RADIKULA: Jurnal Ilmu Pertanian
Volume 4, No. 1, Bulan Juni Tahun 2025, hlmn. 41-51
E-ISSN: 2961-7014 | P-ISSN: 2961-726X
DOI : https://doi.org/10.70609/radikula.v4i1.7243

Pendugaan Nitrogen Padi Inpari 32 dengan Bagan Warna Daun dan Herbarium Kering pada Kondisi Aerob dan Anaerob

Dyah Pitaloka[1]✉, Ilham Chasani Fahmi[2], Arief Lukman Hakim[3], Anggraeni Hadi Pratiwi[4], Zainal Abidin[5], Dwi Nirnia Ari Cahyani[6]

[1,2,3,4,5,6] Program Studi Teknologi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Raden Rahmat, Indonesia

ABSTRAK

Padi merupakan komoditas pangan utama di Indonesia, sehingga peningkatan produktivitasnya menjadi prioritas pemerintah. Pemberian pupuk Nitrogen yang tepat dapat meningkatkan hasil panen, sementara kekurangan nitrogen menyebabkan daun menguning, pertumbuhan terhambat, dan produksi menurun. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi respon serapan nitrogen dan akumulasi biomassa kering tanaman padi varietas Inpari 32 pada dua lingkungan tumbuh berbeda, yaitu aerob dan anaerob, menggunakan pendekatan Bagan Warna Daun (BWD) serta herbarium kering. Penelitian dilaksanakan selama lima bulan di Kabupaten Malang dengan Rancangan Acak Lengkap delapan ulangan. Skor warna daun diamati mingguan dan konfirmasi nitrogen dilakukan melalui analisis laboratorium. Hasil menunjukkan pada minggu ketiga setelah tanam, skor BWD di kedua kondisi sama (skala 2), menandakan kecukupan nitrogen awal. Teknik herbarium kering berhasil mendokumentasikan morfologi tanaman utuh. Penelitian ini menyimpulkan metode BWD efektif memantau status nitrogen secara visual, sedangkan herbarium kering mendukung dokumentasi morfologi padi pada lingkungan tumbuh yang berbeda.

Kata Kunci: BWD, Herbarium kering, Kondisi aerob-anaerob, Nitrogen, Padi inpari 32

ABSTRACT

Rice is a vital commodity in Indonesia as it serves as the primary staple food. To enhance rice productivity, the Indonesian government has implemented various programs, including the appropriate application of nitrogen fertilizer. Insufficient nitrogen leads to leaf yellowing, stunted growth, and reduced yields. This study aimed to evaluate nitrogen uptake and dry biomass accumulation of the Inpari 32 rice variety under two contrasting growing conditions—aerobic and anaerobic—using the Leaf Color Chart (LCC) approach. The experiment was conducted over five months in Malang, East Java, employing a completely randomized design with eight replications per treatment. Leaf color scores were recorded weekly, and nitrogen content was confirmed through laboratory analysis. Results indicated that by the third week after planting, both treatments exhibited similar LCC scores (scale 2), reflecting adequate early nitrogen status. Additionally, the dry herbarium technique effectively documented plant morphology. These findings demonstrate that the LCC is a reliable visual tool for assessing nitrogen status, complemented by the herbarium method for morphological characterization

Keywords: *Aerobic-anaerobic condition, Dry herbarium, Inpari 32 rice, LCC, Nitrogen*

Corresponding Author **:** Dyah Pitaloka, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Raden Rahmat, Jl. Raya Mojosari No. 2, Dawuhan, Jatirejoyoso Kec. Kepanjen Kab. Malang, Email: dyahpit88@yahoo.com

Informasi artikel: diserahkan (04, 06, 2025), direvisi (04, 07, 2025), diterima (08, 07, 2025)

This is an open access article under the CC BY license

Pendahuluan

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan komoditas strategis yang menjadi makanan pokok lebih dari 3 miliar orang di dunia, khususnya di kawasan Asia. Data dari FAO menunjukkan kurang lebih 90% produksi padi dunia berasal dari Asia, dimana konsumsinya terus meningkat seiring pertumbuhan populasi global. Dalam konteks ini, peningkatan produktivitas padi menjadi prioritas banyak negara untuk menjaga ketahanan pangan nasional maupun global. Peningkatan produksi padi sering kali dilakukan melalui intensifikasi pertanian dengan input pupuk nitrogen yang cukup tinggi.

Persoalan utama dari pendekatan intensifikasi konvensional ialah inefisiensi dalam penggunaan nitrogen. Diduga tingginya emisi N_2O disebabkan oleh pupuk nitrogen nitrifikasi dan denitrifikasi (Ruseli *et al*., 2024). Pendekatan manajemen nitrogen berbasis presisi mulai banyak dikembangkan untuk menjawab tantangan tersebut. Salah satu teknologi sederhana dan hemat biaya yang telah terbukti efektif adalah penggunaan Bagan Warna Daun (BWD) atau *Leaf Color Chart* (LCC). Alat ini memungkinkan petani mengevaluasi status nitrogen tanaman secara visual berdasarkan warna daun, yang berhubungan erat dengan kandungan klorofil dan ketersediaan nitrogen (Rasool *et al*., 2016).

