

PENINGKATAN OKSIGEN PADA TANAMAN PADI DENGAN SISTEM AERASI SEDERHANA

Oxygen Enhancement In Rice Plants With Simple Aeration System

Sri Wahyuni^{1,*}, Irawadi¹, Bhaskara Anggarda²

¹ Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman

² Research Greenhouse, Edufarmers Foundation International

* Email: sri.w@mhs.unsoed.ac.id

DOI: <http://dx.doi.org/10.20884/1.jaber.2026.7.1.16919>

Naskah ini diterima pada 7 Juli 2025; revisi pada 24 Mei 2026;
disetujui untuk dipublikasikan pada 26 Juni 2026

ABSTRAK

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) merupakan komoditas penting yang berperan dalam menyokong pangan nasional karena berfungsi sebagai sumber bahan makanan pokok. Pada lahan sawah tergenang, suplai oksigen ke akar tanaman mengalami penurunan tajam (anoksia) dan kondisi dimana berkurangnya suplai oksigen jaringan dibawah level normal (hipoksia) akan menyebabkan proses metabolisme terganggu pada akhirnya menurunkan hasil panen. Inovasi sistem aerasi sederhana menawarkan solusi dengan meningkatkan kadar oksigen di zona perakaran, dengan menciptakan gelembung-gelembung halus udara yang naik melalui air. Penelitian ini menggunakan rancangan split plot dengan rancangan dasar yaitu RAKL (Rancang Acak Kelompok Lengkap) dan ulangan sebanyak 3 kali. Main plot terdiri dari 3 periode aerasi yaitu 0% aerasi, 50% aerasi dan 100% aerasi. Subplot terdiri dari 2 varietas padi yaitu padi Mapan P05 dan padi Inpari 32. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sistem aerasi pada perlakuan 100% aerasi memberikan hasil terbaik pada kadar oksigen terlarut (6,2 mg/L), konduktivitas listrik (0,57 dS/m), total padatan terlarut (284,1 ppm), konsumsi energi aerator (90,7 kWh), tingkat kehijauan daun (33,1), volume akar (101,5 mL), bobot segar akar (93,6 g), bobot kering akar (29,8 g) dan indeks panen (82,9%). Pada perlakuan varietas, Mapan P05 memberikan hasil terbaik pada volume akar (104,8 mL), bobot segar akar (97,2 g), bobot kering akar (29,5 g) dan panjang akar (37,9 cm).

Kata kunci: aerasi, oksigen, padi

ABSTRACT

Rice (*Oryza sativa* L.) is an important commodity that plays a role in supporting national food because it serves as a source of staple food. In flooded paddy fields, the oxygen supply to the plant roots is sharply reduced (anoxia) and a condition where the reduced tissue oxygen supply is below normal levels (hypoxia) will cause metabolic processes to be disrupted and ultimately reduce crop yields. A simple aeration system innovation offers a solution by increasing oxygen levels in the root zone, by creating fine bubbles of air that rise through the water. This study used a split plot design with a basic design of RAKL (Randomized Complete Group Design) and 3 replications. The main plot consisted of 3 aeration periods: 0% aeration, 50% aeration and 100% aeration. The results showed that the use of aeration system in 100% aeration treatment gave the best results on dissolved oxygen content (6.2 mg/L), electrical conductivity (0.57 dS/m), total dissolved solids (284.1 ppm), aerator energy consumption (90.7 kWh), leaf greenness level (33.1), root volume (101.5 mL), root fresh weight (93.6 g), root dry weight (29.8 g) and harvest index (82.9%). While in the variety treatment, Mapan P05 gave the best results in root volume (104.8 mL), root fresh weight (97.2 g), root dry weight (29.5 g) and root length (37.9 cm).

