

PENGARUH PENGGUNAAN VARIASI PUPUK PADA PERTUMBUHAN PADI SEBAGAI PETUNJUK PRAKTIKUM MATERI PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN PADA TANAMAN

Nury Wardhani^{1*}, Agus Sutanto², Muhfahroyin Muhfahroyin³

^{1,2,3} Program Pascasarjana/Magister Pendidikan Biologi/Universitas Muhammadiyah Metro
Email: ^{1*}nuriwardani2@gmail.com, ²sutanto11@gmail.com, ³muhfahroyin@yahoo.com

Abstrak: Padi merupakan tanaman penghasil beras yang menjadi sumber makanan pokok bagi separuh penduduk dunia. Untuk terus meningkatkan dan menstabilkan produksi padi tentunya dibutuhkan pupuk sebagai sumber nutrisi bagi tanaman. Pupuk kimia sintetis merupakan jenis pupuk yang umum digunakan oleh para petani. Akan tetapi penggunaan pupuk sintetis secara berlebihan menimbulkan dampak negatif bagi ekosistem. Penelitian ini dilakukan menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 10 kali pengulangan. Pengumpulan data dilakukan melalui teknik observasi dan analisis data menggunakan uji *One Way Anova* dan uji lanjut *Tukey* dengan taraf signifikansi sebesar 5%. Perlakuan P5 dengan kombinasi pupuk pumakkal dan kompos sebesar 70% dengan pupuk sintetis sebesar 30% menunjukkan hasil paling baik dengan tinggi tanaman mencapai 104,5 cm, jumlah batang pada setiap rumpun sebanyak 42 batang, rumpun produktif sebanyak 24 batang, hasil produksi sebanyak 2,95g pada setiap batang dengan jumlah bulir sebanyak 242. Produk hasil penelitian berupa petunjuk praktikum yang telah divalidasi oleh ahli desain memperoleh persentase nilai sebesar 86,5% dengan kategori sangat baik dan hasil validasi oleh ahli materi juga menunjukkan hal yang sama ini mendapatkan persentase nilai sebesar 81,25% dengan kriteria sangat baik dan layak digunakan dalam kegiatan praktikum di sekolah.

Kata kunci: Kata Kunci: pertumbuhan, tanaman padi, petunjuk praktikum

Abstrack: *Rice is a rice-producing plant which is a staple food source for half of the world's population. To continue to increase and stabilize rice production, fertilizer is of course needed as a source of nutrition for plants. Synthetic chemical fertilizer is a type of fertilizer commonly used by farmers. However, excessive use of synthetic fertilizers has a negative impact on the ecosystem. This research was conducted using a Completely Randomized Rancangan (CRD) design with 6 treatments and 10 repetitions. Data collection was carried out through observation techniques and data analysis using the One Way Anova test and Tukey's advanced test with a significance level of 5%. P5 treatment with a combination of 70% pumakkal fertilizer and compost with 30% synthetic fertilizer showed the best results with plant height reaching 104.5 cm, number of stems in each clump of 42 stems, productive clumps of 24 stems, production yield of 2, 95g on each stem with a total of 242 grains. The research product in the form of practical instructions which have been validated by design experts obtained a percentage score of 86.5% in the very good category and the results of validation by material experts also showed the same thing, getting a percentage score of 81.25% with very good criteria and suitable for use in practical activities at school.*

Key word: *growth, rice plants, practical instructions*

How to Cite

Wardhani, N., Sutanto, A., Muhfahroyin. 2025. Pengaruh Penggunaan Variasi Pupuk pada Pertumbuhan Padi Sebagai Petunjuk Praktikum Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman. *BIOLOVA* 6 (1). 35-50.

Padi merupakan sumber bahan makanan pokok yang penting di banyak negara, termasuk di Asia. Beras, yang dihasilkan dari padi, memiliki peran vital dalam gizi global karena ketersediaannya, kemudahan dalam memasak, daya tarik rasa, dan masa simpan yang panjang (Fukagawa & Ziska, 2019). Padi memiliki peran yang sangat penting sebagai sumber makanan pokok bagi masyarakat. Beras, yang dihasilkan dari padi, merupakan salah satu makanan pokok yang memberikan kontribusi signifikan terhadap asupan gizi global. Beras memiliki keunggulan dalam hal ketersediaan, kemudahan dalam memasak, daya tarik rasa, dan masa simpan yang panjang. Selain itu, padi juga memberikan kontribusi penting terhadap pasokan protein bagi masyarakat di berbagai negara, termasuk di Sub-Sahara Afrika (Nishide & Shiratori, 2020).

Pentingnya padi sebagai sumber makanan pokok juga tercermin dalam keberagaman pola pangan di berbagai negara, di mana padi sering menjadi komponen utama dalam pola makan masyarakat. Di Indonesia, contohnya, pola pangan masyarakat masih sangat didominasi oleh beras sebagai sumber karbohidrat utama (Purwidiani et al., 2017). Selain itu, padi juga memiliki nilai sosial dan budaya yang tinggi dalam masyarakat, seperti di Indonesia di mana beras memiliki peran simbolis dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari (Rusdi, 2023). Padi sebagai sumber bahan makanan pokok tentunya produksinya harus terus ditingkatkan salah satunya yaitu dengan pemupukan selama proses penanaman. Pupuk kimia sintetis merupakan jenis pupuk yang paling banyak digunakan oleh petani akan tetapi penggunaan pupuk jenis ini dapat memberikan dampak negatif bagi lingkungan.

Penggunaan pupuk kimia sintetik dalam pertanian padi telah menimbulkan dampak negatif yang signifikan. Penggunaan berlebihan pupuk kimia dapat mencemari tanah dan badan air dengan emisi gas rumah kaca, yang pada akhirnya dapat merusak lingkungan (Thaha et al., 2020). Selain itu, penggunaan pupuk kimia juga dapat mencemari hasil pertanian dengan zat kimia berbahaya yang berpotensi membahayakan kesehatan manusia (Prasetyo & Wiharso, 2022). Studi menunjukkan bahwa penggunaan pupuk kimia dalam jangka panjang dapat merusak lahan pertanian dan menurunkan produktivitas tanaman (Respatie et al., 2020). Penggunaan pupuk kimia sintetik dalam pertanian padi telah dilaporkan cukup tinggi dan telah menyebabkan kerusakan pada lahan pertanian (Nuryani et al., 2020). Untuk mengatasi masalah ini, produk hayati telah muncul sebagai alternatif yang ramah lingkungan untuk mengurangi penggunaan pupuk kimia (Hidayat et al., 2022). Selain itu, penggunaan mikroba sebagai bahan aktif dalam pupuk hayati juga menjadi alternatif untuk mengurangi penggunaan bahan kimia sintetik (Hanudin et al., 2018).

