomi. Dengan pengelolaan yang tepat dan dukungan kebijakan yang kondusif, sektor pertanian dapat terus berkontribusi dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan

ketahanan pangan nasional (Kusumaningrum, 2019). Pengembangan sistem informasi komoditas pertanian berbasis lokasi geografis merupakan langkah yang sangat positif untuk meningkatkan produktivitas pertanian di Indonesia, dengan perencanaan yang matang dan dukungan dari berbagai pihak, sistem ini dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi petani dan berkontribusi pada ketahanan pangan nasional. (Putra et al., 2024)

Sektor pertanian di Maluku Utara memiliki peran yang sangat penting dalam struktur perekonomian daerah. Untuk

mempertahankan dan meningkatkan kontribusi sektor pertanian, diperlukan upaya yang berkelanjutan untuk meningkatkan produktivitas, diversifikasi produk, dan memperkuat infrastruktur.(Saban et al., 2024). Studi kasus PT Agro Jabar memberikan contoh yang baik tentang bagaimana perusahaan pertanian dapat menggunakan analisis strategis untuk mengambil keputusan yang tepat. Dengan fokus pada pertanian kontrak kentang dan upaya untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas, PT Agro Jabar memiliki potensi untuk menjadi pemain utama dalam industri kentang di Indonesia(Alamsyah & Wulandari, 2022). Salah satu temuan penelitian memberikan gambaran yang sangat positif tentang peran sentral sektor pertanian, khususnya komoditas padi, jagung, sayuran, dan buah-buahan, dalam perekonomian Indonesia. Nilai indeks keterkaitan yang tinggi pada komoditas-komoditas tersebut menunjukkan bahwa sektor pertanian tidak hanya menjadi penyedia bahan baku bagi industri lain, tetapi juga memiliki pasar yang luas dan potensial untuk terus berkembang.(Syofya et al., 2018). Sektor pertanian memiliki peran yang sangat penting dalam perekonomian Kabupaten Banjarnegara. Dengan fokus pada pengembangan subsektor tanaman bahan makanan, meningkatkan produktivitas, dan memperluas pasar, sektor pertanian dapat menjadi motor penggerak pembangunan ekonomi daerah dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat(Oktafiana Fortunika et al., 2017)

Sektor pertanian di Kabupaten Kupang memiliki potensi yang sangat besar untuk menjadi penggerak utama pertumbuhan ekonomi daerah. Adanya komoditas unggulan yang telah teridentifikasi melalui perhitungan LQ dan kinerja sektor merupakan modal dasar yang kuat untuk pengembangan lebih lanjut (Basri et al, 2019). Temuan penelitian menggarisbawahi pentingnya produktivitas lahan basah dalam meningkatkan produksi pertanian. Namun, peningkatan produksi pertanian semata tidak cukup untuk mendorong pertumbuhan ekonomi regional dan mengurangi kemiskinan secara signifikan. Pertumbuhan ekonomi yang lebih luas

berperan penting dalam proses pengentasan kemiskinan.(Susilastuti, 2018). Penelitian ini telah berhasil mengidentifikasi potensi besar sektor PKP dalam mendorong pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat Indonesia. Namun, penelitian juga menyoroti adanya kendala kapasitas yang menghambat optimalisasi potensi tersebut. Temuan ini memberikan gambaran yang komprehensif mengenai kondisi sektor PKP di Indonesia dan menjadi dasar untuk merumuskan kebijakan yang lebih tepat sasaran.(Wisnujati & Patiung, 2020)

Temuan juga terlihat jelas bahwa Desa Antara memiliki potensi besar untuk tumbuh secara ekonomi, terutama berkat lokasinya yang strategis. Namun, sejumlah kendala menghambat optimalisasi potensi tersebut (Munandar, 2024). Dominasi sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan dalam PDRB NTT mengindikasikan ketergantungan yang tinggi pada sumber daya alam. Hal ini mencerminkan kondisi geografis NTT yang sebagian besar merupakan wilayah pedesaan dengan potensi sumber daya alam yang melimpah.(Abdillah & Yuniarti, 2024). Nusa Tenggara Timur, dengan beragam kondisi geografisnya, menyimpan potensi pertanian yang sangat besar. Pulau-pulau yang menyusun NTT memiliki karakteristik tanah, iklim, dan topografi yang bervariasi, menciptakan keragaman hayati yang kaya dan cocok untuk berbagai jenis tanaman. Potensi pertanian di NTT sangat besar, namun masih banyak tantangan yang harus diatasi. Dengan upaya yang tepat dan berkelanjutan, sektor pertanian dapat menjadi tulang punggung perekonomian NTT dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat pedesaan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui potensi pertanian propinsi Nusa Tenggara Timur dari tinjauan geografis dan produksi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini mengadopsi pendekatan kualitatif untuk menafsirkan fenomena yang terjadi dengan menggunakan data sekunder berupa literatur, jurnal, studi kepustakaan,

