



TOLERANSI TEKANAN OSMOTIK PADA PERKECAMBAHAN PADI VARIETAS INPARI MENGGUNAKAN MANNITOL

OSMOTIC STRESS TOLERANCE IN RICE GERMINATION OF INPARI VARIETIES USING MANNITOL

Riza Yuli Rusdiana*, Halimatus Sa'diyah, dan Indri Fariroh

Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jember, Indonesia

*Email:rizayr@unej.ac.id

* Corresponding Author, Diterima: 11 Jan. 2023, Direvisi: 14 Mar. 2022, Disetujui: 13 Jun. 2023

ABSTRACT

Rice is susceptible to drought stress. Drought stress testing on germination stadia can be performed with an osmotic solution of mannitol. Research on drought tolerance using mannitol in germination stadia is still being carried out in Indonesia. The study was aimed to identify the drought tolerance of rice using mannitol based on the physiological character of seeds. Osmotic pressure simulation experiments (0 MPa, -0.03 MPa, -0.05 MPa, -0.08 MPa and -0.11 MPa) using mannitol (0%, 2%, 4%, 6% and 8%) were applied to Inpari 19, Inpari 32 and Inpari 49 rice seeds. Parameters of germination, growing speed, vigor index, root length, number of roots, and seedling length were observed as physiological responses of drought-tolerant germination markers. Non-parametric analysis was applied to this study because the entire physiological response of seeds did not meet the assumptions of normality and variance homogeneity. The result of the Bredenkamp test showed that differences in mannitol concentrations that produce different osmotic pressures had a noticeable influence on the physiology of Inpari seeds. A decrease in osmotic pressure under mannitol treatment resulted in a decrease in the DB, IV, KCT, PA, JA and PK values of the Inpari 19, Inpari 32 and Inpari 49 varieties. The three rice varieties used have drought tolerance in planting media with an osmotic pressure of -0.03 MPa (mannitol 2%).

Keywords : Bredenkamp, drought, inpari, non parametric, seed physiology

ABSTRAK

Cekaman kekeringan memberikan dampak pada padi sawah tadah hujan di dunia sebesar 23 juta hektar. Pengujian cekaman kekeringan pada stadia perkecambahan padi dapat dilakukan dengan larutan osmotik mannitol. Penelitian mengenai toleransi cekaman kekeringan menggunakan mannitol pada stadia perkecambahan padi belum pernah dilakukan di Indonesia. Tujuan penelitian ini adalah mensimulasikan tekanan osmotik dan mengidentifikasi batas toleransi cekaman kekeringan terhadap kinerja fisiologis benih padi varietas Inpari 19, Inpari 32 dan Inpari 49. Percobaan simulasi tekanan osmotik (0 MPa, -0.03 MPa, -0.05 MPa, -0.08 MPa dan -0.11 MPa) menggunakan konsentrasi mannitol (0%, 2%, 4%, 6% dan 8%) diterapkan pada benih padi Inpari 19, Inpari 32 dan Inpari 49. Parameter daya berkecambah, kecepatan tumbuh, indeks vigor, panjang akar, jumlah akar dan panjang kecambah diamati sebagai respon fisiologi penanda perkecambahan toleran cekaman kekeringan. Analisis non parametrik diterapkan pada penelitian ini, karena seluruh respon fisiologi benih tidak memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas ragam. Hasil uji Bredenkamp menunjukkan perbedaan konsentrasi mannitol yang menghasilkan tekanan osmotik berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap fisiologi benih varietas Inpari. Penurunan tekanan osmotik dibawah perlakuan mannitol mengakibatkan penurunan nilai DB, IV, KCT, PA, JA dan PK dari varietas Inpari 19, Inpari 32 dan Inpari 49. Ketiga varietas padi yang digunakan mempunyai toleransi cekaman kekeringan pada media tanam dengan tekanan osmotik sebesar -0.03 MPa (mannitol 2%).

Kata kunci : *Bredenkamp*, fisiologi benih, inpari, kekeringan, non parametrik

1. PENDAHULUAN

Beras merupakan makanan pokok bagi masyarakat Indonesia yang sulit digantikan oleh sumber karbohidrat lainnya. Hal ini menjadikan beras sebagai prioritas dalam pemenuhan asupan karbohidrat penduduk Indonesia (Donggulo *et al.*, 2017). Produksi beras tahun 2021 untuk konsumsi pangan (31.36 juta ton) menurun, jika dibandingkan dengan produksi beras tahun 2020 (31.50 juta ton). Penurunan ini diakibatkan oleh kemarau berkepanjangan. Puncak kemarau tinggi tahun 2021 terjadi pada bulan Agustus hingga September mengakibatkan kekeringan di daerah-daerah penghasil beras (BPS, 2022).

