

Pengaruh Aplikasi Mikroba terhadap Fisiologis Beberapa Varietas Padi Fase Vegetatif pada Kondisi Salin Tergenang

Effect of Microbial Application on Physiology of Vegetative Phase Rice Varieties In Saline Submerged Conditions

Ubad Badrudin¹, Munif Ghulamahdi^{2*}, Bambang S Purwoko², Etty Pratiwi³

¹Agronomy and Horticulture Study Program, Postgraduate, IPB University, Bogor

²Department of Agronomy and Horticulture, Faculty of Agriculture, IPB University, Bogor

³Pusat Food Crop Research Center, Agricultural and Food Research Institute, National Research and Innovation Agency (BRIN), Cibinong, Indonesia

*Corresponding author email: mghulamahdi@yahoo.com

Article history: submitted: March 3, 2023; accepted: November 28, 2023; available online: November 30, 2023

Abstract. Rice is a staple food in Indonesia whose production must be increased in line with the increasing population. Productive land is converted for non-agricultural purposes, which causes the availability of land for agriculture to be increasingly narrowed. The alternative solution is suboptimal land (saline submerged land). However, this land can inhibit plant growth and production due to the high osmotic pressure and electrical conductivity and the low availability of oxygen needed by plants. One of the efforts is by applying microbes biological fertilizers, and adaptive and tolerant rice varieties. Biofertilizers are able to improve saline-submerged conditions by fixing N, dissolving phosphate and potassium, and producing growth hormones. The aim of the study was to determine the effect of microbes on the agronomic and physiological aspects of several rice varieties under saline-submerged conditions. The research was from September to December 2022. The experimental design used a Randomized Block Design with two factors, namely the type of microbial consortium (without microbes/M0; microbial consortium 1/M1; microbial consortium 2/M2; microbial consortium 3/M3), and rice varieties (Pokkali/V1; Biosalin 2 Agritan/V2; IR 29/V3). Variable observations of plant height, number of tillers, chlorophyll (SPAD), number of stomata, chlorophyll a, chlorophyll b, proline, SOD enzymes, photosynthetic rate, stomatal conductance, and transpiration rate. Data were analyzed by the F test, if significantly different then continued with the 5% DMRT test. The results showed that the microbial consortium had a very significant effect on the levels of proline, chlorophyll a, and chlorophyll b, while rice varieties on plant height, number of stomata, and transpiration rate had a very significant effect, but there was no interaction in all the observed variables.

Keywords: *microbe; paddy; saline; submerged; vegetative phase*

Abstrak. Padi merupakan makanan pokok di Indonesia yang produksinya harus ditingkatkan seiring bertambahnya jumlah penduduk. Lahan produktif beralih fungsi untuk kepentingan nonpertanian yang menyebabkan ketersediaan lahan untuk pertanian semakin sempit. Alternatif solusinya pemanfaatan lahan suboptimal (lahan salin menggenang). Tetapi, lahan ini dapat menghambat pertumbuhan dan produksi tanaman karena tingginya tekanan osmotik dan daya hantar listrik serta rendahnya ketersediaan oksigen yang dibutuhkan tanaman. Salah satu upayanya dengan aplikasi mikroba (pupuk hayati) dan varietas padi adaptif dan toleran. Pupuk hayati mampu memperbaiki kondisi salin menggenang dengan memfiksasi N, melarutkan fosfat dan kalium, memproduksi hormon pertumbuhan. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh mikroba terhadap aspek fisiologi beberapa varietas padi pada kondisi salin menggenang. Penelitian berlangsung mulai bulan September-Desember 2022. Perancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan dua faktor, yaitu jenis konsorsium mikroba (tanpa mikroba/M0; konsorsium mikroba 1/M1; konsorsium mikroba 2/M2; konsorsium mikroba 3/M3), dan varietas padi (Pokkali/V1; Biosalin 2 Agritan/V2; IR 29/V3). Variabel pengamatan tinggi tanaman, jumlah anakan, klorofil (SPAD), jumlah stomata, klorofil a, klorofil b, prolin, enzim SOD, laju fotosintesis, konduktansi stomata, dan laju transpirasi. Data dianalisis dengan uji F, apabila berbeda nyata dilanjutkan dengan uji DMRT 5%. Hasil penelitian menunjukkan konsorsium mikroba berpengaruh sangat nyata terhadap kadar prolin, klorofil a, dan klorofil b, sedangkan varietas padi pada tinggi tanaman, jumlah stomata, dan laju transpirasi berpengaruh sangat nyata, namun tidak terdapat interaksi pada semua variabel pengamatan.

Kata kunci: fase vegetatif; menggenang; mikroba; padi; salin

PENDAHULUAN

Ketahanan pangan yang berkelanjutan harus didukung oleh ketersediaan lahan sawah yang memadai, karena 92% beras dihasilkan dari lahan sawah tersebut (Suryadi et al., 2021). Secara umum pertumbuhan lahan sawah di pulau Jawa negatif, artinya ketahanan pangan di Indonesia bermasalah karena pulau Jawa sebagai penghasil pangan yang utama (Makbul et al., 2021). Oleh karena itu, harus dicari lahan yang potensial untuk peningkatan produksi pangan. Salah satu lahan suboptimal yang memiliki potensi dan dapat dikembangkan untuk budidaya padi sawah yaitu lahan salin menggenang. Meskipun lahan tersebut mengancam bagi pertanian modern dan produksi pangan (Thaker et al., 2021; Zhao et al., 2020) dan karakternya dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Hailu & Mehari, 2021; Okon, 2019; Ariadi et al., 2022a), karena dapat meningkatkan tekanan osmotik (potensial osmotik menjadi turun) (Thaker et al., 2021; K. Yan et al., 2013) dan daya hantar listrik tinggi (Djajadi et al., 2020), serta menyebabkan tanaman menjadi keracunan, kemudian terjadi ketidakseimbangan nutrisi, dan adanya cekaman oksidatif (K. Yan et al., 2013), serta berkurangnya kadar oksigen yang dibutuhkan oleh tanaman akibat lahan menggenang. Aslam et al. (2017) menyebutkan tanah salin memiliki sifat yaitu daya hantar listriknya lebih dari 4 dsm⁻¹. Rajanna et al. (2018) menuliskan bahwa tanaman yang terendam akan mengalami kematian karena tidak terjadi pertukaran gas atmosfer seperti CO₂ dan O₂. Namun lahan salin menggenang khususnya yang terdapat di Indonesia luasannya semakin meningkat dan bertambah setiap tahunnya. Hal ini terjadi karena pemanasan global yang menyebabkan tingginya muka air laut (Shukla et al., 2021) dan mengalami intrusi air laut ke lahan pertanian (Thaker et al., 2021). Lahan salin di Indonesia luasnya mencapai 12,02 juta (Karolinoerita & Yusuf, 2020), sedangkan lahan tergenang seluas 34

juta ha (Sulaiman et al., 2019). Lahan tersebut berpotensi dimanfaatkan untuk budidaya tanaman padi, karena padi dapat tumbuh pada kondisi salin dengan batasan 3 dSm⁻¹, namun ada yang toleran sampai kurang dari 12 dSm⁻¹ tergantung varietasnya (Mondal et al., 2013). Tanah salin merupakan sumber yang penting untuk pertanian karena menyediakan tempat yang khusus untuk mikroorganisme baru yang toleran salin dan dapat memacu pertumbuhan tanaman serta memperbaiki kondisi lahan yang rusak (G. Zhang et al., 2023). Selama ini lahan produktif untuk pertanian beralih fungsi untuk kepentingan bukan pertanian, seperti permukiman dan perekonomian (Dwipradnyana et al., 2015; Hadistian et al., 2021), sarana transportasi, pusat industri, pusat perbelanjaan dan kegiatan lainnya (Prihatin, 2015; Ariadi et al., 2022b) sehingga terjadi penyempitan lahan terutama lahan sawah semakin berkurang (Handoyo, 2010).