catatan, laporan, atau buku yang diterbitkan oleh berbagai institusi Penelitian ini dilakukan di Propinsi NTT, Penelitian ini mulai pada bulan Mei-Agustus 2024. Sumber data yaitu data skunder BPS, Dinas Pertanian, literatur. Metode analisis yang di gunakan adalah metode analisis deskriptif

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Geografis NTT Yang Mendukung Pertanian

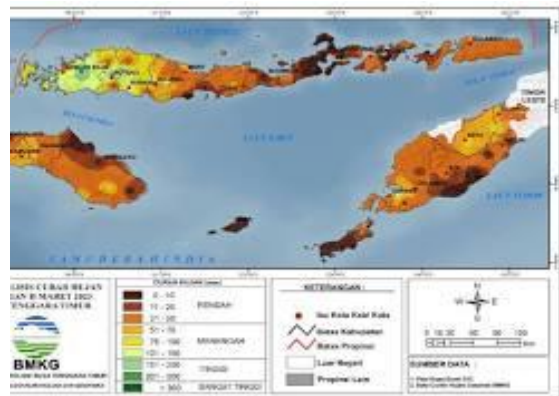
NTT memiliki keanekaragaman kondisi geografis yang unik, yang memberikan potensi besar bagi pengembangan sektor pertanian. Karakteristik utama yang mendukung sektor pertanian di NTT: Iklim tropis NTT memiliki iklim tropis dengan curah hujan yang cukup sepanjang tahun, meskipun ada periode musim kemarau. Iklim ini sangat mendukung pertumbuhan berbagai jenis tanaman, baik tanaman pangan, hortikultura, maupun perkebunan. Tanah Vulkanik yang Subur: Banyak wilayah di NTT memiliki tanah vulkanik yang kaya akan mineral, sehingga sangat subur dan cocok untuk pertanian. Tanah vulkanik ini mampu menyimpan air dengan baik dan memiliki struktur tanah yang baik untuk perakaran tanaman. Relief yang bervariasi NTT memiliki relief yang bervariasi, mulai dari dataran rendah hingga pegunungan. Variasi ketinggian ini memungkinkan tumbuhnya berbagai jenis tanaman yang memiliki kebutuhan iklim dan tanah yang berbeda-beda. Potensi Sumber Daya Air: Meskipun seringkali terjadi musim kemarau, namun banyak sumber air yang dapat dimanfaatkan untuk irigasi, seperti sungai, danau, dan mata air. Ketersediaan lahan NTT masih memiliki lahan yang luas yang belum tergarap secara optimal, sehingga masih ada potensi besar untuk pengembangan pertanian. Dengan mendapatkan pengakuan sebagai produk dengan indikasi geografis, komoditas pertanian lokal dapat memiliki nilai tambah yang lebih tinggi, sehingga dapat meningkatkan pendapatan petani dan mendorong pengembangan agrowisata. (Seruni et al., 2024)

Data Geografis Nusa Tenggara Timur (NTT)



Gambar.1 Peta Tanah Nusa Tenggara Timur

Peta tanah NTT menunjukkan beragam jenis tanah, mulai dari tanah vulkanik yang subur di beberapa wilayah hingga tanah kapur yang kurang subur di wilayah lain. Jenis tanah ini sangat mempengaruhi jenis tanaman yang cocok ditanam dan tingkat kesuburan tanah. Tanah Vulkanik: Umumnya ditemukan di daerah pegunungan dan lereng gunung berapi. Tanah ini kaya akan mineral dan sangat subur untuk berbagai jenis tanaman. Tanah Kapur: Sering ditemukan di daerah karst atau gersang. Tanah ini memiliki kandungan mineral yang rendah dan memerlukan pengelolaan khusus agar tetap produktif. Tanah Alluvial: Terbentuk dari endapan sungai, umumnya subur dan cocok untuk pertanian.



