

Pengaruh Perbedaan Konsentrasi NaCl pada Pertumbuhan Varietas Padi Logawa, Situ Bagendit, dan Inpari Secara *In Vitro*

The Effect of Different NaCl Concentrations on the Growth of Logawa, Situ Bagendit, and Inpari Rice Varieties In Vitro

Muhammad Ainur Rosyid Ridho^{1*}, Veranita Aprilia¹, Shafannisa Febrina Irwandi¹,
Maria Elfiana Ina Kewa Helan²

¹Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Analitika Data, ITS Surabaya, 60111, Indonesia

²Departemen Kimia, Fakultas Sains dan Analitika Data, ITS Surabaya, 60111, Indonesia

*corresponding author, Email: ainurrosyidd@gmail.com

Rekam Jejak Artikel:

Diterima : 20/03/2025

Disetujui : 26/09/2025

Abstract

This study investigates the effect of sodium chloride (NaCl) concentration on the growth of three rice varieties: Logawa, Situ Bagendit, and Inpari, using in vitro culture. The culture media were prepared with varying NaCl concentrations (150 mM, 250 mM, and 255 mM) and growth parameters were measured, including leaf length and number, root length and number, fresh weight, chlorophyll content, and total plant height. The results show that the Logawa variety has the highest tolerance to salinity stress, with better growth compared to Situ Bagendit and Inpari. The increase in NaCl concentration caused a decrease in chlorophyll content and fresh weight in all varieties, indicating the negative impact of salinity on photosynthetic efficiency and plant health.

Keywords: In Vitro Culture, Rice, Salinities, Tolerance

Abstrak

Studi ini menyelidiki pengaruh konsentrasi natrium klorida (NaCl) terhadap pertumbuhan tiga varietas padi: Logawa, Situ Bagendit, dan Inpari, menggunakan kultur in vitro. Media kultur disiapkan dengan konsentrasi NaCl bervariasi (150 mM, 250 mM, dan 255 mM) dan parameter pertumbuhan diukur, termasuk panjang dan jumlah daun, panjang dan jumlah akar, berat segar, kandungan klorofil, dan tinggi total tanaman. Hasil menunjukkan bahwa varietas Logawa memiliki toleransi tertinggi terhadap stres salinitas, dengan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan Situ Bagendit dan Inpari. Peningkatan konsentrasi NaCl menyebabkan penurunan kandungan klorofil dan berat segar pada semua varietas, mengindikasikan dampak negatif salinitas terhadap efisiensi fotosintesis dan kesehatan tanaman.

Kata Kunci: Kultur Jaringan, Padi, Salinitas, Toleransi

PENDAHULUAN

Beras memiliki manfaat untuk kesehatan tubuh. Beras memiliki kandungan mineral yang berfungsi untuk pertumbuhan dan perkembangan beberapa organ vital. Salah satu kandungan mineral mikro yang ada pada beras adalah zinc atau seng (Rohaeni et al., 2016). Beras merupakan makanan pokok penduduk Indonesia (Donggulo et al., 2017). Konsumsi beras setiap tahunnya terus mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Produksi padi tahun 2019 sebesar 54,60 juta ton gabah kering giling dengan hasil beras sebanyak 31,31 juta ton beras dan apabila dibandingkan tahun 2018 mengalami penurunan padi sebanyak 4,60 juta ton dengan beras 2,63 juta ton beras (Azka P.P et al., 2020). Untuk mengamankan cadangan beras negara dilakukan impor (Rahmad et al., 2022). Penyediaan produksi padi untuk memenuhi kebutuhan beras secara berkelanjutan dibutuhkan untuk mencegah kekurangan pangan bagi masyarakat. Kemampuan tanaman padi varietas unggul saat ini produksinya belum optimal

disebabkan karena pengaruh faktor genetik dipengaruhi oleh lingkungan (Widyastuti et al., 2013). Hasil padi bergantung pada karakteristik varietas, kondisi lingkungan dan pengelolaan tanaman (Zou, 2011).

Kultur jaringan (*tissue culture*) adalah suatu teknik mengisolasi bagian-bagian tanaman (sel, sekelompok sel, jaringan, organ, protoplasma, tepung sari, ovari dan sebagainya) untuk memperbanyak diri, akhirnya diregenerasikan kembali menjadi tanaman lengkap yang mempunyai sifat sama seperti induknya dalam suatu lingkungan yang aseptik (bebas hama dan penyakit). Selanjutnya teknik ini juga disebut kultur in vitro (in vitro culture) yang artinya kultur di dalam wadah gelas (Yusnita, 2015). Tahapan kultur jaringan meliputi inisiasi, multiplikasi, perpanjangan dan induksi akar (pengakaran), dan aklimatisasi. Kegiatan inisiasi meliputi persiapan eksplan, sterilisasi eksplan hingga mendapatkan eksplan yang bebas dari mikroorganisme kontaminan. Multiplikasi

merupakan tahap perbanyakkan eksplan dengan subkultur (pemindahan eksplan dalam media baru yang berisi Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) secara berulang-ulang untuk mempertahankan stok bahan tanaman (eksplan). Pengakaran merupakan kegiatan terakhir sebelum planlet dipindahkan ke kondisi luar. Aklimatisasi ialah proses pemindahan/pengadaptasian planlet dari kondisi in vitro ke kondisi luar/lapangan. Teknik ini sangat membantu dalam usaha mengeliminasi patogen (penyakit sistemik) (Yusnita, 2015).

Cekaman salinitas merupakan salah satu cekaman abiotik yang dapat mengakibatkan kematian tanaman. Cekaman salinitas dapat mempengaruhi pertumbuhan dan fisiologis tanaman, juga aktivitas biokimia seperti aktivitas fotosintesis dan komponen klorofil. Salinitas juga merupakan salah satu faktor pembatas yang mampu menyebabkan menurunnya produktivitas tanaman, serta pada tingkat konsentrasi tertentu dapat mengakibatkan kematian tanaman. Perlakuan cekaman dengan NaCl akan menginduksi akumulasi hormon Asam Salisilat dan Asam Jasmonat sehingga dapat mempengaruhi perbedaan morfologi (Saputro et al., 2017). Pada penelitian sebelumnya, penggunaan NaCl dalam pencekaman berpengaruh terhadap pertumbuhan *Zea mays* varietas Bisma dan Srikandi Kuning. Ketika terjadi cekaman salinitas, maka akan menyebabkan konformasi suatu gen yang menyebabkan perubahan morfologi, fisiologi, aktivitas biokimia pada tanaman sebagai respon adaptasi untuk perlahanan (Latuhary dan Saputro, 2017). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh perbedaan konsentrasi NaCl pada varietas padi Logawa, Situ Bagendit, dan Inpari secara in vitro.

MATERI DAN METODE

1. Metodologi Penelitian

Penelitian ini mengadopsi pendekatan kuantitatif untuk menginvestigasi pengaruh perbedaan konsentrasi NaCl terhadap pertumbuhan tiga varietas padi, yaitu Logawa, Situ Bagendit, dan Inpari. Data kuantitatif dikumpulkan melalui pengukuran objektif seperti panjang akar dan tunas, berat biomassa, serta jumlah anakan yang dihasilkan pada setiap perlakuan konsentrasi NaCl. Pendekatan ini memungkinkan analisis statistik untuk membandingkan respons pertumbuhan antara varietas dan mengidentifikasi konsentrasi NaCl optimal atau toleransi salinitas masing-masing varietas secara in vitro. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang akurat dan terukur mengenai ketahanan varietas padi terhadap salinitas.