Berbagai studi telah membuktikan efektivitas BWD dalam meningkatkan efisiensi penggunaan nitrogen dan hasil tanaman. Di Nepal, penggunaan BWD menghasilkan produktivitas padi sebesar 6,64 ton/ha dan rasio keuntungan tertinggi dibandingkan dengan metode konvensional (Bhattarai et al., 2024). Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan ini bukan hanya menguntungkan secara agronomis, tetapi juga ekonomis.

Konteks global, menunjukkan studi tentang penerapan BWD untuk memantau serapan nitrogen sangat relevan. Terutama ketika dikaitkan dengan upaya pengurangan kerusakan lingkungan dan optimalisasi produktivitas pangan di lahan dengan karakteristik lingkungan tumbuh yang berbeda. Kajian ini juga mendukung program *Sustainable Development Goals* (SDG) poin 2 (*Zero Hunger*) dan poin 13 (*Climate Action*).

Bagan Warna Daun (BWD) dikembangkan sebagai metode praktis untuk menilai status nitrogen tanaman secara non-destruktif dan instan. Warna hijau daun sangat berkorelasi dengan kandungan klorofil, yang pada gilirannya merefleksikan kadar nitrogen dalam jaringan daun. Untuk dapat mengetahui kebutuhan unsur nitrogen pada tanaman padi secara manual biasanya petani harus melihat warna pada daun padi dan membandingkannya dengan Bagan Warna Daun (BWD) (Triyani & Kusuma, 2022). Selain itu, model dilusi nitrogen kritis memperlihatkan bahwa kandungan nitrogen tanaman akan menurun seiring akumulasi biomassa, dan pendekatan BWD memungkinkan pemantauan saat tanaman mencapai titik kritis tersebut.

Dasar teori dan bukti tersebut, penting untuk mengevaluasi varietas Inpari 32 dalam hal akumulasi biomassa kering dan serapan nitrogen di berbagai kondisi lingkungan menggunakan BWD. Hal ini akan memberikan pemahaman baru tentang respons fisiologis varietas tersebut terhadap perubahan lingkungan dan pengelolaan hara berbasis presisi. Dalam konteks perubahan iklim dan degradasi lahan, penggunaan pupuk nitrogen secara tidak efisien memberikan kontribusi signifikan terhadap emisi gas rumah kaca dan penurunan kualitas tanah. Tanpa pengelolaan yang tepat, dampaknya bisa sangat besar terhadap ekosistem dan produktivitas jangka panjang

Di sisi lain, varietas padi seperti Inpari 32 belum banyak dikaji dari segi respons fisiologis terhadap kondisi tumbuh yang berbeda. Padahal variasi iklim mikro seperti suhu, curah hujan, dan intensitas cahaya berpengaruh signifikan terhadap akumulasi biomassa dan penyerapan hara (Fatimah *et al*., 2024). Ketidaksesuaian antara kebutuhan nitrogen tanaman dengan kondisi lingkungan lokal menyebabkan kegagalan dalam pengelolaan input.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas respons varietas Inpari 32 di lingkungan tumbuh berbeda. Data tersebut diharapkan akan diperoleh informasi praktis yang dapat diimplementasikan langsung oleh petani dalam pengelolaan lahan dan menjadi dasar rekomendasi teknis bagi sistem pemupukan presisi berbasis lokasi dan varietas, khususnya untuk Inpari 32. Selain itu, studi ini akan memberikan kontribusi terhadap pengembangan sistem pertanian rendah input yang tetap produktif dan ramah lingkungan.

Tujuan penelitian ini tidak hanya akademis, tetapi juga aplikatif dan berkelanjutan dalam jangka panjang, terutama dalam mendukung pertanian presisi di negara berkembang. Pendekatan BWD juga untuk mengevaluasi respon serapan Nitrogen dan akumulasi biomassa kering tanaman padi varietas Inpari 32 pada dua lingkungan tumbuh berbeda, yaitu kondisi aerob dan anaerob, menggunakan pendekatan Bagan Warna Daun (BWD) dan Herbarium kering.

Metode penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada lahan buatan (pot) yang berlokasi di Jalan Diponegoro RT/RW: 001/007, Kelurahan Talangsuko, Kecamatan Turen, Kabupaten Malang, Jawa Timur, dengan ketinggian lokasi 450 mdpl, menggunakan padi varietas Inpari 32. Waktu pelaksanaan penelitian berlangsung selama lima bulan, dari Maret hingga Agustus 2023. Pengamatan laboratorium dilakukan di Laboratorium Dasar Universitas Islam Raden Rahmat Malang.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan metode destruktif untuk pengambilan sampel tanaman. Terdapat dua perlakuan utama, yaitu kondisi tumbuh aerob dan anaerob, masing-masing terdiri atas 8 ulangan, sehingga total terdapat 16 unit perlakuan. Penelitian dibagi dalam empat fase pertumbuhan padi: vegetatif I, vegetatif II, generatif, dan panen. Pemupukan diberikan pada semua perlakuan, yaitu urea 300 kg/ha dan phonska 150 kg/ha sebagai pupuk dasar.