Produksi padi sebagai penghasil beras di Indonesia bersifat fluktuatif. Publikasi BPS (2022) menyatakan bahwa perkembangan produksi padi tahun 2021 terhadap tahun 2020 pada periode waktu Januari-April mengalami peningkatan sebesar 3.59 juta ton GKG akan tetapi pada periode waktu Mei-Agustus dan September-Desember mengalami penurunan sebesar 2.41 juta ton GKG dan 1.41 juta ton GKG. Fluktuasi produksi padi dapat mengakibatkan rendahnya kepastian dalam memperkirakan pemenuhan kebutuhan beras. Namun, tantangan peningkatan produksi beras semakin meningkat sehingga diperlukan usaha pemenuhan kebutuhan pangan dengan cara intensifikasi dan ekstensifikasi. Intensifikasi dapat ditempuh melalui penggunaan benih unggul, sedangkan ekstensifikasi dilakukan dengan mengoptimalkan pemanfaatan lahan.

Upaya penggunaan benih unggul dan pemanfaatan lahan menjadi lahan produksi akan menghadapi berbagai macam cekaman abiotik. Menurut Zannati (2015), padi merupakan tanaman yang rentan terhadap cekaman abiotik kekeringan. Cekaman kekeringan memberikan dampak pada padi sawah tadah hujan di dunia sebesar 23 juta hektar (Akbar *et al.*, 2018). Penelitian toleransi cekaman kekeringan tanaman padi dilakukan oleh Afrianingsih *et al.* (2018) dengan menguji toleransi kekeringan pada fase vegetatif-generatif dan Dama *et al.* (2020) mengevaluasi respon kerapatan stomata dan kandungan klorofil padi mutan. Menurut Firdausya *et al.* (2016), upaya untuk mengidentifikasi tanaman yang toleran terhadap cekaman kekeringan cukup sulit diterapkan di lapangan karena kondisi cekaman yang heterogen dan memerlukan waktu yang cukup lama. Oleh karena itu, pengujian toleransi cekaman pada stadia perkecambahan dapat menjadi solusi.

Perkecambahan merupakan salah satu tahap kritis dalam siklus hidup tanaman. Maksimoviæ *et al.* (2020) menjelaskan kondisi stres akan menghambat perkecambahan benih, mengakibatkan tanaman buruk, mengurangi biomassa, serta mengurangi hasil dan kualitas. Perkecambahan benih sebagai prasyarat keberhasilan pertumbuhan dapat digunakan untuk identifikasi tanaman toleran terhadap cekaman kekeringan. Ketersediaan dan pergerakan air ke dalam biji sangat penting untuk mendorong perkecambahan, pertumbuhan awal akar dan pemanjangan tunas. Cekaman kekeringan dalam perkecambahan awal dapat mempengaruhi penyerapan air sehingga perkecambahan tidak dapat berlangsung. Pengujian cekaman kekeringan pada tahap perkecambahan dapat dilakukan dengan menggunakan larutan osmotik yaitu mannitol untuk mengatur potensial air dalam media tanam. Pengaruh tekanan osmotik pada benih bergantung pada kualitas benih awal dan jenis zat terlarut yang digunakan pada saat benih mengalami tingkat defisit air yang sama (Cabral *et al.*, 2014).

Menurut Maksimoviæ *et al.* (2020) dan Liu *et al.* (2015), mannitol (C₆H₈(OH)₆) senyawa organik berbentuk kristal padat putih yang tidak dapat melewati dinding sel, memiliki toksisitas rendah untuk sel dan bahan ideal untuk mensimulasikan tanah gersang. Furnawanthi *et al.* (2017) dan Firdawati *et al.*, (2019) menyatakan bahwa konsentrasi mannitol pada tanaman yang terakumulasi dalam jaringan akan menurunkan potensial air yang memberikan dampak sebagai cekaman kekeringan bagi tanaman (Firdawati *et al.*, 2019). Penelitian menggunakan mannitol telah dilakukan oleh Kulpa *et al.* (2018) dengan mengkombinasikan mannitol dan sorbitol pada kultivar kedelai, Cokkizgin *et al.* (2019) menerapkan mannitol pada biji kacang *Vicia faba* L., Maksimoviæ *et al.* (2020) pada biji ercis dan Neto *et al.* (2004) mengkombinasikan dengan NaCl pada kultivar kedelai. Namun, toleransi cekaman kekeringan menggunakan mannitol pada tahap perkecambahan tanaman padi belum pernah dilakukan.