Keywords: aeration, oxygen, rice

PENDAHULUAN

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) adalah tanaman penghasil beras yang berperan penting dalam menyokong pangan nasional sebagai sumber bahan makanan pokok. Upaya memenuhi kebutuhan pangan melalui peningkatan produktivitas tanaman padi terus menjadi prioritas utama. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2024), produksi padi pada tahun 2024 diperkirakan sebesar 52,66 juta ton GKG (gabah kering giling), mengalami penurunan sebanyak 1,32 juta ton GKG atau 2,45% dibandingkan produksi padi di tahun 2023. Menurut Maulana (2017), produksi padi di Indonesia belum mencukupi kebutuhan konsumsi karena peningkatan kebutuhan beras tidak diimbangi dengan perluasan atau peningkatan area lahan, sehingga produksi cenderung menurun.

Lebih dari 90% penduduk bergantung pada beras sebagai sumber energi utama. Hal ini menjadikan padi sebagai komoditas strategis yang berperan penting dalam ketahanan pangan nasional, perekonomian serta dasar revitalisasi pertanian masa depan (Abbas dkk., 2018). Ketersediaan oksigen yang cukup di zona perakaran sangat penting untuk pertumbuhan tanaman padi. Pada lahan sawah tergenang, suplai oksigen ke akar tanaman yang mengalami penurunan tajam akan menyebabkan kondisi anoksia (Santhiawan & Suwardike, 2019). Kondisi anoksia mengakibatkan perubahan kinerja akar seperti terganggunya aktivitas respirasi aerobik, penurunan produksi energi (ATP) dalam sel akar, menghambat aliran gula dalam floem dan transfortasi xylem (Peuke dkk., 2015). Sedangkan kondisi dimana berkurangnya suplai oksigen jaringan dibawah level normal disebut hipoksia, menyebabkan proses metabolisme terganggu mengakibatkan menurunnya hasil panen (Al Habib dkk., 2019). Kondisi hipoksia meningkatkan transportasi auksin di puncak akar yang berpengaruh pada proses pembengkokan akar (Eysholdt & Sauter, 2017). Hipoksia pada akar padi menyebabkan penurunan laju aerobik sehingga energi yang dihasilkan lebih sedikit dan mengakibatkan akumulasi produk beracun seperti etanol dan asam asetat (Insani dkk., 2021).

Inovasi sistem aerasi sederhana dapat meningkatkan kadar oksigen di zona perakaran sekaligus memanfaatkan karbondioksida yang dihasilkan dari proses dekomposisi bahan organik tanah menjadi penting untuk dikembangkan. Sistem aerasi membantu proses penambahan oksigen dalam air, dengan menciptakan gelembung-gelembung halus udara yang naik melalui air (Rasman & Saleh, 2016). Sistem ini diharapkan dapat dijadikan solusi terjangkau dan mudah diterapkan oleh petani untuk meningkatkan produktivitas pertumbuhan dan hasil padi.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di greenhouse penelitian Edufarmers Foundation International, Kelurahan Mlese, Kecamatan Ceper, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah pada ketinggian 151 mdpl.

Alat dan Bahan

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: DO meter, EC meter, TDS meter, pH meter, SPAD (*Soil Plant Analysis Development*), *airpump* dan *airstone*. Bahan utama yang digunakan yakni polybag, bibit padi, pupuk, insektisida dan fungisida.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan split plot dengan rancangan dasar yaitu RAKL (Rancang Acak Kelompok Lengkap) dan ulangan sebanyak 3 kali. *Main plot* terdiri dari 3 periode aerasi yaitu 0% aerasi (kontrol), 50% aerasi dan 100% aerasi. *Subplot* terdiri dari 2 varietas padi yaitu Mapan P05 dan Inpari 32. Jumlah satuan percobaan yang dilakukan yakni 18 kali percobaan.

Variabel dan Pengukuran

Variabel yang diamati meliputi kadar oksigen terlarut, konduktivitas listrik, pH tanah, total padatan terlarut, konsumsi energi aerator, temperatur air, volume akar, tingkat kehijauan daun, bobot segar akar, bobot kering akar, panjang akar terpanjang dan indeks panen.