Pengamatan warna daun dilakukan setiap minggu, pada saat tanama pada jam 07.00 pagi pada saat tanaman pada fase generatif menggunakan BWD pada umur 70 sampai 100. Daun yang digunakan untuk pengukuran adalah daun bendera yang sehat dan belum mengalami nekrosis. Skor warna kemudian digunakan sebagai indikator kecukupan nitrogen, di mana nilai rendah menunjukkan kekurangan N dan nilai tinggi menunjukkan kecukupan atau kelebihan N. Pengamatan utama dalam penelitian ini adalah serapan nitrogen tanaman padi varietas Inpari 32, yang diukur menggunakan pendekatan Bagan Warna Daun (BWD). Penggunaan BWD dilakukan dengan cara mencocokkan warna daun bendera dengan skala warna BWD yang terdiri dari empat tingkatan: hijau muda, hijau sedang, hijau tua, dan hijau tua gelap. Skala ini mencerminkan tingkat kecukupan nitrogen dalam tanaman.

Kondisi lingkungan tumbuh (aerob dan anaerob) diciptakan melalui pengaturan sistem pengairan. Pada lingkungan aerob, air diberikan secukupnya tanpa merendam tanah pada pot, sedangkan pada lingkungan anaerob, pot ditutup air setinggi 3–5 cm selama periode pengamatan. Kondisi ini ditujukan untuk mensimulasikan perbedaan ketersediaan oksigen dalam tanah yang dapat memengaruhi serapan nitrogen.

Data skor BWD dianalisis untuk melihat tren perubahan kebutuhan nitrogen setiapminggu pada fasenmunculnya daun bendera pertumbuhan dan antar lingkungan tumbuh. Selain itu, hasil pengamatan dikonversi menjadi estimasi dosis pupuk N yang dibutuhkan untuk setiap perlakuan menggunakan referensi warna dari BWD yang telah dikalibrasi sebelumnya oleh Balai Penelitian Padi.

(a) (b)

Gambar 1. Kondisi Lingkungan Tumbuh Padi Inpari 32 pada Perlakuan Aerob dan Anaerob

Hasil dan pembahasan

Serapan Nitrogen (N)

Pada 21 hari setelah tanam (HST), pengamatan terhadap serapan nitrogen (N) pada tanaman padi varietas Inpari 32 dilakukan menggunakan metode visual Bagan Warna Daun (BWD). Pengamatan ini bertujuan untuk menilai status kecukupan nitrogen pada tanaman yang ditanam dalam dua kondisi lingkungan tumbuh yang berbeda, yaitu aerob dan anaerob. BWD digunakan sebagai alat bantu praktis yang menunjukkan tingkat kehijauan daun bendera tanaman padi, yang berkorelasi dengan kadar nitrogen dalam jaringan tanaman. Warna daun yang diperoleh dari tanaman kemudian dibandingkan dengan skala standar yang tersedia pada kartu BWD untuk menentukan apakah tanaman mengalami defisiensi, kecukupan, atau kelebihan nitrogen.

Berdasarkan pengamatan yang ditunjukkan pada Gambar 1.a (tanaman pada kondisi aerob) dan Gambar 1.b (tanaman pada kondisi anaerob), terlihat bahwa daun bendera dari kedua perlakuan menunjukkan warna yang serupa, yaitu berada pada skala ke-2 BWD. Warna ini menunjukkan bahwa kandungan nitrogen tanaman berada pada level yang cukup untuk memenuhi kebutuhan fisiologis tanaman pada fase vegetatif awal. Tidak terdapat perbedaan mencolok antara tanaman yang ditanam dalam kondisi tergenang (anaerob) dengan tanaman pada kondisi tanpa genangan (aerob), yang mengindikasikan bahwa lingkungan tumbuh belum memengaruhi signifikan terhadap efektivitas serapan nitrogen pada minggu ketiga setelah tanam.

Kesamaan skor warna BWD pada kedua perlakuan menunjukkan bahwa baik kondisi aerob maupun anaerob mampu menyediakan lingkungan yang memadai untuk penyerapan nitrogen pada fase awal pertumbuhan tanaman. Tanaman padi pada fase ini cenderung menggunakan nitrogen yang tersedia di dalam tanah untuk membangun jaringan vegetatif seperti daun, batang, dan sistem perakaran. Nitrogen merupakan unsur penting dalam pembentukan klorofil, sehingga warna daun yang cukup hijau mencerminkan ketersediaan nitrogen yang memadai. Oleh karena itu, skor warna BWD dapat dijadikan indikator bahwa tidak terjadi defisiensi nitrogen yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman.