2. Metode Kerja

2.1. Pembuatan Medium Kultur Jaringan

Konsentrasi NaCl pada medium MS menjadi perlakuan dalam percobaan in vitro varietas padi Logawa, Situ Bagendit, dan Inpari. Beberapa konsentrasi NaCl yang digunakan untuk cekaman

salinitas yaitu 150 mM, 250 mM, dan 255 mM. Setiap konsentrasi NaCl yang digunakan dibuat dalam 250 ml. Pembuatan medium diawali dengan MS (1,1 g), sukrosa (7,5 g), agar (2,0 g), serta NaCl (2,19 g untuk konsentrasi 150 mM, 3,65 g untuk konsentrasi 250 mM, dan 3,72 g untuk konsentrasi 255 mM) ditimbang sesuai takaran menggunakan neraca analitik dua digit. MS dan sukrosa yang sudah ditimbang kemudian ditambahkan ke dalam erlenmeyer. Setelah itu, aquades ditambahkan sampai batas volume erlenmeyer ± 150 ml. Medium selanjutnya dihomogenkan dengan hot plate dan magnetic stirrer selama beberapa menit hingga larut. Berikutnya, pH medium dicek menggunakan kertas pH. Jika pH $< 5,8$ maka ditambah NaOH, sedangkan jika pH $> 5,8$ maka ditambah HCl. Setelah pH medium sesuai, agar dan NaCl yang sudah ditimbang dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Aquades lalu ditambahkan sampai batas volume erlenmeyer tepat 250 ml. Mulut erlenmeyer kemudian ditutup aluminium foil. Setelah itu, medium dihomogenkan dengan hot plate dan magnetic stirrer selama beberapa menit hingga larut dan mendidih. Setelah mendidih, medium dituangkan ke dalam botol kultur, lalu ditutup dengan plastik tahan panas, dan diberi label untuk selanjutnya di autoklaf pada suhu 121° . Sterilisasi medium menggunakan autoklaf juga dilakukan bersamaan dengan sterilisasi alat dan bahan.

2.2. Prosedur Sterilisasi Eksplan

Sterilisasi eksplan berupa benih padi tiga varietas dilakukan di luar dan di dalam laminar air flow cabinet (LAFC). Sterilisasi eksplan di luar LAFC diawali dengan eksplan dialirkan pada air kran menggunakan saringan teh selama 15 menit. Kemudian direndam dalam sabun cair dan aquades dengan diputar menggunakan magnetic stirrer pada hot plate selama 15 menit. Setelah itu, sterilisasi benih dilakukan di dalam LAFC dengan tahapan: direndam dalam alkohol 70% selama 1-2 menit, larutan clorox 40% selama 15 menit, bilas dalam aquades steril, rendam dalam clorox 20% selama 15 menit, bilas dalam aquades steril.

2.3. Prosedur Inokulasi

Prosedur inokulasi eksplan di dalam LAFC diawali dengan pinset dan scalpel beserta pisaunya disterilkan dalam alkohol 96% yang sebelum digunakan dibakar pada nyala api bunsen, lalu dimasukkan ke dalam aquades, dan didinginkan sedikit baru dipakai. Eksplan yang sudah steril kemudian diambil menggunakan pinset steril, diletakkan di cawan petri, dan diinokulasi pada medium dimana tiap medium berisi 5 eksplan. Hasil inokulasi selanjutnya dikeluarkan dari LAFC, ditutup rapat dengan plastik tahan panas, diséal dengan plastic wrap, dan ditempatkan dalam ruang inkubasi. Suhu ruangan diatur sekitar $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ dengan penyinaran lampu neon $50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ dan diberi label pada pekerjaan yaitu waktu kultur, varietas padi,

dan tingkat konsentrasi NaCl yang digunakan. Setelah beberapa hari inkubasi, dapat dilakukan pemindahan kultur (subkultur) ke dalam medium cekaman dengan mengikuti prosedur sebelumnya.

2.4. Parameter Penelitian In Vitro

Adapun penelitian yang digunakan dalam penelitian ini meliputi panjang daun, jumlah daun, panjang akar, jumlah akar, berat basah, uji klorofil, dan panjang total tumbuhan. Seluruh parameter penelitian diukur dari masing-masing varietas padi.

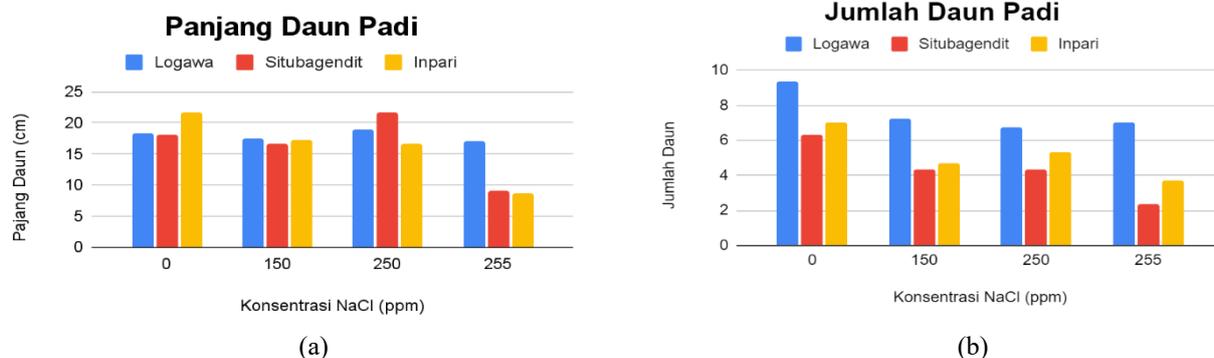
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Panjang Daun

Berdasarkan gambar 1. terlihat bahwa panjang daun terpanjang adalah tanaman padi varietas logawa dan situbagendit adalah eksplan yang diberi konsentrasi NaCl 250 ppm. Sedangkan untuk varietas Inpari, daun terpanjang adalah eksplan pada perlakuan kontrol yaitu 0 ppm. Sedangkan untuk daun terpendek pada ketiga varietas adalah eksplan yang diberi perlakuan NaCl dengan konsentrasi 255 ppm. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya, Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi NaCl, semakin terhambat pertumbuhan tinggi tanaman padi Inpari. **Data ini sejalan dengan temuan Agus (2018)**, yang juga melaporkan adanya penurunan tinggi tanaman seiring dengan peningkatan konsentrasi NaCl. Meskipun demikian, terdapat sedikit perbedaan numerik, di mana pada konsentrasi 100 mM NaCl, tinggi tanaman dalam penelitian ini (38,9 cm) sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan hasil yang dilaporkan oleh Agus (2018) (35,5 cm). Perbedaan kecil ini mungkin disebabkan oleh faktor lingkungan, genotipe spesifik, atau metode in vitro yang berbeda. Dimana, sebuah penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi cekaman salinitas, maka pertumbuhan tanaman akan semakin terhambat. Berdasarkan penelitian Barus et al., (2021), gejala salinitas pada tanaman padi diawali tepi bagian ujung daun mengering, berkurangnya jumlah anakan, panjang daun, panjang akar, tinggi tanaman, bobot kering tajuk, dan bobot akar. Salinitas mengurangi luas dan jumlah klorofil daun, rusaknya lipid peroksidase membran dinding sel (Suhartini dan Harjosudarmo, 2017).