Gambar.2 Peta Iklim Nusa Tenggara Timur

NTT memiliki iklim tropis dengan dua musim utama, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Curah hujan yang tidak merata dan tingkat evaporasi yang tinggi menjadi ciri khas iklim NTT. Musim Hujan: Terjadi pada bulan November hingga April, dengan intensitas curah hujan yang bervariasi antar wilayah. Musim

Kemarau: Terjadi pada bulan Mei hingga Oktober, dengan curah hujan yang sangat rendah.

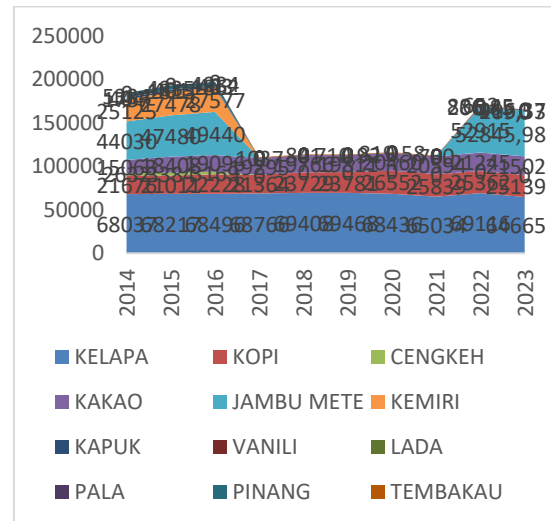
Gambar.3 Peta Topografi Nusa Tenggara Timur



Gambar.3 Peta Topografi Nusa Tenggara Timur

Topografi NTT sangat bervariasi, mulai dari dataran rendah hingga pegunungan. Kondisi topografi ini mempengaruhi jenis tanaman yang cocok ditanam, sistem pertanian yang digunakan, dan aksesibilitas wilayah. Dataran Rendah: Umumnya digunakan untuk pertanian lahan basah seperti padi sawah dan tanaman hortikultura. Pegunungan: Cocok untuk tanaman perkebunan seperti kopi, cokelat, dan pala. Lereng: Dapat digunakan untuk terasering untuk mencegah erosi dan meningkatkan produktivitas lahan. Peta-peta tersebut memberikan informasi penting untuk pengembangan sektor pertanian di NTT: Penentuan Komoditas Unggulan: Dengan mengetahui jenis tanah dan iklim, dapat ditentukan komoditas apa yang paling cocok ditanam di suatu wilayah. Perencanaan Tata Ruang: Peta topografi membantu dalam perencanaan tata ruang pertanian, seperti penentuan lokasi lahan pertanian, pembangunan infrastruktur irigasi, dan pencegahan erosi. Pengembangan Teknologi Pertanian: Memahami kondisi lingkungan dapat membantu dalam memilih teknologi pertanian yang tepat, seperti varietas tanaman yang tahan terhadap kekeringan atau sistem irigasi yang efisien. Mitigasi Bencana: Peta dapat digunakan untuk mengidentifikasi daerah rawan bencana seperti banjir, longsor, atau kekeringan, sehingga dapat dilakukan upaya mitigasi.