Karakter fisiologi tanaman dapat digunakan untuk mengidentifikasi tanaman toleran dan rentan. Karakter fisiologi tanaman yang toleran kekeringan dapat ditinjau dari kemampuan benih berkecambah pada larutan potensial osmotik rendah (Lestari, 2006). Penelitian ini akan mensimulasikan tekanan osmotik menggunakan mannitol dan mengidentifikasi batas toleransi cekaman kekeringan terhadap kinerja fisiologis benih padi varietas Inpari 19, Inpari 32 dan Inpari 49.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus-Oktober 2022 di laboratorium Teknologi dan Produksi Benih Fakultas Pertanian Universitas Jember. Percobaan disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama dalam penelitian yaitu padi sawah varietas Inpari 19, Inpari 32 dan Inpari 49. Faktor kedua yaitu berbagai konsentrasi mannitol yang terdiri dari 0%, 2%, 4%, 6% dan 8%.

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan mannitol dan benih padi sawah kelas stock seed yang diperoleh dari Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Benih padi yang digunakan merupakan biji berpenampakan penuh atau tidak kopong dan berukuran sama. Perlakuan cekaman kekeringan diberikan melalui pemberian mannitol dengan konsentrasi 2%, 4%, 6%, 8% dan aquades sebagai kontrol (0%). Konsentrasi mannitol yang berbeda digunakan untuk mensimulasi tekanan osmotik (MPa). Tekanan osmotik berbagai konsentrasi mannitol dihitung dengan rumus Van't Hoff melalui pendekatan interpolasi dari penelitian Cabral *et al.* (2014) (Tabel 1).

Benih padi ketiga varietas disemai pada cawan petri yang dilapisi 3 lembar *filter paper* dan dibasahi 5 ml larutan mannitol serta diberi penambahan 1 ml larutan mannitol setiap hari untuk menjaga kelembaban media perkecambahan. Benih disemai dalam cawan petri berbeda yang masing-masing berisi 10 butir. Setiap kombinasi varietas dan konsentrasi mannitol diterapkan pada tiga cawan petri yang ditempatkan di germinator pada suhu 25°C. Karakter fisiologi benih padi sebagai parameter penelitian diamati setiap hari hingga 14 hari setelah semai (HSS) (ISTA, 2014).

a. Daya berkecambah (DB)

Daya berkecambah merupakan jumlah benih yang berkecambah normal dari keseluruhan benih yang dikecambahkan pada media tumbuh sub optimal. Menurut Ilyas *et al.* (2015), kriteria benih padi berkecambah normal yaitu akar primer (radikula) lengkap, mesokotil dan koleoptil tumbuh dengan baik dan sempurna serta daun primer tumbuh sempurna dan berkembang menembus koleoptil.

$$DB = \frac{KN\ I + KN\ II}{\sum \text{biji yang berkecambah}} \times 100\% \quad (1)$$

dimana: KN I = kecambah normal pada 5 HSS dan KN II = kecambah normal pada 14 HSS.

b. Indeks vigor (IV)

Indeks vigor merupakan jumlah kecambah normal pada pengamatan 5 HSS.

$$IV = \frac{\sum KN\ I}{\text{biji yang berkecambah}} \times 100\% \quad (2)$$

c. Kecepatan tumbuh (KCT)

Kecepatan tumbuh merupakan jumlah kecambah normal per hari selama pengamatan.

$$KCT = \sum_{0}^{t} \frac{tn}{t} \quad (3)$$

dimana: t adalah waktu pengamatan ke-i; tn adalah waktu akhir pengamatan (hari ke-14); dan N adalah persentase kecambah normal setiap waktu pengamatan.

d. Panjang akar (PA)

Panjang akar (cm) diukur dari pangkal akar hingga ujung akar pada 14 HSS.

e. Jumlah akar (JA)

Jumlah akar dihitung berdasarkan jumlah akar primer dan akar seminal pada 14 HSS.

f. Panjang Kecambah (PK)

Panjang kecambah (cm) diukur dari bawah kotiledon hingga ujung titik tumbuh batang pada 14 HSS.