Pumakkal dan kompos merupakan salah satu jenis pupuk organik yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti pupuk kimia sintetik untuk mengurangi dampak negatif yang disebabkan oleh pupuk kimia sintetik. Kompos adalah hasil dari proses penguraian bahan organik secara biologis, di mana mikroorganisme atau bakteri pembusuk bekerja dalam bahan organik tersebut. Proses ini menghasilkan material yang kaya akan nutrisi dan dapat digunakan sebagai pupuk organik untuk meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman (Kusuma & Firdaus, 2022).

Para petani dapat memanfaatkan kompos sebagai alternatif yang ramah lingkungan untuk mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia sintesis yang dapat mencemari lingkungan dan berpotensi membahayakan kesehatan manusia. Selain itu, pembuatan kompos dari sampah organik juga dapat menjadi solusi kreatif dalam mengelola limbah (Setyaningsih et al., 2017; Shitophyta et al., 2021). Penggunaan kompos juga dapat membantu dalam memperbaiki kualitas tanah, terutama pada lahan yang terdegradasi (Juliarti et al., 2023).

Pupuk organik Pumakkal merupakan salah satu inovasi dari PT Pumahitari yang dirancang untuk meningkatkan produktivitas sektor pertanian dan mengurangi risiko degradasi lahan (Apriyanto & Rahayu, 2023). Penggunaan pupuk pumakkal dan kompos dalam sistem pertanian organik sangat disarankan karena keduanya merupakan produk dari proses dekomposisi bahan organik oleh mikroba, yang menghasilkan unsur hara yang esensial bagi pertumbuhan tanaman. Pupuk pumakkal dan kompos memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, yang pada gilirannya dapat meningkatkan efisiensi pupuk dan produktivitas lahan pertanian. Meskipun demikian, penggunaan pupuk sintesis seperti pupuk NPK masih diperlukan dalam sistem pertanian organik guna mengoptimalkan pertumbuhan tanaman tanpa memberikan dosis pupuk pumakkal dan kompos secara berlebihan (Sutanto et al., 2020).

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman merupakan salah satu materi Biologi yang dipelajari pada pada jenjang SMA. Dalam pembelajaran biologi peserta didik tentunya peserta didik tidak

hanya difokuskan pada pengetahuan biologi akan tetapi juga pada keterampilan proses. Oleh sebab itu maka hasil penelitian ini juga akan memberikan kontribusi berupa panduan praktikum pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Praktikum merupakan salah satu bentuk pembelajaran kontekstual yang membantu pendidik dalam mengkaitkan isi mata pelajaran dengan situasi dunia nyata sehingga dapat memberikan motivasi pada peserta didik untuk membentuk hubungan antara pengetahuan dengan penerapannya pada kehidupan sehari-hari (Muhfahroyin & Lepiyanto, 2020b). Pembelajaran yang dilakukan secara langsung di dengan cara praktikum juga akan memperkuat, memperluas pengetahuan peserta didik serta mereka juga dapat menerapkan pengetahuan dan keterampilan yang dimiliki dalam berbagai kegiatan baik di dalam maupun di luar sekolah (Muhfahroyin & Lepiyanto, 2020a). Selain itu, pembelajaran yang memberikan pengalaman langsung juga dapat membantu peserta didik untuk membangun pengetahuannya secara mandiri karena peserta didik akan dapat merasakan secara langsung kajian yang sedang dipelajari serta mengaitkannya dalam kehidupan sehari-hari yang ada di lingkungan sekitar mereka serta dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik (Muhfahroyin, 2010; Muhfahroyin & Santoso, 2022). Proses pembelajaran dapat diselenggarakan dengan pola kolaboratif integrasi metode, model, dan media yang digunakan (Muhfahroyin & Lepiyanto, 2021; Muhfaroyin & Santoso, 2019). Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui pengaruh variasi pupuk terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi, mengetahui variasi pupuk yang paling

baik untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi, Menyusun petunjuk praktikum materi pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilakukan dengan menggunakan desai Rancang Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 10 kali pengulangan sebagai berikut:

- P1: kontrol
- P2: 100% pumakkal dan kompos
- P3: 50% sintesis : 50% pumakkal dan kompos
- P4: 70% sintesis : 30% pumakkal dan kompos
- P5: 30% sintesis : 70% pumakkal dan kompos
- P6: 100% sintesis.

Dalam penelitian ini, teknik pengumpulan data yang digunakan adalah observasi, di mana peneliti terlibat secara langsung dalam situasi yang diamati untuk memperoleh data yang lebih mendalam dan akurat. Parameter pertumbuhan yang akan dijadikan objek pengukuran atau observasi meliputi tinggi tanaman, jumlah anakan, jumlah anakan yang produktif, dan hasil panen.

Uji hipotesis dilakukan dengan menggunakan statistik parametrik yang didahului dengan uji prasyarat analisis (Normalitas & Homogenitas) dan selanjutnya uji hipotesis dilakukan dengan *One Wey Anova* dan uji lanjut Tukey.

Validasi petunjuk praktikum pertumbuhan dan perkembangan tanaman dialjukan oleh ahli desain dan ahli materi dengan kriteria sebagai berikut:

Tabel 1. Kriteria Kevalidan Panduan Praktikum

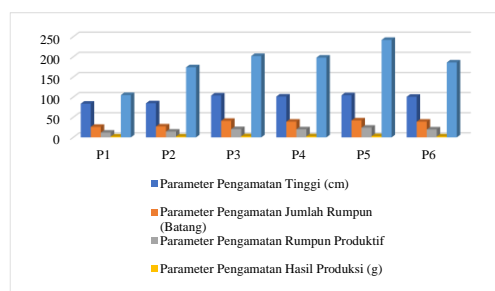
Nilai (%)	Kategori
0-20	Sangat Tidak Baik (STB)
21-40	Tidak Baik (TB)
41-60	Cukup Baik (CB)

61-80	Baik (B)
81-100	Sangat Baik (SB)

Sumber: (Rz et al., 2022)