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan makanan pokok bagi setengah penduduk dunia (Shrestha et al., 2020) yang ditanam mayoritas di Asia dengan luas sekitar 150 juta hektar (Mitiku et al., 2022) dan mengandung karbohidrat yang berfungsi sebagai sumber energi utama dalam tubuh (Purwidiani et al., 2018). Produksi padi harus selalu ditingkatkan untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat. Secara umum terjadi kekurangan pangan sebanyak 804 juta orang pada tahun 2016 dan meningkat menjadi 821 juta orang pada tahun 2017 dan kondisi yang sama terjadi di wilayah Asia yang mengalami peningkatan sebesar 1 juta orang (Firdaus et al., 2020). Teknologi alternatif yang dapat dikembangkan adalah pengembangan dan aplikasi mikroba sebagai pupuk hayati yang mampu mengendalikan dampak negatif dari kondisi marjinal tersebut. Mikroba (pupuk hayati) mampu meningkatkan toleransi tanaman terhadap garam dan mengurangi salinitas tanah (Machado & Serralheiro, 2017), meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Ansari et al., 2017),

berperan penting dalam penyediaan hara dalam tanah (Rahayu et al., 2021), dan memperbaiki lahan (Prihodko et al., 2020). Menurut Zameer et al. (2016) strain *Bacillus megaterium* memiliki potensi untuk menginduksi toleransi garam dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Disamping itu, Susilowati et al. (2015) menyatakan strain *Bacillus* paling dominan dalam memfiksasi N, pelarut fosfat dan selulase serta produksi *indole acetic acid* (IAA). Hasil penelitian Shultana et al. (2020) melaporkan bahwa *Bacillus tequilensis* dan *Bacillus aryabhatai* cocok sebagai biofertilizer untuk tanaman padi pada kondisi salin. Selanjutnya Murniati et al. (2022) menambahkan bahwa variasi yang tinggi ditunjukkan oleh cendawan endofit dalam menghasilkan IAA dan GA sebagai hormon pemacu pertumbuhan pada jenis padi yang berbeda.

Inovasi lainnya adalah dapat dikembangkan varietas padi sawah yang berkemampuan untuk adaptasi dan toleran pada kondisi salin menggenang. Zhao et al. (2020) menyarankan cara yang tepat untuk memanfaatkan lahan yang tercekam dengan budidaya tanaman toleran. Varietas padi yang adaptif dan toleran terhadap lahan marginal mempunyai karakter yang ditunjukkan dari aspek fisiologinya. Aspek fisiologi dari tanaman dapat dipelajari sebagai respon dan indikator tingkat toleransi tanaman terhadap cekaman salinitas (Hailu & Mehari, 2021; Purwaningrahayu, 2016). Menurut Nasrudin et al. (2022) konsentrasi NaCl mempengaruhi perbandingan akar pucuk, peningkatan konsentrasi NaCl menurunkan rasio akar pucuk saat panen. Selanjutnya Yan et al. (2013) melaporkan bahwa sifat fisiologi tanaman yang ditumbuhkan pada kondisi salin dapat diselidiki melalui dua tahap yaitu pertama adalah efek negatif dinilai dari cekaman garam pada biomassa, hasil panen dan fotosintesis, kemudian yang kedua berhubungan dengan pengaturan osmotik, respon antioksidan dan ion homeostasis. Nasrudin & Isnaeni (2022)

melaporkan bahwa sifat agronomi, fisiologi dan biokimia dari tanaman padi yang ditanam pada lahan salin menjadi rendah. Respon tanaman padi terhadap kondisi salin menggenang ditunjukkan oleh sifat agronomi, fisiologi dan biokimia. Karakter fisiologi tanaman terganggu diakibatkan oleh tekanan osmotik dan ionik tinggi, dan nutrisi yang tidak seimbang (Shahriar-Tareq et al., 2021; Soeprapto et al., 2023) serta aspek biokimia dengan dihasilkan metabolit sekunder, dan luas daun menurun (Arifiani et al., 2018), meningkatkan biosintesis dan akumulasi osmolit yang sesuai seperti gula, prolin, glisin betain, poliamina, dan protein (Liu et al., 2022). Sujinah et al. (2020) melaporkan tingkat adaptasi tanaman terhadap cekaman rendaman stagnan dipengaruhi oleh karakter agronomi dan fisiologi, seperti pertambahan tinggi tanaman, laju pemanjangan batang, pembentukan aerenkim, perpanjangan umur berbunga, pengurangan jumlah anakan, klorofil, karbohidrat nonstruktural, jumlah gabah per malai, dan persentase gabah isi. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh mikroba terhadap aspek fisiologi beberapa varietas padi pada kondisi salin menggenang.

METODE

Penelitian dilaksanakan di rumah plastik Fakultas Pertanian Universitas Pekalongan, Pekalongan yang berlokasi di kelurahan Podosugih kecamatan Pekalongan Barat, Kota Pekalongan, Jawa Tengah dengan ketinggian tempat 7 m di atas permukaan laut (mdpl). Penelitian dilakukan dari bulan September-Desember 2022. Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini tanah salin, air asin, pupuk kandang ayam, urea, SP36, KCl, konsorsium mikroba, varietas padi Pokkali, Biosalin 2 Agritan, IR 29, alkohol 70%, alkohol 95%, kulkas, freezer, ember plastik ukuran tinggi 43 cm dan diameter 52 cm, *hand sprayer*, gayung, gelas ukur, erlenmeyer, *seed counter*, nampan plastik, autoklav, *Laminair Air Flow Cabinet*, *Plant Chlorophyll Meter TYS-B*,

Portable Licor 6400 xt, water quality tester, timbangan, oven, alat-alat laboratorium pendukung.

Pelaksanaan penelitian diawali dengan persemaian benih yang dilaksanakan dua tahap persemaian, persemaian pertama dilaksanakan selama 20 hari kemudian dipindah ke persemaian kedua selama 25 hari. Aplikasi pupuk kandang ayam dengan dosis 20 ton.ha⁻¹ di persemaian pertama dan 2 ton.ha⁻¹ di persemaian kedua. Benih sebelum disemai dilakukan sterilisasi permukaan dengan NaOCL 0.5%. Sebelum pindah tanam telah disiapkan terlebih dahulu media tanam dengan menggunakan tanah salin yang sudah dikeringanginkan kemudian ditumbuk halus dan setiap ember dimasukkan tanah salin tersebut sebanyak 25 kg. Ember plastik yang digunakan berukuran tinggi 43 cm dengan diameter 52 cm. Media tanam yang telah halus yang akan digunakan untuk penelitian ditambahkan air salin sebanyak 22.5 liter dan diaduk secara manual dengan tangan sampai kondisinya melumpur dan siap digunakan, kegiatan selanjutnya adalah pindah tanam. Sehari sebelum pindah tanam dilakukan pemupukan dengan pupuk kandang ayam sebanyak 2 ton.ha⁻¹. Pengukuran salinitas dilakukan dengan menggunakan alat *water quality tester* untuk mendeteksi daya hantar listrik (*electrical conductivity*) media. Hasil pengukuran media tanam setelah melumpur dan bibit dipindah sebesar $\pm 14.000 \mu\text{S/cm}$. Tiga hari setelah pindah tanam diaplikasikan konsorsium mikroba sesuai perlakuan sebanyak 5 liter.ha⁻¹, aplikasi pupuk urea (250 kg.ha⁻¹), SP-36 (100 kg.ha⁻¹), KCL (100 kg.ha⁻¹). Media tanam digenangi setinggi ± 2 cm selama tujuh hari dari pindah tanam dan berikutnya digenangi setinggi ± 10 cm dari permukaan media.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok secara faktorial terdiri atas dua faktor yaitu jenis konsorsium mikroba yang dihasilkan dari penelitian sebelumnya (M) meliputi tanpa mikroba (M0), konsorsium mikroba 1 (M1), konsorsium mikroba 2 (M2), konsorsium

mikroba 3 (M3), dan varietas padi (V) yaitu varietas padi Pokkali (V1), Biosalin 2 Agritan (V2), IR 29 (V3) dengan ulangan tiga kali. Konsorsium mikroba yang digunakan tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Konsorsium mikroba yang diaplikasikan

