

INTEGRASI PUPUK ORGANIK HAYATI PADA SISTEM MINA PADI UNTUK MENDUKUNG PERTANIAN BERKELANJUTAN

Isna Rahma Dini^{1*}, Hapsoh², Wawan³, Sukendi⁴

^{1,2,3}Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Pekanbaru, Riau 28293, Indonesia

⁴Jurusan Budidaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau, Pekanbaru, Riau 28293, Indonesia

*Email korespondensi: isna.rahmadini@lecturer.unri.ac.id

Abstract. Mina padi is a form of sustainable agriculture that can increase the growth of rice and fish by using organic biofertilizers. This study aims to evaluate the effect of a combination of inorganic fertilizers and biological organic fertilizers on two rice paddy (*Oryza sativa* L.) planting systems and the growth of tilapia (*Oreochromis niloticus*) in the rice-fish farming system. The study was conducted experimentally using a Split Plot with a basic design of a completely randomized design (CRD) with 2 factors. The main plot is the planting system (S) consisting of a conventional planting system (S1) and a rice-fish farming system (S2). The subplot (P) consists of 3 combination treatments, namely 100% N, P, K fertilizer (P1); 75% N, P, K fertilizer + solid decanter compost + biofertilizer 3 times application (P2); 50% N, P, K fertilizer + solid decanter compost + biofertilizer 4 times application (P3). The results showed that the combination of 75% N, P, K fertilizer with solid decanter compost, and 3 applications of organic fertilizer in the rice-fish farming system provided the best results for the growth and production of rice plants and was able to reduce the use of N, P, K fertilizer by 25%. However, the administration of this combination did not affect fish weight gain.

Keywords: rice-fish cultivation; sustainable agriculture; cropping systems; rice; biofertilizer

Abstrak. Mina padi merupakan salah satu bentuk pertanian berkelanjutan yang dapat meningkatkan pertumbuhan padi dan ikan dengan didukung oleh penggunaan pupuk organik hayati. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh kombinasi pupuk anorganik dan pupuk organik hayati pada dua sistem tanam padi sawah (*Oryza sativa* L.) dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada sistem mina padi. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan menggunakan petak Terbagi dengan rancangan dasar rancangan acak lengkap (RAL) dengan 2 faktor. Petak utama adalah sistem tanam (S) yang terdiri atas sistem tanam konvensional (S1) dan sistem tanam mina padi (S2). Anak petak (P) terdiri atas 3 perlakuan kombinasi yaitu 100% Pupuk N, P, K (P1); 75% pupuk N, P, K + kompos *decanter solid* + pupuk hayati 3 kali pemberian (P2); 50% pupuk N, P, K + kompos *decanter solid* + pupuk hayati 4 kali pemberian (P3). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi 75% pupuk N, P, K dengan kompos *decanter solid*, dan pupuk hayati 3 kali pemberian pada sistem tanam mina padi memberikan hasil terbaik bagi pertumbuhan dan produksi tanaman padi sawah serta mampu mengurangi penggunaan pupuk N, P, K sebesar 25%. Namun, pemberian kombinasi tersebut tidak berpengaruh pada pertambahan berat ikan.

Kata Kunci: kultivasi padi-ikan; pertanian berkelanjutan; sistem tanam; padi; pupuk organik hayati.

PENDAHULUAN

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) merupakan salah satu tanaman pangan yang memiliki peranan penting di Indonesia. Hal ini karena beras yang dihasilkan dari padi mengandung karbohidrat dan sumber energi sehingga menjadi makanan pokok yang dibutuhkan sebagian besar masyarakat di Indonesia seperti Pulau Sumatera, Jawa, dan lainnya. Upaya untuk memenuhi kebutuhan beras dapat dilakukan dengan peningkatan produksi padi melalui budidaya yang optimal. Selain peningkatan produksi padi melalui budidaya padi di lahan sawah, peningkatan nilai guna lahan sawah juga dapat dilakukan dengan budidaya terpadu/integrasi padi-ikan atau yang dikenal di Indonesia dengan nama mina padi. Sistem integrasi padi ikan (mina padi) merupakan budidaya terpadu antar padi dan ikan dalam satu lahan sawah secara bersamaan untuk meningkatkan produktivitas lahan dan keberlanjutan pertanian (Yassi *et al.*, 2023).

Menurut Ujoh dan Kile (2016), produksi padi dan ikan lebih meningkat apabila menggunakan sistem budidaya mina padi karena berpengaruh positif. Ahmadian *et al.* (2021) melaporkan bahwa budidaya padi dengan sistem mina padi dapat meningkatkan pendapatan petani sebesar 32% dibandingkan dengan budidaya padi konvensional. Selanjutnya, beberapa kelebihan sistem budidaya terpadu mina padi diantaranya yaitu rendahnya serangan hama dan penyakit pada tanaman padi, efisiensi penggunaan pupuk anorganik, optimalisasi penggunaan air dan lahan, lebih ramah lingkungan, peningkatan keanekaragaman hayati, diversifikasi, intensifikasi, dan meningkatkan produktivitas serta menambah nilai gizi keluarga (Sumarsih *et al.*, 2020).