Data yang diperoleh diuji asumsi kenormalan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov (statistik K-S) dan asumsi homogenitas ragam menggunakan uji Levene (F-hitung). Data yang tidak memenuhi asumsi kenormalan dan homogenitas ragam ditransformasi $\arcsin \sqrt{y/100}$ untuk daya berkecambah, indeks vigor dan kecepatan tumbuh dan $\sqrt{y+0,5}$ untuk data panjang akar, jumlah akar dan panjang kecambah.

Tabel 1. Konsentrasi Mannitol untuk Mendapatkan Tekanan Osmotik Berbeda

Tekanan osmotik (MPa)	Mannitol (%)
0	0
-0.03	2
-0.05	4
-0.08	6
-0.11	8

Keterangan: tekanan osmotik dihitung dengan rumus Van't Hoff (Cabral *et al.*, 2014)

Uji Bredenkamp merupakan metode non parametrik yang diterapkan untuk mengetahui pengaruh varietas, pengaruh konsentrasi mannitol dan pengaruh interaksi varietas dan mannitol ketika asumsi normalitas dan homogenitas ragam tidak terpenuhi. Konsep dasar uji ini mengubah data Y_{ijk} ($i=1,2,\dots,\alpha; j=1,2,\dots,b; k=1,2,\dots,n$) menjadi R_{ijk} berdasarkan satu urutan peringkat tunggal, dimana α adalah banyaknya taraf varietas, b adalah banyaknya level mannitol, n adalah banyaknya ulangan. Jika terdapat Y_{ijk} memiliki nilai sama maka R_{ijk} merupakan rata-rata dari peringkat Y_{ijk} yang memiliki nilai sama. Statistik uji Bredenkamp untuk pengaruh perbedaan varietas, konsentrasi mannitol serta interaksi varietas dan mannitol disajikan pada rumus berikut: (Akbarour *et al.*, 2016)

$$\text{Varietas} = \frac{12\alpha}{N^2(N+1)} \sum_{i=1}^{\alpha} R_{i.}^2 - 3(N+1) \sim \chi_{\alpha, \alpha-1}^2$$

$$\text{Mannitol} = \frac{12b}{N^2(N+1)} \sum_{j=1}^b R_{.j}^2 - 3(N+1) \sim \chi_{b, b-1}^2$$

$$\text{Interaksi} = \frac{12\alpha b}{N^2(N+1)} \sum_{i=1}^{\alpha} \sum_{j=1}^b \left(R_{ij.} - \frac{1}{b} R_{i.} - \frac{1}{\alpha} R_{.j} \right)^2 + 3(N+1) \sim \chi_{\alpha(b-1)(b-1)}^2$$