Konsorsium mikroba	Komunitas bakteri	Strain
1 (M1)	Endofit	<i>Sm</i> <i>Ba</i>
	Rhizosfer	<i>Bm</i> <i>Bae</i>
	Endofit	<i>Sm</i> <i>Ba</i>
2 (M2)	Rhizosfer	<i>Bae</i> <i>Bf</i>
	Endofit	<i>Sm</i> <i>Ba</i>
	Rhizosfer	<i>Bae</i> <i>Bf</i>
3 (M3)	Endofit	<i>Ba</i> <i>Bfle</i>
	Rhizosfer	<i>Bm</i> <i>Bf</i>

Keterangan: Sm= *Stenotrophomonas maltophilia*, Ba= *B. aryabhatai*, Bm= *Bacillus marisflavi*, Bae= *Bacillus aerius*, Bf= *Bacillus firmus*, Bfle= *B. flexus* MPVK.

Variabel yang diamati saat fase vegetatif meliputi tinggi tanaman (cm), jumlah anakan (batang), klorofil (SPAD) menggunakan alat *Plant Chlorophyll Meter TYS-B*, jumlah stomata diamati dengan mengikuti langkah dari Haryanti & Meirina (2009), klorofil a (mg.g⁻¹) dan klorofil b (mg.g⁻¹) dianalisis menggunakan prosedur Dere et al. (1998), kadar prolin ($\mu\text{mol.g}^{-1}\text{FW}$) diuji dengan metode yang dikembangkan oleh Bates et al. (1973) dengan sedikit modifikasi, enzim *superoxide dismutase* (U.mg⁻¹FW) dikerjakan sesuai langkah yang dijelaskan oleh Wu et al. (2014) dengan pengembangan sedikit, laju fotosintesis ($\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), konduktansi stomata ($\mu\text{mol H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), dan laju transpirasi ($\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) diukur dengan alat *Portable Licor 6400 xt*.

Data dianalisis dengan uji F dan apabila berbeda nyata dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter Tanah dan Air

Hasil pengujian laboratorium sampel tanah dan air yang digunakan sebagai media tanam secara lengkap tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji laboratorium sampel tanah dan air yang diambil dari lahan

Komponen uji	Tanah	Air*
Tekstur pasir	14%	-
Tekstur debu	40%	-
Tekstur liat	46%	-
pH (H ₂ O)	6.4	-
pH (KCl)	5.7	-
pH*	-	8.01
C	1.57%	-
N	0.14%	-
NH ₄ *	-	1.24mg/L
C/N	11	-
P ₂ O ₅	48ppm	-
PO ₄ *	-	0.15mg/L
K ₂ O	506ppm	-
K*	-	22.34mg/L
KTK	22.10cmol/kg	-
Ca	1.27%	54.02mg/L
Mg	0.53%	78.22mg/L
Fe	8.54%	0.03mg/L
Al	8.51%	1.25mg/L
Mn	244 ppm	0.01mg/L
S	10 ppm	-
DHL/EC (ekstrak pasta tanah 1:5)	2.200 dS/m	14.390 dS/m
E _{Ce} **	17.64 dS/m	

**Nilai EC 1:5 dikonversi ke E_{Ce} menggunakan persamaan $E_{Ce} = (14.0 - 0.13) \times \text{liat}(\%) \times EC \text{ 1:5}$ (Rengasamy, 2006).

Berdasarkan hasil pengujian sifat tanah dan air (Tabel 2) diperoleh informasi bahwa daya hantar listrik (DHL) pada tanah dan air yang digunakan untuk media tanam nilainya berbeda, masing-masing 17.64 dS/m pada tanah dan 14,390 dS/m pada air. Mindari (2009) menuliskan apabila tanah tersebut dicampur dengan air yang mengandung *electric conductivity* (EC) lebih dari 2.5 ms/cm, maka nilai *electric conductivity* tanah akan meningkat dua kali lipatnya. Hal ini memberikan informasi bahwa nilai daya hantar listrik pada tanah akan semakin tinggi apabila tanah tersebut dicampur dengan air

yang memiliki nilai daya hantar listriknya tinggi.

Pengaruh Konsorsium Mikroba

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsorsium mikroba berbeda tidak nyata terhadap variabel tinggi tanaman, jumlah anakan, klorofil (SPAD), laju fotosintesis, konduktansi stomata, laju transpirasi, enzim *superoxide dismutase*, dan jumlah stomata, namun berbeda sangat nyata pada peubah kadar prolin, klorofil a dan klorofil b.

Pada Tabel 3 dituliskan untuk peubah klorofil (SPAD) menunjukkan bahwa pada konsorsium mikroba 1 memperlihatkan hasil paling baik yaitu 22.46 SPAD, apabila dibandingkan dengan konsorsium 3, kontrol dan 2 dengan hasil masing-masing 22.41 SPAD; 22.37 SPAD; 21.54 SPAD; meskipun secara statistik berbeda tidak nyata.

Laju fotosintesis diindikasikan pada konsorsium mikroba 2 nilainya terbaik yaitu $16.33 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ jika dibandingkan dengan konsorsium 3, 1, dan kontrol yaitu masing-masing $15.60 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $15.58 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $15.11 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, namun secara statistik tidak berbeda nyata (Tabel 3).

Konsorsium mikroba 3 memberikan hasil tertinggi pada peubah konduktansi stomata yaitu $1.25 \mu\text{mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, sedangkan konsorsium 2 ($1.19 \mu\text{mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), 1 ($1.09 \mu\text{mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), dan kontrol ($1.07 \mu\text{mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) lebih rendah, tetapi secara statistik hasilnya tidak berbeda nyata (Tabel 3).

Kemudian variabel enzim *superoxide dismutase* angka tertinggi pada perlakuan kontrol ($7.68 \text{U} \cdot \text{mg}^{-1} \text{FW}$), diikuti konsorsium M3 ($7.06 \text{U} \cdot \text{mg}^{-1} \text{FW}$), M1 ($6.60 \text{U} \cdot \text{mg}^{-1} \text{FW}$) dan terendah M2 ($5.33 \text{U} \cdot \text{mg}^{-1} \text{FW}$), meskipun hasil uji statistiknya berbeda tidak nyata (Tabel 3).

Kondisi demikian disebabkan karena fungsi mikroba dan pertumbuhan tanaman terganggu dan terancam karena terjadinya salinitas tanah (N. Yan et al., 2015). Biswas & Kalra (2018) menyebutkan genangan air

menyebabkan tinggi tanaman tertekan dan penuaan daun lebih cepat.

Konsorsium mikroba berbeda sangat nyata terhadap variabel klorofil a, klorofil b, dan kadar prolin. Hasilnya menunjukkan untuk peubah klorofil a dan klorofil b, konsorsium mikroba 3 berbeda sangat nyata dengan konsorsium 1, 2, dan kontrol, namun diantara konsorsium 1, 2, dan kontrol pengaruhnya sama. Kandungan klorofil a dan klorofil b pada konsorsium mikroba 3 lebih rendah dibandingkan kontrol dan konsorsium mikroba lainnya (Tabel 3). Zhang et al. (2023) menuliskan bahwa dalam tanah mengandung mikroba yang sangat beragam dan berbeda-beda sifat fisiologinya serta seiring peningkatan salinitas, maka jenis mikroba satu dapat digantikan oleh jenis mikroba lain, artinya mikroba yang diaplikasikan tidak mampu berperan dengan baik karena dipengaruhi oleh kondisi salin yang sangat tinggi.