HASIL

Penelitian ini dilakukan dengan mengamati tiga patameter yang meliputi pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah batang tanaman dalam satu rumpun, jumlah rumpun produktif, serta jumlah produksi padi yang dihasilkan. Dengan hasil penelitian sebagai berikut:



Gambar 1. Data Hasil Penelitian

Hasil penelitian mengenai pertumbuhan tanaman padi dengan pemberian variasi pupuk menunjukkan perbedaan antara perlakuan yang diberikan. Pada perlakuan P5, terlihat bahwa tanaman padi mencapai tinggi yang paling baik, menandakan bahwa jenis atau dosis pupuk yang diterapkan pada perlakuan ini memberikan respons pertumbuhan yang paling baik. Secara berurutan, P3, P4, dan P6 juga menghasilkan tinggi tanaman yang cukup baik, walaupun tidak seoptimal P5. Perlakuan P2 menunjukkan pertumbuhan yang cukup, meskipun tidak mencapai tingkat yang sama dengan P3, P4, atau P6. Sebaliknya, P1 menunjukkan hasil terendah, menandakan bahwa jenis atau dosis pupuk pada perlakuan ini tidak mendukung pertumbuhan tanaman padi dengan baik.

Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data untuk variabel tinggi tanaman, jumlah anakan, batang produktif, hasil produksi dan jumlah bulir memiliki

nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Ini menandakan bahwa semua perlakuan yang diberikan pada tanaman tidak menunjukkan bukti yang cukup untuk menolak asumsi bahwa data berdistribusi normal. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa distribusi data untuk variabel tinggi tanaman, jumlah anakan, batang produktif, dan hasil produksi dari semua perlakuan dalam penelitian ini dapat dianggap berasal dari populasi yang mengikuti distribusi normal.

Hasil uji homogenitas menunjukkan bahwa nilai signifikansi untuk variabel tinggi tanaman, jumlah rumpun, batang produktif, hasil produksi, dan jumlah bulir adalah lebih besar dari 0,05. Artinya, tidak ada cukup bukti statistik untuk menolak asumsi bahwa variasi (heterogenitas) antara kelompok perlakuan pada masing-masing variabel tersebut tidak signifikan. Dengan kata lain, hasil uji homogenitas menyatakan bahwa semua perlakuan yang diberikan pada tanaman memiliki tingkat variasi yang seragam atau homogen

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa nilai signifikansi untuk variabel tinggi tanaman, jumlah anakan, batang produktif, hasil produksi dan Jumlah bulir adalah kurang dari 0,05 yang artinya H_0 di tolak dan H_1 diterima. Hal ini mengindikasikan adanya pengaruh nyata dari penggunaan variasi pupuk terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi. Secara spesifik, hasil ini mengungkap bahwa perbedaan antara kelompok perlakuan pupuk memiliki dampak yang nyata terhadap variabilitas yang diamati dalam tinggi tanaman, jumlah anakan, batang produktif, dan hasil produksi. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa pemilihan dan aplikasi variasi pupuk yang berbeda mempengaruhi

hasil pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi secara signifikan.

Validasi panduan praktikum pertumbuhan tanaman dilakukan oleh dua orang ahli yaitu satu orang ahli desain dan satu materi. Keduanya merupakan dosen dari program pascasarjana Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Metro yang telah memiliki banyak pengalaman penelitian dan membimbing mahasiswa dalam mendesain panduan praktikum biologi di lingkungan program S1 dan S2 Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Metro.

Hasil validasi yang disajikan pada aspek desain memperoleh presentase nilai sebesar 86,5% dengan kriteria sangat baik. Sedangkan pada aspek materi mendapatkan presentase nilai sebesar 81,25% dengan kriteria sangat baik. Dari hasil validasi yang telah dilakukan oleh ahli desain dan ahli materi diperoleh nilai total sebesar 71 atau 84,52% yang dapat disimpulkan bahwa petunjuk praktikum yang disusun telah mencapai kriteria sangat baik.

PEMBAHASAN

1. Tinggi Tanaman

Pertumbuhan tinggi tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya yaitu ketersediaan nutrisi. Perlakuan P5 menunjukkan hasil terbaik pada parameter tinggi tanaman diduga karena kombinasi kombinasi pupuk anorganik, kompos serta pumakal dapat memberikan nutrisi terbaik untuk tinggi tanaman. Di dalam pupuk yang digunakan pada penelitian ini (anorganik, kompos, dan pumakal) mengandung unsur hara yang dapat menunjang pertumbuhan tinggi tanaman seperti Nitrogen (N).

Nitrogen juga memiliki peran krusial dalam proses fotosintesis, di mana tanaman menggunakan nitrogen untuk menghasilkan klorofil, pigmen hijau yang memungkinkan tanaman untuk menyerap energi matahari dan melakukan fotosintesis (Sapalina et al., 2022). Unsur hara Nitrogen dapat menunjang pertumbuhan khususnya pada tinggi tanaman. Nitrogen berperan penting dalam pertumbuhan vegetatif tanaman, seperti tinggi tanaman, penebaran daun, batang, dan akar (Prakoso et al., 2022). Nitrogen mempunyai peranan penting dalam pertumbuhan tanaman, termasuk padi. Pemberian pupuk nitrogen terbukti memberikan pengaruh nyata terhadap berbagai parameter pertumbuhan padi, seperti tinggi tanaman, jumlah daun, pertumbuhan tunas, dan biomassa di atas permukaan tanah (Adebayo et al., 2020; Fallahi & Sharifi, 2020). Selain itu, nitrogen diketahui mempengaruhi sifat-sifat fungsional tanaman, termasuk luas daun, sifat morfologi daun, dan sifat kimia daun, yang secara kolektif berkontribusi terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara keseluruhan (Mao et al., 2014; Yue et al., 2020). Kemampuan nitrogen untuk meningkatkan kinerja pertumbuhan tanaman dikaitkan dengan perannya dalam meningkatkan ketersediaan nutrisi penting dan merangsang perkembangan akar, yang pada akhirnya mengarah pada peningkatan tinggi tanaman (Astriani & Murtiyaningsih, 2018; Nuraida et al., 2022; Rosnina et al., 2019).