Efisiensi penggunaan pupuk anorganik pada sistem mina padi dapat disubstitusi dengan pupuk organik. Pupuk organik berperan penting dalam memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Menurut Hartatik *et al.* (2015), peran pupuk organik terhadap sifat fisik tanah yaitu memperbaiki struktur tanah, memperbaiki distribusi ukuran pori tanah sehingga daya pegang air tanah menjadi lebih baik dan pergerakan udara di dalam tanah menjadi lebih baik. Peran terhadap sifat kimia tanah yaitu sebagai penyedia hara makro dan mikro, meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah dan dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion logam beracun seperti Al, Fe dan Mn sehingga logam ini tidak meracuni. Peran pupuk organik pada sifat biologi yaitu mikrofauna tanah mendapatkan sumber energi dan makanan sehingga mampu menyuburkan tanah.

Salah satu bahan organik yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik yaitu limbah padat pabrik kelapa sawit atau yang dikenal dengan *decanter solid*. Beberapa kelebihan limbah padat pengolahan sawit sebagai pupuk organik yaitu ketersediaan limbah yang banyak sehingga mudah diperoleh terutama di Provinsi Riau yang memiliki sejumlah pabrik kelapa sawit (PKS) dan teksturnya remah akibat pengolahan dari mesin *decanter* sehingga proses pengomposan menjadi lebih mudah. Hasil analisis kimia menunjukkan bahwa limbah *decanter solid* mengandung C-organik sebesar 14,4%, N total 1,47%, P 0,17%, K 0,99%, Ca 1,19%, dan Mg 0,24% (Gofar et al., 2022). Dini et al. (2024) melaporkan bahwa hasil analisis kompos *decanter solid* menggunakan konsorsium bakteri selulolitik yaitu C-organik sebesar 26,33%, N total 1,46%, P 0,50%, K 6,90%, dan rasio C/N sebesar 18,04.

Selain dengan pemberian kompos limbah padat pengolahan sawit, peningkatan pertumbuhan dan produksi padi juga dapat ditingkatkan dengan cara menambahkan mikroba yang dapat memineralisasi unsur hara dan menghasilkan hormon pertumbuhan bagi tanaman. Upaya yang dilakukan untuk meningkatkan mikroba adalah dengan cara pemberian pupuk hayati. Pupuk hayati mampu mengubah komposisi mikroba dalam tanah serta meningkatkan jumlah bakteri menguntungkan bagi tanaman, meningkatkan hasil produksi dan memperbaiki kualitas tanah (Hazra dan Santosa, 2022).

Pupuk hayati yang digunakan pada penelitian merupakan konsorsium bakteri selulolitik asal serasah di lahan gambut (Hapsah et al., 2017). Kombinasi antara kompos *decanter solid* dan pupuk hayati tersebut diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi padi sawah meskipun dengan pengurangan pupuk NPK. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh kombinasi pupuk anorganik dan pupuk organik hayati pada dua sistem tanam padi sawah (*Oryza sativa* L.) dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada sistem mina padi.

METODE

Deskripsi lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Langsung Permai, Kecamatan Bunga Raya, Kabupaten Siak Sri Indrapura, Provinsi Riau. Desa Langsung Permai beriklim tropis dengan suhu 28-33°C dengan rata-rata curah hujan yaitu 201-400 mm per bulan, dan kelembapan sekitar 64%. Tanah yang digunakan adalah jenis tanah mineral masam

dengan ketinggian tempat 8 m di atas permukaan laut. Analisis tanah awal dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Riau, Jl. Kaharuddin Nasution nomor 341, Pekanbaru, Riau. Penelitian ini dilaksanakan selama lima bulan dimulai dari bulan Maret sampai Juli 2023.

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu benih padi sawah varietas Inpari 42, dolomit, air cucian beras, kompos limbah padat pengolahan kelapa sawit, bakteri konsorsium (dua bakteri asal jerami padi yaitu *Bacillus cereus* JP6 dan *B. cereus* JP7, dua bakteri asal tandan kosong kelapa sawit yaitu *Proteus mirabilis* TKKS3 dan *P.mirabilis* TKKS7 serta dua bakteri asal serasah akasia yaitu *Providencia vermicola* SA1 dan *B. cereus* SA6) (Hapsoh *et al.*, 2017), pupuk urea, pupuk TSP, pupuk KCl, molases, bibit ikan nila, pelet ikan, dan air.

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu meteran, mistar, cangkul, sekop, *hand traktor*, pisau, gunting, pompa air, terpal, selang drip, pipa, ember, jaring, gembor, tangki semprot, *hand sprayer*, tali rafia, label, timbangan digital, timbangan analitik, jerigen, gelas ukur, alat tulis, dan alat dokumentasi.