Analisis Data

Data hasil pengamatan diolah dengan software SAS terhadap Uji ANOVA taraf kesalahan 5%, jika hasil berbeda nyata dilanjut dengan menggunakan Uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) taraf kesalahan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis variabel pertumbuhan, hasil, kimia tanah dan air (Tabel 1) menunjukkan faktor sistem aerasi berpengaruh nyata pada variabel hasil yaitu bobot kering akar, kadar oksigen terlarut, konduktivitas listrik, total padatan terlarut dan konsumsi energi. Faktor varietas padi memberikan pengaruh nyata pada variabel tingkat kehijauan daun, volume akar, bobot segar akar, bobot kering akar, konduktivitas listrik dan total padatan terlarut. Selain itu, perlakuan interaksi sistem aerasi dengan varietas berpengaruh nyata pada variabel bobot kering akar.

Tabel 1. Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan penggunaan sistem aerasi dan varietas terhadap variabel pengamatan

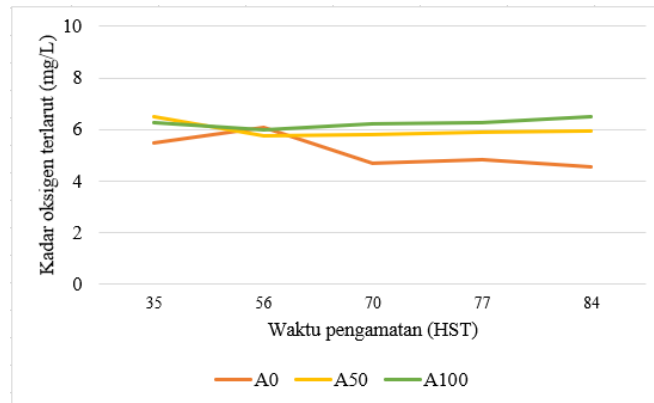
Perlakuan	Sistem Aerasi (A)	Varietas (V)	Interaksi (AV)
Tingkat kehijauan daun	tn	**	tn
Volume akar	tn	**	tn
Bobot segar akar	tn	**	tn
Bobot kering akar	*	**	*
Panjang akar terpanjang	tn	tn	tn
Indeks panen	tn	tn	tn
Kadar oksigen terlarut	**	tn	tn
Konduktivitas listrik	**	*	tn
pH tanah	tn	tn	tn
Total padatan terlarut	*	*	tn
Temperatur air	tn	tn	tn
Konsumsi energi aerator	*	tn	tn

Keterangan: ** = berpengaruh sangat nyata pada $p=0,01$; * = berpengaruh nyata pada $p=0,05$; tn= tidak berpengaruh nyata pada $p=0,05$.

Tabel 2. Pengaruh penggunaan sistem aerasi terhadap variabel pengamatan.

Sistem Aerasi	Variabel				
	KOT (mg/L)	KL (dS/m)	TPT (ppm)	KE (kWh)	BKA (g)
A0	5,1c	0,52b	258,5b	0c	20,1b
A50	5,9b	0,55a	275,5ab	45,3b	23,0ab
A100	6,2a	0,57a	284,1a	90,7a	29,8a

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata berdasarkan Duncan Multiple Range Test pada $\alpha = 5\%$. KOT= kadar oksigen terlarut, KL= konduktivitas listrik, TPT= total padatan terlarut, KE= konsumsi energi aerator, BKA= bobot kering akar.



Gambar 1. Kadar oksigen terlarut pada penggunaan sistem aerasi.

Berdasarkan analisis menunjukkan bahwa penggunaan sistem aerasi memberikan pengaruh nyata terhadap lima variabel pengamatan. Perlakuan A100 menghasilkan nilai tertinggi untuk semua variabel yang diukur. Pada kadar oksigen terlarut, perlakuan 100% aerasi memiliki nilai tertinggi dengan rata-rata 6,2 mg/L disusul perlakuan 50% aerasi dan 0% aerasi dengan rata-rata 5,9 mg/L dan 5,1 mg/L, hal ini sesuai dengan penelitian Rosariawari dkk. (2018), yang menyatakan bahwa kadar oksigen terlarut pada air semakin meningkat seiring dengan bertambahnya durasi penggunaan sistem aerasi.