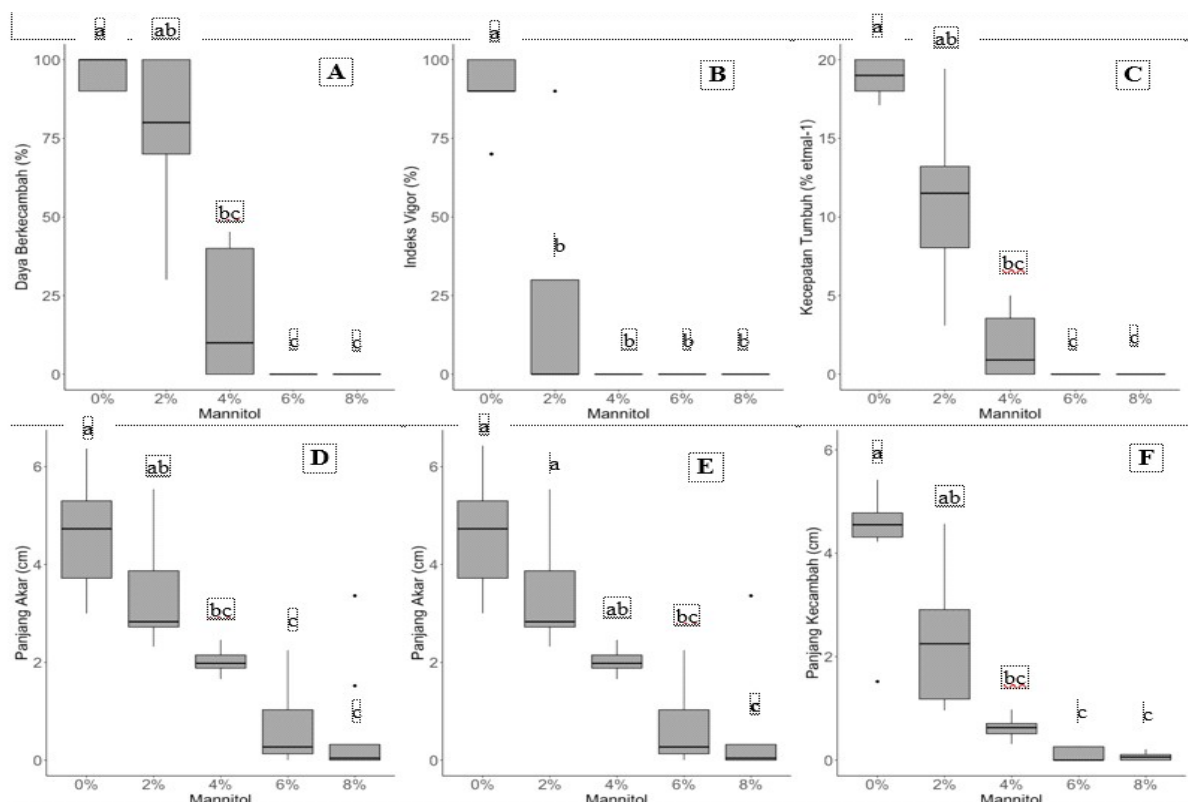
Jika hasil uji Bredenkamp menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan diantara perlakuan, maka hasil analisis dilanjutkan dengan uji Dunn pada taraf kesalahan 5 %. Menurut

Alkautsar *et al.* (2022), uji Dunn merupakan perbandingan berganda non parametrik atas rata-rata skor peringkat skor setiap perlakuan. Uji Dunn memiliki nilai kritis sebagai pembandingan untuk setiap pasangan rata-rata peringkat skor.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan asumsi normalitas dan homogenitas ragam disajikan pada Tabel 2. Hasil pengujian asumsi homogenitas ragam menggunakan uji Levene menunjukkan nilai probabilitas yang rendah (nilai-P < 5%) pada keenam parameter pengamatan baik pada data skala asli maupun data transformasi. Hasil pengujian asumsi normalitas diketahui parameter jumlah akar memenuhi asumsi kenormalan, sedangkan kelima parameter lain yang digunakan dalam penelitian tidak memenuhi asumsi normalitas (nilai-P < 5%). Oleh karena itu, analisis non parametrik uji Bredenkamp diterapkan untuk mengetahui pengaruh perlakuan.

Berdasarkan hasil uji Bredenkamp pada Tabel 3 diketahui bahwa interaksi perlakuan mannitol dan varietas padi Inpari tidak memberikan hasil yang berpengaruh nyata terhadap daya berkecambah,



Gambar 1. Boxplot yang mewakili (A) daya berkecambah; (B) indeks vigor; (C) kecepatan tumbuh; (D) panjang akar; (E) jumlah akar; dan (F) panjang kecambah padi varietas Inpari pada kelima konsentrasi mannitol. Boxplot yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Dunn

Tabel 2. Hasil uji Kolmogorov-Smirnov untuk Normalitas dan Uji Levene untuk Homogenitas Ragam pada Kinerja Fisiologi Benih Padi Inpari di bawah Cekaman Mekeringan dengan Mannitol

Parameter	Transformasi	Uji Kolmogorov-Smirnov		Uji Levene	
		Statistik K-S	Nilai-P	F-hitung	Nilai-P
Daya Berkecambah	Skala asli	0.281	0.000	5.198	0.000
	Arc sin $\sqrt{x/100}$	0.289	0.000	2.942	0.006
Indeks Vigor	Skala asli	0.426	0.000	14.317	0.000
	Arc sin $\sqrt{x/100}$	0.430	0.000	13.654	0.000
Kecepatan Tumbuh	Skala asli	0.267	0.000	4.760	0.000
	Arc sin $\sqrt{x/100}$	0.290	0.000	4.023	0.001
Panjang Akar	Skala asli	0.143	0.022	3.094	0.000
	$\sqrt{x + 0.5}$	0.153	0.010	2.250	0.031
Jumlah Akar	Skala asli	0.129	0.059*	4.554	0.000
	$\sqrt{x + 0.5}$	0.110	0.200*	3.330	0.003
Panjang Kecambah	Skala asli	0.239	0.000	3.785	0.010
	$\sqrt{x + 0.5}$	0.191	0.000	4.374	0.000

indeks vigor, kecepatan tumbuh, panjang akar, jumlah akar dan panjang kecambah. Demikian juga perbedaan jenis varietas padi Inpari tidak berbeda secara nyata terhadap kinerja fisiologi benih. Namun, perlakuan perbedaan konsentrasi mannitol yang menghasilkan tekanan osmotik berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap fisiologi benih padi Inpari.