He et al. (2016) kadar garam mempengaruhi kehidupan mikroorganisme. Apabila kondisi garam meningkat secara bertahap maka mikroba akan menyesuaikan dan mengurangi dampak garam tersebut. Penelitian Ulkhaq et al. (2020) melaporkan bakteri *A. hydrophila* pada media dengan salinitas 0% dan 3% pertumbuhannya optimum. Selanjutnya Nmegbu & Jacob (2014) menyebutkan bahwa konsentrasi garam 25% bermanfaat bagi pertumbuhan mikroba di daerah waduk. Menurut Wen-wen et al. (2019) kondisi salin yang tinggi dapat meningkatkan kandungan garam tanah, ESP, menurunkan bahan organik dan K tanah dapat ditukar serta biomassa mikroba/ bakteri tanah menjadi rendah. Komunitas bakteri dan jamur komposisinya berbeda pada kondisi salin dan yang tidak salin. Salinitas tanah menurunkan bakteri tanah termasuk komunitas *Planctomyces* dan *Archangium* yang berkorelasi positif dengan kandungan bahan organik tanah. Gamalero et al. (2020) menerangkan kadar bahan organik yang kurang menyebabkan stabilitas dan keragaman mikroba juga menurun. Bahan

organik menjadi sumber karbon dan nutrisi bagi mikrofauna dalam tanah (Ariadi et al., 2019; Setiawati et al., 2020).

Variabel kadar prolin hasilnya menunjukkan bahwa perlakuan konsorsium 3 nilainya paling tinggi dibandingkan semua perlakuan. Perlakuan kontrol (tanpa konsorsium) tidak berbeda nyata dengan konsorsium 1 dan konsorsium 2, artinya perlakuan kontrol dengan konsorsium 1 dan 2 pengaruhnya sama (Tabel 3). Konsorsium mikroba 3 memperlihatkan nilai kadar prolin tertinggi. Prolin merupakan antioksidan yang berfungsi untuk melindungi membran, membantu sel untuk menghindari gangguan dari *reaktif oksigen spesies* (ROS), dan menstabilkan protein (Alhasnawi, 2019). Al-Rabadi et al. (2019) menyebutkan bahwa terdapat hubungan yang erat antara konsentrasi prolin di daun tanaman dengan tingkat salinitas air. Setiap kenaikan satu unit salinitas air, maka terjadi kenaikan prolin sebesar 1.49 mg/kg. Hal tersebut senada dengan pernyataan (N. Yan et al., 2015) bahwa peranan mikroba terganggu oleh salinitas tanah. Thaker et al. (2021) menuliskan bahwa kadar garam yang berlebih mempengaruhi kehidupan mikroorganisme tanah.

Pengaruh Varietas Padi

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan varietas tidak berbeda nyata terhadap jumlah anakan, klorofil (SPAD), laju fotosintesis, konduktansi stomata, klorofil a, klorofil b, kadar prolin, dan enzim *superoxide dismutase*. Hal ini diduga karena kondisi media tanam dengan daya hantar listrik (*electrical conductivity/ EC*) yang sangat tinggi yaitu sekitar 17.64 dS/m pada tanah dan 14.390 dS/m pada air. Sopandie (2014) menuliskan bahwa ambang batas salinitas untuk tanaman padi sekitar 3.0 dS/m. Kemudian Thaker et al. (2021) menjelaskan bahwa tanah salin mengurangi luas daun, kandungan klorofil, dan konduktansi stomata, sehingga penyerapan CO₂ dan cahaya menurun yang pada akhirnya mempengaruhi proses fotosintesis.

Disamping itu, Zhang et al. (2023) menambahkan bahwa cekaman garam yang tinggi juga menyebabkan ketersediaan oksigen tanah menurun. Menurut Carillo et al. (2011) kondisi salin yang tinggi mengakibatkan hasil tanaman termasuk tanaman pangan terhambat bahkan dengan konsentrasi 100-200 mM NaCl tanaman

mati. Disamping itu, (Meihana & Lakitan, 2022) melaporkan oksigen tidak tersedia pada daerah perakaran karena cekaman genangan yang menyebabkan terjadinya anoksia bahkan akar menjadi rusak, sehingga fungsi akar dalam menyerap air dan unsur hara terganggu.

Tabel 3. Angka rata-rata hasil analisis variabel fisiologi pada perlakuan konsorsium mikroba

Perlakuan	TT	JA	KS	JS	KSOD	PR	KLO a	KLO b	LF	KON	LT
Konsorsium											
Mikroba											
M0	78.12a	7.78a	22.37a	16.64a	7.68a	2.54b	18.24a	28.48a	15.11a	1.07a	4.73a
M1	74.44a	6.89a	22.46a	16.63a	6.60a	3.08ab	17.89a	28.05ab	15.58a	1.09a	4.86a
M2	75.00a	8.11a	21.54a	17.88a	5.33a	3.74ab	17.90a	28.06ab	16.33a	1.19a	5.27a
M3	71.89a	8.33a	22.41a	15.56a	7.06a	4.27a	16.68b	26.53b	15.60a	1.25a	5.77a

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dalam satu kolom tidak berbeda nyata dengan uji DMRT dengan taraf kesalahan 5%, M0= tanpa mikroba, M1= konsorsium mikroba 1, M2= konsorsium mikroba 2, M3= konsorsium mikroba 3, TT=tinggi tanaman (cm), JA=jumlah anakan (batang), KS=klorofil SPAD, JS=jumlah stomata,KSOD=kadar SOD ($\text{U.mg}^{-1}\text{FW}$), PR=prolin ($\mu\text{mol.g}^{-1}\text{FW}$), KLO a=klorofil a (mg.g^{-1}), KLO b=klorofil b (mg.g^{-1}),LF=laju fotosintesis ($\mu\text{mol CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), KON=konduktansi stomata ($\mu\text{mol H}_2\text{O}.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), LT=laju transpirasi ($\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$).

Pada variabel tinggi tanaman, jumlah stomata dan laju transpirasi hasilnya berbeda sangat nyata. Tinggi tanaman tertinggi yaitu varietas Pokkali (98.63 cm), kemudian varietas Biosalin 2 Agritan (68.08 cm), dan paling pendek varietas IR29 (57.92 cm). Penampilan seperti ini sesuai dengan sifat dan karakter dari masing-masing varietas yang dicoba dan deskripsi dari masing-masing varietas tersebut yaitu varietas Pokkali tingginya mencapai 160-200 cm, kemudian varietas Biosalin 2 Agritan 109 cm, dan IR29 sekitar 100 cm. Varietas Pokkali memiliki sifat sangat toleran salin dan lebih tinggi dari varietas lainnya (Mishra et al., 2020; Tiwari et al., 2023), sedangkan IR29 merupakan varietas peka salin dan tanamannya pendek (Pabuayon et al., 2021). Hal ini sejalan dengan penelitian Yulina et al. (2021) bahwa perbedaan varietas/genotipe berpengaruh nyata terhadap sifat tinggi tanaman padi. Selanjutnya Nazirah & Simahate (2022) menjelaskan variasi tinggi tanaman diantara jenis padi terjadi karena setiap jenis padi

mempunyai faktor genetik dan karakter yang berbeda-beda. Tinggi tanaman berhubungan dengan hasil dari biomassa (D. H. Wu et al., 2022) sehingga menjadi aspek morfologi penting yang dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal, serta pengaturan hormon endogen yang berperan penting dalam mendukung proses tersebut (Y. Zhang et al., 2017). Jumlah stomata dan laju transpirasi pada varietas Biosalin 2 Agritan hasilnya lebih tinggi daripada varietas Pokkali dan IR29. Jumlah stomata pada masing-masing varietas nilainya adalah Pokkali 13.58; Biosalin 2 Agritan 19.75; dan IR29 16.33. Hal ini sejalan dengan laju transpirasi pada varietas Biosalin 2 Agritan sebanyak $6.14 \text{ mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, sedangkan pada varietas Pokkali dan IR29 masing-masing adalah $4.47 \text{ mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ dan $4.86 \text{ mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (Tabel 4). Hal ini disebabkan karakter dan sifat dari varietas yang dicoba tidak sama satu dengan yang lainnya. Fenomena seperti ini terjadi karena masing-masing tanaman memiliki bentuk dan persebaran stomata yang berbeda-beda (Nurhaya et al., 2021), potensi air pada daun menimbulkan

sensitivitas stomata menjadi tinggi dan ini menunjukkan bahwa tanaman dapat mengatur pembukaan stomata sesuai dengan kondisi air di daun (G. Wu et al., 2018). Selanjutnya J. He & Liang (2018) stomata sangat beragam dalam persebaran, susunan, ukuran, dan frekuensi diantara spesies atau genotip. Agurla et al. (2018) menyatakan stomata berperan penting dalam mengatur transpirasi. Selanjutnya Solmaz et al. (2011) menuliskan bahwa jumlah stomata dan transpirasi meningkat pada tanaman yang ditumbuhkan pada kondisi tercekam sebagai mekanisme penyesuaian terhadap tekanan tersebut. J. He & Liang (2018) menyebutkan cekaman air menimbulkan keragaman yang tinggi dalam ukuran, kerapatan, dan persebaran stomata.