Konduktivitas listrik menunjukkan perbedaan yang nyata antara perlakuan 100% aerasi dan 50% aerasi dibandingkan dengan perlakuan 0% aerasi, sejalan dengan penelitian Irwan dkk. (2016), menyatakan bahwa aerasi meningkatkan kadar oksigen terlarut yang mengoksidasi mineral terlarut menghasilkan ion-ion baru seperti bikarbonat dan hidrogen yang meningkatkan konduktivitas listrik. Total padatan terlarut tertinggi pada perlakuan 100% aerasi dengan rata-rata 284,1 ppm signifikan meningkat dibandingkan 0% aerasi, hal ini selaras dengan penelitian Sutanto dkk. (2023), peningkatan ini terjadi karena oksigen mengoksidasi mineral dalam air menghasilkan ion baru yang mudah larut. Konsumsi energi tertinggi pada perlakuan A100 menunjukkan investasi energi tersebut memberikan hasil optimal. Terakhir Bobot kering akar meningkat 32,5% pada A100 dibandingkan A0, mengindikasikan perbaikan pertumbuhan akar akibat peningkatan oksigen, sesuai dengan penelitian Junianti dkk. (2020), menyatakan bahwa peningkatan bobot akar dipengaruhi oleh kemampuan akar menyerap hara dan air untuk proses fotosintesis.

Tabel 3. Pengaruh perbedaan varietas terhadap variabel pengamatan

Varietas	Variabel					
	KL (dS/m)	TPT (ppm)	KD (mg/g)	VA (mL)	BSA (g)	BKA (g)
V1	0,53b	264,5b	30,9b	104,8a	97,2a	29,5a
V2	0,57a	281,0a	34,4a	69,5b	65,4b	19,1b

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata berdasarkan *Duncan Multiple Range Test* pada $\alpha = 5\%$. KL= konduktivitas listrik, TPT= total padatan terlarut, KD= kehijauan daun, VA= volume akar, BSA= bobot segar akar, BKA= bobot kering akar.

Berdasarkan hasil analisis, terdapat perbedaan respon berbeda nyata antara dua varietas terhadap variabel pengamatan. Varietas Inpari 32 menunjukkan nilai konduktivitas listrik, total padatan terlarut dan klorofil daun yang berpengaruh nyata lebih tinggi dibandingkan varietas Mapan P05, dengan rata-rata 0,57 dS/m, 281 ppm dan 34,4 mg/g. Tingginya nilai konduktivitas listrik pada perlakuan varietas Inpari 32 menandakan bahwa kandungan unsur hara pada tanah atau air sebagai media tanam dari varietas tersebut lebih tinggi (Subandi dkk., 2015). Klorofil daun inpari 32 lebih tinggi dibandingkan mapan P05 mengindikasikan memiliki kemampuan fotosintesis yang lebih baik. Hal ini sejalan dengan penelitian Adwiyanti dkk. (2022) menyatakan

bahwa padi Inpari 32 memiliki tingkat kehijauan daun dan klorofil lebih tinggi dibandingkan varietas lainnya. Sedangkan varietas Mapan P05 menunjukkan nilai volume akar, bobot segar akar dan bobot kering akar yang berpengaruh nyata tertinggi, dengan rata-rata 104,8 ml, 97,2 g dan 29,5 g.

Varietas Inpari 32 memiliki sistem perakaran yang kurang berkembang terlihat dari lebih rendahnya pada variabel volume akar, BSA dan BKA. Pernyataan ini didukung oleh penelitian Murtalaksono & Apriyani (2023) menunjukkan bahwa bobot segar akar meningkat karena kemampuan akar menyerap air yang tersedia dalam tanah. Pola pertumbuhan ini mengindikasikan perbedaan strategi adaptasi kedua varietas yang digunakan. Varietas Mapan P05 menginvestasikan perkembangan sistem perakaran, sesuai dengan penelitian Syarifah dkk. (2021) yang menunjukkan varietas Mapan P05 responsive terhadap pemupukan yang akan meningkatkan pertumbuhan akar. sementara Inpari 32 lebih mengalokasikan untuk perkembangan fisiologi daun.