Selain adanya kandungan nitrogen di dalam pupuk, juga terkandung adanya bakteri penambat nitrogen di dalam Pupuk. Bakteri penambat nitrogen merupakan organisme yang memiliki kemampuan untuk mengubah nitrogen bebas menjadi senyawa amonium atau nitrat

yang dapat diserap oleh tanaman. Proses ini dikenal sebagai fiksasi nitrogen, di mana bakteri ini memainkan peran penting dalam siklus nitrogen dan ketersediaan nutrisi bagi tanaman. Bakteri penambat nitrogen dapat ditemukan di dalam jaringan tanaman padi liar dan tanaman padi yang dibudidayakan. Kemampuan bakteri ini untuk berkolonisasi dalam tanaman dan melakukan fiksasi nitrogen merupakan kontribusi yang signifikan terhadap ketersediaan nitrogen bagi tanaman. Oleh karena itu, bakteri penambat nitrogen memainkan peran penting dalam meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman dan mendukung pertumbuhan vegetatif yang optimal (Sapalina et al., 2022). Dengan demikian tanaman tidak hanya mendapatkan Nitrogen dari pupuk yang diberikan saja melainkan juga mendapatkan nitrogen dari lingkungan yang difiksasi oleh bakteri penambat nitrogen sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih maksimal.

Perlakuan P1 (tanpa pupuk) menunjukkan pertumbuhan tinggi tanaman paling rendah hal ini diduga karena kurangnya unsur nitrogen yang terbukti sangat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kurangnya unsur nitrogen dapat menyebabkan berkurangnya pertumbuhan tunas dan biomassa di atas permukaan tanah, karena nitrogen diketahui mempengaruhi parameter pertumbuhan padi. Selain itu, kekurangan nitrogen dapat mengakibatkan perubahan sifat morfologi dan kimia daun, yang pada akhirnya berdampak pada pertumbuhan tanaman secara keseluruhan. Ketiadaan nitrogen juga dapat menyebabkan berkurangnya efisiensi penggunaan nitrogen dan mengganggu pertumbuhan di bawah pasokan nitrogen yang terbatas. Selain itu, kekurangan nitrogen dapat

menghambat pertumbuhan vegetatif dan peningkatan warna daun, karena nitrogen sangat penting untuk sintesis klorofil dan kekuatan tanaman secara keseluruhan. Tanaman yang kekurangan nitrogen (N) dapat menunjukkan gejala klorosis, di mana seluruh tanaman akan tampak pucat atau kuning. Kondisi ini terjadi karena rendahnya produksi klorofil dalam tanaman, yang sangat bergantung pada ketersediaan nitrogen. Selain itu, daun yang lebih tua cenderung menguning terlebih dahulu karena nitrogen dipindahkan dari daun tersebut ke daerah pertumbuhan yang lebih aktif (Tando, 2019). Hal ini juga sesuai dengan hasil pengamatan pada tanaman padi dengan perlakuan P1 memperlihatkan warna daun yang cenderung hijau kekuningan yang menandakan kekurangan Nitrogen.

2. Jumlah Anakan

Hasil pengamatan pada rumpun padi menunjukkan pada setiap perlakuan mengalami pertumbuhan jumlah anakan yang bervariasi dengan hasil terbaik ditunjukkan oleh P5 dengan rata-rata jumlah anakan sebanyak 42 batang dan selanjutnya diikuti oleh P3 sebanyak 41 batang, P4 sebanyak 39 batang, P6 sebanyak 39 batang, P2 sebanyak 26 dan hasil terendah ditunjukkan oleh P1 dengan jumlah anakan sebanyak 26 batang.

Pertambahan jumlah anakan pada tanaman padi tentunya tidak terlepas dari peran unsur hara seperti N, P, dan K. Nitrogen memiliki peranan penting dalam pertumbuhan jumlah anakan karena penggunaan nitrogen dilaporkan mempunyai pengaruh interaktif terhadap jumlah anakan pada tanaman padi, hal ini menunjukkan pentingnya peran nitrogen dalam mengatur perkembangan anakan. Nitrogen juga merupakan elemen penting dalam mendorong pertumbuhan dan produksi tanaman

secara keseluruhan, yang secara tidak langsung dapat mempengaruhi perkembangan anakan dan berkontribusi terhadap peningkatan jumlah anakan. Selain itu, penggunaan pupuk nitrogen yang efisien telah ditekankan sebagai faktor kunci dalam memaksimalkan pertumbuhan tanaman dan serapan nitrogen pada budidaya padi sawah, yang berpotensi berdampak pada perkembangan anakan dan jumlah anakan (Tando, 2019). Semakin tinggi kandungan unsur nitrogen dan serapan N maka jumlah anakan produktif juga semakin meningkat (Nasution et al., 2019).

Kalium berperan pada perkembangan anakan dan berkontribusi pada peningkatan jumlah anakan pada tanaman padi (Fauzi & Putra, 2019). Selain itu, penggunaan kalium dilaporkan mempengaruhi translokasi fotosintat dari daun ke tempat penyimpanan, yang dapat berkontribusi terhadap kekuatan tanaman dan perkembangan anakan secara keseluruhan, sehingga berpotensi menyebabkan peningkatan jumlah anakan (Yasrifah et al., 2021). Selain itu, penerapan kalium terbukti mempengaruhi pertumbuhan dan produksi berbagai tanaman, yang menunjukkan dampak luas terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Fauzi & Putra, 2019).

Fosfor merupakan unsur hara esensial yang berperan penting dalam berbagai proses fisiologis, termasuk transfer energi, fotosintesis, dan perkembangan akar, yang secara kolektif berkontribusi terhadap pertumbuhan tanaman dan perkembangan anakan secara keseluruhan. Selain itu, efek fosfor yang diaplikasikan pada tanaman sebelumnya telah terbukti mempengaruhi tanaman berikutnya, yang menunjukkan dampak jangka panjang fosfor terhadap perkembangan dan produktivitas tanaman (Amanullah &

Inamullah, 2016). Selain itu, pemupukan fosfor dilaporkan mempengaruhi laju pertumbuhan tanaman dan total biomassa, yang dapat berkontribusi pada peningkatan jumlah anakan pada tanaman padi. Namun perlu diingat bahwa pengaruh fosfor terhadap jumlah anakan dapat bervariasi tergantung pada jenis tanaman padi dan sistem tanam (Amanullah et al., 2020). Selain itu, pengelolaan fosfor yang efisien telah ditekankan sebagai faktor kunci dalam memaksimalkan produktivitas dan pertumbuhan tanaman, yang berdampak pada perkembangan anakan dan jumlah anakan pada tanaman padi (Banayo & Kato, 2020). Temuan-temuan ini menunjukkan bahwa fosfor memainkan peran penting dalam mendorong pertumbuhan tanaman, transfer energi, dan perkembangan tanaman secara keseluruhan, yang dapat berkontribusi pada peningkatan jumlah anakan pada tanaman padi.