Membuka dan menutupnya stomata disebabkan terjadinya perubahan tekanan turgor sel penjaga. Stomata menutup untuk mengendalikan kehilangan air dan ini sering terjadi pada kondisi cekaman air. Membukanya stomata dipengaruhi oleh konsentrasi CO₂, cahaya, dan temperatur. Suhu yang melebihi 30-34⁰C mengakibatkan

stomata menutup sedangkan transpirasi secara substansial meningkat. Faktor yang mempengaruhi laju transpirasi diantaranya adalah cahaya, angin, kelembaban, dan suhu (Amuenda, 2015). Kool et al. (2014) menyatakan bahwa kemampuan transpirasi dari tanaman akan berbeda-beda sesuai dengan ketahanan hidroliknya dan potensi air di akar dan daun. Novita et al. (2022) air dibutuhkan tanaman, ketika ketersediaan air berkurang maka proses penyerapan dan transportasi akan terhambat yang mengakibatkan pembelahan sel terganggu dan terhambat.

Jumlah stomata yang banyak akan memberikan kesempatan bagi tanaman untuk melakukan proses fotosintesis yang tinggi (Idris et al., 2019), karena unsur hara dan air dapat masuk secara optimal ke daun sebagai bahan baku untuk melakukan proses metabolisme, sehingga asimilat yang dihasilkan dapat mencukupi kebutuhan tanaman untuk tumbuh dan berkembang dengan baik.

Tabel 4. Angka rata-rata hasil analisis variabel fisiologi pada perlakuan jenis varietas

Perlakuan	TT	JA	KS	JS	KSOD	PR	KLOa	KLOb	LF	KON	LT
Varietas											
V1	98.63a	8.3a	22.68a	13.58b	7.02a	3.24a	17.86a	28.06a	15.44a	1.04a	4.47b
V2	68.08b	8.5a	21.41a	19.75a	5.71a	3.12a	17.56a	27.59a	16.82a	1.27a	6.14a
V3	57.92b	6.5a	22.48a	16.33ab	7.27a	3.85a	17.62a	27.69a	14.70a	1.14a	4.86ab

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dalam satu kolom tidak berbeda nyata dengan uji DMRT dengan taraf kesalahan 5%, V1= varietas Pokkali, V2= varietas Biosalin 2 Agritan, V3= varietas IR29, TT=tinggi tanaman (cm), JA=jumlah anakan (batang), KS=klorofil SPAD, JS=jumlah stomata, KSOD=kadar SOD (U.mg⁻¹FW), PR=prolin (μmol.g⁻¹FW), KLO a=klorofil a (mg.g⁻¹), KLO b=klorofil b (mg.g⁻¹),LF=laju fotosintesis (μmol CO₂.m⁻².s⁻¹), KON=konduktansi stomata (μmol H₂O.m⁻².s⁻¹), LT=laju transpirasi (mol.m⁻².s⁻¹)

Pengaruh Interaksi Konsorsium Mikroba dan Varietas Padi

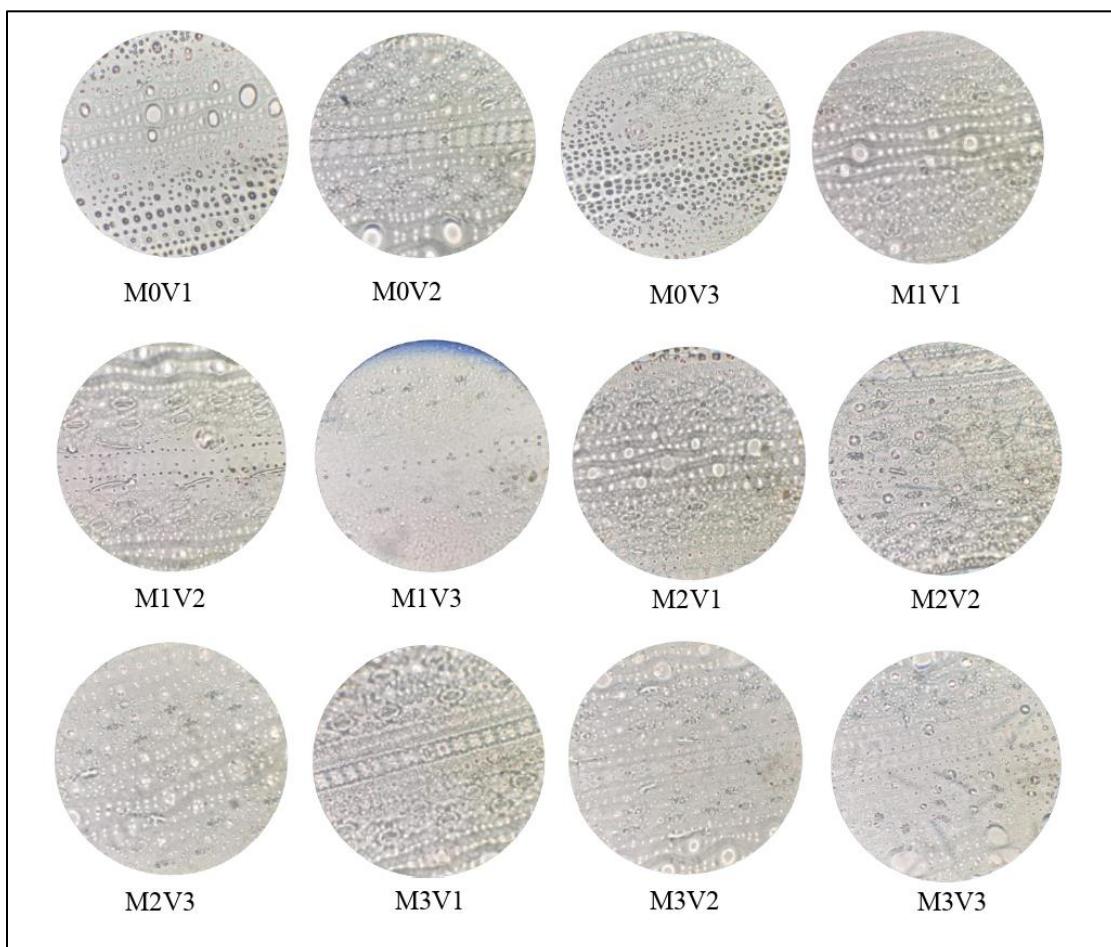
Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara konsorsium mikroba dan varietas padi tidak berbeda nyata terhadap semua variabel yang diamati. Fenomena ini memberikan informasi bahwa karakter fisiologi tanaman padi dipengaruhi oleh konsorsium mikroba atau jenis varietas

secara mandiri atau terpisah satu dengan yang lainnya. Hal ini diduga karena lingkungan yang tercekam (kondisi media tanam dengan daya hantar listrik/ECe yang sangat tinggi yaitu 17.64 dS/m) mengakibatkan potensi dari mikroba dan varietas tanaman terhambat dan terganggu, sehingga tidak terjadi hubungan yang saling menguntungkan. Hal ini sejalan dengan pernyataan N. Yan et al. (2015) bahwa fungsi mikroba dan pertumbuhan tanaman

terganggu dan terancam karena terjadinya salinitas tanah. Kemudian Carillo et al. (2011) melaporkan hasil tanaman yang di dalamnya meliputi tanaman pangan menjadi terhambat akibat dari kondisi salin yang tinggi bahkan mengalami kematian apabila konsentrasi NaCl mencapai 100-200 mM.