Tabel 4. Interaksi pengaruh aerasi pada varietas padi Mapan P05 dan Inpari 32 terhadap bobot kering akar (g)

V/A	A0	A50	A100
V1	23,5b	24,4b	40,5a
V2	16,7b	21,6b	19b

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata berdasarkan *Duncan Multiple Range Test* pada $\alpha = 5\%$. V = Varietas, A = Sistem Aerasi, V1 = Mapan P05, V2 = Inpari 32, A0 = 0% aerasi, A50 = 50% aerasi dan A100 = 100% aerasi.

Berdasarkan hasil analisis (Tabel 4) menunjukkan bahwa perlakuan 100% aerasi menghasilkan bobot kering akar terbaik pada tanaman padi Mapan P05 yaitu dengan rata-rata 40,5 g. Perlakuan 50% aerasi menghasilkan bobot kering akar terbaik pada varietas yang sama seperti perlakuan 100% aerasi yakni padi Mapan P05 dengan rerata sebesar 24,4 g. Terakhir perlakuan 0% aerasi atau kontrol menghasilkan bobot kering akar terbaik pada tanaman padi Mapan P05 yaitu 23,5 g. Varietas Mapan P05 menunjukkan respons positif terhadap peningkatan penggunaan aerasi, dengan peningkatan nilai dari 23,5 pada 0% aerasi menjadi 24,4 pada 50% aerasi, dan meningkat tajam menjadi 40,5 pada 100% aerasi. Pernyataan diatas sesuai dengan penelitian Wendi (2017) menyatakan bahwa penggunaan aerator mampu meningkatkan kadar oksigen terlarut (*dissolved oxygen content*) yang memperlancar proses respirasi dan optimalisasi penyerapan hara oleh tanaman, sehingga meningkatkan pertumbuhan tanaman secara keseluruhan.