Selanjutnya, pengamatan ini juga memberikan dasar bahwa pemberian pupuk nitrogen pada fase awal tidak perlu ditingkatkan atau dikurangi secara signifikan, karena tanaman belum menunjukkan tanda-tanda kekurangan maupun kelebihan unsur hara tersebut. Jika warna daun menunjukkan kecenderungan lebih pucat atau lebih

gelap dari skala normal, maka hal tersebut dapat mengindikasikan ketidak seimbangan nitrogen, namun skor BWD skala 2 pada minggu ke-3 ini menunjukkan bahwa kondisi tanaman berada dalam keadaan normal, dan intervensi tambahan berupa pemupukan lanjutan sebaiknya dilakukan berdasarkan tren pengamatan selanjutnya pada minggu-minggu berikutnya.

Mengacu pada literatur yang disampaikan oleh Norita (2018), nitrogen pada tanaman padi muda biasanya masih banyak tersimpan di dalam jaringan tajuk tanaman dan belum seluruhnya dimanfaatkan untuk pertumbuhan total tanaman. Hal ini sejalan dengan hasil pengamatan yang menunjukkan bahwa pada usia 3 minggu, tanaman masih berada dalam fase akumulasi nitrogen, bukan fase pemanfaatan maksimum. Oleh karena itu, skor warna daun yang berada di tengah-tengah skala BWD menegaskan bahwa tanaman sedang dalam fase penyesuaian fisiologis terhadap lingkungan dan penyerapan hara.

Penyerapan nitrogen yang stabil pada kedua kondisi menunjukkan bahwa sistem perakaran tanaman dapat berfungsi dengan baik dalam menyerap nitrogen terlepas dari kondisi keberadaan oksigen dalam tanah. Pada kondisi aerob, akar memperoleh cukup oksigen yang mempermudah respirasi akar dan penyerapan hara. Sementara itu, pada kondisi anaerob, meskipun oksigen terbatas, tanaman padi sebagai tanaman semi-aerob masih mampu bertahan dan menyerap hara karena sudah beradaptasi dengan lingkungan tergenang. Kesamaan hasil antara dua kondisi ini menunjukkan bahwa varietas Inpari 32 memiliki toleransi fisiologis yang baik terhadap perubahan lingkungan dalam hal penyerapan nitrogen.

Kondisi ini juga menegaskan bahwa skema pengairan dan pemberian pupuk yang digunakan dalam penelitian telah tepat dalam menjaga ketersediaan nitrogen bagi tanaman. Pemberian pupuk dasar yang dilakukan sebelum tanam kemungkinan besar masih mencukupi kebutuhan tanaman hingga minggu ketiga, sehingga tidak terjadi kekurangan unsur nitrogen. Hal ini penting sebagai acuan untuk menentukan kapan waktu yang paling tepat untuk pemupukan lanjutan (*top-dressing*) dengan pupuk nitrogen agar lebih efisien dan sesuai kebutuhan tanaman.

Secara keseluruhan, pengamatan serapan nitrogen pada minggu ke-3 ini memberikan gambaran awal yang sangat penting bahwa status hara nitrogen tanaman padi berada dalam kondisi optimal. Warna daun yang sesuai skala BWD menunjukkan bahwa tanaman tidak mengalami stres karena kekurangan ataupun kelebihan nitrogen. Hasil ini menjadi dasar untuk pengambilan keputusan pemupukan tahap selanjutnya dan menunjukkan efektivitas metode visual BWD dalam mengidentifikasi status nitrogen tanaman secara cepat, sederhana, dan ekonomis.

Herbarium Kering

Gambar 2. Morfologi Tanaman Padi Inpari 32 Hasil Teknik Herbarium Kering pada Kondisi Anaerob (a) dan Aerob (b)

Gambar 2 menunjukkan hasil akhir dari perlakuan teknik herbarium kering terhadap tanaman padi yang ditanam dalam dua kondisi lingkungan tumbuh yang berbeda, yaitu anaerob dan aerob. Teknik herbarium ini digunakan untuk tujuan dokumentasi serta untuk mempertahankan bentuk morfologis tanaman setelah penelitian lapangan selesai. Pada gambar dapat diamati bahwa bentuk struktur tanaman, seperti batang, akar, dan sisa malai, masih terjaga secara utuh meskipun telah melalui proses pengeringan alami. Hal ini menunjukkan bahwa metode herbarium yang digunakan, yaitu dengan membungkus tanaman menggunakan kertas koran lalu

membiarkannya kering, cukup efektif untuk mempertahankan karakteristik utama dari morfologi tanaman. Pada kondisi anaerob dan aerob memperlihatkan bentuk struktur batang dan sistem perakaran yang relatif serupa, namun pada beberapa sampel tanaman kondisi anaerob tampak adanya sedikit perbedaan warna dan tekstur akar yang cenderung lebih gelap dan padat. Sementara itu, tanaman pada kondisi aerob menunjukkan tekstur akar yang lebih berserat dan tampak lebih kering, menandakan sistem perakaran berkembang dalam tanah yang lebih porous dan kaya oksigen.

Pada pengamatan struktur morfologi secara utuh, teknik herbarium ini mempermudah analisis pasca panen terutama untuk menilai efektivitas pertumbuhan vegetatif di dua lingkungan tersebut. Tidak hanya sebagai media pelestarian, herbarium juga memberikan informasi visual yang penting dalam studi perbandingan struktur tanaman. Misalnya, panjang batang, ukuran akar, dan sisa malai padi dapat diukur ulang setelah proses pengeringan untuk mendukung data kuantitatif lapangan. Dengan demikian, herbarium menjadi pelengkap yang valid untuk mendokumentasikan perbedaan visual akibat perlakuan yang diterapkan selama proses penelitian.