Deskripsi Produksi Komoditas Utama Selama 10 Tahun Terakhir

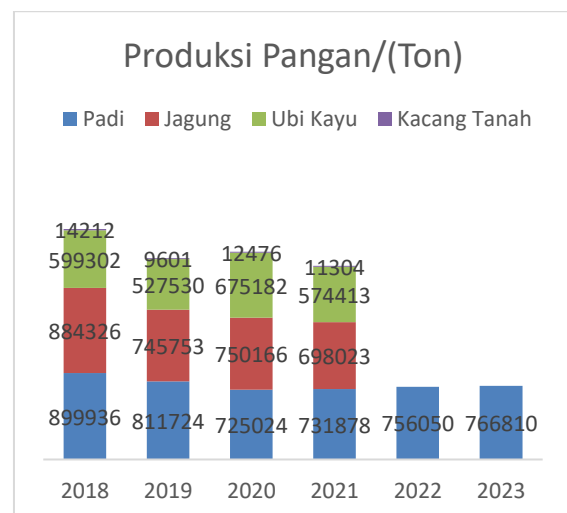


Sumber: BPS Propinsi Nusa Tenggara Timur

Gambar. 4 Produksi Komoditas Utama Selama 10 Tahun Terakhir

Pada grafik diatas menampilkan produksi berbagai komoditas pertanian perkebunan selama periode tahun 2018 hingga 2023. Kelapa mendominasi produksi pertanian selama periode. Beberapa komoditas seperti kakao dan vanili mengalami peningkatan produksi yang signifikan, sementara komoditas lain seperti kapuk mengalami penurunan. Selain kelapa, kopi, dan kakao, terdapat beberapa komoditas lain seperti jambu mete, kemiri, dan lada yang juga diproduksi, namun dalam jumlah yang lebih kecil.

Gambar .5 Produksi Pangan Nusa Tenggara Timur



Sumber: BPS Propinsi Nusa Tenggara Timur

Gambar .5 Produksi Pangan Nusa Tenggara Timur

Diagram ini menunjukkan produksi pangan dalam satuan ton untuk empat jenis komoditas utama, yaitu padi, jagung, ubi kayu, dan kacang tanah, selama periode tahun 2018 hingga 2023. Komoditas Utama: Padi memiliki produksi tertinggi dibandingkan komoditas lainnya dalam setiap tahun yang tercatat. Ini menunjukkan bahwa padi merupakan komoditas utama dalam produksi pangan di wilayah yang data ini diambil. Tren produksi produksi padi cenderung fluktuatif selama periode tersebut, dengan peningkatan pada tahun 2019 dan penurunan pada tahun 2021. Jagung produksi jagung juga menunjukkan fluktuasi, dengan peningkatan pada tahun 2020. Ubi Kayu: Produksi ubi kayu cenderung stabil dengan sedikit penurunan pada tahun 2023. Kacang Tanah: Produksi kacang tanah juga menunjukkan fluktuasi, dengan peningkatan pada tahun 2020. Kontribusi masing-masing komoditas: Setiap batang pada diagram mewakili total produksi pangan pada tahun tersebut. Panjang setiap segmen warna menunjukkan kontribusi masing-masing komoditas terhadap total produksi. Kita dapat melihat bahwa padi memberikan kontribusi terbesar terhadap total produksi pangan.

Komoditas Unggulan Dan Potensi Pengembangannya

Nusa Tenggara Timur (NTT) memiliki potensi pertanian yang sangat besar, didukung oleh kondisi geografis dan iklim yang beragam. Beberapa komoditas pertanian unggulan yang memiliki potensi produksi tinggi di NTT antara lain: Tanaman Pangan: Padi: Terutama padi sawah dan padi ladang. Jagung: Merupakan komoditas penting sebagai bahan pangan pokok dan pakan ternak. Umbi-umbian: Seperti ubi jalar, kentang, dan singkong. Kacang-kacangan: Seperti kacang tanah, kedelai, dan kacang hijau. Tanaman Hortikultura: Cabai: Berbagai jenis cabai seperti cabai rawit dan cabai besar. Tomat: Memiliki permintaan pasar yang tinggi. Bawang Merah: Merupakan komoditas yang cukup menjanjikan. Tanaman Perkebunan: Kopi: Terutama kopi arabika yang memiliki kualitas tinggi. Cokelat: Memiliki potensi besar untuk dikembangkan.