3. Rumpun Produktif, Hasil Produksi, dan Jumlah Bulir Padi

Hasil pengamatan terhadap parameter rumpun produktif (batang) diketahui bahwa terdapat perbedaan terdapat jumlah rumpun tanaman padi yang produktif pada setiap perlakuan dimana hasil terbaik ditunjukkan oleh P5 dengan jumlah tanaman produktif sebanyak 24 batang dan diikuti oleh P3, P4 dan P6 dengan jumlah tanaman produktif sebanyak 20 batang selanjutnya P2 sebanyak 14 batang dan P1 menunjukkan hasil paling rendah yaitu sebanyak 12 batang tanaman padi yang produktif dalam satu rumpun.

Pengamatan terhadap parameter hasil produksi menyatakan bahwa bahwa hasil terbaik terjadi pada perlakuan P5 dengan rata-rata bobot produksi sebesar 2,95 g per batang tanaman padi dan selanjutnya diikuti

oleh P3 sebanyak 2.7g, P4 sebanyak 2.58g, P6 sebanyak 2.28g, P2 sebanyak 2,15g dan bobot produksi terendah ditunjukkan oleh P1 dengan rata-rata bobot produksi sebesar 2,1g per batang tanaman.

Pengamatan terhadap parameter jumlah bulir padi pada setiap batang tanaman diketahui hasil terbaik terjadi pada P5 dengan jumlah bulir padi sebanyak 242 butir dan selanjutnya diikuti oleh P3 sebanyak 202, P4 sebanyak 198 butir, P6 sebanyak 186 butir, P2 sebanyak 174 butir dan terakhir dengan jumlah bulir padi paling sedikit yaitu pada P1 sebanyak 105 butir.

Perlakuan P5 selain menunjukkan hasil terbaik terhadap seluruh parameter juga menunjukkan proses pembunga yang lebih awal jika dibandingkan dengan perlakuan hal ini juga menunjukkan bahwasanya pada perlakuan ini pupuk yang digunakan telah optimal dalam memacu proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa pada setiap perlakuan menghasilkan rumpun produktif, jumlah produksi serta jumlah bulir padi yang berbeda pada masing-masing perlakuan. Produksi tanaman pada setiap perlakuan dipengaruhi oleh kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara serta jumlah unsur hara yang tersedia terutama unsur Nitrogen. Perkembangan fase generatif tanaman dipengaruhi oleh ketersediaan unsur nitrogen yang diperlukan untuk proses pengisian bulir. Peningkatan kandungan hara baik di dalam tanah maupun di dalam tanaman dapat berdampak positif terhadap peningkatan jumlah anakan dan malai pada tanaman. Nitrogen yang diserap selama tahap awal pertumbuhan akan terakumulasi di bagian vegetatif tanaman dan akan digunakan untuk

pembentukan bulir. Sebagian besar nitrogen diserap selama proses diferensiasi, di mana daun dan batang menjadi tempat utama akumulasi nitrogen dalam tanaman. Oleh karena itu, pemupukan nitrogen memainkan peran krusial dalam menentukan kadar nitrogen dalam bulir padi dan dalam serapan nitrogen oleh tanaman padi (Nasution et al., 2019).

Tanaman padi yang mengalami pertumbuhan vegetatif yang optimal akan mendorong pertumbuhan generatif yang optimal pula, sehingga merangsang perkembangan organ-organ reproduksi tanaman untuk menghasilkan hasil yang berkualitas dan berjumlah banyak. Adanya peningkatan jumlah malai berpotensi untuk menghasilkan kuantitas gabah yang lebih tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Donggulo et al., (2017) yang mengatakan Tanaman berbiji memerlukan suplai nitrogen (N) yang lebih tinggi selama masa pengisian biji untuk menjalankan proses fotosintesis. Penurunan pasokan nitrogen selama periode ini dapat mengakibatkan pengisian biji yang kurang optimal. Tanaman padi yang mampu melakukan fotosintesis dengan efisien akan mengakumulasi lebih banyak asimilat ke dalam tempat penyimpanan cadangan makanan, seperti buah atau biji padi. Oleh karena itu, fotosintesis yang berjalan dengan baik akan menghasilkan peningkatan bobot gabah yang lebih signifikan.

Hasil pengamatan pada paramter bulir padi menunjukkan jumlah yang cukup banyak terutama pada P5 dan P3 akan tetapi secara umum bobot dari bulir padi ini tidak jauh berbeda hal ini dikarenakan adanya serangan burung selama fase generatif dimana bulir padi banyak dimakan oleh burung tidak hanya bulir padi yang sudah tua saja melainkan juga yang masih dalam fase masak

susu bulir padi dihisap oleh burung yang mengakibatkan bulir menjadi hampa dan tidak berbobot.

4. Penyusunan Petunjuk Praktikum

Dalam konteks penyusunan penuntun praktikum, aspek visual seperti gambar, ilustrasi, dan warna cover juga menjadi pertimbangan penting untuk meningkatkan kualitas panduan (Mutoharoh et al., 2022). Selain itu, pembaruan informasi dalam panduan praktikum juga diperlukan agar peserta didik dapat lebih aktif dalam memecahkan masalah (Ulfa et al., 2022).



Gambar 2. Desain Petunjuk Praktikum Pertumbuhan Tanaman

Penyusunan petunjuk praktikum pertumbuhan tanaman ini melibatkan beberapa tahapan penting, yaitu perencanaan, desain, dan validasi oleh ahli. Dalam tahap perencanaan, petunjuk praktikum harus memperhatikan syarat

penyusunan bahan ajar yang meliputi kelayakan isi bahan ajar (Ulfa et al., 2022). Selanjutnya, dalam tahap desain, petunjuk praktikum perlu dirancang dengan cermat agar dapat memandu praktikan dalam melaksanakan praktikum pertumbuhan tanaman. Desain petunjuk praktikum yang baik harus memungkinkan praktikan untuk memahami langkah-langkah praktikum dengan jelas dan terstruktur (Najib & Misrochah, 2020).