Menurut hasil penelitian Kasli & Effendi (2011), menunjukkan bahwa genangan setinggi 5 cm pada variabel jumlah anakan total tanaman padi sawah hasilnya lebih rendah dibandingkan dengan

genangan 10 cm di bawah permukaan tanah dan pembentukan anakan terhambat apabila tinggi genangan dinaikkan lebih dari 5 cm. Penelitian Rachmawati & Retnaningrum (2013) menyebutkan kultivar sintanur pertumbuhannya optimal dengan tinggi genangan 4 cm dan bertambahnya penggenangan dapat menyebabkan populasi rhizobakteri pengikat nitrogen yang bersifat tidak simbiosis jumlahnya menurun. Penampilan stomata dari interaksi setiap perlakuan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil pengujian jumlah stomata dari berbagai perlakuan interaksi antara konsorsium mikroba dan varietas padi; M0V1= tanpa konsorsium mikroba varietas Pokkali; M0V2= tanpa konsorsium mikroba varietas Biosalin 2Agritan; M0V3= tanpa konsorsium mikroba varietas IR29; M1V1= konsorsium mikroba 1 varietas Pokkali; M1V2= konsorsium mikroba 1 varietas Biosalin 2Agritan; M1V3= konsorsium mikroba 1 varietas IR29; M2V1= konsorsium mikroba 2 varietas Pokkali; M2V2= konsorsium mikroba 2 varietas Biosalin 2Agritan; M2V3= konsorsium mikroba 2 varietas IR29; M3V1= konsorsium mikroba 3 varietas Pokkali; M3V2= konsorsium mikroba 3 varietas Biosalin 2Agritan; M3V3= konsorsium mikroba 3 varietas IR29

SIMPULAN

Media tanam yang digunakan menunjukkan nilai daya hantar listrik sangat tinggi. Perlakuan konsorsium mikroba berbeda sangat nyata terhadap peubah kadar prolin, klorofil a, klorofil b, namun pada variabel tinggi tanaman, jumlah anak-anak, klorofil (SPAD), laju fotosintesis, konduktansi stomata, laju transpirasi, enzim *superoxide dismutase*, dan jumlah stomata tidak berpengaruh. Perlakuan varietas padi berbeda sangat nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah stomata, dan laju transpirasi. Tanaman tertinggi ditunjukkan oleh varietas padi Pokkali. Adapun jumlah stomata dan laju transpirasi terbanyak dihasilkan pada varietas Biosalin 2 Agritan, namun tidak terdapat interaksi pada semua variabel pengamatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Fakultas Pertanian Universitas Pekalongan yang telah memfasilitasi green house untuk pelaksanaan penelitian serta para mahasiswa yang membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Agurla, S., Gahir, S., Munemasa, S., Murata, Y., & Raghavendra, A. S. (2018). Mechanism of Stomatal Closure in Plants Exposed to Drought and Cold Stress. In *Survival Strategies in Extreme Cold and Desiccation* (pp. 215–232). Springer Nature Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-1244-1>

Al-Rabadi, G. J., Al-Dalain, S. A., Al-Rawashdeh, M. S., Al-Nawaiseh, M., Abdel-Ghani, A. H., Aldmour, R., Al-Abbsi, K., & Al-Nasir, F. (2019). Proline and agronomic production responses of different barley cultivars to salinity stress: A correlation analysis. *Research on Crops*, 20(3), 483–487. <https://doi.org/10.2991/iconhomecs-17.2018.55>

Alhasnawi, A. N. (2019). Role of proline in plant stress tolerance: A mini review. *Research on Crops*, 20(1), 223–229. <https://doi.org/10.31830/2348-7542.2019.032>

Amuenda, J. A. A. (2015). Transpiration and water conduction. *Plant Physiology Laboratory*, 5, 1–5.

Ansari, R. A., Mahmood, I., Rizvi, R., Sumbul, A., & Safiuddin, S. (2017). Siderophores: Augmentation of Soil Health and Crop Productivity. In *Probiotics in Agroecosystem* (pp. 291–312). Springer Nature Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-4059-7>

Ariadi, H., Fadjar, M., Mahmudi, M. (2019). The relationships between water quality parameters and the growth rate of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in intensive ponds. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 12(6), 2103-2116.

Ariadi, H., Syakirin, M.B., Hidayati, S., Madusari, B.D., Soeprapto, H. (2022)a. Fluctuation Effect of Dissolved of TAN (Total Ammonia Nitrogen) on Diatom Abundance in Intensive Shrimp Culture Ponds. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1118(1), 012001.

Ariadi, H., Khristanto, A., Soeprapto, H., Kumalasari, D., Sihombing, J.L. (2022)b. Plankton and its potential utilization for climate resilient fish culture. *AAFL Bioflux*, 15(4), 2041-2051.

Arifiani, F. N., Kurniasih, B., & Rogomulyo, R. (2018). Pengaruh Bahan Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Padi (*Oryza sativa* L.) Tercekam Salinitas. *Vegetalika*, 7(3), 30–40. <https://doi.org/10.22146/veg.38133>

Aslam, M., Ahmad, K., Akhtar, M. A., & Maqbool, M. A. (2017). Salinity Stress in Crop Plants: Effects of stress, Tolerance Mechanisms and Breeding Strategies for Improvement. *Journal of Agriculture and Basic Sciences*, 2(1),

- 70–85.
- Biswas, J. C., & Kalra, N. (2018). Effect of Waterlogging and Submergence on Crop Physiology and Growth of Different Crops and Its Remedies: Bangladesh Perspectives. *Saudi Journal of Engineering and Technology (SJEAT)*, 3(6), 315–329. <https://doi.org/10.21276/sjeat.2018.3.6>
- Carillo, P., Annunziata, M. G., Pontecorvo, G., Fuggi, A., & Woodrow, P. (2011). Salinity Stress and Salt Tolerance. In *Abiotic Stress in Plants-Mechanisms and Adaptations* (pp. 21–38). InTech.
- Djajadi, D., Syaputra, R., Hidayati, S. N., & Khairiyah, Y. (2020). Effect of Vermicompost and Nitrogen on N, K, Na Uptakes and Growth of Sugarcane in Saline Soil. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, 42(1), 110–119. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v41i0.2364>
- Dwipradnyana, I. M. M., Windia, W., & Sudarma, I. M. (2015). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Konversi Lahan serta Dampaknya Terhadap Kesejahteraan Petani : Kasus di Subak Jadi, Kecamatan Kediri, Kabupaten Tabanan. *Jurnal Manajemen Agribisnis*, 3(1), 34–42.
- Firdaus, R. B. R., Tan, M. L., Rahmat, S. R., & Gunaratne, M. S. (2020). Paddy, rice and food security in Malaysia: A review of climate change impacts. *Cogent Social Sciences*, 6(1), 1–17. <https://doi.org/10.1080/23311886.2020.1818373>
- Gamalero, E., Bona, E., Todeschini, V., & Lingua, G. (2020). Saline and arid soils: Impact on bacteria, plants, and their interaction. *Biology*, 9(116), 1–26. <https://doi.org/10.3390/biology9060116>
- Hadistian, H., Setiawan, C., & Munandar, A. (2021). Analisis Faktor-Faktor Konversi Lahan Pertanian di Kabupaten Tangerang dengan Menggunakan Geographically Weighted Regression. *Majalah Geografi Indonesia*, 35(2), 123–132. <https://doi.org/10.22146/mgi.55226>
- Hailu, B., & Mehari, H. (2021). Impacts of Soil Salinity/Sodicity on Soil-Water Relations and Plant Growth in Dry Land Areas: A Review. *Journal of Natural Sciences Research*, 12(3), 1–10. <https://doi.org/10.7176/JNSR/12-3-01>
- Handoyo, E. (2010). Konversi Lahan Pertanian ke Non Pertanian : Fungsi Ekologis Yang Terabaikan. *Forum Ilmu Sosial*, 37(2), 118–126. <https://doi.org/10.15294/fis.v37i2.1514>
- He, H., Chen, Y., Li, X., Cheng, Y., Yang, C., & Zeng, G. (2016). Influence of salinity on microorganisms in activated sludge processes: A review. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 119, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2016.10.007>
- He, J., & Liang, Y.-K. (2018). *Stomata*. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0026526>
- Idris, A., Linatoc, A. C., & Bakar, M. F. B. A. (2019). Effect of Light Intensity on the Photosynthesis and Stomatal Density of Selected Plant Species of Gunung Ledang, Johor. *Malaysian Applied Biology*, 48(3), 133–140.
- Karolinoerita, V., & Yusuf, W. A. (2020). Salinisasi Lahan dan Permasalahannya di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 14(2), 91–99. <https://doi.org/10.21082/jsdl.v14n2.2020.91-99>
- Kasli, K., & Effendi, A. (2011). Pengaruh Tinggi Genangan terhadap Pertumbuhan Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) dalam Pot. *Jerami*, 4(3), 206–212.
- Kool, D., Agam, N., Lazarovitch, N., Heitman, J. L., Sauer, T. J., & Ben-gal, A. (2014). A Review of approaches for evapotranspiration partitioning. *Agricultural and Forest Meteorology*, 184, 56–70.