Pala: Merupakan komoditas rempah-rempah yang khas dari NTT. Kayu Jati: Memiliki kualitas kayu yang baik dan banyak diminati pasar. Perikanan: Ikan Tuna: Merupakan komoditas ekspor utama NTT. Udang: Potensi budidaya udang cukup besar di beberapa daerah. Rumput Laut: Memiliki potensi yang sangat besar untuk dikembangkan. Pentingnya peran petani dalam menjaga ketahanan pangan suatu negara, khususnya dalam konteks pembangunan berkelanjutan. Namun, penelitian ini juga menyoroti tantangan serius yang dihadapi sektor pertanian, yaitu penurunan jumlah petani muda dan penuaan petani. Keluarga sebagai unit terkecil masyarakat memiliki peran krusial dalam mengatasi masalah ini, sementara kebijakan pemerintah dan swasta terkait alih fungsi lahan juga perlu dievaluasi kembali. (Sidharta1, 2022). Pengembangan usahatani kelapa dalam di Kecamatan Pengabuan memiliki potensi yang sangat besar. Namun, keberhasilannya sangat bergantung pada upaya bersama antara pemerintah, petani, dan pihak swasta. Dengan menerapkan strategi yang tepat dan dukungan yang kuat, usahatani kelapa dapat menjadi sumber pendapatan yang berkelanjutan bagi masyarakat setempat. (Ningsih, 2024). Penelitian ini telah berhasil mengidentifikasi perbedaan potensi ekonomi sektor pertanian di berbagai kabupaten/kota di Kalimantan Barat. Hasil penelitian menunjukkan adanya disparitas yang signifikan antara wilayah dengan sektor pertanian sebagai basis ekonomi dan wilayah dengan sektor pertanian sebagai non-basis. (Nurulhuda et al., 2021)

Kendala Dan Tantangan Yang Dihadapi

Nusa Tenggara Timur (NTT) memang memiliki potensi besar dalam sektor pertanian, namun juga dihadapkan pada berbagai kendala dan tantangan yang cukup kompleks, terutama yang berkaitan dengan kondisi geografis dan produksi.

Kendala Geografis Ketinggian Tempat
NTT memiliki banyak wilayah pegunungan dan perbukitan. Hal ini menyebabkan variasi iklim yang cukup ekstrim, mulai dari daerah kering hingga daerah basah. Kondisi ini menyulitkan

dalam pemilihan jenis tanaman yang sesuai dan pengelolaan air irigasi. Meskipun sektor pertanian menjadi tulang punggung perekonomian, namun laju pertumbuhannya yang melambat menjadi perhatian serius Sektor pertanian NTT punya potensi besar, tapi terhambat oleh kondisi infrastruktur yang buruk, kurangnya teknologi modern, sulitnya akses pasar, dampak perubahan iklim, dan kurangnya tenaga kerja terampil.(Zuhdi, 2021). Penelitian ini telah mengidentifikasi potensi besar sektor pertanian di Kabupaten Nias, namun juga menyoroti berbagai tantangan yang menghambat perkembangannya. Potensi tersebut terletak pada sumber daya alam yang melimpah, iklim yang mendukung pertanian, serta ketersediaan tenaga kerja. Namun, kendala seperti keterbatasan akses terhadap input pertanian, rendahnya pengetahuan petani, dan kurangnya dukungan pemerintah menjadi penghambat utama.(Lawolo, 2022)

Tanah Kering dan Kurang Subur: Sebagian besar lahan pertanian di NTT memiliki karakteristik tanah yang kering, tandus, dan kurang subur. Kandungan organik tanah yang rendah serta erosi tanah menjadi masalah utama. Curah Hujan Rendah dan Tidak Merata: Distribusi curah hujan yang tidak merata sepanjang tahun mengakibatkan sering terjadi kekeringan di beberapa wilayah, sementara di wilayah lain sering terjadi banjir. Transformasi sektor pertanian di Indonesia membutuhkan upaya yang komprehensif dan berkelanjutan. Dengan menerapkan kebijakan-kebijakan yang tepat, sektor pertanian dapat menjadi motor penggerak ekonomi, meningkatkan kesejahteraan petani, dan menjamin ketahanan pangan nasional.(Setiartiti, 2021).

Kemiringan Lahan: Banyak lahan pertanian di NTT memiliki kemiringan yang cukup curam. Hal ini menyulitkan dalam pengelolaan lahan, meningkatkan risiko erosi, dan membatasi penggunaan mesin pertanian. Kendala Produksi Varietas Tanaman: Petani di NTT seringkali masih menggunakan varietas tanaman

lokal yang produktivitasnya rendah dan rentan terhadap hama dan penyakit.