Menurut Herlambang dan Syarif (2018), herbarium bukan hanya sekadar dokumentasi, melainkan merupakan bahan ajar yang potensial dalam sistematika tumbuhan dan morfologi tanaman. Dalam konteks penelitian ini, penggunaan herbarium juga berperan sebagai bukti fisik keberhasilan tanaman beradaptasi terhadap kondisi pertumbuhan yang berbeda. Perbedaan respon tanaman terhadap kondisi aerob dan anaerob, meskipun tidak drastis secara visual dalam gambar, tetap mencerminkan kemampuan fisiologis padi untuk bertahan dan tumbuh dalam berbagai tekanan lingkungan, seperti perbedaan ketersediaan oksigen dalam tanah.

Selain itu, herbarium ini juga dapat dimanfaatkan untuk mengevaluasi potensi kualitas hasil panen secara tidak langsung. Misalnya, panjang batang dan ketebalan akar yang tampak dapat digunakan sebagai indikator kekuatan tanaman dalam menopang hasil gabah. Meskipun tidak secara langsung menggambarkan kuantitas panen, struktur morfologi yang baik dapat mencerminkan kesehatan tanaman sepanjang siklus hidupnya. Oleh karena itu, dokumentasi herbarium juga penting untuk mempertahankan jejak visual sebagai bagian dari laporan ilmiah yang tidak hanya mengandalkan data numerik semata.

Teknik herbarium kering adalah metode konservasi tanaman yang sederhana namun efektif. Gambar 2 mendukung pengamatan morfologis selama penelitian dengan bukti visual yang konkret. Dengan mempertahankan bentuk asli tanaman padi, herbarium membantu peneliti dalam melakukan verifikasi terhadap data yang telah dikumpulkan di lapangan, dan menjadi referensi penting apabila diperlukan perbandingan lanjutan terhadap varietas atau kondisi tumbuh lainnya di masa mendatang.

Penggunaan teknik herbarium kering dalam penelitian tanaman padi memiliki nilai yang strategis, terutama sebagai alat dokumentasi morfologis pasca panen. Teknik ini memungkinkan struktur utama tanaman seperti akar, batang, dan malai tetap terjaga dalam keadaan utuh tanpa perlakuan kimia berlebihan. Hal ini sejalan dengan hasil kajian dari Mahmood et al. (2024) yang menyatakan bahwa metode pengeringan yang tepat dapat menjaga struktur morfologi dan kualitas tanaman selama penyimpanan serta memudahkan proses evaluasi visual terhadap varietas padi yang diuji.

Metode herbarium kering menjadi sangat relevan dalam konteks pertanian berkelanjutan karena tidak memerlukan energi tambahan seperti oven atau pengering buatan. Teknik ini juga dinilai efisien dari segi biaya dan dapat dilakukan di lapangan dengan sarana sederhana seperti kertas koran dan tali pengikat. Pengamatan dari penelitian ini menunjukkan bahwa struktur tanaman padi pada kondisi anaerob dan aerob tetap utuh, yang mendukung hasil riset

sebelumnya oleh Damayanto (2022) bahwa dokumentasi morfologis sangat membantu dalam konservasi spesimen dan dapat digunakan sebagai bahan ajar maupun referensi komparatif untuk varietas yang diuji.

Perbedaan visual seperti warna dan tekstur akar pada kondisi anaerob menunjukkan adanya respons adaptasi fisiologis terhadap kekurangan oksigen, sebagaimana dikemukakan dalam studi Jiang et al. (2023), yang menunjukkan bahwa adaptasi tanaman terhadap lingkungan kering maupun tergenang sangat dipengaruhi oleh kemampuan morfologi akar dalam menyerap nutrisi dan bertahan terhadap tekanan lingkungan.

Selain dokumentasi visual, herbarium kering juga memainkan peran penting dalam validasi data morfometrik seperti panjang batang, diameter akar, dan jumlah anakan. Studi yang dilakukan oleh Arya dan Ameena (2016) menunjukkan bahwa dokumentasi pasca panen yang akurat dapat digunakan untuk menilai efektivitas perlakuan budidaya dalam memengaruhi struktur tanaman, khususnya dalam sistem tanam langsung seperti pada kondisi padi gogo atau kering.

Teknik pengeringan alami ini juga dapat dikaitkan dengan pendekatan bioekonomi berkelanjutan. Tonda et al. (2024) menekankan pentingnya pengelolaan limbah tanaman dan sisa panen sebagai bahan dasar bioekonomi, dan herbarium kering merupakan salah satu bentuk dokumentasi dan konservasi bahan hayati untuk keperluan riset lanjutan atau seleksi varietas unggul. Penggunaan herbarium sebagai dokumentasi juga terbukti berguna dalam membandingkan respon varietas terhadap lingkungan berbeda. Bhullar et al. (2016) menyatakan bahwa dokumentasi struktur tanaman secara visual sangat membantu dalam mengamati reaksi tanaman terhadap perlakuan seperti sistem aerasi dan aplikasi nutrisi.