Cekaman salinitas dengan konsentrasi tertentu dapat menyebabkan penyerapan hara dan pengambilan air terhalang sehingga menyebabkan pertumbuhan abnormal atau lambat (Mindari, 2009). Selain itu, sebuah kondisi biologis yang mampu memberikan efek cekaman pada suatu tanaman dimungkinkan memberikan efek yang menguntungkan bagi tanaman yang lainnya. Sehingga setiap tanaman dapat memberikan respon yang berbeda-beda untuk sebuah perlakuan (Ubudiyah and Nurhidayati, 2013). Untuk varietas Logawa terlihat memiliki tinggi yang tidak berbeda jauh antar perlakuan yang dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas padi Logawa menunjukkan respons yang relatif stabil terhadap perbedaan konsentrasi NaCl. Meskipun ada sedikit fluktuasi, tinggi tanaman Logawa tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan di antara perlakuan konsentrasi NaCl yang diberikan (0 mM, 50 mM, 100 mM, dan 150 mM).

Hal ini mengindikasikan bahwa varietas Logawa memiliki **toleransi salinitas yang lebih baik** dibandingkan dengan varietas lain yang mungkin menunjukkan penurunan tinggi tanaman yang drastis seiring peningkatan konsentrasi NaCl. Kemampuan Logawa untuk mempertahankan pertumbuhan optimalnya di bawah cekaman salinitas menunjukkan potensi varietas ini untuk ditanam di lahan dengan kadar garam tinggi. Dari hal tersebut dapat diketahui bahwa padi dengan varietas logawa tergolong pada varietas yang toleran. Tampaknya aksesori yang toleran lebih dipengaruhi oleh faktor genetik, karena tanaman yang toleran cenderung memiliki postur lebih tinggi, bobot kering lebih besar, dan jumlah daun lebih banyak (Suhartini and Harjosudarmo, 2017). Berdasarkan penelitian Ubudiyah dan Nurhidayati (2013), adanya molekul NaCl yang mengalami ionisasi menjadi Na⁺ dan Cl⁻ sehingga terjadi peningkatan salinitas media yang menginduksi terjadinya cekaman ion dan mengakibatkan kematian sel-sel (Ubudiyah and Nurhidayati, 2013). Namun, ketiga varietas tetap hidup hingga akhir penelitian yang berarti konsentrasi tersebut bukan merupakan konsentrasi tersebut bukan merupakan konsentrasi lethal yang dapat membunuh tanaman padi.



Gambar 1. Grafik panjang daun (a) dan jumlah daun 3 varietas padi (b).

2. Jumlah Daun

Cekaman salinitas pada tanaman pangan termasuk padi dapat menyebabkan pertumbuhan dan produksi menjadi terganggu pada jenis rentan menyebabkan tanaman tidak dapat tumbuh. Gejala salinitas pada tanaman padi diawali dengan tepi bagian ujung daun mengering serta berkurangnya jumlah anakan, panjang akar, tinggi tanaman, bobot kering tajuk, dan bobot akar (Nurhidayati et al., 2020). Hasil pengamatan menunjukkan akibat salinitas menyebabkan sebagian besar varietas padi yang diuji mengalami hambatan dalam pertumbuhannya. Gambar 2. menunjukkan bahwa secara umum perlakuan salin (NaCl) menurunkan jumlah daun pada ketiga varietas padi yang diujikan. Berdasarkan grafik di atas diperoleh bahwa padi varietas Logawa memiliki jumlah daun terbanyak pada se Ketika konsentrasi garam (NaCl) di tanah atau media tanam meningkat, konsentrasi air di dalam sel tanaman menjadi lebih tinggi daripada di luar sel. Hal ini menyebabkan air di dalam sel cenderung keluar melalui proses osmosis. Akibatnya, tanaman mengalami dehidrasi dan kesulitan menyerap air serta nutrisi dari lingkungan sekitarnya, meskipun air tersedia. Ini secara langsung menghambat pertumbuhan vegetatif dan fisiologisnya. Selain stres osmotik, salinitas juga menyebabkan akumulasi ion-ion toksik, terutama natrium (Na^+) dan klorida (Cl^-), di dalam jaringan tanaman hingga mencapai tingkat yang membahayakan. Akumulasi ion-ion ini mengganggu proses metabolisme penting, seperti sintesis protein dan fotosintesis. Ion natrium yang berlebihan dapat bersaing dengan ion kalium (K^+), yang esensial untuk fungsi seluler normal, sehingga merusak keseimbangan ionik di dalam sel (Kristiono et al., 2013). Semua konsentrasi NaCl dibandingkan dengan varietas Situbagendit dan Inpari. Varietas padi tersebut menunjukkan masih mampu tumbuh dan berkembang meskipun dalam keadaan tercekam oleh salinitas. Hal ini mengindikasikan bahwa varietas Logawa mempunyai sifat penyesuaian osmotik yang baik akibat adanya kemampuan membran sel tanaman dalam mengakumulasi dan mendistribusikan ion-ion anorganik dan organik dalam pertumbuhannya.

Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi NaCl yang diberikan maka semakin rendah jumlah daun padi yang berhasil terbentuk. Suhartini et al. (2017) menyebutkan bahwa adanya pertumbuhan daun-daun padi yang mampu melakukan proses fotosintesis dengan optimal disebabkan dalam fase pertumbuhan awal dan konsentrasi salin yang masih rendah. Namun, seiring berjalannya waktu daun-daun akan mengalami proses kematian dengan adanya gejala daun yang mengering dan klorosis. Hal ini dapat terjadi dengan keadaan daun yang terakumulasi kadar salin yang tinggi atau di atas 150 mM dan jangka waktu yang lama hingga fase reproduktif atau panen. Hal ini mempengaruhi rasio K^+/Na^+ dalam sel

sehingga melimpahnya pemasukan Na^+ dan akumulasi konsentrasi ion Na^+ dalam sel telah mengganggu pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

3. Panjang Akar

Berdasarkan grafik pada gambar 3, menunjukkan dengan lebih rendah jika dibandingkan dengan varietas lainnya pada perlakuan yang sama. Varietas Situ Bagendit memiliki panjang akar sekitar 7,9 cm dan varietas Inpari memiliki panjang akar tertinggi, yaitu sekitar 9,5 cm. Ini menunjukkan bahwa dalam kondisi tanpa cekaman salinitas, Logawa memiliki pertumbuhan akar yang paling lambat di antara ketiga varietas yang diuji. memiliki rata-rata panjang akar sebesar 5 cm, varietas situbagendit rata-rata panjang akar 8 cm, varietas inpari rata-rata panjang akar 9,67 cm. Sedangkan pada perlakuan konsentrasi NaCl dengan konsentrasi pertama 150 ppm, varietas padi logawa memiliki rata-rata panjang akar 6,25 cm, varietas situbagendit 3 cm, dan varietas inpari 4,03 cm. Konsentrasi kedua 250 ppm, varietas padi logawa memiliki rata-rata panjang akar 7,25 cm, varietas situbagendit 7,33 cm, dan varietas inpari 8,533 cm. Kemudian pada konsentrasi ketiga yaitu 255 ppm, varietas padi logawa memiliki rata-rata panjang akar 8 cm, varietas situbagendit tidak tumbuh, dan varietas inpari 5,03 cm. Adapun berdasarkan grafik dapat diambil kesimpulan bahwa pada varietas logawa panjang total terbaik berada di konsentrasi 255 ppm, varietas situbagendit pada kontrol, dan varietas inpari pada kontrol.

