

PENGEMBANGAN METODE UJI VIGOR BENIH CABAI MERAH (*Capsicum annuum* L.) PADA BEBERAPA POTENSIAL AIR

Development of Rapid Vigor Test Method for Red Chili Pepper Seed on Varied Water Potential

Undang^{1*}, Subhan Arridho^{2,4}, Abdul Qadir³, Astriyani Rosyad⁴

¹Prodi Teknologi Industri Benih Sekolah Vokasi Institut Pertanian Bogor

Jl. Raya Pajajaran, Kota Bogor, Jawa Barat 16128

²Prodi Agroteknologi Universitas Islam Riau

Jl. Kaharuddin Nasution 113, Pekanbaru 28284, Riau-Indonesia

³Prodi Agronomi dan Hortikultura Institut Pertanian Bogor

⁴Mahasiswa Pascasarjana Agronomi dan Hortikultura Institut Pertanian Bogor

Jl. Raya Dramaga Kampus IPB Dramaga Bogor 16680

* Email: undang@apps.ipb.ac.id

Diterima 5 Agustus 2022/Disetujui 2 Desember 2022

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik radicle emergence (RE) benih cabai dan pola imbibisi air pada kondisi cekaman kekeringan, serta korelasinya dengan metode uji vigor lainnya. Percobaan dilaksanakan pada bulan Februari hingga Maret 2022, bertempat di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih Departemen Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Percobaan dilakukan dengan rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat taraf potensial air (Ψ) yaitu 0, -0.4, -0.6, dan -1.3 MPa, dan tiga ulangan. Benih cabai yang digunakan adalah genotipe Pesona hasil pemuliaan Laboratorium Pendidikan IPB. Hasil percobaan menunjukkan bahwa perubahan imbibisi air pada perlakuan Ψ -0.4 MPa memperlihatkan kurva yang sigmoid, terdiri atas tiga fase, yaitu fase I (0 – 24 jam), fase II (24 – 96 jam), dan fase III (> 96 jam). Pemunculan radikula pertama kali terjadi pada fase II (72 jam) dan kecambah normal muncul pertama kali di fase III (168 jam). Pengujian pemunculan radikula (RE) benih cabai pada cekaman kekeringan dapat menggunakan potensial air (Ψ) maksimal -0.4 MPa. Pengujian vigor benih dengan pemunculan radikula (RE) pada percobaan ini menunjukkan lebih unggul dibandingkan dengan tolak ukur yang lain pada potensial air (Ψ) -0.4 MPa. Uji pemunculan radikula (RE) menunjukkan hubungan korelasi sangat erat dengan tolak ukur laju pertumbuhan kecambah ($r=0,945$), daya berkecambah ($r=0,958$), dan kecepatan tumbuh ($r=0,923$).

Kata kunci: imbibisi, pemunculan radikula, potensial air, uji vigor

ABSTRACT

This study aimed to identify the characteristics of radicle emergence (RE) of chili seeds and water imbibition patterns under drought stress conditions, as well as their correlation with other vigor test methods. The experiment was carried out from February to March 2022. Located at the Seed Science and Technology Laboratory, Department of Agronomy and Horticulture, Faculty of Agriculture, Bogor Agricultural University. The experiment was conducted in a completely randomized design (CRD) with 4 water potential (Ψ) levels, namely 0, -0.4, -0.6, and -1.3 MPa, and was repeated 3 times. The chili seeds used were the Pesona genotype as a result of breeding from the Education Laboratory of IPB. The experimental results showed that changes in water imbibition in the Ψ -0.4 MPa treatment showed a sigmoid curve, consisting of 3 phases, namely: phase I (0 – 24 hours), phase II (24 – 96 hours), and phase III (> 96 hours). The first appearance of radicles occurred in phase II at 72 hours and normal sprouts first appeared in phase III at 168 hours. Testing the emergence of radicle (RE) of chili seeds in drought stress can use a maximum water potential (Ψ) of -0.4 MPa. The seed vigor test with radicle emergence (RE) in this experiment showed it was superior to other benchmarks at Ψ -0.4 MPa. The radicle emergence (RE) test showed a very close correlation with the benchmarks of germination growth rate ($r=0.945$), percentage of germination ($r=0.958$), and speed of growth ($r=0.923$).