Varietas Inpari 19, Inpari 32 dan Inpari 49 mengalami penurunan kemampuan berkecambah (DB) seiring dengan penurunan tekanan osmotik yang disebabkan mannitol (Gambar 1A). Persentase benih berkecambah pada konsentrasi mannitol 0% berkisar antara 90%-100%, konsentrasi mannitol 2% berkisar antara 30%-100% dan konsentrasi mannitol 4% berkisar antara 0%-50%. Pada konsentrasi mannitol 6% dan 8% tidak ada benih padi varietas Inpari yang berkecambah normal hingga hari ke-14. Menurut Mayer dan Poljakoff-Mayber (1989) dalam Neto *et al.* (2004), pada media perkecambahan dengan tekanan osmotik rendah, perkecambahan benih padi terhambat karena proses imbibisi berjalan lambat sehingga menurunkan laju respirasi benih. Penelitian mannitol pada gandum yang dilakukan oleh Jovoviæ *et al.* (2018) memberikan hasil bahwa tekanan osmotik -0.3 MPa dan -0.6 MPa menyebabkan penurunan persentase perkecambahan.

Parameter indeks vigor (IV) menurun dibawah perlakuan mannitol secara bertahap dari konsentrasi 0% ke 2% dan selanjutnya turun secara drastis pada konsentrasi 4% (Gambar 1B). Indeks vigor paling tinggi ditemukan pada benih padi varietas

Inpari dalam kondisi kontrol (mannitol 0%) sebesar 90% dan turun menjadi 72% pada konsentrasi mannitol 2%. Hal ini mengindikasikan bahwa benih padi varietas Inpari yang digunakan dalam penelitian memiliki kemampuan tumbuh normal secara cepat pada kondisi cekaman kekeringan dengan batas toleransi konsentrasi mannitol 2%. Hasil penelitian sejalan dengan penelitian Maksimoviæ *et al.* (2020) pada kacang polong, dimana indeks vigor turun seiring dengan meningkatnya konsentrasi mannitol.

Berdasarkan hasil uji Bredenkamp (Tabel 3), pengaruh tunggal mannitol memberikan pengaruh signifikan terhadap panjang akar, jumlah akar dan panjang kecambah yang diukur pada hari ke-14. Penelitian Furnawanthi *et al.* (2017) melaporkan perlakuan mannitol pada eksplan kentang dengan konsentrasi 0 g L⁻¹, 20 g L⁻¹, 40 g L⁻¹, 60 g L⁻¹, 80 g L⁻¹, 100 g L⁻¹ dan 120 g L⁻¹ memiliki respon pertumbuhan panjang akar menurun seiring bertambahnya konsentrasi mannitol. Firdawati *et al.* (2019) melaporkan terdapat pengaruh mannitol secara mandiri pada karakter jumlah akar planlet kultivar kentang yang terbentuk, dengan penurunan jumlah akar terbentuk terjadi pada konsentrasi 0.3 M. dan Cokkizgin *et al.* (2019) melaporkan bahwa panjang kecambah kacang koro kultivar emiralem menurun ketika konsentrasi mannitol meningkat. Begitu juga dengan hasil penelitian yang disajikan pada Gambar 1D-1F. Panjang akar, jumlah akar dan panjang kecambah padi Inpari dibawah cekaman kekeringan menurun secara bertahap seiring peningkatan konsentrasi mannitol.