- <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2013.09.003>
- Liu, C., Mao, B., Yuan, D., Chu, C., & Duan, M. (2022). Salt tolerance in rice: Physiological responses and molecular mechanisms. *The Crop Journal*, *10*(1), 13–25.
<https://doi.org/10.1016/j.cj.2021.02.010>
- Machado, R. M. A., & Serralheiro, R. P. (2017). Soil Salinity: Effect on Vegetable Crop Growth. Management Practices to Prevent and Mitigate Soil Salinization. *Horticulturae*, *3*(30), 1–13.
<https://doi.org/10.3390/horticulturae3020030>
- Makbul, Y., Limnakrisna, N., Wijaya, N., Ratnaningtyas, S., Dwiyanoro, P., & Cokrowitianto, A. (2021). The Effect of Toll Road Development on Agricultural Land Conversion in Indonesia: An Empirical Analysis. *International Journal of Modern Agriculture*, *10*(1), 880–890.
- Meihana, M., & Lakitan, B. (2022). Dampak Cekaman Muka Air Tanah Terhadap Morfologis, Anatomis dan Fisiologis Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) di Fase Generatif. *Jurnal Agroqua*, *20*(2), 280–291.
<https://doi.org/10.32663/ja.v%vi%i.3248>
- Mindari, W. (2009). *Cekaman Garam dan Dampaknya Pada Kesuburan Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. UPN “Veteran” Jawa Timur.
- Mishra, M., Wungrampha, S., Kumar, G., Singla-Pareek, S. L., & Pareek, A. (2020). How do rice seedlings of landrace Pokkali survive in saline fields after transplantation? Physiology, biochemistry, and photosynthesis. *Photosynthesis Research*, *150*(1–3), 117–135.
<https://doi.org/10.1007/s11120-020-00771-6>
- Mitiku, T., Biratu, W., & Yadesa, L. (2022). Genomic Mapping, Molecular Marker and Marker Assisted Selection in Rice: A Review. *Agro Bali : Agricultural Journal*, *5*(3), 422–433.
<https://doi.org/10.37637/ab.v5i3.979>
- Mondal, M. M. A., Puteh, A. B., Malek, M. A., & Rafii, M. Y. (2013). Salinity induced morpho-physiological characters and yield attributes in rice genotypes. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, *11*(2), 610–614.
- Murniati, A., Tahir, D., & Tahir, R. (2022). Identifikasi Mikroba Rizosfer Penghasil Hormon Pertumbuhan pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). *Agro Bali : Agricultural Journal*, *5*(3), 608–615.
<https://doi.org/10.37637/ab.v5i3.1040>
- Nasrudin, N., & Isnaeni, S. (2022). Respons karakteristik agronomi, fisiologi, dan biokimia padi (*Oryza sativa* L.) tercekam salinitas dengan umur bibit berbeda. *Agromix*, *13*(1), 118–125.
<https://doi.org/10.35891/agx.v13i1.2859>
- Nasrudin, N., Rosmala, A., & Wijoyo, R. B. (2022). Application of Silica Nutrients Improves Plant Growth and Biomass Production of Paddy under Saline Conditions. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, *37*(1), 111–122.
<https://doi.org/10.20961/carakatani.v37i1.43425>
- Nazirah, L., & Simahate, R. (2022). Karakteristik Agronomi Beberapa Jenis Padi (*Oryza sativa* L.) Lokal Aceh Akibat Pemberian Pupuk Nitrogen. *Jurnal Agrium*, *19*(4), 392–398.
<https://doi.org/10.29103/agrium.v19i4.9744>
- Nmegbu, & Jacob, C. G. (2014). The Effect of Salt Concentration on Microbes during Microbial Enhanced Oil Recovery. *International Journal of Engineering Research and Applications*, *4*(6), 244–247.
- Novita, A., Mariana, M., Nora, S., Ramadhani, E., Julia, H., & Lestami, A. (2022). Growth Characteristics of Vetiver Grass (*Vetiveria zizanioides*)

- on Saline Soils. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 5(2), 365–368. <https://doi.org/10.37637/ab.v5i2.933>
- Nurhaya, N., Syam, A., & Jafar, J. (2021). Stomata Density Analysis of Red Chili (*Capsicum annuum* L.) at Different Location. *Agrotech Journal*, 6(2), 87–94. <https://doi.org/10.31327/atj.v6i2.1660>
- Okon, O. G. (2019). Effect of Salinity on Physiological Processes in Plants. In *Microorganisms in Saline Environments: Strategies and Functions* (pp. 237–262). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-18975-4_10
- Pabuayon, I. C. M., Kitazumi, A., Cushman, K. R., Singh, R. K., Gregorio, G. B., Dhatt, B., Zabet-Moghaddam, M., Walia, H., & Reyes, B. G. de los. (2021). Novel and Transgressive Salinity Tolerance in Recombinant Inbred Lines of Rice Created by Physiological Coupling-Uncoupling and Network Rewiring Effects. *Frontiers in Plant Science*, 12, 1–22. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.615277>
- Prihatin, R. B. (2015). Alih Fungsi Lahan di Perkotaan (Studi Kasus di Kota Bandung dan Yogyakarta). *Aspirasi*, 6(2), 105–118.
- Prikhodko, I., Verbitsky, A., Vladimirov, S., & Safronova, T. (2020). Microflora microbiological characteristics of saline soils. *E3S Web of Conferences* 175, 09010, 1–9. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017509010>
- Purwaningrahayu, R. D. (2016). Karakter Morfologi dan Agronomi Kedelai Toleran Salinitas. *Iptek Tanaman Pangan*, 11(1), 35–48.
- Purwidiani, N., Afifah, C. A. N., Indrawati, V., Sutiadiningsih, A., & Wahyuningsih, U. (2018). Non-Rice Staple Food Patterns in Indonesia. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR)*, 112, 241–244. <https://doi.org/10.2991/iconhomecs-17.2018.55>
- Rachmawati, D., & Retnaningrum, E. (2013). Pengaruh Tinggi dan Lama Penggenangan Terhadap Pertumbuhan Padi Kultivar Sintanur dan Dinamika Populasi Rhizobakteri Pemfiksasi Nitrogen Non Simbiosis. *Bionatura-Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati Dan Fisik*, 15(2), 117–125.
- Rahayu, Y. S., Yuliani, Y., & Asri, M. T. (2021). Isolation and Identification of Endophytic Bacteria Related to Plant Nutrient Level in Coal Mining Site from East Kalimantan Indonesia. *International Joint Conference on Science and Engineering*, 209, 485–491. <https://doi.org/10.2991/aer.k.211215.082>
- Rajanna, G. A., Dass, A., & Paramesha, V. (2018). Excess Water Stress: Effects on Crop and Soil, and Mitigation Strategies. *Popular Kheti*, 6(3), 48–53.
- Rengasamy, P. (2006). World salinization with emphasis on Australia. *Journal of Experimental Botany*, 57(5), 1017–1023. <https://doi.org/10.1093/jxb/erj108>
- Setiawati, M. R., Suryatmana, P., & Simarmata, T. (2020). Keragaman Mikroflora, Mikrofauna, Kandungan C-Organik, dan Total N Tanah Sawah Akibat Aplikasi Azolla dan Pupuk Hayati. *Soilrens*, 18(1), 41–49. <https://doi.org/10.24198/soilrens.v18i1.29041>
- Shahriar-Tareq, M., Mamun, M. A. Al, Hossain, M. S., Higuchi, H., & Karim, M. A. (2021). Salinity Induced Changes in Growth and Physiology of Field Crops. *Bangladesh Journal of Ecology*, 3(1), 1–9.
- Shrestha, J., Kandel, M., Subedi, S., & Shah, K. K. (2020). Role of Nutrients in Rice (*Oriza sativa* L.): A Review. *Agrica*, 9(1), 53–62. <https://doi.org/10.5958/2394-448X.2020.00008.5>