Keywords: imbibition, radicle emergence, water potential, vigor test

PENDAHULUAN

Cabai (*Capsicum annuum* L.) adalah salah satu komoditas penting dan strategis di Indonesia, ditunjukkan dengan luas produksi pada tahun 2018 mencapai 308.547 ha dengan daerah utama budidaya yaitu provinsi Jawa Tengah, Jawa Barat dan Jawa Timur. Rata-rata produktivitasnya mencapai 7.78 t ha⁻¹ (BPS 2019). Harga cabai berfluktuasi dari Rp 4.000 hingga 120.000 per kg (Damayanti dan Yolanda 2019).

Tingginya nilai ekonomi cabai belum diikuti dengan produktivitasnya. Terdapat kendala yang dihadapi dalam menjaga dan mempertahankan produktivitas tanaman cabai, terutama terkait dengan musim tanam dan perubahan luas areal produksi akibat alih fungsi lahan. Varietas cabai yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap kekurangan air ketika ditanam di musim kering dengan pengairan terbatas umumnya akan menurun produksinya secara drastis.

Indonesia memiliki potensi lahan pertanian marjinal yang relatif luas, namun belum dimanfaatkan dan dikelola dengan baik. Lahan pertanian marjinal di Indonesia diantaranya adalah lahan kering. Lahan kering merupakan agroekosistem sumberdaya lahan yang mempunyai potensi besar untuk pengembangan pertanian, baik tanaman pangan, hortikultura (sayuran dan buah-buahan) maupun tanaman tahunan/perkebunan. Pengembangan berbagai komoditas pertanian di lahan kering perlu didorong dan ditingkatkan, karena merupakan salah satu pilihan strategis dalam menghadapi tantangan, terutama untuk meningkatkan produksi pertanian dan mendukung program ketahanan pangan nasional.

Kekeringan adalah pembatas produktivitas tanaman yang berkontribusi cukup besar pada penurunan hasil. Kekeringan didefinisikan sebagai kondisi saat air tanah yang tersedia tidak cukup untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Tanaman yang tercekam

kekeringan ditandai dengan terjadinya penurunan kandungan kadar air, berkurangnya potensial air daun dan hilangnya turgor, penutupan stomata serta berkurangnya pertumbuhan dan pembesaran sel (Jaleel *et al.* 2009). Tanaman yang mengalami kekurangan air secara umum mempunyai ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh normal (Budi *et al.* 2019). Kekurangan air menyebabkan penurunan hasil yang sangat signifikan dan bahkan menjadi penyebab kematian pada tanaman (Utami *et al.* 2020).

Untuk memperoleh informasi yang akurat terkait benih cabai yang sesuai ditanam di lahan yang rentan terkena cekaman kekeringan, perlu dilakukan evaluasi terhadap daya vigor benih pada kondisi yang dimaksud. Pengujian vigor benih cabai berdasarkan kecambah normal sudah banyak dilakukan, dan membutuhkan waktu yang lama. Salah satu cara cepat untuk menguji daya vigor suatu benih yang telah dikembangkan dan terbukti berhasil adalah menggunakan metode *radicle emergence* (RE). Uji RE merupakan pengujian vigor benih dengan menghitung persentase radikula yang berhasil menembus kulit benih (ISTA 2021). Prinsipnya adalah persentase RE yang tinggi menunjukkan tingkat vigor benih yang tinggi, sebaliknya persentase RE rendah menunjukkan vigor benih yang rendah.