Menurut Krisna dkk. (2017), pertumbuhan akar dan pengambilan nutrisi oleh akar memerlukan energi yang dihasilkan dari proses respirasi yang membutuhkan oksigen. Jika oksigen tidak tersedia dalam jumlah yang cukup untuk respirasi, maka akar tidak dapat menyerap air dan nutrisi, yang pada akhirnya menyebabkan keterlambatan pertumbuhan dan kematian akar. Sedangkan pada varietas padi Inpari 32 hasil terbaik ditunjukkan pada perlakuan 50% aerasi. Menurut Lin dkk. (2021), pertumbuhan panjang akar padi di masa pertumbuhannya terbantu oleh oksigen, yang mendorong perkembangan aerenkim. Ketika oksigen tidak cukup, akar tidak tumbuh panjang, hal ini menandakan bahwa oksigen sangat penting untuk pertumbuhan akar yang baik, terutama saat daun tumbuh dari kedalaman air yang bervariasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa variasi penggunaan sistem aerasi memberikan hasil kadar oksigen terlarut tertinggi pada 100% sistem aerasi dengan rata-rata 6,2 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan sistem aerasi efektif dalam meningkatkan kadar oksigen terlarut pada tanaman padi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, W., Riadi, M., & Ridwan, I. (2018). Respon tiga varietas padi (*Oryza sativa* L.) pada berbagai sistem tanam legowo. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Agrokompleks*, 45-55.
- Adwiyani, P., Melati, M., & Sunarti, T. C. (2022). Respon morfologi dan fisiologi lima varietas padi pada pemberian pupuk organik diperkaya mikroba. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 50(1), 26-32.
- Al Habib, I. M., Zuhro, F., & Tamala, U. (2019). Efek persentase genangan air terhadap waktu pada hipoksia beberapa aksesori tembakau (*Nicotiana tabacum* L.). *BIO-CONS: Jurnal Biologi dan Konservasi*, 1(2), 73-81.
- Eysholdt, E., & Sauter, M. (2017). Root bending is antagonistically affected by hypoxia and erf-mediated transcription via auxin signaling. *Plant Physiology*, 175(1), 412-423.
- Insani, N. N., Darmanti, S., & Saptiningsih, E. (2021). Pengaruh durasi penggenangan terhadap pertumbuhan vegetatif dan waktu berbunga cabai merah keriting *Capsicum annum* (L.) varietas jacko. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 6(2), 104-114.
- Irwan, F., Afdal., & Arlindia, I. (2016). Kajian hubungan konduktivitas listrik dengan konsentrasi padatan terlarut pada air permukaan. *Jurnal Prosiding Seminar Nasional Fisika*, 6, 7-10.
- Junianti, E., Proklamasiningsih, E., & Purwanto, P. (2020). Efek inokulasi pgpr terhadap pertumbuhan tanaman padi fase vegetative di media salinitas tinggi. *Jurnal Agro*, 7(2), 193-202.
- Lin, C., Ogorek, L. L. P., Pedersen, O., & Sauter, M. (2021). Oxygen in the air and oxygen dissolved in the floodwater both sustain growth of aquatic adventitious roots in rice. *Journal of Experimental Botany*, 72(5), 1879-1890.
- Maulana, W. (2017). Respon beberapa varietas padi (*Oryza sativa* L.) terhadap serangan hama penggerek batang padi dan walang sangit (*Leptocorisa acuta* thubn.). *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 10(1), 21-27.
- Murtalaksono, A., & Apriyani, M. (2023). Pengaruh pemberian arang sekam padi dan arang tempurung kelapa terhadap pertumbuhan akar tanaman kacang putih (*Vigna unguiculata*). *Agro Tatanen: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 5(2), 54-58.
- Peuke, A. D., Gessler, A., Trumbore, S., Windt, C. W., Homan, N., Gerkema, E., & Van As, H. (2015). Phloem flow and sugar transport in *ricinus communis* L. is inhibited under anoxic conditions of shoot or roots. *Plant, Cell & Environment*, 38(3), 433-447.
- Rasman, R., & Saleh, M. (2016). Penurunan kadar besi (Fe) dengan sistem aerasi dan filtrasi pada air sumur gali (eksperimen). *HIGIENE: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 2(3), 159-167.
- Rosariawari, F., Wahjudijanto, I., & Rachmanto, T. A. (2018). Peningkatan efektifitas aerasi dengan menggunakan micro bubble generator (mbg). *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 8(2), 89.
- Santhiawan, P., & Suwardike, P. (2019). Adaptasi padi sawah (*Oryza sativa* L.) terhadap peningkatan kelebihan air sebagai dampak pemanasan global. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 2(2), 130-144.
- Subandi, M., Salam, N. P., & Frasetya, B. (2015). Pengaruh berbagai nilai ec (*electrical conductivity*) terhadap pertumbuhan dan hasil bayam (*amaranthus* sp.) pada hidroponik sistem rakit apung (*floating hydroponics system*). *Jurnal Istek*, 9(2), 136-152.
- Sutanto, S., Supriyanto, T., & Widjajanto, D. (2023). Pengaruh penyaringan padatan terlarut terhadap oksigen terlarut pada proses aerasi air kolam ikan. *In Seminar Nasional Inovasi Vokasi*, 2, 204-212.
- Syarifah, R. N. K., Ulinuha, Z., & Purwanto, P. (2021). Pengaruh pemupukan N terhadap serapan dan efisiensi penggunaan N, serta hasil padi hibrida. *Jurnal Agro*, 8(2), 262-273.
- Wendi, A. (2017). Kajian aplikasi aerator terhadap pertumbuhan dan hasil bayam hijau dan bayam merah secara hidroponik. *Skripsi*.