Pada kedua varietas padi yaitu, situbagendit dan inpari, panjang akar terbaik pada kontrol dan pemberian konsentrasi NaCl akan mengurangi panjang akar tanaman. Bahkan pada varietas situbagendit, tidak tumbuh akar pada konsentrasi 255 ppm. Pertumbuhan panjang akar lebih baik apabila tidak adanya cekaman salinitas, sedangkan pada akar yang mengalami cekaman salinitas, semakin tinggi konsentrasi salinitasnya maka akar menjadi lebih pendek. Pertumbuhan akar yang terhambat ini disebabkan oleh senyawa Na dari garam yang terserap pada akar sehingga mempengaruhi terhadap penyerapan unsur hara lain. Hal ini mengakibatkan terganggunya proses pertumbuhan akar (Sari, 2022).

Berdasarkan hasil, varietas logawa diketahui paling toleran terhadap cekaman salinitas NaCl. Tanaman yang toleran terhadap cekaman lingkungan mempunyai kemampuan untuk beradaptasi. Tanaman yang memiliki ketahanan terhadap kondisi lingkungan yang salin memiliki satu atau lebih mekanisme untuk mencegah terjadinya keracunan ion yaitu eksklusi, ekskresi, sekresi dan dilusi. Mekanisme adaptasi padi yang lain terhadap cekaman salin yaitu mensintesis metabolit sekunder untuk penyesuaian osmotik. Metabolit organik tersebut dikenal sebagai pengatur osmotik

(osmoregulator) karena sifat-sifatnya. Penyesuaian osmotik mengacu pada aktivitas akumulasi zat terlarut dalam sel sebagai tanggapan tanaman terhadap penurunan potensial air. Penyesuaian osmotik mampu mempertahankan potensial osmotik dan tekanan turgor sel. Mekanisme ini memungkinkan tanaman untuk mempertahankan laju penyerapan air dan nutrisi pada kondisi cekaman osmotik. Mekanisme tersebut juga mencegah terjadinya plasmolisis pada sel tanaman, sehingga metabolit organik tersebut disebut juga sebagai pelindung osmotik (osmoprotectants) (Firmansyah dkk., 2017). dari hasil penelitian juga terlihat bahwa panjang akar eksplan dengan cekaman 255 ppm memiliki akar yang lebih panjang dari eksplan kontrol. hal tersebut sejalan dengan penelitian yang menyebutkan bahwa, salah satu respon tanaman dalam kondisi tercekam salinitas adalah, tanaman akan lebih banyak mendistribusikan fotosintat ke dalam akar guna memaksimalkan penyerapan hara dan air (Prabowo and Rachmawati, 2020).

4. Jumlah Akar

Berdasarkan grafik pada gambar 4, pada perlakuan kontrol varietas padi logawa memiliki rata-rata jumlah akar 30, varietas situbagendit memiliki rata-rata jumlah akar 28,67, varietas inpari memiliki rata-rata jumlah akar 31,3. Pada perlakuan konsentrasi NaCl dengan konsentrasi 150 ppm, varietas padi logawa memiliki rata-rata jumlah akar 18,25, varietas situbagendit memiliki rata-rata jumlah akar 10,67, dan varietas inpari memiliki rata-rata jumlah akar 16,6. Perlakuan penambahan NaCl 150 ppm mengakibatkan menurunnya jumlah akar padi. Semakin tinggi perlakuan salinitas yang diberikan, maka mempengaruhi pertumbuhan tanaman padi yang juga semakin terhambat. Tanaman yang mengalami cekaman salinitas umumnya tidak menunjukkan kerusakan secara langsung, namun mengalami pertumbuhan yang tertekan dan perubahan secara perlahan. Pertumbuhan tinggi tanaman yang semakin turun ini disebabkan oleh adanya cekaman osmotik yang menyebabkan tanaman sulit menyerap air dan pengaruh ion Na dan

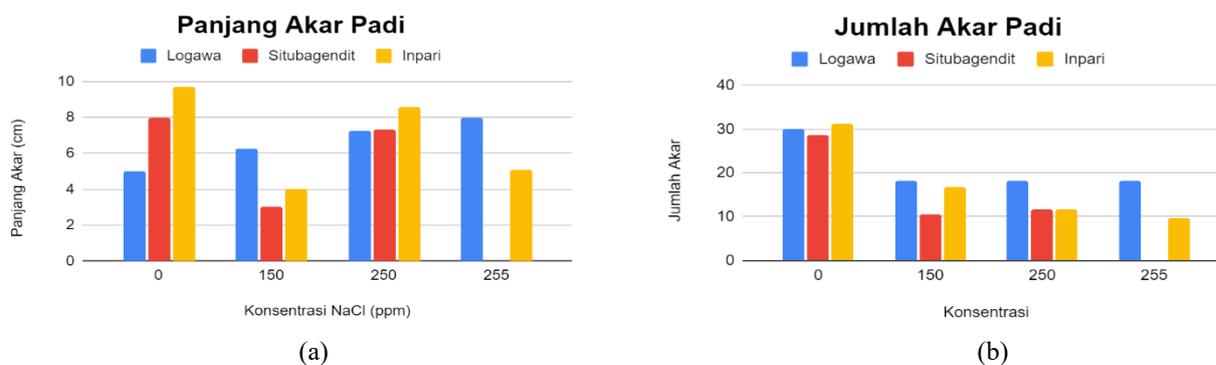
Cl yang berlebihan akibat pemberian NaCl juga menyebabkan pembelahan dan pembesaran sel terhambat (Romadloni dan Wicaksono, 2018).

Menurut penelitian Hakim et al (2014), peningkatan kadar NaCl pada media kultur secara umum menurunkan kadar Mg pada jaringan daun. Pada tanaman peka, perlakuan NaCl hingga dosis 150 mM menurunkan kadar Mg relatif cukup besar pada daun. Secara umum peningkatan kadar NaCl pada media tanam menurunkan kadar Mg pada jaringan daun (Hakim et al., 2014).