Tinggi rendahnya persentase RE sangat dipengaruhi oleh jumlah air yang diimbibisi ke dalam benih. Hal ini terkait juga dengan kondisi cekaman kekeringan, apabila intensitas imbibisi air ke dalam benih rendah. Pengukuran RE dalam kondisi cekaman kekeringan diatur dengan menggunakan metode polietilen glikol (PEG). Penggunaan PEG untuk identifikasi toleransi kekeringan telah banyak dilakukan pada tanaman pangan seperti padi, gandum, jagung, dan kedelai (Afa *et al.* 2013; Govindaraj *et al.* 2010; Hamayun *et al.* 2010). Senyawa PEG dapat digunakan untuk simulasi atau menirukan kondisi

kekeringan sebagaimana yang terjadi pada tanah kering (Mirbahar *et al.* 2013) karena memiliki sifat yang larut di dalam air, tidak beracun bagi tanaman, dan tidak mudah diserap. Senyawa ini dilaporkan dapat menahan air sehingga menjadi tidak tersedia bagi tanaman, melalui mekanisme gradien potensial air. Besarnya kemampuan senyawa PEG untuk menahan air bergantung pada bobot molekul dan konsentrasinya.

Perpindahan air ke dalam dan keluar sel suatu tanaman erat kaitannya dengan potensial air. Air akan bergerak dari potensial air yang tinggi menuju potensial air yang lebih rendah, karena adanya bantuan dari potensial tekanan air. Imbibisi pada benih dapat terjadi saat potensial air benih lebih kecil dibandingkan potensial air di media tumbuhnya. Apabila diberikan senyawa PEG pada media tumbuh, maka menyebabkan potensial air di media menurun, sehingga air tidak dapat bergerak ke dalam benih tanaman. Oleh karena itu, perubahan potensial air di media tumbuh sangat erat kaitannya dengan pertumbuhan embrio pada proses perkecambahan.

Penggunaan larutan PEG untuk menguji ketahanan varietas pada cekaman kekeringan telah banyak dilakukan. tetapi informasi tentang penggunaannya sebagai metode uji vigor masih sangat kurang. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik *radicle emergence* (RE) benih cabai dan pola imbibisi airnya pada potensial air berbeda yang diatur menggunakan larutan PEG 6000.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Percobaan dilakukan bulan Februari 2022 hingga Maret 2022, bertempat di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih Departemen Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi timbangan digital, pinset, gelas ukur, oven,

dan kamera. Bahan yang digunakan adalah benih cabai varietas Pesona dengan kadar air awal 12,3%, aquades, PEG 6000, substrat perkecambahan (kertas CD), dan boks perkecambahan (kotak plastik transparan).

Metode

Persiapan larutan PEG 6000 dengan konsentrasi yaitu 0%, 10%, 20%, dan 30%. Konsentrasi larutan PEG ini setara dengan tekanan potensial air (Ψ) secara berurutan sebesar 0.0, -0,4, -0,6, dan -1,3 MPa (Steuter *et al.* 1981). Larutan PEG 10 % dibuat dengan melarutkan 100 g PEG di dalam 1 liter aquades, PEG 20 % dengan melarutkan 200 g PEG di dalam 1 liter aquades, dan PEG 30 % dibuat dengan melarutkan 300 g PEG di dalam 1 liter aquades.

Persiapan media perkecambahan berupa boks perkecambahan, dialasi dengan tiga lembar kertas substrat (metode UDK), kemudian dilembabkan substrat sampai kapasitas lapang dan diukur berapa ml air yang dibutuhkan, contoh 10 ml/boks; kapasitas lapang ditandai jika boks perkecambahan yang telah berisi substrat lembab dibalik, tidak ada lagi air yang menetes. Percobaan dilaksanakan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat taraf potensial air (Ψ) yaitu 0, -0.4, -0.6, dan -1.3 MPa, dan tiga ulangan, sehingga seluruhnya terdapat 24 satuan percobaan. Perkecambahan benih dilakukan di dalam boks di atas kertas substrat yang telah dilembabkan dengan larutan PEG, jumlah benih yang ditanam yaitu 50 butir benih pada setiap boks perkecambahan, dan boks ditempatkan pada suhu ruang.