Tabel 3. Uji Bredenkamp pada Kinerja Fisiologi Benih Padi Inpari di Bawah Simulasi Cekaman Kekeringan dengan Mannitol

Parameter	Varietas	Mannitol	Varietas × Mannitol
Daya Berkecambah	0.400	34.410*	0.879
Indeks Vigor	0.858	22.981*	2.071
Kecepatan Tumbuh	0.580	35.711*	0.856
Panjang Akar	0.596	34.231*	4.745
Jumlah Akar	1.128	37.128*	1.712
Panjang Kecambah	0.783	38.076*	2.841
$\chi^2_{0.05,2} = 5.991$		$\chi^2_{0.05,4} = 9.488$	$\chi^2_{0.05,8} = 15.507$

Keterangan: perlakuan varietas terdiri atas Inpari 19, Inpari 32 dan Inpari 49; perlakuan mannitol terdiri atas 0%, 2%, 4%, 6% dan 8%; * nyata pada taraf $\alpha=5\%$

Panjang akar dan panjang kecambah padi Inpari yang memiliki nilai rata-rata 4.6 cm dan 6 cm pada perlakuan kontrol, tidak berbeda nyata dengan perlakuan mannitol 2% yang memiliki nilai rata-rata 3.4 cm dan 4.1 cm. Namun, perlakuan kontrol memberikan respon panjang akar dan panjang kecambah berbeda nyata dengan perlakuan mannitol 4%, 6% dan 8%. Pada perlakuan mannitol 6% dan 8% ditemukan respon kecambah padi Inpari yang tidak terdapat pertumbuhan sama sekali, dimana terlihat pada garis whisker bawah yaitu nilai minimum bernilai 0. Penelitian Ullah *et al.* (2014) menggunakan mannitol untuk mensimulasi kekeringan memberikan kesimpulan bahwa panjang akar dan panjang kecambah berkurang secara bertahap dengan meningkatnya cekaman kekeringan.

Jumlah akar terbanyak ditemukan pada perlakuan kontrol dengan rata-rata sebanyak 6 akar. Perlakuan kontrol tidak berbeda nyata dengan rata-rata jumlah akar yang terbentuk dari perlakuan mannitol 2% sebanyak 4 akar dan 4% sebanyak 3 akar. Pertumbuhan akar yang tidak intensif merupakan ketidakmampuan suatu tanaman untuk beradaptasi pada kondisi cekaman kekeringan (Firdawati *et al.*, 2019).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar varietas terhadap toleransi kekeringan pada parameter fisiologi benih. Penurunan tekanan osmotik dibawah perlakuan mannitol mengakibatkan penurunan nilai DB, IV, KCT, PA, JA dan PK dari varietas Inpari 19, Inpari 32 dan Inpari 49. Ketiga varietas padi yang digunakan mempunyai toleransi cekaman kekeringan pada media tanam dengan tekanan osmotik sebesar -0.03 MPa (mannitol 2%).

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada LP2M Universitas Jember yang telah memberikan kesempatan mengembangkan ilmu pengetahuan melalui kegiatan Penelitian Dosen Pemula sumber dana DIPA Tahun 2022 dengan nomor surat penugasan 4267/UN25.3.1/LT/2022.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Afrianingsih, S., S. Untung, & N.R. Ardiarini. 2018. Toleransi Genotipe Padi (*Oryza sativa* L.) pada Fase Vegetatif dan Fase Generatif terhadap Cekaman Kekeringan. *J. Produksi Tanaman*. 6(3): 355-363.
- Akbar, M.R., B.S. Purwoko, I.S. Dewi, & W.B. Suwarno. 2018. Penentuan Indeks Seleksi Toleransi Kekeringan Galur Dihaploid Padi Sawah Tadah Hujan pada Fase Perkecambahan. *J. Agron. Indonesia*. 46(2): 133-139.
- Akbarpour, O.A., H. Dehghani, B. Sorkhi-Lalelo, & M.S. Kang. 2016. A SAS Macro for Computing Statistical Tests for Two-Way Table and Stability Indices of Nonparametric Method from Genotype-by-Environment Interaction. *Acta Scientiarum-Agronomy*. 38(1): 35-50.
- Alkautsar, M.M., S.A. Sely, K.S.D. Najunda, R.I. Fadhillah, A.E. Lazuardi, & T. Muliawati. 2022. Analisis Kunjungan Wisawatan Mancanegara Melalui Pintu Udara, Laut dan Darat. Indones. *J. Appl. Math.* 2(1): 33-39.
- BPS. 2022. *Luas Panen Dan Produksi Padi di Indonesia 2021*. BPS, Jakarta.
- Cabral, P.D.S., L.N.S. Dos Santos, H.D. Vieira, T.C.B. Soares, C.A. Bremenkamp, & W.P. Rodrigues. 2014. Effect of Osmotic Stress