Metode penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan rancangan petak terbagi (*split plot design*) yang terdiri dari 2 faktor dengan rancangan dasar rancangan acak lengkap (RAL). Petak utama adalah sistem tanam (S) yang terdiri dari 2 perlakuan yaitu :

S1 = Sistem tanam konvensional

S2 = Sistem tanam mina padi

Anak petak adalah kombinasi pupuk N (Urea), P (TSP), K (KCl) dengan pupuk organik hayati (P) terdiri dari 3 perlakuan yaitu :

P1 = 100% pupuk N, P, K (Urea dosis 300 kg.ha⁻¹+ TSP dosis 100 kg.ha⁻¹+ KCl dosis 100 kg.ha⁻¹)

P2 = 75% pupuk N, P, K (Urea dosis 225 kg.ha⁻¹+ TSP dosis 75 kg.ha⁻¹+ KCl dosis 75 kg.ha⁻¹) + kompos *decanter solid* 16 ton.ha⁻¹ (dosis 42 kg.ha⁻¹) + pupuk hayati 3 kali (14 HST 10 ml, 28 HST 10 ml, dan 42 HST 10 ml)

P3 = 50% pupuk N, P, K (Urea dosis 150 kg.ha⁻¹+ TSP dosis 50 kg.ha⁻¹+ KCl dosis 50 kg.ha⁻¹) + kompos *decanter solid* 16 ton.ha⁻¹ (dosis 42 kg.ha⁻¹) +

pupuk hayati 4 kali (14 HST 10 ml, 28 HST 10 ml, 42 HST 10 ml, dan 56 HST 10 ml).

Data parameter pertumbuhan dan hasil tanaman padi sawah dianalisis secara statistik menggunakan analisis ragam (*Analysis of Variance*) yang kemudian diuji lanjut dengan uji jarak berganda atau *Duncan New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%. Selanjutnya pada parameter berat ikan, data dianalisis dengan menggunakan uji T.

Prosedur penelitian

Pengomposan limbah *decanter solid*

Pengomposan limbah *decanter solid* dimulai dengan menumbuhkan starter konsorsium bakteri selulolitik dalam 30 ml NB dan diinkubasi selama 2 x 24 jam. Selanjutnya suspensi bakteri tersebut dimasukkan ke dalam 300 ml media Carboxymethyl Cellulose (CMC) cair dan diinkubasi selama 3x24 jam. Kemudian sebanyak 20 ml suspensi bakteri pada media CMC dimasukkan ke dalam 1 L air cucian beras dan ditambahkan 20 g gula pasir dan diinkubasi selama 4 minggu. Starter diberikan pada limbah *decanter solid* dengan perbandingan 1:1 dan pengomposan dilakukan selama 4 minggu.

Pembuatan pupuk hayati

Proses pembuatan pupuk hayati diawali dengan melakukan penyegaran kembali bakteri ke dalam 60 ml media NB dan diinkubasi selama 1x24 jam. Biakan yang telah tumbuh dicampurkan dengan 3 liter air cucian beras + 200 g gula merah. Larutan diinkubasi selama 2 minggu pada suhu kamar. Aplikasi pupuk hayati dilakukan pada umur tanaman 14, 28, 42 dan 56 HST (10 ml/aplikasi).

Persiapan lahan penelitian

Persiapan lahan penelitian dimulai dengan menentukan dan mengukur lahan penelitian. Lahan diukur menggunakan meteran dengan luas lahan 50 m x 16 m, lalu lahan penelitian dibersihkan dari segala gulma dan vegetasi yang ada. Lahan digenangi air dengan kedalaman 2-5 cm selama 2 hari sebelum tanah dibajak. Selanjutnya lahan dibajak menggunakan traktor dan dihaluskan menggunakan garu. Setelah dilakukan pengolahan tanah kemudian dibuat petakan berukuran 8,3 m x 3,8 m sebanyak 24 petakan, kemudian dibuat sebanyak 2 parit (masuk dan keluar) yang dibuat dari pipa dengan pipa masuk lebih tinggi dari pipa keluar untuk mencegah air tidak tercampur antar perlakuan. Pada perlakuan sistem mina padi (S2) di dalam setiap petakan (12

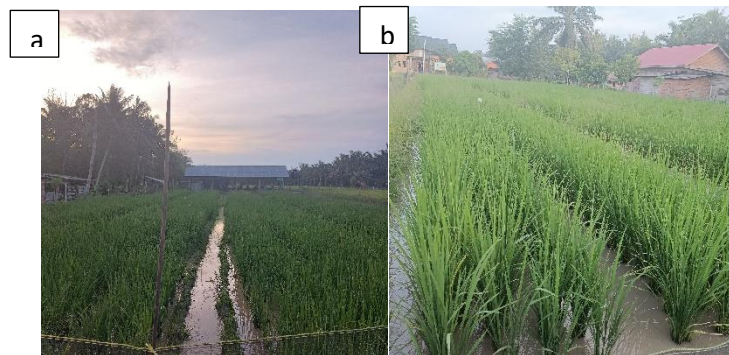
petakan) digali sedalam 50 cm dan lebar 50 cm di sekeliling setiap petakan yang dimanfaatkan untuk pemeliharaan ikan pada sistem mina padi.