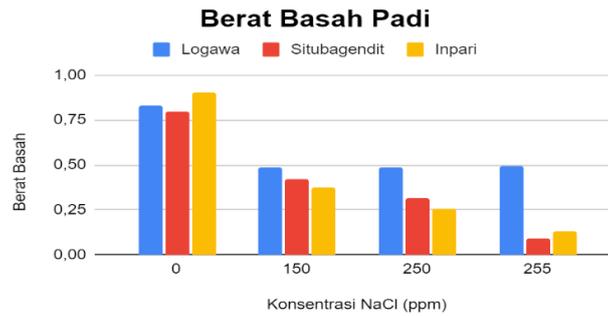
Berdasarkan grafik diatas pada perlakuan dengan konsentrasi 250 ppm padi varietas logawa memiliki rata-rata jumlah akar 18,25, varietas situbagendit 11,67 dan varietas inpari memiliki rata-rata 11,67. pada perlakuan dengan konsentrasi 255 ppm padi varietas logawa memiliki rata-rata jumlah akar 18,25, padi varietas situbagendit tidak tumbuh akar dan padi varietas inpari memiliki rata-rata jumlah akar 9,67. hal tersebut terjadi dikarenakan semakin tinggi konsentrasi NaCl yang ditambahkan maka semakin sedikit jumlah akar. hal tersebut disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi NaCl, maka semakin besar pula daya hambat pertumbuhan akar yang mengakibatkan terganggunya aktivitas metabolisme (Kono dkk, 2019).

5. Berat Basah

Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui bahwa ,pada perlakuan kontrol varietas padi Inpari memiliki rata-rata berat basah paling besar, yaitu sebesar 0,9. Kemudian varietas sedang yaitu padi Logawa dengan nilai rata-rata 0,83. Kemudian varietas terendah yaitu padi Situbagendit dengan nilai rata-rata 0,8. Kemudian dilakukan penambahan na konsentrasi NaCl sebesar 150 (PPN) yang menyebabkan terjadinya penurunan berat basah pada varietas padi tersebut. Untuk padi yang memiliki berat basah terbesar yaitu padi Logawa dengan nilai rata-rata 0,49 kemudian varietas padi memiliki berat bahasa sedang yaitu padi situ bagendit dengan menilai rata-rata 0,42. Kemudian berat basah di atas padi terendah yaitu padi inpari dengan nilai rata-rata 0,37.



Gambar 2. Panjang akar padi (a) dan jumlah akar padi (b).



Gambar 3. Berat basah padi.

Kemudian dilakukan penambahan konsentrasi NaCl sebesar 250 yang menyebabkan penurunan lebih pada varietas padi tersebut. Untuk varietas padi yang memiliki berat basah terbesar yaitu padi Logawa dengan nilai rata-rata 0,48 kemudian berat bahasa padi sedang yaitu padi Situbagandi dengan nilai rata-rata 0,32. Kemudian varietas berapa di paling rendah yaitu padi inpari dengan nilai rata-rata 0,25.

Kemudian dilakukan lagi penambahan konsentrasi NaCl sebesar 255 sehingga menyebabkan terjadinya penurunan bahasa pada varietas padi untuk padi yang memiliki berat basah stabil atau paling besar yaitu padi Logawa dengan nilai rata-rata 0,49. Kemudian di urutan sedang yaitu ada padi inpari dengan nilai rata-rata 0,13. Kemudian padi yang memiliki berat basah paling rendah yaitu padi situ bagendit dengan nilai rata-rata 0,09.

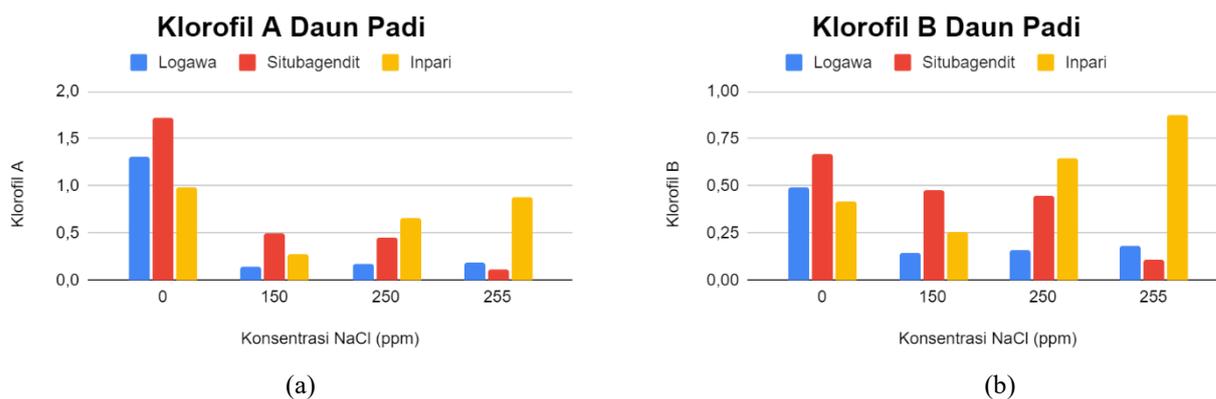
6. Uji Klorofil

Berdasarkan uji klorofil A diperoleh data pada konsentrasi NaCl 0 ppm varietas logawa sebesar 1,3 varietas Situbagendit sebesar 1,2, varietas Inpari sebesar 0,4. Konsentrasi NaCl 150 ppm varietas logawa sebesar 0,2, varietas Situbagendit sebesar 0,5, varietas Inpari sebesar 0,3. Konsentrasi NaCl 250 ppm varietas logawa sebesar 0,2, varietas Situbagendit sebesar 0,4, varietas Inpari sebesar 0,2. Konsentrasi NaCl 255 ppm varietas logawa sebesar 0,2, varietas Situbagendit sebesar 0,1, varietas Inpari sebesar 0,4. Konsentrasi NaCl 0 ppm (kontrol) memberikan nilai rerata kadar klorofil tertinggi, yaitu 0,96 mg/cm². Konsentrasi NaCl 150 ppm memberikan nilai rerata kadar klorofil dibawah kontrol, yaitu 0,33 mg/cm². Konsentrasi NaCl 250 ppm memberikan nilai rerata kadar klorofil dibawah kontrol, yaitu 0,26 mg/cm². Konsentrasi NaCl 255 ppm memberikan nilai rerata kadar klorofil dibawah kontrol, yaitu 0,23 mg/cm². Carillo et al. (2014) melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi NaCl akan menghasilkan potensi osmotik eksternal yang dapat menghambat masuknya air dan unsur hara ke dalam akar. Hal ini disebabkan tekanan osmosis diluar tumbuhan lebih tinggi daripada di dalam tumbuhan. Penghambatan masuknya air dan unsur

hara akan menyebabkan terganggunya sintesis klorofil, karena bahan utama sintesis klorofil adalah unsur hara nitrogen (N).

Ashraf & Foolad (2007) menyatakan bahwa akumulasi prolin merupakan reaksi pertama tanaman untuk mencegah kerusakan sel akibat cekaman salinitas. Menurut Yoshiba (1997) akumulasi prolin meningkat secara signifikan sejalan dengan peningkatan konsentrasi NaCl yang diberikan. Prolin berfungsi untuk mempertahankan keseimbangan osmosis dan menjaga kesetimbangan air, karenatanaman yang tercekam akan sulit menyerap air dan unsur hara di dalam tanah. Semakin tinggi konsentrasi NaCl yang diberikan, maka semakin menurunkan nilai berat basah tanaman. Menurut Salisbury & Ross (1995) sintesis pigmen klorofil dapat mempengaruhi berat basah tanaman, karena semakin berkurang sintesis klorofil maka fotosintesis akan terhambat dan jika proses fotosintesis terhambat hal ini akan menurunkan hasil fotosintat yang akan menurunkan nilai berat basah tanaman.