Setelah tahap desain, validasi oleh ahli menjadi langkah krusial dalam memastikan kualitas dan keefektifan petunjuk praktikum. Validasi oleh ahli bertujuan untuk mengevaluasi apakah petunjuk praktikum telah memenuhi standar kelayakan dan keakuratan yang diperlukan (Najib & Misrochah, 2020). Dalam konteks pertumbuhan tanaman, validasi ahli pakar dalam bidang biologi untuk memastikan bahwa petunjuk praktikum sesuai dengan prinsip-prinsip ilmiah yang benar (Fardany & Rahmi, 2022).

Dengan demikian, penyusunan petunjuk praktikum pertumbuhan tanaman memerlukan perencanaan yang matang, desain yang jelas dan terstruktur, serta validasi oleh ahli untuk memastikan bahwa petunjuk praktikum tersebut dapat memberikan panduan yang efektif dan akurat bagi praktikan dalam melaksanakan praktikum pertumbuhan tanaman.

Hasil validasi ahli desain petunjuk praktikum pertumbuhan tanaman dengan aspek penilaian yang mencakup desain cover dan desain isi, yang memperoleh perolehan persentase nilai sebesar 86,5% dengan kategori sangat baik, menunjukkan bahwa petunjuk praktikum pertumbuhan tanaman telah berhasil melewati proses validasi dengan hasil yang sangat memuaskan serta menunjukkan bahwa dari segi desain

petunjuk praktikum ini juga dinilai sangat baik oleh ahli. Dengan perolehan persentase nilai sebesar 86,5% dan kategori sangat baik, hasil validasi ini menegaskan bahwa petunjuk praktikum pertumbuhan tanaman telah berhasil memenuhi standar kualitas yang tinggi dalam hal desain cover dan desain isi. Hal ini menunjukkan bahwa petunjuk praktikum tersebut siap digunakan sebagai panduan yang efektif dan berkualitas dalam pelaksanaan praktikum pertumbuhan tanaman.

Hasil validasi ahli materi yang telah dilakukan terhadap petunjuk praktikum pertumbuhan tanaman diperoleh persentase nilai sebesar 81,25% hal ini menunjukkan bahwa dari aspek materi panduan praktikum telah layak dengan kategori sangat baik. Panduan praktikum ini dinilai sangat baik karena telah memenuhi kriteria yang tinggi dalam penyusunannya. Panduan ini mencakup judul praktikum, tujuan, materi, alat dan bahan yang diperlukan, prosedur praktikum, tabel pengamatan, serta persoalan yang disajikan untuk membantu peserta didik mencapai tujuan praktikum. Dengan adanya komponen-komponen tersebut, panduan praktikum yang telah disusun dapat digunakan oleh peserta didik untuk melakukan eksperimen secara efektif dan juga membantu mereka dalam meningkatkan kemandirian saat melaksanakan praktikum. Ini sesuai dengan pendapat yang disampaikan oleh Siburian (Purba et al., 2023), yang menyatakan bahwa panduan praktikum harus memuat judul, tujuan, dasar teori, peralatan, dan pertanyaan yang terkait dengan tujuan praktikum serta mengikuti prinsip-prinsip ilmiah.

KESIMPULAN

Penggunaan jenis pupuk pumakkal dan pupuk sintetis dapat

memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi dengan hasil uji hipotesis menunjukkan nilai signifikansi $<0,05$ pada setiap parameter (Tinggi tanaman, jumlah rumpun, rumpun produktif, hasil produksi dan jumlah bulir padi).

Perlakuan P5 dengan kombinasi pupuk pumakkal dan kompos sebesar 70% dengan pupuk sintetis sebesar 30% menunjukkan hasil paling baik dengan tinggi tanaman mencapai 104,5 cm, jumlah batang pada setiap rumpun sebanyak 42 batang, rumpun produktif sebanyak 24 batang, hasil produksi sebanyak 2,95g pada setiap batang dengan jumlah bulir sebanyak 242. Produk hasil penelitian berupa petunjuk praktikum yang telah divalidasi oleh ahli desain memperoleh persentase nilai sebesar 86,5% dengan kategori sangat baik dan hasil validasi oleh ahli materi juga menunjukkan hal yang sama ini mendapatkan persentase nilai sebesar 81,25% dengan kriteria sangat baik dan layak digunakan dalam kegiatan praktikum di sekolah.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh informasi bahwa penggunaan kombinasi pupuk pumakkal dan kompos sebesar 70% dengan pupuk sintetis sebesar 30% memberikan pengaruh nyata dan menunjukkan hasil terbaik terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi.

1. Dengan demikian maka peneliti memberikan saran terhadap para petani padi untuk memperoleh hasil produksi padi yang lebih baik serta mengurangi penggunaan pupuk kimia sintetis maka dapat digunakan kombinasi pupuk pumakkal, kompos dan kimia sintetis.
2. Untuk kalangan akademisi baik pada bidang pertanian maupun

peneliti biologi dapat melakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan kombinasi pupuk pumakkal, kompos dan kimia sintetis dengan variasi dosis yang berbeda tidak hanya terbatas pada tanaman padi melainkan juga terhadap tanaman produktif lainnya sehingga dapat diperoleh data yang lebih beragam.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami sangat berterima kasih kepada Kemendikbud Ristek Pendidikan Tinggi atas hibah penelitian PTKN. Dukungan ini memberi kami kesempatan untuk menjalankan penelitian yang relevan dan berdampak positif dalam meningkatkan dunia pendidikan. Terima kasih atas kepercayaan dan bantuan yang diberikan.