Penanaman padi

Penanaman padi diawali dengan penyemaian benih. Bibit ditanam saat bibit berumur 21 hari. Setiap lubang ditanami tiga bibit padi dengan kedalaman 2-3 cm. Bibit padi ditanam dengan sistem jarak tanam jajar legowo 4:1 dengan jarak tanam 25 cm x 25 cm dan drainase 50 cm. Ketinggian muka air dipertahankan pada 3-5 cm. Kondisi air dipantau tiga hari sekali apabila berkurang dilakukan penambahan secara merata pada petakan.

Penyebaran benih ikan

Benih ikan yang disebar adalah bibit ikan nila dengan ukuran 10-13 cm sebanyak 30 ekor per 31,54 m². Penyebaran dilakukan 30 hari setelah tanam benih padi.



Gambar 1. Sistem tanam konvensional (a), sistem tanam mina padi (b)

Parameter uji

Parameter pertumbuhan yang diamati terdiri dari tinggi tanaman, jumlah anakan maksimum, umur berbunga, umur panen dan analisis berat ikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem budidaya mina padi adalah cara membudidayakan ikan di sekeliling tanaman padi, sistem mina padi bisa digunakan sebagai penyelang diantara dua musim tanam padi atau pemeliharaan ikan sebagai alternatif palawija di persawahan. Keuntungan penggunaan sistem mina padi antara lain kebutuhan bahan kimia untuk pengendalian hama dapat dikurangi karena meningkatnya biota yang ada di lahan mina padi tersebut. Keuntungan lainnya yaitu bisa menghilangkan gulma, penggunaan air lebih efisien serta keberlanjutan lingkungan karena keseimbangan ekosistem lebih stabil

jika menggunakan sistem mina padi. Berikut merupakan hasil analisis berat ikan nila untuk tiga perlakuan mina padi.

Tabel 1. Hasil analisis uji T berat ikan untuk tiga perlakuan mina padi (n=3)

Perlakuan	Rerata (g)	T hitung	T tabel
S2P1 vs S2P2	85,5 vs 84,83	0,619 ^{ns}	2,074
S2P1 vs S2P3	85,5 vs 85,75	0,545 ^{ns}	2,074
S2P2 vs S2P3	84,83 vs 85,75	0,425 ^{ns}	2,074

Keterangan : Angka-angka yang diberi tanda ns menunjukkan non signifikan (berbeda tidak nyata) pada uji t dengan taraf 5% db=11; S2 : Sistem mina padi; P1 : 100% pupuk N, P, K; P2 : 75% pupuk N, P, K + kompos *decanter solid* + pupuk hayati 3 kali pemberian; P3 : 50% pupuk N, P, K + kompos *decanter solid* + pupuk hayati 4 kali pemberian

Tabel 1 menunjukkan bahwa analisis uji T pada perlakuan 100% pupuk N, P, K vs 75% pupuk N, P, K + kompos *decanter solid* + pupuk hayati 3 kali pemberian, perlakuan 100% pupuk N, P, K vs 50% pupuk N, P, K + kompos *decanter solid* + pupuk hayati 4 kali pemberian serta perlakuan 75% pupuk N, P, K + kompos *decanter solid* + pupuk hayati 3 kali pemberian vs 50% pupuk N, P, K + kompos *decanter solid* + pupuk hayati 4 kali pemberian menghasilkan berat ikan yang sama. Artinya semua perlakuan yang diberikan tidak berpengaruh terhadap penambahan berat ikan. Namun, pada kombinasi 50% pupuk N, P, K + kompos *decanter solid* + pupuk hayati 4 kali menghasilkan berat ikan yang sama dengan 100% pupuk N, P, K. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik hayati (kompos *decanter solid* dan pupuk hayati) diduga dapat meningkatkan ketersediaan pakan alami (plankton) di dalam lahan sawah yang menjadi pakan alami ikan.

Menurut Kurniawan & Kusnandar (2015), pemberian kompos pada kolam dapat meningkatkan kelimpahan plankton. Siregar *et al.* (2024) menambahkan bahwa indeks keragaman plankton meningkat di dalam kolam dengan sistem mina padi. Namun, penambahan berat ikan tidak hanya berasal dari pakan alami melainkan juga dipengaruhi oleh pemberian pakan berupa pelet ikan. Menurut Amalia *et al.* (2018), pakan merupakan faktor terpenting dalam menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila. Jenis pakan yang diberikan pada ikan nila yaitu pakan jenis pelet dengan kandungan protein 31-33%. Pakan dengan kandungan nutrisi yang baik sangat berguna dalam mempertahankan kelangsungan hidup dan mendorong pertumbuhan berat ikan (Lucas *et al.*, 2019).