Perkecambahan benih cabai diamati selama 7 hari untuk pemunculan radikula (RE) dan selama 14 hari untuk kecambah normal. Pengukuran imbibisi air benih dilakukan selama 7 hari awal dengan cara menimbang bobot basah benih cabai setiap hari dan dilihat pola perkembangannya. Pada hari terakhir (hari ke 14), dilakukan pengukuran panjang plumula, panjang

radikula, dan bobot benih kecambah normal.

Pengukuran dan Analisis Data

1. Uji standar

Pengujian viabilitas dan vigor benih dilakukan dengan metode uji di atas kertas (UDK) atau *top of paper test* (ISTA 2021), menggunakan 100 butir benih setiap ulangan, empat ulangan setiap perlakuan. Benih dikecambahkan dalam kotak plastik tertutup, media perkecambahan berupa tiga lembar kertas CD dan dua lembar kertas tisu yang dilembabkan dengan akuades. Peubah yang diamati, yaitu:

a. Daya berkecambah (%)

Daya berkecambah (DB) dihitung berdasarkan jumlah kecambah normal (KN) pada pengamatan pertama dan kedua, yaitu pada hari ke-7 dan hari ke-14 (ISTA 2021). Daya berkecambah dihitung dengan rumus:

$$DB = \frac{\Sigma(KN \text{ hitungan } 1 + KN \text{ hitungan } 2)}{\Sigma \text{ benih yang ditanam}} \times 100\%$$

b. Indeks vigor (%)

Pengamatan indeks vigor (IV) dilakukan terhadap jumlah kecambah normal (KN) pada hitungan pertama daya berkecambah, yaitu pada hari ke-7. Indeks vigor dihitung dengan rumus:

$$IV = \frac{\Sigma(KN \text{ hitungan } 1)}{\Sigma \text{ benih yang ditanam}} \times 100\%$$

c. Kecepatan tumbuh (%KN/etmal)

Kecepatan tumbuh (K_{CT}) diukur dengan jumlah tambahan perkecambahan setiap hari atau etmal pada kurun waktu pengujian daya berkecambah, yaitu hari ke-1 hingga hari ke-14. Kecepatan tumbuh dihitung dengan rumus:

$$K_{CT} = \frac{\Sigma_{i=1}^{14} \% \text{ kecambah normal ke } - i}{\text{jam pengamatan ke } - i/24} \times 100\%$$

d. Bobot kering kecambah normal/BKKN (g)

Berat kering kecambah normal dihitung pada akhir pengamatan uji daya berkecambah yaitu pada hari ke-14. Seluruh kecambah normal dicabut dari

media perkecambahan, dibungkus dengan menggunakan amplop, kemudian dikeringkan dengan oven suhu 80 °C selama 24 jam. Setelah itu, kecambah dimasukkan ke dalam desikator selama ± 30 menit dan ditimbang. Pengujian ini dilakukan di akhir pengamatan ketika pengamatan daya berkecambah telah selesai.

e. Laju pertumbuhan kecambah (mg/kecambah normal)

Laju pertumbuhan kecambah (LPK) merupakan rasio antara total bobot kering kecambah normal (BKKN) dan jumlah kecambah normal. Laju pertumbuhan kecambah dihitung dengan rumus:

$$LPK = \frac{BKKN}{\Sigma \text{ Kecambah normal}}$$

f. Panjang plumula dan radikula

Panjang plumula merupakan panjang bagian atas kecambah normal (KN) benih cabai dari pangkal hipokotil hingga ujung daun primer. Panjang radikula merupakan panjang bagian bawah kecambah normal benih cabai dari pangkal akar hingga ujung akar. Sampel yang digunakan untuk pengukuran panjang plumula dan radikula adalah sebanyak 10 kecambah tiap ulangan percobaan.