DAFTAR RUJUKAN

- Adebayo, A. R., Kutu, F. R., & Sebetha, E. T. (2020). Effect of Different Nitrogen Fertilizer Rates and Plant Density on Growth of Water Efficient Maize Variety under Different Field Conditions. *Indian Journal of Agricultural Research*.
<https://arccjournals.com/journal/indian-journal-of-agricultural-research/A-574>
- Amanullah & Inamullah. (2016). Residual phosphorus and zinc influence wheat productivity under rice-wheat cropping system. *SpringerPlus*, 5(1), 255.
<https://doi.org/10.1186/s40064-016-1907-0>
- Amanullah, Inamullah, Alkahtani, J., Elshikh, M. S., Alwahibi, M. S., Muhammad, A., Ahmad, M., & Khalid, S. (2020). Phosphorus and Zinc

- Fertilization Influence Crop Growth Rates and Total Biomass of Coarse vs. Fine Types Rice Cultivars. *Agronomy*, 10(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091356>
- Apriyanto, A., & Rahayu, S. R. (2023). Strategi Pemasaran Untuk Meningkatkan Penjualan Pupuk Organik Pumakkal. *Jurnal Manajemen DIVERSIFIKASI*, 3(1), 87–93. <https://doi.org/10.24127/diversifikasi.v3i1.1654>
- Astriani, M., & Murtiyaningsih, H. (2018). Pengukuran Indole- 3-Acetic Acid (IAA) pada *Bacillus* sp dengan Penambahan L-Tryptopan. *BIOEDUSCIENCE*, 2(2), 116–121. <https://doi.org/10.29405/j.bes/22116-1212233>
- Banayo, N. P. M. C., & Kato, Y. (2020). Farmer participatory research in agricultural extension programs: A case study of fertilizer management in tropical rice. *Experimental Agriculture*, 56(5), 710–721. <https://doi.org/10.1017/S0014479720000265>
- Donggulo, I. M., Lapanjang, C. V., & Made, U. (2017). Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi Pada Berbagai Pola Jajar Legowo dan Jarak Tanam. *J. Agroland*, 14(2), 134–138.
- Fallahi, S., & Sharifi, P. (2020). Effect of Nitrogen Fixing Bacteria and Nitrogen Rate on Yield and Growth of Common Bean. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 68(3), 491–496. <https://doi.org/10.11118/actaun202068030491>
- Fardany, H. R., & Rahmi, H. (2022). Pengaruh Pemberian Air Fermentasi Limbah Organik terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Varietas Nauli F1. *J-PEN Borneo: Jurnal Ilmu Pertanian*, 5(2), Article 2. <https://doi.org/10.35334/jpen.v5i2.2767>
- Fauzi, W. R., & Putra, E. T. S. (2019). Dampak Pemberian Kalium dan Cekaman Kekeringan terhadap Serapan Hara dan Produksi Biomassa Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 27(1), Article 1. <https://doi.org/10.22302/iopri.jur.jpks.v27i1.74>
- Fukagawa, N. K., & Ziska, L. H. (2019). Rice: Importance for Global Nutrition. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 65(Supplement), S2–S3. <https://doi.org/10.3177/jnsv.65.S2>
- Hanudin, H., Budiarto, K., & Marwoto, B. (2018). Potensi Beberapa Mikroba Pemacu Pertumbuhan Tanaman sebagai Bahan Aktif Pupuk dan Pestisida Hayati. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 37(2), 59–70. <https://doi.org/10.21082/jp3.v37n2.2018.p59-70>
- Hidayat, F., Sapalina, F., Pane, R. D. P., & Winarna. (2022). Peluang dan Tantangan Pemanfaatan Produk Hayati di Perkebunan Kelapa Sawit. *Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 27(1), Article 1. <https://doi.org/10.22302/iopri.war.warta.v27i1.77>
- Juliarti, A., Wijayanto, N., Mansur, I., & Trikoesoemaningtyas, T.

- (2023). Pertumbuhan Kayu Putih (*Melaleuca cajuputi* (L.) Powell) di Lahan Bekas Tambang Batubara Dengan Aplikasi Pupuk Kompos. *Jurnal Hutan Tropis*, 11(1), Article 1. <https://doi.org/10.20527/jht.v11i1.15985>
- Kusuma, V. A., & Firdaus, A. A. (2022). Pelatihan dan Pengembangan Kemampuan Warga Kelurahan Lamaru dalam Mengolah Limbah Kotoran Ternak Menjadi Kompos Organik. *Jurnal Layanan Masyarakat (Journal of Public Services)*, 6(2), Article 2. <https://doi.org/10.20473/jlm.v6i2.2022.334-341>
- Mao, R., Zhang, X., & Song, C. (2014). Effects of nitrogen addition on plant functional traits in freshwater wetland of Sanjiang Plain, Northeast China. *Chinese Geographical Science*, 24(6), 674–681. <https://doi.org/10.1007/s11769-014-0691-4>
- Muhfahroyin, M. (2010). Memberdayakan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Melalui Pembelajaran Konstruktivistik. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran (JPP)*, 16(1), Article 1.
- Muhfahroyin, M., & Lepiyanto, A. (2020a). Potensi Hutan Linara Kota Metro Sebagai Prototype Hutan Pembelajaran Pendukung Pembelajaran Kontekstual. *JURNAL LENTERA PENDIDIKAN PUSAT PENELITIAN LPPM UM METRO*, 5(2), Article 2. <https://doi.org/10.24127/jlpp.v5i2.1555>
- Muhfahroyin, M., & Lepiyanto, A. (2020b). Potensi Hutan Stadion Tejosari Kota Metro Sebagai Sumber Belajar Kontekstual Materi Keanekaragaman Hayati. *JURNAL LENTERA PENDIDIKAN PUSAT PENELITIAN LPPM UM METRO*, 5(1), Article 1. <https://doi.org/10.24127/jlpp.v5i1.1472>
- Muhfahroyin, M., & Lepiyanto, A. (2021). Telaah Bahan Ajar Biologi Melalui Learning Community Pada Pembelajaran Kolaboratif Virtual di Masa Pandemi COVID-19. *BIOEDUKASI: Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v12i1.3754>
- Muhfahroyin, M., & Santoso, H. (2022). Analisis Potensi Pembelajaran Kontekstual Konstruktivistik Materi Ekosistem pada Hutan Rejomulyo Kota Metro sebagai Prototype Hutan Pembelajaran. *JURNAL LENTERA PENDIDIKAN PUSAT PENELITIAN LPPM UM METRO*, 7(1), Article 1. <https://doi.org/10.24127/jlpp.v7i1.2073>
- Muhfaroyin, & Santoso, H. (2019). The Effect of STAD and TPS Integration in Biology Learning Toward the Students Cognitive Achievement. *International Journal of Innovation*, 5(4).
- Mutoharoh, A., Siburian, J., & Kartika, W. D. (2022). Uji Kelayakan Panduan Praktikum Perkembangan Hewan Berbasis Inkuiri pada Materi Metamorfosis. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 12(1), Article 1.