Menurut Ambarwati & Mujtahidah (2021), ikan nila bisa dipanen pada umur 4 bulan dengan berat sekitar 100 g/ekor. Namun, pada penelitian ini berat ikan mengalami penurunan dan tidak sesuai dengan berat standar panen yaitu dengan berat ikan sekitar 84,83-85,75 g/ekor. Hal ini diduga karena ikan mengalami stres saat dipindahkan dari tempat penjualan bibit ikan ke lahan penelitian. Ketika ikan mengalami stres akan membuat nafsu makan ikan menurun sehingga berat ikan juga menurun. Arifin (2017) menyatakan jika ikan dalam kondisi stres cenderung ikan tersebut nafsu makannya akan berkurang sehingga pasokan energi di dalam tubuh akan digunakan untuk mengembalikan kondisi *homeostasis* yang dimana pada kondisi tersebut akan berdampak terhadap laju pertumbuhan ikan.

Namun, meskipun pertumbuhan ikan belum optimal, jumlah ikan yang dibudidayakan di dalam sawah melalui sistem tanam mina padi sampai pemanenan padi tidak mengalami perubahan yaitu 30 ekor per masing-masing petakan. Artinya, selama ikan dibudidayakan di dalam sawah tidak ada ikan yang mengalami kematian sehingga dapat dikatakan bahwa upaya peningkatan pendapatan petani dapat dilakukan dengan melakukan budidaya padi dengan sistem mina padi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ahmadian *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa budidaya padi dengan sistem mina padi dapat meningkatkan hasil padi rata-rata sebesar 7,77%-12,5% dibandingkan dengan budidaya padi monokultur (Zhu *et al.*, 2025).

Tabel 2. Pertumbuhan tanaman padi pada sistem tanam konvensional dan mina padi dengan pemberian kombinasi pupuk N, P, K dan pupuk organik hayati

Perlakuan	Tinggi tanaman	Jumlah anakan maksimum	Umur berbunga	Umur panen
Sistem tanam (ST)				
Konvensional (STK)	90,18 ^a	22,47 ^b	50,91 ^a	86,66 ^a
Mina Padi (STM)	91,47 ^a	23,35 ^a	48,91 ^b	86,50 ^a
Kombinasi pupuk (KP)				
100%	90,81 ^{ab}	22,93 ^{ab}	49,75 ^a	86,50 ^a
75%	91,75 ^a	23,65 ^a	49,50 ^a	86,50 ^a
50%	89,93 ^b	22,15 ^b	50,50 ^a	86,75 ^a
STK x KP				
100%	90,25 ^a	22,62 ^a	50,50 ^a	86,50 ^a
75%	91,37 ^a	23,18 ^a	50,75 ^a	86,50 ^a
50%	88,93 ^b	21,62 ^b	51,50 ^a	87 ^a
STM x KP				
100%	90,81 ^a	23,25 ^a	49,00 ^a	86,50 ^a
75%	91,75 ^a	24,12 ^a	48,25 ^a	86,50 ^a
50%	89,93 ^a	22,68 ^a	49,50 ^a	86,50 ^a

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang diikuti dengan huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut Duncan pada taraf 5%. 100% (N, P, K (Urea 300 kg.ha⁻¹, TSP 100 kg.ha⁻¹, KCl 100 kg.ha⁻¹), 4 kali pemberian (14HST, 28 HST, 42 HST, 56 HST)), 1 kali pemberian pupuk hayati 10 ml. (TT = Tinggi Tanaman, JAM = Jumlah Anakan Maksimum, UB = Umur Berbunga, UP= Umur Panen)

Tabel 2 menunjukkan sistem tanam konvensional dan sistem tanam mina padi menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada parameter jumlah anakan maksimum dan umur berbunga, namun berbeda tidak nyata terhadap tinggi tanaman dan umur panen. Hal ini diduga pada sistem tanam mina padi lahan sawah menjadi subur karena adanya feses ikan yang mengandung berbagai unsur hara. Akbar (2017) menyatakan bahwa adanya feses ikan pada mina padi tanah akan menjadi subur sehingga akan membantu dalam pertumbuhan vegetatif tanaman seperti dalam penambahan jumlah anakan maksimum. Perlakuan kombinasi pupuk 75% memberikan hasil yang sama dengan pemberian pupuk 100% pada perlakuan tinggi tanaman dan jumlah anakan maksimum. Pengaplikasian kompos *decanter solid* dan pupuk hayati dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk N, P, K. Bakrie *et al.* (2010) menyatakan bahwa pupuk hayati mampu mensubstitusikan sebagian dari pupuk anorganik untuk menunjang pertumbuhan vegetatif tanaman.

Selain itu, adanya kandungan N yang terdapat pada kompos *decanter solid* yang tinggi sehingga dapat mensubstitusi kandungan pupuk anorganik yang dikurangi. Nitrogen berperan penting bagi pertumbuhan tanaman padi, diantaranya yaitu untuk merangsang pertumbuhan tanaman padi secara keseluruhan, khususnya batang, cabang, dan daun (Marschner, 2012). Menurut Rahmatika (2013) unsur nitrogen mempengaruhi pertumbuhan vegetatif tanaman padi dalam perkembangan daun dan menghasilkan anakan yang banyak. Sedangkan pada perlakuan umur berbunga dan umur panen, kombinasi pupuk 50% memberikan hasil yang sama dengan 100%. Hal ini menandakan bahwa pemberian kompos *decanter solid* dan pupuk hayati mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk N, P, K.