Potensi besar yang dimiliki Kecamatan Ruteng dalam mengembangkan usaha tani tomat. Kondisi iklim yang mendukung, permintaan pasar yang tinggi, dan peluang diversifikasi produk menjadi fondasi yang kuat untuk pertumbuhan sektor pertanian ini. Namun, tantangan seperti keterbatasan akses terhadap teknologi, modal, dan informasi menjadi penghambat utama.(Jandu et al., 2024)

Teknologi Pertanian: Penggunaan teknologi pertanian masih terbatas, terutama di daerah pedesaan. Hal ini menyebabkan efisiensi produksi yang rendah. Irigasi: Sistem irigasi yang belum memadai menyebabkan ketergantungan yang tinggi pada curah hujan, sehingga produksi pertanian sangat rentan terhadap kekeringan. Data yang Anda sajikan menunjukkan adanya kesenjangan antara potensi lahan pertanian di Jawa Barat dengan kebutuhan pangan yang terus meningkat akibat pertumbuhan penduduk. Ini adalah tantangan klasik yang dihadapi banyak daerah dengan kepadatan penduduk tinggi.(Suriadikusumah & Herdiansyah, 2018)

Hama dan Penyakit: Serangan hama dan penyakit tanaman menjadi masalah serius yang dapat menurunkan hasil produksi. Pasar: Akses petani terhadap pasar yang menjanjikan masih terbatas, sehingga harga jual hasil pertanian seringkali rendah. Temuan penelitian ini memberikan gambaran yang menarik mengenai dinamika transformasi pertanian di Indonesia. Meskipun terjadi pergeseran dari sektor pertanian ke sektor non-pertanian, ketimpangan antar provinsi dan kontribusi sektor pertanian terhadap perekonomian cenderung stabil. Hal ini mengindikasikan bahwa proses transformasi pertanian di Indonesia memiliki karakteristik yang unik dan kompleks.(Abduh, 2023).

Sumber Daya Manusia: Keterbatasan sumber daya manusia yang memiliki pengetahuan dan keterampilan di bidang pertanian juga menjadi kendala. Tantangan Lainnya Perubahan Iklim: Perubahan iklim semakin mengancam keberlanjutan pertanian di NTT, dengan

peningkatan suhu, perubahan pola curah hujan, dan peningkatan frekuensi bencana alam. Konversi Lahan: Konversi lahan pertanian menjadi lahan non-pertanian juga menjadi ancaman bagi produksi pertanian. Analisis SWOT yang Anda presentasikan memberikan gambaran yang cukup komprehensif mengenai potensi dan tantangan yang dihadapi sektor pertanian di Kecamatan Sumbawa. Keempat strategi yang diusulkan juga relevan dengan kondisi yang ada. Namun, untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal, perlu dilakukan pengayaan dan spesifikasi lebih lanjut pada setiap strategi. (Asmini, 2021) Data yang Anda sajikan menunjukkan adanya kesenjangan antara potensi lahan pertanian di Jawa Barat dengan kebutuhan pangan yang terus meningkat akibat pertumbuhan penduduk. Ini adalah tantangan klasik yang dihadapi banyak daerah dengan kepadatan penduduk tinggi. (Suriadikusumah & Herdiansyah, 2018). Potensi sumber daya pertanian Indonesia sangat besar untuk mendukung ketahanan pangan dan energi. Namun, perlu upaya yang lebih sistematis dan terpadu untuk mengatasi berbagai tantangan yang ada. (Rhofita, 2022).

Pengembangan pertanian di Nusa Tenggara Barat dan Timur memiliki potensi yang sangat besar. Namun, perlu upaya yang lebih sistematis dan terpadu untuk mengatasi berbagai tantangan yang ada. Dengan menggabungkan berbagai strategi seperti penerapan teknologi tepat guna, pengembangan kelembagaan petani, dan peningkatan akses pasar, Indonesia dapat mencapai ketahanan pangan yang lebih baik. (Hikmat et al., 2023). Pengembangan lahan marginal merupakan salah satu solusi untuk mengatasi masalah konversi lahan pertanian. Namun, perlu dilakukan secara hati-hati dan terencana dengan mempertimbangkan berbagai faktor seperti kualitas tanah, ketersediaan air, dan teknologi yang tepat. (Isnaeni et al., 2023). Sektor pertanian di Kabupaten Kepulauan Talaud memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan. Namun, perlu upaya yang lebih sistematis dan terpadu untuk mengatasi berbagai

tantangan yang ada. Dengan kebijakan yang tepat dan dukungan dari berbagai pihak, sektor pertanian di Kabupaten Kepulauan Talaud dapat menjadi penggerak utama pertumbuhan ekonomi daerah. (Juwita Bungkur, 2021)