Disamping itu, kadar salinitas yang tinggi dapat mempengaruhi kandungan klorofil, yang diakibatkan penghambatan sintesis klorofil karena berkurangnya penyerapan unsur hara oleh akar (Golezani & Noori, 2011). Disamping itu menurut Agarwal et al. (2012) kondisi cekaman salinitas, tanaman mengakumulasi prolin. Prolin adalah asam amino non-esensial dengan struktur siklik. Senyawa ini berperan sebagai osmolit untuk menjaga keseimbangan osmotik pada saat tanaman tercekam salinitas, dengan cara menjaga agar potensial air di dalam sel tetap rendah dibandingkan dengan potensial air eksternalnya, sehingga tidak terjadi plasmolisis (Wahyuni dkk., 2019). Tanaman yang mengakumulasi prolin dalam jumlah yang besar biasanya relatif tahan terhadap cekaman, sedangkan tanaman yang yang mengakumulasi prolin dalam jumlah yang kecil biasanya relatif tidak tahan terhadap cekaman (Novenda & Nugroho, 2016). Tingkat ketahanan tanaman pada saat tercekama dapat terlihat dari nilai intensitas cekaman, indeks sensitivitas cekaman, dan persentase penurunan hasil (Anugrahtama dkk., 2020).



Gambar 4. Grafik klorofil A (a) dan klorofil B (b) pada 3 varietas padi.

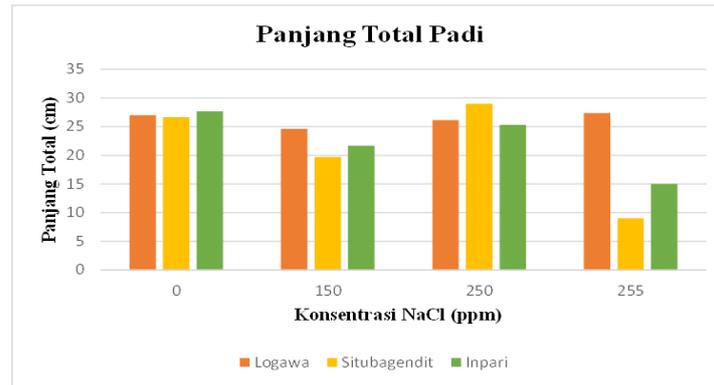
Berdasarkan data uji klorofil B yang didapat, diketahui pada konsentrasi NaCl 0 ppm varietas Logawa memiliki nilai klorofil B sebesar 0,49. Varietas Situbagendit 0,67. Dan varietas Inpari 0,42. Kemudian untuk konsentrasi NaCl 150 ppm didapatkan nilai klorofil B pada varietas Logawa sebesar 0,14. Varietas Situbagendit 0,48. Varietas Inpari 0,26. Konsentrasi NaCl 250 ppm didapatkan nilai klorofil B pada varietas Logawa sebesar 0,16. Varietas Situbagendit 0,45. Varietas Inpari sebesar 0,65. Dan untuk konsentrasi NaCl 255 ppm didapatkan nilai uji klorofil B pada varietas Logawa sebesar 0,18. Varietas Situbagendit 0,11. Dan varietas Inpari 0,84. Dari data tersebut dapat diketahui penambahan NaCl dengan berbagai konsentrasi dapat mempengaruhi kadar klorofil B pada masing-masing varietas. Pada varietas Logawa diketahui penambahan NaCl mengakibatkan penurunan nilai uji klorofil B yang signifikan serta di seluruh konsentrasi NaCl, tidak terdapat perubahan yang jelas. Untuk varietas Situbagendit mengalami penurunan nilai Klorofil B secara kontinu dari konsentrasi ppm rendah ke konsentrasi tinggi. Lain hal dengan varietas Inpari yang pada konsentrasi 150 ppm mengalami penurunan namun seiring bertambahnya konsentrasi NaCl, nilai klorofil B yang dimiliki varietas Inpari meningkat secara drastis hingga dapat melampaui varietas kontrol NaCl 0 ppm. Menurut Ma'rif (2016), peningkatan dan penurunan dari nilai uji klorofil B disebabkan oleh adanya cekaman konsentrasi NaCl. Inpari merupakan salah satu varietas padi yang memiliki toleransi cekaman salinitas yang cukup tinggi sehingga pada hasil uji klorofil B diatas, varietas Inpari mengalami kenaikan nilai konsentrasi klorofil B dengan semakin meningkatnya kadar konsentrasi NaCl yang diberikan.

7. Panjang Total Padi

Pengukuran panjang total tanaman merupakan penjumlahan dari panjang akar, batang dan ujung daun tertinggi (Prasetyo dkk., 2014). Berdasarkan gambar di atas, menunjukkan bahwa pada perlakuan kontrol, varietas padi logawa memiliki rata-rata panjang total sebesar 27 cm, varietas situbagendit

rata-rata panjang total 26,67 cm, varietas inpari rata-rata panjang total 27,67 cm. Sedangkan pada perlakuan konsentrasi NaCl dengan konsentrasi pertama 150 ppm, varietas padi logawa memiliki rata-rata panjang total 24,625 cm, varietas situbagendit 19,67 cm, dan varietas inpari 21,67 cm. Konsentrasi kedua 250 ppm, varietas padi logawa memiliki rata-rata panjang total 26,125 cm, varietas situbagendit 29 cm, dan varietas inpari 25,33 cm. Kemudian pada konsentrasi ketiga yaitu 255 ppm, varietas padi logawa memiliki rata-rata panjang total 27,375 cm, varietas situbagendit 9 cm, dan varietas inpari 15 cm. Adapun berdasarkan grafik dapat diambil kesimpulan bahwa pada varietas logawa panjang total terbaik berada di konsentrasi 255 ppm, varietas situbagendit pada konsentrasi 250 ppm, dan varietas inpari pada kontrol.

Pada kedua varietas padi yaitu situbagendit dan inpari, konsentrasi NaCl pada 255 ppm akan mengakibatkan panjang total terendah. Namun pada varietas logawa, konsentrasi 255 ppm mengakibatkan panjang total tertinggi. Hal ini dikarenakan respon setiap tanaman untuk bisa bertahan di lahan yang terakumulasi salinitas berbeda-beda. Cekaman garam direpson oleh tanaman dengan tertekannya pertumbuhan, namun varietas yang toleran akan bertahan dengan menurunkan ukuran organ dan biomassa tanaman. Salinitas umumnya akan berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan tanaman begitu juga dengan cabai dikarenakan cekaman osmotik serta toksisitas sodium klorida (Tjiadje, 2007). Adaptasi tanaman untuk bertahan dalam menghadapi salinitas secara morfologi dapat diketahui dari perkembangan tanaman serta beberapa organ tanaman yang mengindikasikan bahwa tanaman tersebut tercekam. Biomassa dari tanaman yang merupakan hasil penentu menunjukkan baik tidaknya pertumbuhan tanaman, yang mana baik tidaknya sangat dipengaruhi oleh lingkungan. Berat basah tanaman biasanya akan menurun seiring dengan beradaptasinya tanaman dengan salinitas (Jaarsma, 2013).