Menurut Hendarto *et al.* (2021), pemberian pupuk hayati yang mengandung PGPR dapat menurunkan penggunaan pupuk N, P, K hingga 25% dari dosis pemupukan. Umur berbunga dan umur panen pada tanaman padi salah satunya diduga dipengaruhi oleh unsur hara, jika kebutuhan hara tanaman tercukupi maka proses metabolisme pada tanaman juga dapat berjalan dengan baik. Unsur hara yang tersedia pada kompos *decanter solid* dapat dimanfaatkan oleh tanaman dengan baik terutama

unsur P. Sasmino & Sularno (2017) berpendapat bahwa fungsi utama fosfor dalam pertumbuhan tanaman adalah untuk merangsang pembentukan bunga. Malhotra *et al.* (2018) mengemukakan bahwa fosfor berperan penting dalam pembelahan sel yang akan mendorong pembentukan bunga, pematangan buah dan meningkatkan kekuatan akar.

Pemberian pupuk hayati yang mengandung bakteri selulolitik diduga dapat mempercepat umur berbunga dan umur panen. Salah satu bakteri yang terkandung di dalam pupuk hayati yaitu *Bacillus cereus*. Hasil penelitian Anggita dan Khotimah (2024) menunjukkan bahwa bakteri *B. cereus* adalah salah satu bakteri rizosfer yang mempunyai kemampuan melarutkan fosfat dan bersimbiosis dengan akar sehingga membantu tanaman padi dalam pembungaan. Menurut penelitian Mulyaningsih (2015), pemberian pupuk hayati pada padi mampu meningkatkan karakter hasil gabah dan umur panen.

Pemberian kombinasi pupuk 75% pada sistem tanam konvensional dapat memberikan hasil yang sama dengan kombinasi pupuk 100%, sedangkan pemberian kombinasi pupuk 50% pada sistem tanam mina padi dapat memberikan hasil yang sama dengan kombinasi pupuk 100% terhadap tinggi tanaman dan jumlah anakan maksimum. Hal ini diduga karena pada sistem mina padi terdapat ikan yang menghasilkan feses ikan (hasil buangan ekskresi) yang berguna bagi pertumbuhan tanaman padi. Menurut Nasrul *et al.* (2025) bahwa feses ikan merupakan sumber tambahan unsur hara bagi tanaman padi berupa amonia dan fosfat yang bermanfaat untuk pertumbuhan vegetatif tanaman padi yaitu tinggi tanaman padi sawah. Selain itu, adanya unsur hara yang terkandung di dalam kompos *decanter solid* dan pupuk hayati diduga berpengaruh terhadap bertambahnya tinggi tanaman.

Menurut Masfufah (2012), jika suatu tanaman berada pada kondisi yang baik dengan unsur hara dan unsur mineral yang sesuai, maka tanaman akan tumbuh menjadi lebih tinggi. Selain itu, pemberian pupuk anorganik berupa N juga membantu dalam pertumbuhan tinggi tanaman. Menurut Wahyuni dan Pudjiastutik (2015) unsur hara nitrogen sangat penting untuk pertumbuhan vegetatif, terutama meningkatkan ukuran, tinggi batang dan daun. Adanya pemberian kompos *decanter solid* dan pupuk hayati menambah ketersediaan unsur hara pada tanah sehingga pertumbuhan anakan padi menjadi lebih optimal. Pemberian pupuk anorganik berupa TSP juga membantu dalam meningkatkan jumlah anakan maksimum. Menurut Kurnia *et al.*, (2021), ketersediaan

unsur hara fosfor dan peningkatan serapan fosfor akan menyebabkan peningkatan jumlah anakan padi.

Pemberian kombinasi pupuk 50% pada sistem tanam konvensional dan mina padi dapat memberikan hasil yang sama dengan kombinasi pupuk 100% terhadap umur berbunga dan umur panen. Pemberian kompos *decanter solid*, pupuk hayati dan pupuk N, P, K serta adanya feses ikan pada sistem tanam mina padi diduga mampu memenuhi kebutuhan unsur hara di dalam tanah, sehingga dapat merangsang pertumbuhan tanaman termasuk saat tanaman muncul bunga dan tanaman panen. Umur muncul bunga tanaman pada umumnya dipengaruhi oleh jumlah unsur hara P dan K di dalam tanah. Jika kebutuhan unsur hara P dan unsur hara K pada tanaman tercukupi maka proses fisiologi tanaman akan mempercepat masa generatifnya atau masa pembungaan.