- on The Initial Development of Bean Seedlings. *Am. J. Plant Sci.* 5(13): 1973-1982.
- Cokkizgin, A., U. Girgel, H. Cokkizgin. 2019. Mannitol (C₆H₁₄O₆) Effects on Germination of Broad Bean (*Vicia Faba* L.) Seeds. *for. Res. Eng.* 3(I): 20-22.
- Dama, H., S.I. Aisyah, & A.K. Dewi. 2018. Respon Kerapatan Stomata dan Kandungan Klorofil Padi (*Oryza sativa* L.) Mutan terhadap Toleransi Kekeringan. *J. Ilm. Apl. Isot. Dan Radiasi.* 16(1): 1-6.
- Donggulo, C.V., I.M. Lapanjang, & U. Made. 2017. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) pada Berbagai Pola Jajar Legowo dan Jarak Tanam. *J. Agrol.* 24(1): 27-35.
- Firdausya, A.F., N. Khumaida, & S.W. Ardie. 2016. Toleransi beberapa Genotipe Gandum (*Triticum aestivum* L.) terhadap Kekeringan pada Stadia Perkecambahan. *J. Agron. Indonesia.* 44(2): 154-161.
- Firdawati, W., F. Damayanti, S. Amien, & W.A. Qosim. 2019. Respon Lima Kultivar Kentang (*Solanum Tuberosum* L.) terhadap Perlakuan Manitol pada Kultur In Vitro. *Zuriat.* 30(1): 14-20.
- Furnawanthi, I., S.J. Devianti, D. Naully, R. Mardiyanto, & M. Elya. 2017. Respon Pertumbuhan Eksplan Kentang (*Solanum Tuberosum* L.) Varietas AP-4 terhadap Manitol sebagai Media Konservasi secara In Vitro. *Seminar Nasional Fakultas Pertanian UMJ 2017 "Pertanian dan Tanaman Herbal Berkelanjutan di Indonesia"*. Jakarta (ID): Universitas Muhammadiyah Jakarta. Hlm 245-252.
- Jovoviæ, M., V. Tunguz, M. Mirosavljeviæ, & N. Pržulj. 2018. Effect of Salinity and Drought Stress on Germination and Early Seedlings Growth of Bread Wheat (*Triticum Aestivum* L.). *Genetika.* 50(1): 285-298.
- Kulpa, D., A. Gawlik, R. Matuszak-Slamani, M. W³odarczyk, R. Bejger, M. Sienkiewicz, D. Go³ebiowska, & A. Semeniuk. 2018. The Effect of Mannitol And Sorbitol on Soybean in Vitro Development. *Folia Pomeranae Univ. Technol. Stetin.* 341(46): 41-48.
- Lesilolo, M., J. Riry, & E.A. Matatula. 2013. Pengujian Viabilitas dan Vigor Benih Beberapa Jenis Tanaman yang Beredar di Pasaran Kota Ambon. *Agrologia.* 2(1): 1-9.
- Lestari, E.G. 2006. Mekanisme Toleransi dan Metode Seleksi Tumbuh yang Tahan terhadap Cekaman Kekeringan. *Ber. Biol.* 8(3): 215-222.
- Liu, M., M. Li, K. Liu, & N. Sui. 2015. Effect of Drought Stress on Seed Germination and Seedling Growth of Different Maize Varieties. *J. Agric. Sci.* 7(5): 231-240.
- Maksimoviæ, T., N. Janjiæ, & B. Lubarda. 2020. Effect of Different Concentrations of Mannitol on Germination of Pea Seeds (*Pisum Sativum* L.). *Agric. For.* 66(3): 65-72.
- Neto, N.B.M., S.M. Saturnino, D.C. Bomfim, & C.C. Custódio. 2004. Water Stress Induced by Mannitol and Sodium Chloride in Soybean Cultivars. *Brazilian Arch. Biol. Technol.* 47(4): 521-529.
- Ullah, N. Akhtar, N. Mehmood, I.A. Shah, & M. Noor, 2014. Effect of Mannitol Induced Drought Stress on Seedling Traits and Protein Profile of Two Wheat Cultivars. *The Journal of Animal & Plant Sciences.* 24(4):1246-1251.
- Zannati, A. 2015. Perubahan Iklim dan Cekaman Abiotik Salinitas. *Biotrends.* 1(1): 5-8.