2. Uji Pemunculan Radikula (RE)

Uji pemunculan radikula dilakukan dengan cara menanam 50 benih di atas kertas (*top paper*) menggunakan kertas filter dan diletakkan dalam boks plastik. Penghitungan jumlah benih yang sudah muncul akar ≥ 2 mm sesuai dengan apa yang disyaratkan (ISTA 2021) dan pengamatan dilakukan setiap 24 jam sekali, selama 168 jam (Kusumawardana *et al.* 2019). Uji pemunculan radikula dihitung dengan rumus:

$$\text{Uji pemunculan radikula} = \frac{\Sigma \text{ radikula yang muncul}}{\Sigma \text{ benih dikecambahkan}} \times 100\%$$

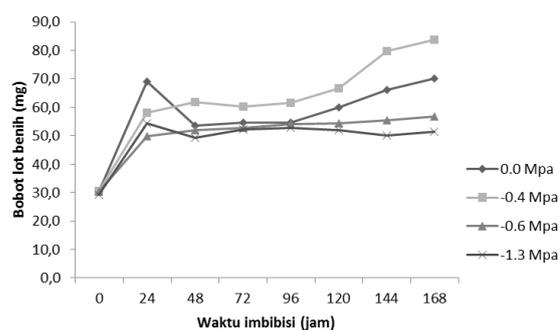
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola Imbibisi Air Berdasarkan Bobot Lot Benih

Data perubahan imbibisi benih cabai selama proses perkecambahan diperoleh dengan mengukur imbibisi air berdasarkan bobot basah benihnya. Selama proses perkecambahan benih mengalami proses penyerapan air dengan cara osmosis ataupun imbibisi. Proses penyerapan air oleh benih sampai ke jaringan biasanya terjadi pada tahap pertama. Pada tahap kedua penyerapan air pada benih tidak sama, disebabkan kulit pada benih biji tersebut mengandung suatu lapisan atau substrat yang mudah larut dalam air, sehingga air yang diserap lebih banyak. Jika tekanan pada benih lebih kecil dibandingkan dengan tekanan larutan maka dapat meningkatkan proses imbibisi (Wusono dan Matinahoru 2015). Pola perubahan imbibisi air pada benih cabai dapat dilihat pada Gambar 1. Perubahan bobot basah benih cabai ini mewakili gambaran volume air yang masuk ke dalam benih selama proses perkecambahan. Pada semua potensial air, imbibisi air benih meningkat setelah ditanam selama 24 jam. Setelah itu, terjadi perubahan bobot benih yang dinamis, yang berbeda antar potensial air. Pada potensial air (Ψ) 0.0 MPa, bobot benih menurun sedikit, kemudian stabil dan naik setelah 96 jam. Bobot benih pada Ψ -0.4 MPa tetap stabil dan kemudian mengalami peningkatan setelah 96 jam hingga 168 jam. Imbibisi air pada potensial air lainnya yaitu Ψ -0.6 MPa dan Ψ -1.3 MPa tidak mengalami kenaikan sampai akhir pengamatan. Perubahan imbibisi air pada perlakuan Ψ -0.4 MPa memperlihatkan kurva yang lebih sigmoid dibandingkan dengan perlakuan Ψ 0.0 MPa.

Jika dilihat dari kurva imbibisi pada potensial air (Ψ) -0.4 MPa, imbibisi air berhenti sejenak selama 3 hari yang menyebabkan bobot benih stabil, kemudian bobot benih meningkat lagi sampai akhir pengamatan. Berdasarkan percobaan ini, penulis membagi garis kurva ini menjadi

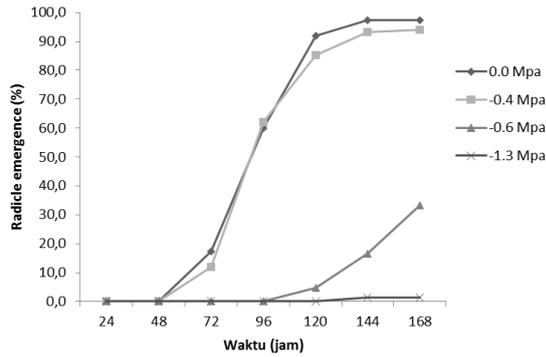
tiga fase yaitu fase I (0 – 24 jam), fase II (24 – 96 jam), dan fase III (> 96 jam). Fase I merupakan tahap dimulainya imbibisi dan aktivasi enzim serta hormon, fase II merupakan tahap perombakan cadangan makanan, dan fase III merupakan tahap pertumbuhan embrio. Pemunculan radikula pertama kali terjadi pada fase II yaitu di 72 jam (Gambar 2) dan kecambah normal muncul pertama kali di fase III yaitu 168 jam (Gambar 3).