Sesuai dengan pendapat Atmaja (2017) yang berpendapat bahwa apabila tanaman mendapatkan jumlah unsur hara yang sesuai dengan kebutuhan maka akan terjadi peningkatan hasil metabolisme. Hal ini memicu pembelahan sel, pemanjangan dan pendewasaan jaringan menjadi lebih cepat dan baik, sehingga pertambahan volume, waktu dan bobot menjadi lebih cepat yang akhirnya mengarah pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang lebih baik. Setyanti *et al.* (2013) mengemukakan bahwa dengan adanya unsur hara tersedia yang cukup maka akan mempengaruhi proses fotosintesis dan metabolisme tanaman sehingga akan berjalan dengan baik. Hasil fotosintesis akan digunakan untuk merangsang pertumbuhan pada fase vegetatif dan fase generatif dengan bukti yaitu keluarnya malai padi.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa pemberian perlakuan 100% pupuk N, P, K, kombinasi 75% pupuk N, P, K dengan kompos *decanter solid* 16 ton.ha⁻¹ dan pupuk hayati 3 kali pemberian serta kombinasi 50% pupuk N, P, K dengan kompos *decanter solid* 16 ton.ha⁻¹ dan pupuk hayati 4 kali pemberian tidak berpengaruh terhadap pertambahan berat ikan dimana rata-rata berat ikan yang dihasilkan sebesar 84,83-85,75.

Sistem tanam mina padi menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan sistem tanam konvensional pada parameter jumlah anakan maksimum dan umur berbunga. Pemberian 50% pupuk N, P, K dengan kompos solid 16 ton.ha⁻¹ dan pupuk hayati 4 kali

pemberian pada sistem tanam konvensional dan mina padi memberikan hasil yang sama dengan pemberian 100% pupuk N, P, K terhadap parameter tinggi tanaman, jumlah anakan maksimum, umur berbunga dan umur panen.

Hal ini menandakan bahwa aplikasi 75% pupuk N, P, K dengan kompos *decanter solid* dan pupuk hayati 4 kali pemberian sudah mampu memberikan hasil terbaik bagi pertumbuhan dan produksi tanaman padi serta dapat mengurangi penggunaan 25% pupuk anorganik. Oleh karena itu, untuk budidaya mina padi disarankan untuk menggunakan kombinasi 50% pupuk N, P, K dengan kompos *decanter solid* 16 ton.ha⁻¹ dan pupuk hayati 4 kali pemberian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi atas dukungan pendanaan melalui Program Penelitian Disertasi Doktor Nomor 20554/UN.19.5.1.3/AL.04/2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadian I., Yustiati A., & Andriani Y. (2021). Produktivitas budidaya sistem mina padi untuk meningkatkan ketahanan pangan. *Jurnal Akuatek*, 2(1), 1-6. <https://jurnal.unpad.ac.id/akuatek/article/view/33647.com>
- Akbar A., (2017). Peran intensifikasi mina padi dalam menambah pendapatan petani padi sawah di Gampong Gegarang kecamatan Jagong Jeget kabupaten Aceh Tengah. *Jurnal Sains Pertanian*, 1(2), 210823.
- Amalia R., Amrullah A., & Suriati S., (2018). Manajemen pemberian pakan pada pembesaran ikan nila (*Oreochromis niloticus*). In Prosiding Seminar Nasional Sinergitas Multidisiplin Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Vol. 1, pp. 252-257).
- Ambarwati N., & Mujtahidah T. (2021). Teknik pembenihan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di laboratorium pengujian kesehatan ikan dan lingkungan Ambarawa Kabupaten Semarang, Jawa Tengah. *Manfish Journal*, 2(2), 16-21. <https://ejurnal.polnep.ac.id/index.php/manfish/article/view/358>
- Anggita, V., & Khotimah, S. (2024). Potensi bakteri pelarut fosfat dan bakteri penghasil IAA asal tanah gambut terhadap perkecambahan tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Life Science*, 13(2), 109-118.
- Arifin M. Y. (2017). Pertumbuhan dan survival rate ikan nila (*Oreochromis* sp.) strain merah dan strain hitam yang dipelihara pada media bersalinitas. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 16(1), 159-166.