- Shukla, J. B., Arora, M. S., Verma, M., Misra, A. K., & Takeuchi, Y. (2021). The Impact of Sea Level Rise Due to Global Warming on the Coastal Population Dynamics: A Modeling Study. *Earth Systems and Environment*, 2100. <https://doi.org/10.1007/s41748-021-00246-1>
- Shultana, R., Zuan, A. T. K., Yusop, M. R., & Saud, H. M. (2020). Characterization of salt-tolerant plant growth-promoting rhizobacteria and the effect on growth and yield of saline-affected rice. *PLoS ONE*, 15(9), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238537>
- Soeprapto, H., Ariadi, H., Badrudin, U. (2023). The dynamics of *Chlorella* spp. abundance and its relationship with water quality parameters in intensive shrimp ponds. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 24(5), 2919-2926. DOI <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240547>
- Solmaz, İ., Sari, N., Dasgan, Y., Aktas, H., Yetisir, H., & Unlu, H. (2011). The effect of salinity on stomata and leaf characteristics of dihaploid melon lines and their hybrids. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 9(3&4), 172–176.
- Sopandie, D. (2014). *Fisiologi Adaptasi Tanaman Terhadap Cekaman Abiotik Pada Agroekosistem Tropika*. IPB Press.
- Sujinah, S., Agustiani, N., & Rumanti, I. A. (2020). Daya Adaptasi Padi pada Kondisi Rendaman Stagnan. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 4(1), 17–26. <https://doi.org/10.21082/jpntp.v4n1.2020.p17-26>
- Sulaiman, A. A., Sulaeman, Y., & Minasny, B. (2019). A Framework for the Development of Wetland for Agricultural Use in Indonesia. *Resources*, 8(1), 1–16. <https://doi.org/10.3390/resources8010034>
- Suryadi, M., Sumaryanto, S., Sumedi, S., Sukarman, S., & Rusastra, I. W. (2021). The agricultural land distribution and used on various agroecosystems in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1–8. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/892/1/012099>
- Susilowati, D. N., Sudiana, I. M., Mubarik, N. R., & Suwanto, A. (2015). Species and Functional Diversity of Rhizobacteria of Rice Plant in the Coastal Soils of Indonesia. *Indonesian Journal of Agricultural Science*, 16(1), 39–50.
- Thaker, P. N., Brahmabatt, N., & Shah, K. (2021). A Review: Impact of Soil Salinity on Ecological, Agricultural and Socio-Economic Concerns. *International Journal of Advanced Research*, 9(07), 979–986. <https://doi.org/10.21474/IJAR01/13200>
- Tiwari, S., Jain, M., Singla-pareek, S. L., Bhalla, P. L., Singh, M. B., & Pareek, A. (2023). Pokkali: A Naturally Evolved Salt-Tolerant Rice Shows a Distinguished Set of lncRNAs Possibly Contributing to the Tolerant Phenotype. *International Journal of Molecular Sciences*, 24, 1–18. <https://doi.org/10.3390/ijms241411677>
- Ulkhag, M. F., Budi, D. S., & Rahayu, N. N. (2020). The effect of temperature, salinity and antimicrobial agent on growth and viability of *Aeromonas hydrophila*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1–5. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/441/1/012020>
- Wen-wen, Z., Chong, W., Rui, X. U. E., & Li-jie, W. (2019). Effects of salinity on the soil microbial community and soil fertility. *Journal of Integrative Agriculture*, 18(6), 1360–1368. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(18\)62077-5](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)62077-5)
- Wu, D. H., Chen, C. T., Yang, M. Der, Wu, Y. C., Lin, C. Y., Lai, M. H., & Yang, C. Y. (2022). Controlling the lodging

- risk of rice based on a plant height dynamic model. *Botanical Studies*, 63(25), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s40529-022-00356-7>
- Wu, G., Liu, H., Hua, L., Luo, Q., Lin, Y., He, P., Feng, S., Liu, J., & Ye, Q. (2018). Differential Responses of Stomata and Photosynthesis to Elevated Temperature in Two Co-occurring Subtropical Forest Tree Species. *Frontiers in Plant Science*, 9(467), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00467>
- Yan, K., Shao, H., Shao, C., Chen, P., Zhao, S., Brestic, M., & Chen, X. (2013). Physiological adaptive mechanisms of plants grown in saline soil and implications for sustainable saline agriculture in coastal zone. *Acta Physiol Plant*, 35, 2867–2878. <https://doi.org/10.1007/s11738-013-1325-7>
- Yan, N., Marschner, P., Cao, W., Zuo, C., & Qin, W. (2015). Influence of salinity and water content on soil microorganisms. *International Soil and Water Conservation Research*, 3(4), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2015.11.003>
- Yulina, N., Ezward, C., & Haitami, A. (2021). Karakter Tinggi Tanaman, Umur Panen, Jumlah Anakan dan Bobot Panen Pada 14 Genotipe Padi Lokal. *Jurnal Agrosains Dan Teknologi*, 6(1), 15–24. <https://doi.org/10.24853/jat.6.1.15-24>
- Zameer, M., Zahid, H., Tabassum, B., Ali, Q., Nasir, I. A., Saleem, M., & Butt, S. J. (2016). PGPR Potentially Improve Growth of Tomato Plants in Salt-Stressed Environment. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 4(6), 455–463. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v4i6.455-463.614>
- Zhang, G., Bai, J., Zhai, Y., Jia, J., Zhao, Q., Wang, W., & Hu, X. (2023). Microbial diversity and functions in saline soils: A review from a biogeochemical perspective. *Journal of Advanced Research*, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2023.06.015>
- Zhang, Y., Yu, C., Lin, J., Liu, J., Liu, B., Wang, J., Huang, A., Li, H., & Zhao, T. (2017). OsMPH1 regulates plant height and improves grain yield in rice. *PLoS ONE*, 12(7), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone0180825>
- Zhao, C., Zhang, H., Song, C., Zhu, J., & Shabala, S. (2020). Mechanisms of Plant Responses and Adaptation to Soil Salinity. *The Innovation*, 1(1), 100017. <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2020.100017>