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah disajikan, dapat disimpulkan bahwa Sektor pertanian di NTT memiliki potensi yang sangat besar untuk dikembangkan. Namun, untuk mencapai potensi tersebut, diperlukan upaya yang komprehensif dan berkelanjutan dari berbagai pihak, termasuk pemerintah, swasta, dan masyarakat. Dengan mengatasi berbagai tantangan yang ada, sektor pertanian dapat menjadi motor penggerak ekonomi dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat di NTT.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, N., & Yuniarti, D. (2024). *Penentuan Potensi Sektor Unggulan Nusa Tenggara Timur* (Vol. 3). <https://journal.ummat.ac.id/index.php/semnaslppm/article/view/23641>
- Abduh, M. (2023). Indonesia Agricultural Transformation: How Far? Where Would It Go? *Jurnal Perencanaan Pembangunan: The Indonesian Journal of Development Planning*, 7(1), 48–82. <https://doi.org/10.36574/jpp.v7i1.366>
- Asmini, R. N. S., N. M. (2021). ANALISIS STRATEGI PENGEMBANGAN SEKTOR PERTANIAN DI KECAMATAN SUMBAWA. *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*. <http://e-journalppmunsa.ac.id/index.php/jeb>
- Basri, M., & Fallo, F. A. (2019). *KAJIAN POTENSI KOMODITI UNGGULAN SEKTOR PERTANIAN KABUPATEN KUPANG PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR*. DOI: <http://dx.doi.org/10.35726/jp.v24i2.362>

- Hikmat, M., Hati, D. P., Pratamaningsih, M. M., & Sukarman, S. (2023). Kajian Lahan Kering Berproduktivitas Tinggi di Nusa Tenggara untuk Pengembangan Pertanian. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 16(2), 119. <https://doi.org/10.21082/jsdl.v16n2.2022.119-133>
- Isnaeni, N., Arista, D., Dhienar Alifia, A., Mubarak, H., Made, I., Dwi Arta, S., Novira Rizva, D., & Wicaksono, A. I. (2023). Availability and potential for expansion of agricultural land in Indonesia. *JSSEW Journal of Sustainability, Society and Eco-Welfare JSSEW*, 1(1). <https://doi.org/10.61511/jssew.v1i1>
- Jandu, I. H., Santu, L., & Sudirman, P. E. (2024). Peluang dan Tantangan Pengembangan Usahatani Tomat di Kecamatan Ruteng. *Mimbar Agribisnis*, 10(2), 3229–3237. <https://jurnal.unigal.ac.id/mimbaragribisnis>
- Juwita Bungkuran, V. A. J. M. M. Th. B. M. (2021). ANALISIS PERAN SEKTOR PERTANIAN TERHADAP PERTUMBUHAN EKONOMI KABUPATEN KEPULAUAN TALAUD. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/jbie/article/view/35751>
- Kusumaningrum, S. I. (2019). PEMANFAATAN SEKTOR PERTANIAN SEBAGAI PENUNJANG PERTUMBUHAN PEREKONOMIAN INDONESIA. In *Jurnal Transaksi* (Vol. 11, Issue 1). <https://php/transaksi/article/view>
- Mayang Seruni, P., Ayunda, S., & Riswandi, B. A. (2024). *Indikasi Geografis Dalam Mendukung Pengembangan Kawasan Wisata Pertanian*. 18(2), 394–405. <https://doi.org/10.31599/krtha.v18i2.1583>
- Munandar, A. F. R. G. Z. R. F. S. A. L. S. (2024). Analisis Geografis Dan Dinamika Ekonomi Desa Di Desa Antara, Kecamatan Lima Puluh, Kabupaten Batu Bara. *Copyright @ Munandar, Achmad Fauzan, RA Ghina Zahidah, Rania Febriyola Siregar, Ayu Lestari Siregar INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*. <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>
- Ningsih, R. (2024). Strategi Pengembangan Usahatani Kelapa Dalam di Kecamatan Pengabuan Kabupaten Tanjung Jabung Barat. *Jurnal Agrikultura*. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v35i1.50862>
- Nurulhuda, S., Askarina, M., Romadhoniastri, S., Azahra, A. F., Karim, D. K., Isnain, M. N., & Putri, R. F. (2021). Study of agricultural economic potential in West Kalimantan using Regional Analysis Techniques. *E3S Web of Conferences*, 325. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202132507008>
- Oktafiana Fortunika, S., Istiyanti, E. I., & Sriyadi, S. (2017). Kontribusi Sektor Pertanian Terhadap Perekonomian Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah (Analisis Struktur Input–Output). *AGRARIS: Journal of Agribusiness and Rural Development Research*, 3(2). <https://doi.org/10.18196/agr.3252>
- Omiraes Lawolo, B. A. W. K. F. P. B. G. S. (2022). ANALISIS POTENSI, TANTANGAN DAN STRATEGI PENGEMBANGAN PERTANIAN DI KABUPATEN NIAS, PROVINSI SUMATERA UTARA. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Tanaman* (. <https://doi.org/10.55606/jurrit.v1i2.431>
- Putra, A. P., Bachtiar, E. A., Hidayatulloh, R., Ramadhani, A. S., Ummah, K., & Sholihah, W. (2024). PERANCANGAN SISTEM REKOMENDASI KOMODITAS PERTANIAN BERDASARKAN LOKASI GEOGRAFIS UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PETANI. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*,