Gambar 1. Pola imbibisi air benih cabai berdasarkan bobot benih pada potensial air (Ψ) media tumbuh yang berbeda

Radicle emergence (RE)

Benih merupakan material hidup yang mengalami kemunduran. Perkecambahan benih yang lambat adalah ekspresi fisiologi awal dari kemunduran benih yang merupakan penyebab utama penurunan vigor benih. Pengujian *radicle emergence* (RE) dapat lebih awal mendeteksi ekspresi fisiologi tersebut. Dengan kata lain, pengujian RE merupakan metode uji yang cepat untuk menduga daya vigor suatu lot benih, yang menggambarkan kemampuan benih untuk tumbuh normal di lapang. Uji pemunculan radikula (RE) merupakan metode pengujian vigor cepat yang telah divalidasi untuk benih jagung (ISTA 2021), benih lobak (*Raphanus sativus* L.) (Matthews *et al.* 2011), terung (Ozden *et al.* 2018), benih cabai (Kusumawardana *et al.* 2019), dan benih kedelai (Astuti *et al.* 2020).



Gambar 2. Kurva perkembangan pemunculan radikula (RE) benih cabai pada potensial air media tumbuh yang berbeda

Pada percobaan ini, pemunculan pertama radikula terlihat setelah 72 jam perkecambahan di perlakuan Ψ 0.0 MPa dan Ψ -0.4 MPa, sedangkan perlakuan lainnya mengalami keterlambatan yaitu 120 jam di perlakuan Ψ -0.6 MPa dan 144 jam di perlakuan Ψ -1.3 MPa. Selanjutnya jumlah radikula yang muncul pada perlakuan Ψ 0.0 MPa terus meningkat sebesar 80,0% menjadi 97,3% di akhir pengamatan. Begitu juga dengan perlakuan Ψ -0.4 MPa meningkat sebesar 82,0% menjadi 94,0% di akhir pengamatan, sedangkan perlakuan Ψ -0.6 MPa hanya meningkat sebesar 28,7% dengan RE terakhir adalah 33,3%, dan perlakuan Ψ -1.3 MPa tidak bertambah sama sekali.

Perlakuan dengan potensial air Ψ 0.0 MPa merupakan kondisi yang optimum bagi pertumbuhan benih cabai pada percobaan. Di sisi lain perlakuan potensial air (Ψ) -0.4 MPa, Ψ -0.6 MPa, dan Ψ -1.3 MPa dirancang sebagai kondisi sub optimum bagi perkecambahan benih cabai. Semakin rendah potensial air maka semakin tinggi tingkat cekaman kekeringan media tumbuhnya. Dari ketiga perlakuan potensial air tersebut, benih cabai masih dapat bertahan dan tumbuh dengan baik sama dengan kontrol pada cekaman kekeringan dengan potensial air (Ψ) -0.4 MPa. Dengan kata lain, berdasarkan kurva di Gambar 3 ini pengujian vigor benih cabai di cekaman kekeringan dapat menggunakan potensial air (Ψ) maksimal -0.4 MPa.