Gambar 5. Grafik Panjang Total 3 Varietas Padi

Cekaman salinitas memiliki pengaruh negatif bagi pertumbuhan tanaman. Diantaranya adalah kadar garam dalam tanah yang tinggi akan berpengaruh terhadap fisiologi, morfologi, dan biokimia tanaman. Konsentrasi NaCl yang akan menyebabkan daun berwarna kuning, nekrosis, serta tepi daun mengering dan menggulung (Purwaningrahayu & Taufiq, 2017). Selain itu, cekaman salinitas diketahui dapat menyebabkan jumlah daun dan tinggi tanaman berkurang akibat bentuk adaptasi dari tanaman untuk mengurangi penguapan (Sobir, et al., 2018). Pada kondisi cekaman garam maka tanaman akan mengalami toksisitas garam akibat konsentrasi ion yang tinggi dan kekurangan air akibat tanah yang lebih hipertonis, sehingga tanaman akan mengalami cekaman kekeringan, sehingga untuk tetap mempertahankan hidupnya tanaman juga akan melakukan adaptasi morfologi untuk mengurangi keluarnya air secara berlebihan. Keluarnya air dari tumbuhan sebagian besar dilakukan melalui transpirasi, dimana transpirasi itu sendiri dapat terjadi melalui stomata, kutikula dan lentisel (Ma'ruf, 2016). Selain itu, terhambatnya pertumbuhan padi pada konsentrasi tinggi NaCl adalah karena keracunan Na⁺ yang menyebabkan terjadinya kerusakan sel pada tanaman (Utama, 2009).

Berdasarkan hasil grafik pada gambar 8, terlihat bahwa varietas logawa panjang total terbaik berada di konsentrasi 255 ppm, varietas situbagendit pada konsentrasi 250 ppm, dan varietas inpari pada kontrol. Sedangkan untuk panjang total terpendek varietas logawa adalah eksplan yang diberi NaCl dengan konsentrasi 150 ppm, varietas inpari dan situbagendit pada konsentrasi 255 ppm. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya, data yang didapatkan sesuai pada kedua varietas yaitu situbagendit dan inpari, sedangkan pada varietas logawa tidak sesuai. Dimana, sebuah penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi cekaman salinitas, maka pertumbuhan tanaman akan semakin terhambat. Berdasarkan literatur, gejala salinitas pada tanaman padi diawali tepi bagian ujung daun mengering, berkurangnya jumlah anakan, panjang daun, panjang akar, tinggi tanaman, bobot

kering tajuk, dan bobot akar. Salinitas mengurangi luas dan jumlah klorofil daun, rusaknya lipid peroksidase membran dinding sel (Suhartini and Harjosudarmo, 2017). Cekaman salinitas dengan konsentrasi tertentu dapat menyebabkan penyerapan hara dan pengambilan air terhalang sehingga menyebabkan pertumbuhan abnormal atau lambat. Selain itu, sebuah kondisi biologis yang mampu memberikan efek cekaman pada suatu tanaman dimungkinkan memberikan efek yang menguntungkan bagi tanaman yang lainnya. Sehingga setiap tanaman dapat memberikan respon yang berbeda-beda untuk sebuah perlakuan (Ubudiyah and Nurhidayati, 2013).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil, varietas logawa diketahui paling toleran terhadap cekaman salinitas NaCl. Tanaman yang toleran terhadap cekaman lingkungan mempunyai kemampuan untuk beradaptasi. Tanaman yang memiliki ketahanan terhadap kondisi lingkungan yang salin memiliki satu atau lebih mekanisme untuk mencegah terjadinya keracunan ion yaitu eksklusi, ekskresi, sekresi dan dilusi. Mekanisme adaptasi padi yang lain terhadap cekaman salin yaitu mensintesis metabolit sekunder untuk penyesuaian osmotik. Metabolit organik tersebut dikenal sebagai pengatur osmotik (osmoregulators) karena sifat-sifatnya. Penyesuaian osmotik mengacu pada aktivitas akumulasi zat terlarut dalam sel sebagai tanggapan tanaman terhadap penurunan potensial air. Penyesuaian osmotik mampu mempertahankan potensial osmotik dan tekanan turgor sel. Mekanisme ini memungkinkan tanaman untuk mempertahankan laju penyerapan air dan nutrisi pada kondisi cekaman osmotik. Mekanisme tersebut juga mencegah terjadinya plasmolisis pada sel tanaman, sehingga metabolit organik tersebut disebut juga sebagai pelindung osmotik (osmoprotectants).

DAFTAR REFERENSI

Agarwal, A., Kadian, N., Karishma, Neetu, Tanwar, A., & Gupta, K. K. 2012. Arbuscular mycorrhizal symbiosis and alleviation of

- salinity stress. *Journal of Applied and Natural Science*, 4(1), pp. 144–155.
- Anugrahtama, Supriyanta, & Taryono. 2020. Pembentukan bintil akar dan ketahanan beberapa aksesisi kacang hijau (*Vigna radiata L.*) pada kondisi salin. *Journal of Agriculture Innovation*, 3(1), pp. 1–5.
- Ashraf, M. M., & Foolad, R. 2007. Role of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experiment Botany*, 59, pp. 206–216.
- Azka, P. P. A., Sugiono, D., Syafi'i, M., & Dewi, I. S. 2020. Keragaan agronomi dan potensi hasil beberapa galur padi (*Oryza sativa L.*) dihaploid hasil kultur antera di Kabupaten Donggulo.
- Barus, W. A., & Rauf, A. (2021). *Budidaya Padi Di Tanah Salin*. umsu press.
- Carillo, P., & Gibon, Y. 2016. Extraction and determination of proline. *Department of Life Science, II University of Naples*, 43.
- Firmansyah, E., Kurniasih, B., & Indradewa, D. 2017. Respon varietas padi tahan salin terhadap beberapa durasi genangan dengan tingkat salinitas berbeda. *AGROISTA: Journal Agrotechnology*, 1(1).
- Golezani, K. G., & Noori, M. T. 2011. Soybean performance under salinity stress. *Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Islamic Azad University, Maragheh Branch, Iran*, pp. 632–642.
- Hakim, M. A., Jaraimi, A. S., Begum, M., Hanafi, M. M., Ismail, M. R., & Selamat, A. 2012. Effect of salt stress on germination and early seedling growth of rice (*Oryza sativa L.*). *African Journal of Biotechnology*, 9(13), pp. 1911–1918.
- Hanapi, N. A. 2021. Pengaruh pemberian ragi tape (*Saccharomyces cerevisiae*) terhadap kecepatan perkecambahan benih padi (*Oryza sativa*) sebagai sumber belajar biologi. *Biodidaktika: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 16(1).
- Jaarsma, R., Vries, R. S. M. d., & Boer, A. H. d. 2013. Effect of salt stress on growth, Na⁺ accumulation, and proline metabolism in potato (*Solanum tuberosum*) cultivars. *PLoS One*, 8(3).
- Junaidi, J., & Ahmad, F. 2021. Pengaruh suhu perendaman terhadap pertumbuhan vigor biji kopi Lampung (*Coffea canephora*). *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(7), 1911–1916.
- Kono, A., Refli, R., & Amalo, D. 2019. Pengaruh salinitas terhadap perkecambahan dan aktivitas enzim maltase pada kecambah padi hitam Timor. *SAINSTEK*, 4(1), pp. 142–151.
- Kristiono, A., Purwaningrahayu, R. D., & Taufiq, A. (2013). Respons tanaman kedelai, kacang tanah, dan kacang hijau terhadap cekaman salinitas. *Buletin Palawija*, (26), pp. 225850.
- Lapanjang, C. V., & Made, I. M. 2017. Pertumbuhan dan hasil tanaman padi (*Oryza sativa L.*) pada berbagai pola jarak legowo dan jarak tanam. *Jurnal Agroland*, 24(1), pp. 27–35.
- Latuhary, R. A., & Saputro, T. B. 2017. Respon morfologi tanaman jagung (*Zea mays*) varietas Bisma dan Srikandi Kuning pada kondisi cekaman salinitas tinggi. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 6(2), pp. 27–31.
- Marthen, M., Kaya, E., & Rehatta, H. 2018. Pengaruh perlakuan pencelupan dan perendaman terhadap perkecambahan benih sengon (*Paraserianthes falcataria L.*). *Agrologia*, 2(1).
- Ma'ruf, A. 2016. Respon beberapa kultivar tanaman pangan terhadap salinitas. *Bernas: Jurnal Penelitian Pertanian*, 12(3), pp. 11–19.
- Mindari, W. (2009). Cekaman garam dan dampaknya pada kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman. *Surabaya: UPN "Veteran" Jawa Timur*.
- Novenda, I. L., & Nugroho, S. A. 2016. Analisis kandungan prolin tanaman kangkung (*Ipomoea reptans Poir*), bayam (*Amaranthus spinosus*), dan ketimun (*Cucumis sativus L.*). *Pancaran*, 5(4), pp. 223–234.
- Nurhidayati, T., Purnobasuki, H., & Hariyanto, S. 2020. *Tanaman tembakau pada cekaman genangan*. Deepublish.
- Nurrachmamilia, P. L., & Saputro, T. B. 2017. Analisis daya perkecambahan padi (*Oryza sativa L.*) varietas Bahbutong hasil iradiasi. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 6(2), pp. E17–E22.
- Nurseha, Sagala, D., & Rajab, H. 2012. Respon tanaman padi gogo varietas Situ Bagendit dengan berbagai metode pengelolaan pupuk kandang. *Jurnal Agroqua*, 10(2), pp. 34–38.
- Prabowo, I., & Rachmawati, D. 2020. Respons fisiologis dan anatomi akar tanaman bayam (*Amaranthus tricolor L.*) terhadap cekaman NaCl. *Jurnal Penelitian Sainstek*, 25(1), pp. 36–43.
<https://doi.org/10.21831/jps.v25i1.27357>
- Prasetyo, J., Mandang, T., & Subrata, I. D. M. 2014. Efek paparan musik dan noise pada