- 12(1).
<https://doi.org/10.23960/jitet.v12i1.3936>
- Rhofita, E. I. R. (2022). Optimalisasi Sumber Daya Pertanian Indonesia untuk Mendukung Program Ketahanan Pangan dan Energi Nasional. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 28(1), 82. <https://doi.org/10.22146/jkn.71642>
- Saban, A. B., Sahara, & Falatehan, A. F. (2024). Economic Transformation: How Does the Agricultural Sector Performance in Indonesia's Regional Economic Structure? *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 21(2), 175–190.
<https://doi.org/10.29259/jep.v21i2.22744>
- Setiartiti, L. (2021). Critical Point of View: The Challenges of Agricultural Sector on Governance and Food Security in Indonesia. *E3S Web of Conferences*, 232. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123201034>
- Suriadikusumah, A., & Herdiansyah, G. (2018). Analysis of Agricultural Land Area Availability to Attain the Food Sovereignty in West Java Province of Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 145(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/145/1/012019>
- Susilastuti, D. (2018). Agricultural Production and its Implications on Economic Growth and Poverty Reduction. In *European Research*
- Studies Journal: Vol. XXI* (Issue 1). 10.35808/ersj/949
- Syofya, H., Rahayu, S., Sakti, S., & Kerinci, A. (2018). Peran Sektor Pertanian Terhadap Perekonomian Indonesia (Analisis Input-Output). *Jurnal Manajemen Dan Kewirausahaan*, 9(3). <https://doi.org/10.31317>
- Trizaldi Prima Alamsyah, R., & Eliana Wulandari. (2022). Strategi Pengembangan Bisnis Pertanian di PT Agro Jabar Kebun Cikajang Kabupaten Garut. *Jurnal Agrikultura*, 2022(1), 68–77. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v33i1.38082>
- Veranus Sidharta1, R. M. T. A. A. G. (2022). SUATU KAJIAN: PEMBANGUNAN PERTANIAN INDONESIA. *Kajian Ilmu Sosial*. <https://doi.org/10.24853/kais.2.2.229-232>
- Wisnujati, N. S., & Patiung, M. (2020). As the Agriculture, Forestry and Fisheries Sector Still as a Potential in the Prosperity of Indonesian Society. *Agricultural Socio-Economics Journal*, XX(4), 319–326. <https://doi.org/10.21776/ub.agrise.2020.020.4.7>
- Zuhdi, F. (2021). Analisis Peranan Sektor Pertanian di Provinsi Nusa Tenggara Timur. *AGRIMOR*, 6(1), 34–41. <https://doi.org/10.32938/ag.v6i1.1241>