Lebih lanjut, dokumentasi herbarium memudahkan verifikasi hasil panen secara tidak langsung. Misalnya, panjang batang yang tetap utuh setelah dikeringkan dapat digunakan untuk memperkirakan potensi hasil gabah, sebagaimana juga disampaikan oleh Saphi dan Yadav (2019) yang mengaitkan tinggi tanaman dan jumlah malai dengan hasil panen pada sistem tanam langsung.

Studi lainnya oleh Jiang et al. (2022) menunjukkan bahwa adaptasi tanaman terhadap kondisi lingkungan dapat diukur melalui struktur morfologis tanaman yang terdokumentasi, termasuk panjang akar dan distribusi daun. Hasil ini menguatkan penggunaan herbarium sebagai alat bantu pengukuran morfologis yang tidak terpengaruh oleh kelembapan atau kerusakan akibat pembusukan pasca panen.

Dokumentasi herbarium yang dihasilkan dalam penelitian ini, memperlihatkan perbedaan halus antara kondisi aerob dan anaerob, yang dapat dikaitkan dengan adaptasi fisiologis akar terhadap oksigenasi tanah. Hal ini didukung oleh penelitian Fauzi et al. (2024), yang menyebutkan bahwa dalam sistem tanam kering (*dry-seeded rice*), akar tanaman cenderung menunjukkan variasi struktur dan panjang akibat perubahan lingkungan mikro tanah seperti aerasi dan kelembapan. Kemampuan dokumentasi herbarium dalam menangkap perubahan visual akar ini menjadi penting, khususnya dalam identifikasi adaptasi genetik terhadap kondisi lingkungan. Penelitian oleh Sitaresmi et al. (2021), ditemukan bahwa varietas padi yang memiliki sistem akar responsif terhadap kondisi anaerob menunjukkan toleransi lebih tinggi terhadap stres air dan mampu mempertahankan hasil lebih baik.

Visualisasi herbarium juga penting dalam klasifikasi varietas berbasis morfologi, sebagaimana disarankan oleh Pratap et al. (2016), di mana fenotipe tanaman dapat dijadikan indikator ketahanan terhadap tekanan lingkungan seperti *weed competition* atau kekeringan di lahan gogo. Selain itu, herbarium sangat relevan untuk mengevaluasi efektivitas perlakuan agroteknik seperti pemupukan atau pengairan. Seperti diungkap oleh Ahmed et al. (2020), struktur tanaman dapat berubah tergantung pada waktu

aplikasi input pertanian, dan dokumentasi visual pasca panen seperti herbarium dapat membantu dalam menilai efek jangka panjang perlakuan tersebut terhadap morfologi tanaman.

Pada sisi lain, teknik herbarium juga dapat menjadi acuan dalam pengambilan keputusan seleksi varietas unggul untuk dikembangkan pada sistem tanam tertentu. Fauzi et al. (2024) menyarankan pentingnya karakter morfologi akar dan batang sebagai parameter dalam memilih varietas untuk sistem tanam kering seperti *dry-seeded rice*. Penelitian Arya dan Ameena (2016) juga menyebutkan bahwa karakter visual tanaman, seperti warna dan tekstur jaringan akar yang teramati melalui herbarium, dapat berkorelasi dengan aktivitas biologis tanah dan efisiensi penyerapan nitrogen, terutama di tanah yang memiliki kondisi anaerob atau terendam.

Dalam kerangka konservasi, herbarium kering dapat digunakan untuk menyimpan spesimen referensi dari varietas lokal yang tahan terhadap kondisi lingkungan tertentu. Studi oleh Singh dan Singh (2017) mengungkapkan pentingnya menyimpan data visual tanaman dari berbagai musim dan lokasi untuk kebutuhan pemuliaan dan pelestarian plasma nutfah. Teknik ini juga sangat relevan untuk pengembangan kurikulum agronomi berbasis bukti visual. Penggunaan herbarium dalam pendidikan pertanian memungkinkan mahasiswa untuk melakukan identifikasi dan analisis visual terhadap struktur tanaman nyata, sebagaimana dijelaskan oleh Herlambang dan Syarif (2018), yang menyatakan bahwa integrasi bahan visual ke dalam pembelajaran botani memperkuat pemahaman praktis terhadap morfologi tanaman.

Dalam aspek lingkungan, metode herbarium kering juga merupakan pendekatan ramah lingkungan karena tidak menghasilkan limbah kimia dan tidak memerlukan energi tambahan. Hal ini sejalan dengan pendekatan bioekonomi berkelanjutan yang juga dikaji oleh Tonda et al. (2024), bahwa produk berbasis hasil pertanian yang didokumentasikan dan dimanfaatkan secara optimal dapat memperkuat sistem pertanian rendah emisi.