- <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i1.523>
- Najib, A., & Misrochah, N. (2020). Penyusunan Petunjuk Praktikum Kimia Berorientasi Chemo-Entrepreneurship pada Larutan Penyangga. *Journal of Educational Chemistry (JEC)*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.21580/jec.2020.2.2.6099>
- Nasution, M., Hanum, C., & Mawarni, L. (2019). Growth and Production of Red Rice (*Oryza Nivara* L) on Application of Two Nitrogen Sources. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 7(3), Article 3. <https://doi.org/10.32734/joa.v7i3.5222>
- Nishide, A., & Shiratori, S. (2020). Protein supply from rice in seven rice-consuming countries in Sub-Saharan Africa. *Proceedings of the Nutrition Society*, 79(OCE3), E741. <https://doi.org/10.1017/S0029665120007272>
- Nuraida, W., Putri, N. P., Arini, R., Hasan, R. H., Rakian, T. C., & Yusuf, M. (2022). Pemanfaatan POC Limbah Rumah Tangga dan Air Kelapa untuk Peningkatan Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L). *Journal TABARO Agriculture Science*, 5(2), Article 2. <https://doi.org/10.35914/tabaro.v5i2.1016>
- Nuryani, W., Hanudin, H., & Budiarto, K. (2020). Aplikasi dan efektivitas pupuk hayati dalam upaya perbaikan mutu produksi, produktivitas dan pengendalian serangan layu fusarium pada bawang merah. *Jurnal AGRO*, 7(1), Article 1. <https://doi.org/10.15575/5871>
- Prakoso, T., Alpandari, H., & Sridjono, H. H. H. (2022). Respon Pemberian Unsur Hara Makro Essensial terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays*). *Muria Jurnal Agroteknologi (MJ-Agroteknologi)*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.24176/mjagrotek.v1i1.8217>
- Prasetyo, D., & Wiharso, D. (2022). Diseminasi Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Akar Bambu di Desa Srigading, Lampung Timur. *AgriHealth: Journal of Agri-food, Nutrition and Public Health*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.20961/agrihealth.v2i2.55821>
- Purba, D. A. P. B., Siburian, J., & Kartika, W. D. (2023). Uji Kelayakan Panduan Praktikum Perkembangan Hewan Berbasis Project Based Learning Materi Analisis Spermatozoa. *Didaktis: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Pengetahuan*, 23(1), Article 1. <https://doi.org/10.30651/didaktis.v23i1.12347>
- Purwidiani, N., Afifah, C. A. N., Indrawati, V., Sutiadiningsih, A., & Wahyuningsih, U. (2017). *Non-Rice Staple Food Patterns in Indonesia*. 240–243. <https://doi.org/10.2991/iconho-mecs-17.2018.55>
- Respatie, D. W., Rohman, M. S., Widiyanto, D., & Widada, J. (2020). Pengaruh Kombinasi Pupuk Anorganik dan Vinase Diperkaya Mikrobia terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung (*Zea mays* L.). *Vegetalika*, 9(4), Article 4. <https://doi.org/10.22146/veg.60497>
- Rosnina, R., Sapareng, S., & Idawati, I. (2019). Optimalisasi Ukuran

- dan Jenis Polybag terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit di Pre Nursery. *AGROVITAL: Jurnal Ilmu Pertanian*, 3(2), Article 2. <https://doi.org/10.35329/agrovital.v3i2.204>
- Rusdi, M. (2023). Variety Of Staple Foods: Perceptions of Indonesian Society on Other Staple Foods of Rice. *AKADEMIK: Jurnal Mahasiswa Humanis*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.37481/jmh.v3i1.580>
- Rz, R. I., Siburian, J., & Hamidah, A. (2022). Uji Kelayakan Panduan Praktikum Genetika Materi DNA Berbasis Inkuiri Terbimbing. *Diklabio: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi*, 24–32. <https://doi.org/10.33369/diklabio.6.1.24-32>
- Sapalina, F., Noviandi Ginting, E., & Hidayat, F. (2022). Bakteri Penambat Nitrogen sebagai Agen Biofertilizer. *WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 27(1), 41–50. <https://doi.org/10.22302/iopri.war.warta.v27i1.80>
- Setyaningsih, E., Astuti, D. S., & Astuti, R. (2017). Kompos Daun Solusi Kreatif Pengendali Limbah. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 3(2), Article 2. <https://doi.org/10.23917/bioeksperimen.v3i2.5181>
- Shitophyta, L. M., Amelia, S., & Jamilatun, S. (2021). Pelatihan Pembuatan Pupuk Kompos dari Sampah Organik di Ranting Muhammadiyah Tirtonirmolo, Kasihan, Yogyakarta. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), Article 1. <https://doi.org/10.31004/cdj.v2i1.1405>
- Sutanto, A., Widowati, H., Achyani, Thresia, F., Hendri, N., Rifai, M. R., & Yulistiana, E. (2020). The Effectiveness of Pumakkal Organic Waste Bioremediator. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(7s), Article 7s.
- Tando, E. (2019). Upaya Efisiensi dan Peningkatan Ketersediaan Nitrogen dalam Tanah serta Serapan Nitrogen pada Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *Buana Sains*, 18(2), 171–180. <https://doi.org/10.33366/bs.v18i2.1190>
- Thaha, A. R., Damayanti, D., Asrul, A., & Umrah, U. (2020). Pertumbuhan *Aspergillus* sp pada Media Limbah Cair Tempe dan Air Kelapa. *Agroland: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 27(3), Article 3. <https://doi.org/10.22487/agrolandnasional.v27i3.601>
- Ulfa, A. M., Siburian, J., & Kartika, W. D. (2022). Pengembangan Panduan Praktikum Perkembangan Hewan Berbasis Inkuiri pada Materi Siklus Estrus. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 14(2), 132–140. <https://doi.org/10.25134/quagga.v14i2.5134>
- Yasrifah, S., Mayani, N., & Ichsan, C. N. (2021). Respon Pertumbuhan Tanaman Padi Inpari 30 (*Oryza sativa* L.) akibat Kekeringan, Pemupukan N dan K. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(4), Article 4. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v6i4.18242>

Yue, X., Zuo, X., Zhao, X., Lv, P., Xia, J., & Qu, F. (2020). How Plant Functional Traits of Dominant Species Respond to Fencing and Water-Nitrogen Addition in Horqin Grassland, China. *Polish Journal of Environmental Studies*, 29(5), 3441–3449.
<https://doi.org/10.15244/pjoes/113647>