- karakteristik morfologi dan produktivitas tanaman sawi hijau (*Brassica juncea*). *Jurnal Keteknik Pertanian*, 2(1).
- Purwaningrahyu, R. D., & Taufiq, A. 2017. Respon morfologi empat genotip kedelai terhadap cekaman salinitas. *Jurnal Biologi Indonesia*, 13(2), pp. 175-188.
- Rahmad, D., Nurmiaty, Halid, E., Ridwan, A., & Baba, B. 2022. Karakterisasi pertumbuhan dan produksi beberapa varietas padi unggul. *Jurnal Agroplanta*, 11(1), pp. 37-45.
- Rohaeni, W. R., Supriadi, E., Susanto, U., & Rosahdi, T. D. 2016. Kandungan Fe dan Zn pada beras pecah kulit dan beras sosoh dari galur-galur padi toleran wereng batang coklat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 21(3), pp. 172-176.
- Romadloni, A., & Wicaksono, K. P. 2018. Pengaruh beberapa level salinitas terhadap perkecambahan kacang hijau (*Vigna radiata L.*) varietas Vima 1. *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(8), pp. 1663-1670.
- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. 1995. *Fisiologi tumbuhan jilid I* (Edisi ke-4). Penerbit ITB, Bandung.
- Saputro, T., Fadillatus, N., & Dini, E. 2017. Dynamics expression of *Osr40c1* gene and growth of maize (*Zea mays*) calluses in responding to salt stress. *Journal Biodiversitas*, 18(2), pp. 801-808.
- Sari, M. I., Noer, S., & Emilda, E. 2022. Respons pertumbuhan tanaman labu kuning (*Cucurbita moschata*) pada cekaman salinitas. *EduBiologia: Biological Science and Education Journal*, 2(1), pp. 72-79.
- Setiawan, R. B., Indarwati, I., Fajarfika, R., Asril, M., Jumawati, R., Purwaningsih, P., ... & Arsi, A. 2021. Teknologi produksi benih. Yayasan Kita Menulis.
- Siregar, F. I., Ginting, J., & Irmansyah, T. 2013. Pertumbuhan dan produksi padi gogo varietas Situ Bagendit pada jarak tanam yang berbeda dan pemberian kompos jerami. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 1(2), pp. 98-111.
- Sobir, M., & Helmi, S. 2018. Respon morfologi dan fisiologi genotipe terung (*Solanum melongena L.*) terhadap cekaman salinitas. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 9(2), pp. 131-138.
- Suhartini, T., & Harjosudarmo, T. Z. P. 2017. Toleransi plasma nutfah padi lokal terhadap salinitas (*Tolerance of local rice germplasm to salinity*). *Buletin Plasma Nutfah*, 23(1), pp. 51-58.
- Suprihatno, B., Darajat, A. A., Satoto, Baehaki, S. E., Suprihanto, Setyono, A., Indrasari, S. D., Wardana, I. P., & Sembiring, H. 2010. *Deskripsi varietas padi*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi.
- Tjiadje, N. F. T. 2007. Strategies to reduce the impact of salt on crops (rice, cotton, and chili) production: A case study of the tsunami-affected area of India. *Desalination*, 206, pp. 524-530.
- Ubudiyah, I. W. A., & Nurhidayati, T. 2013. Respon kalus beberapa varietas padi (*Oryza sativa L.*) pada kondisi cekaman salinitas (*NaCl*) secara in vitro. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 2(2), pp. 138-143.
- Utama, M. Z. H., Haryoko, W., & Munir, R. 2009. Penapisan varietas padi toleran salinitas pada lahan rawa di Kabupaten Pesisir Selatan. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 37(2).
- Wahyuni, S., Purwanti, E., Hadi, S., & Fatmawati, D. 2019. *Anatomi fisiologi tumbuhan*. UMM Press, Malang.
- Widyastuti, Y., Satoto, & Rumanti, I. A. 2013. Pemanfaatan analisis regresi dan AMMI untuk evaluasi stabilitas hasil genotipe padi dan pengaruh interaksi genetik dan lingkungan. *Informatika Pertanian*, 22(1), pp. 21-28.
- Yoshihisa. 1997. Regulation of level of proline as an osmolyte in plant under water stress. *Plant Journal*, 38(10), pp. 1095-1102.
- Yusnita. 2015. *Kultur jaringan tanaman sebagai teknik penting bioteknologi untuk menunjang pembangunan pertanian*. Aura Publishing: Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Ziraluo, Y. P. B. 2021. Metode perbanyak tanaman ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas Poir*) dengan teknik kultur jaringan atau stek planlet. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(3), 1038.
- Zou, Y. 2011. Development of cultivation technology for double cropping rice along the Changjiang River Valley. *Scientia Agricultura Sinica*, 44.