Dengan memperhatikan banyaknya manfaat dari teknik herbarium kering - mulai dari dokumentasi morfologi, validasi data lapangan, seleksi varietas, hingga kontribusi terhadap edukasi dan konservasi - maka dapat disimpulkan bahwa metode ini sangat layak untuk diintegrasikan dalam penelitian agronomi modern. Perpaduan antara data visual herbarium dan data kuantitatif lapangan akan menghasilkan analisis yang lebih komprehensif dan multidimensional terhadap respons tanaman terhadap lingkungan dan perlakuan budidaya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa teknik herbarium kering yang diterapkan dalam penelitian ini terbukti efektif dalam mempertahankan struktur morfologis tanaman padi varietas Inpari 32, baik yang tumbuh pada kondisi anaerob maupun aerob. Struktur batang, akar, dan malai tetap utuh dan dapat diamati secara visual setelah proses pengeringan alami menggunakan kertas koran. Pengamatan lebih lanjut menunjukkan bahwa akar tanaman dari kondisi anaerob tampak lebih gelap dan padat, sedangkan tanaman dari kondisi aerob memiliki akar yang berserat dan kering, yang menggambarkan adanya perbedaan respons fisiologis terhadap lingkungan tumbuh yang berbeda, meskipun keduanya tetap menunjukkan pertumbuhan vegetatif yang sehat. Selain itu, hasil pengamatan terhadap warna daun bendera menggunakan metode Bagan Warna Daun (BWD) pada minggu ke-3 setelah tanam menunjukkan bahwa tanaman pada kedua kondisi memiliki skor warna yang sama, yaitu pada skala ke-2, yang mengindikasikan bahwa ketersediaan nitrogen pada fase awal pertumbuhan telah mencukupi kebutuhan

fisiologis tanaman. Kesamaan skor BWD antara kedua perlakuan menandakan bahwa tanaman padi Inpari 32 memiliki kemampuan adaptasi dan efisiensi penyerapan nitrogen yang baik dalam berbagai kondisi oksigen tanah. Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk dasar yang dilakukan sebelum tanam sudah mencukupi kebutuhan nitrogen hingga minggu ketiga dan belum diperlukan pemupukan tambahan pada fase ini. Oleh karena itu, teknik herbarium kering dan metode BWD dapat dikatakan saling melengkapi dalam memberikan gambaran lengkap mengenai morfologi dan status nutrisi tanaman secara visual, cepat, dan efisien.

Saran

Berdasarkan temuan yang diperoleh, disarankan agar teknik herbarium kering tetap digunakan dalam penelitian morfologis tanaman karena mampu memberikan dokumentasi visual yang berguna sebagai alat evaluasi struktur tumbuhan pasca panen, terutama ketika membandingkan respon tanaman terhadap berbagai perlakuan lingkungan. Dokumentasi ini akan lebih bermakna apabila dilengkapi dengan data kuantitatif seperti panjang batang, volume akar, atau berat kering tanaman untuk mendukung pengamatan visual. Di sisi lain, pengamatan status nitrogen menggunakan Bagan Warna Daun (BWD) sebaiknya dilakukan secara rutin setiap minggu hingga fase generatif untuk memantau kebutuhan aktual nitrogen dan menentukan waktu yang paling tepat untuk pemupukan susulan atau top dressing. Penggunaan metode BWD sangat relevan dalam praktik pertanian karena mudah diterapkan dan tidak memerlukan alat laboratorium, sehingga dapat digunakan oleh petani secara langsung di lapangan. Meskipun demikian, kalibrasi nilai BWD terhadap kebutuhan spesifik varietas dan fase pertumbuhan tetap penting dilakukan agar pemupukan menjadi lebih presisi. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan agar fokus tidak hanya pada nitrogen, tetapi juga pada unsur hara lain seperti fosfor (P) dan kalium (K), serta mempertimbangkan hubungan antara efisiensi serapan nutrisi dengan hasil panen guna memperoleh pemahaman yang lebih menyeluruh terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi.

Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Islam Raden Rahmat Malang yang telah memberikan dukungan fasilitas laboratorium dan izin penggunaan lahan buatan sebagai tempat pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Laboratorium Dasar Universitas Islam Raden Rahmat Malang atas bantuan teknis, sarana, dan prasarana yang sangat membantu selama proses pengamatan dan analisis berlangsung. Penulis tidak lupa menyampaikan apresiasi kepada seluruh rekan-rekan yang telah memberikan arahan, bantuan, serta semangat selama pelaksanaan penelitian ini. Penelitian ini dilaksanakan pada lahan buatan yang berlokasi di Jalan Diponegoro RT/RW: 001/007, Kelurahan Talangsuko, Kecamatan Turen, Kabupaten Malang, Jawa Timur, selama lima bulan dari Maret hingga Agustus 2023, dan seluruh rangkaian kegiatan tidak akan berjalan lancar tanpa dukungan berbagai pihak yang telah disebutkan di atas. Semoga segala bentuk bantuan dan dukungan yang telah diberikan menjadi amal kebaikan dan mendapatkan balasan yang setimpal.