- Atmaja, I. S. W. (2017). Pengaruh uji minus one test pada pertumbuhan vegetatif tanaman mentimun. *Jurnal Logika*, 19(1), 63-68.
- Yassi, A., Farid, M., Anshori, M. F., Muchtar, H., Syamsuddin, R., & Adnan, A. (2023). The integrated minapadi (rice-fish) farming system: Compost and local liquid organic fertilizer based on multiple evaluation criteria. *Agronomy*, 13(4), 978.
- Dini, I. R., Hapsoh, W., & Sukendi, R. B. S. (2024). The Cellulase Enzyme Activity of Several Cellulolytic Bacteria and their Ability to Decompose Organic Waste. *Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery*, 55(12), 11-20. Doi: 10.62321/issn.1000-1298.2024.12.02.
- Bakrie M. M., Anas I., Sugiyanta., & Idris K. (2010). Aplikasi pupuk anorganik dan organik hayati pada budidaya padi SRI (*system of rice intensification*). *J. Tanah Lingkungan*, 12(2), 25-32.
- Gofar, N., Sinurat, D., & Irawan, A. F. (2022). Kandungan hara serta kemantapan agregat tanah akibat penambahan limbah pabrik kelapa sawit *decanter solid* pada Ultisol. *Agromix*, 13(1), 112-117.
- Hapsoh., Wawan., Dini I.R., & Siregar J.A. (2017). Compatibility tests of potential cellulolytic bacteria and growth optimization in several organik materials. *International Journal of Science and Applied Technology*, 02(2), 26-32.
- Hartatik W. H., Husnain. & Widowati L. (2015). Peranan pupuk organik dalam peningkatan produktivitas tanah dan tanaman. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 9(2), 107-120.
- Hazra F., & Santosa D. A., (2022). Efektivitas pupuk hayati cair pada tanaman padi sawah (*Oryza sativa* L.) serta analisis usaha taninya. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 24(2): 39-46.
- Hendarto K., Widagdo S., Ramadiana S., & Meliana F. S. (2021). Pengaruh pemberian dosis pupuk npk dan jenis pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Agrotropika*, 20(2),110. <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JAT/article/view/5086>
- Kurnia, N. H., Sasli, I., & Wasian, W. (2021). Pengaruh pemupukan fosfat dan kalium terhadap pertumbuhan dan hasil gabah padi hitam di sawah tadah hujan. *Jurnal Teknologi Pangan dan Industri Perkebunan (LIPIDA)*, 1(1), 31-39.
- Kurniawan B., & Kusnandar. (2015). Upaya Perbaikan Kualitas Perairan Tambak dengan Penggunaan Kompos Berbahan Baku Daun Kayu Jati dalam Pengelolaan Tambak Berwawasan Lingkungan. *OSEATEK*, 9(01). <https://e-journal.upstegal.ac.id/index.php/Oseatek/article/view/347>
- Lazzari R., & Baldisserotto B., (2008). Nitrogen and phosphorus waste in fish farming. *B. Inst. Pesca*. 34:591-600.

- Lucas, J. S., Southgate, P. C., & Tucker, C. S. (Eds.). (2019). *Aquaculture: Farming aquatic animals and plants*. John Wiley & Sons.
- Malhotra H., Vandana., Sharma., & Pandey S., (2018). Phosphorus nutrition: plant growth in response to deficiency and excess. Mineral Nutrition Laboratory, Division of Plant Physiology, ICAR. Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India.
- Marschner, H. (Ed.). (2011). *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. Academic press.
- Masfufah A. (2012). Pengaruh pemberian pupuk hayati (Biofertilizer) pada berbagai dosis pupuk dan media tanam yang berbeda terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum*) pada polybag. Skripsi. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Mulyaningsih E. S., Sukiman H., Ermayanti T. M., Lekatompessy S., Indrayani S., Seri A. R., & Adi E. B. M. (2015). Respon padi gogo terhadap pupuk hayati di lahan kering Kabupaten Konawe Selatan, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 18(3), 251-261.
- Nasrul, M., Rasyid, B., Abbas, M., & Saade, E. (2025). Dinamika aliran nitrogen pada fase reproduktif padi dalam sistem Mina padi berbasis pakan limbah pertanian. *Jurnal Ecosolum*, 14(1), 40-50.
- Rahmatika W. (2013). Pertumbuhan padi (*Oryza sativa* L.) akibat pengaruh presentase N (Azolla dan Urea). *Primordia*, 6(2), 84-88.
- Sasminto A. T., & Sularno. (2017) Efektivitas konsentrasi pupuk cair hayati terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi sawah (*Oryza sativa* L.). Prosiding Seminar Nasional 2017 Fakultas Pertanian UMJ. Tangerang Selatan. 220–228.
- Setyanti Y. H., Anwar S., & Slamet W. (2013). Karakteristik fotosintetik dan serapan fosfor hijauan alfalfa (*Medicago sativa*) pada tinggi pemotongan dan pemupukan nitrogen yang berbeda. *Animal Agric.J*, 2(1), 86-96.
- Siregar Z. A., Irianto H. E., Anggoro S., & Purnaweni H. (2024). Monitoring of water quality with the plankton indicator and the saprobic index in a mina padi area. *AACL Bioflux*, 17(1).
- Sumarsih E., Natawidjaja R. S., & Silmi A. (2020). Efisiensi penggunaan sumber daya dan pendapatan usahatani mina padi dengan sistem tanam jarak legowo. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 4(1), 35-41.
- Ujoh F., & Kile I. (2016). Integrated production of rice and fish: toward a sustainable agricultural approach. *Journal of Scientific Research and Reports*, 10(6), 1-9.

- Wahyuni E. S., & Pudjiastutik E. W. (2015). Pengaruh penggunaan pupuk NPK terhadap produksi padi (*Oryza sativa* L.) varietas Ciherang. *Jurnal Bioshell*, 4(1).
- Yassi, A., Farid, M., Anshori, M. F., Muchtar, H., Syamsuddin, R., & Adnan, A. (2023). The integrated minapadi (rice-fish) farming system: Compost and local liquid organic fertilizer based on multiple evaluation criteria. *Agronomy*, 13(4), 978.
- Zhu, X. (2025). Impact of Rice-Fish Integrated Farming Systems on Rice Yield: Ecological Benefits and Economic Returns. *Rice Genomics and Genetics*, 16.