Referensi

Ahmed, M., Hossain, M., Islam, M. Z., & Miah, M. (2020). Response of soil-applied herbicides at different times on weed dynamics in dry-seeded rice. *Journal of Agrochemical Weed Science*, 36(2), 151–159.

Arya, R. L., & Ameena, M. (2016). Herbicides effect on soil enzyme dynamics in direct-seeded rice (Oryza sativa). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 86(8), 1001–1005.

Bhattarai, K., Pandey, K., Marahatta, S., Dhakal, M., Bhusal, N. R., & Thapa, R. (2024). Precision nitrogen management in spring rice (Oryza sativa L.) using decision support tools in Chitwan, Nepal. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*. https://doi.org/10.24925/turjaf.v12i6.955-965.6731.

Bhullar, M. S., Kumar, S., & Yadav, M. (2016). Management of complex weed flora in dry-seeded rice. *Indian Journal of Weed Science*, 48(3), 270–273.

Damayanto, I. P. G. P., Irsyam, A. S. D., Yaman, A., Kartika, Y. A., Tsurayya, S., Ankafia, A., ... & Zulaikha, S. R. (2022). Penelusuran spesimen herbarium dalam jaringan. *BACA: Jurnal Dokumentasi dan Informasi*, *43*(1), 15-32. DOI: 10.14203/j.baca.v43i1.848.

Fatimah, H., Farooq, S., Anwar, T. *et al.* (2024). Assessment of growth, biomass, and carbon sequestration potential of urban tree species in greenbelts. *BMC Plant Biol* **24**, 1199. https://doi.org/10.1186/s12870-024-05935-3.

Fauzi, A. R., Junaedi, A., Lubis, I., Ghulamhdi, M., & Aswidinnoor, H. (2024). KERAGAAN MORFO-FISIOLOGI SERTA KOMPONEN HASIL DAN HASIL GENOTIPE PADI PADA METODE BUDIDAYA TANAM BENIH LANGSUNG LAHAN BASAH. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, *24*(1), 39-46. https://doi.org/10.25181/jppt.v24i1.2741

Herlambang, M., & Syarif, A. (2018). Pemanfaatan herbarium sebagai media pembelajaran sistematika tumbuhan. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 4(1), 45–52.

Jiang, Y., Song, L., Chen, H., & Zhang, T. (2022). Transcriptomic and metabolomic analysis reveals silicon enhances root system development under stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 185, 35–46.

Jiang, Y., Xu, J., & Liu, Q. (2023). Silicon nutrition improves the quality and yield of rice by enhancing root activity. *Journal of Plant Nutrition*, 46(1), 88–97.

Mahmood, A., Liu, J., & Zhang, H. (2024). Influences of emerging drying technologies on rice quality and morphology preservation. *Journal of Cereal Science*, 110, 103689.

Norita, L. (2018). *KAJIAN PERLAKUAN RESIDU Chromolaena odorata dan PENAMBAHAN Chromolaena odorata BARU PADA PERTUMBUHAN TANAMAN PADI (Oryza sativa L)* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Gresik).

Pratap, T., Singh, R. P., & Singh, A. (2016). Herbicides for weed management in direct dry-seeded rice under varying moisture regimes. *Indian Journal of Weed Science*, 48(1), 24–29.

Rasool, R., Singh, P., Akhter, S., & Ramzan, S. (2016). Seedling age and nitrogen application affect on dry matter accumulation, partitioning and nutrient status of rice under temperate conditions. *Journal of Applied and Natural Science,* *8*(2), 743–749. https://doi.org/10.31018/JANS.V8I2.868.

Ruseli, N. R., Syakur, S., & Darusman, D. (2024). Pengaruh Pemberian Biochar Sekam Padi dan Kayu Pulai terhadap Jumlah Emisi Gas Rumah Kaca N2O pada Kedelai Edamame (Glycine max L. Merril). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, *9*(1), 563-576. https://doi.org/10.17969/jimfp.v9i1.28043.

Saphi, D., & Yadav, R. S. (2019). Performance of different herbicides in dry direct-seeded rice under rainfed condition. *Journal of*

Agriculture and Ecology, 9(2), 65–71.

Singh, D. K., & Singh, M. (2017). Evaluation of herbicides efficacy to control the complex weed flora in dry-seeded rice. *Indian Journal of Agronomy*, 62(3), 389–394.

Sitaresmi, T., Kartina, N., Yuningsih, A. F. V., Rumanti, I. A., Susanto, U., & Nugraha, Y. (2021). Penampilan agronomi galur-galur padi sawah tadah hujan toleran kondisi anaerob pada fase perkecambahan. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, *49*(1), 7-15. https://doi.org/10.24831/jai.v49i1.34187.

Triyani, Y., & Kusuma, A. D. (2022). Aplikasi Penentuan Dosis Kebutuhan Pupuk Nitrogen Berdasarkan BWD Pada Tanaman Padi. *Jurnal Komputer Terapan*, *8*(2), 324-335.

Tonda, A. A., Setyobudi, R. H., & Widiastuti, R. (2024). Dried rice for alternative feed as a waste management strategy in bio-circular economy. *Journal of Sustainable Agriculture and Environment*, 12(1), 42–53.