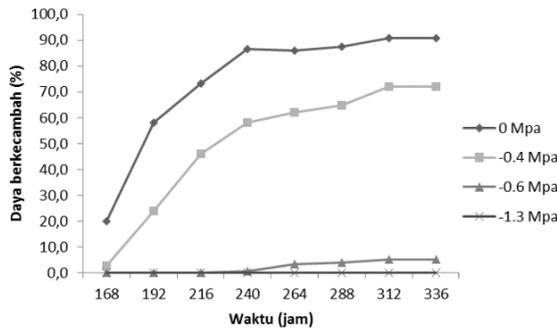
Daya Berkecambah (DB)

Pengujian daya berkecambah merupakan pengujian standar yang sering dilakukan untuk menentukan potensi perkecambahan suatu lot benih, yang selanjutnya dapat digunakan untuk membandingkan mutu benih dari lot-lot yang berbeda, serta untuk menduga nilai pertanaman di lapang pada kondisi lingkungan optimal.

Pada percobaan ini, kecambah normal benih cabai mulai muncul setelah 168 jam perkecambahan atau pada hari ketujuh perkecambahan. Sejak itu, daya berkecambah benih cabai pada potensial air (Ψ) 0 MPa dan Ψ -0.4 MPa terus meningkat tajam sampai dengan 240 jam, dan setelahnya perkembangannya daya berkecambah mulai melandai, dan akhirnya bernilai konstan. Daya berkecambah yang paling tinggi pada *final account* ditunjukkan oleh perlakuan Ψ 0.0 MPa yaitu 90,7%. Selanjutnya diikuti oleh perlakuan Ψ -0.4 MPa dan Ψ -0.6 MPa berturut-turut sebesar 72,0% dan 5,3%, sedangkan perlakuan Ψ -1.3 MPa tidak menunjukkan adanya benih cabai yang berkecambah.

Jika dilihat kurva daya berkecambah pada Gambar 4, perkecambahan benih cabai sangat dipengaruhi oleh potensial air media tumbuh. Daya berkecambah benih dapat menurun seiring dengan penurunan potensial air media tumbuh. Apabila potensial air diturunkan secara drastis hingga Ψ -1.3 MPa, maka terjadi penghambatan perkecambahan benih, sehingga tidak ada benih yang tumbuh. Senyawa polyethylene glycol (PEG) merupakan senyawa yang dapat menurunkan potensial osmotik larutan melalui aktivitas matriks subunit etilen oksida yang mampu mengikat molekul air dengan ikatan hidrogen. Zuyasna *et al.* (2016) menyatakan bahwa penambahan konsentrasi PEG dalam media seleksi *in vitro*, meningkatkan kematian benih. Konsentrasi PEG sebesar 20% dapat digunakan sebagai konsentrasi *sublethal*

dan dapat digunakan untuk seleksi terhadap kekeringan pada benih kedelai mutan.



Gambar 3. Kurva perkembangan daya berkecambah benih cabai pada potensial air media tanam yang berbeda

Hal menarik dari kurva daya kecambah ini adalah bidang yang berada di antara kurva daya berkecambah perlakuan Ψ 0.0 MPa dan Ψ -0.4 MPa. Apabila garis Ψ 0.0 MPa digambarkan sebagai garis optimum dan Ψ -0.4 MPa sebagai garis yang sub optimum, maka bidang yang terbentuk di antaranya dapat berfungsi sebagai tolok ukur bidang vigor yang dapat mendeteksi viabilitas absolut lot benih setelah melewati periode konservasi sebelum tanam (Sadjad 1994).

Karakteristik Perkecambahan Benih Cabai

Nilai beberapa tolok ukur viabilitas dan vigoritas benih cabai setelah diberi

perlakuan PEG dengan potensial air yang berbeda disajikan pada Tabel 1. Daya berkecambah merupakan tolok ukur untuk menduga viabilitas lot benih, sedangkan pemunculan radikula, kecepatan tumbuh, indeks vigor dan laju pertumbuhan kecambah merupakan tolok ukur untuk menduga vigoritas suatu lot benih.

Perkecambahan merupakan fase awal perkembangan tanaman berbiji, yaitu pertumbuhan embrio yang dimulai kembali setelah penyerapan air atau imbibisi. Dalam tahap ini, embrio di dalam biji yang semula berada pada kondisi dorman mengalami sejumlah perubahan fisiologi yang menyebabkannya berkembang menjadi tumbuhan muda (Siregar *et al.* 2018). Namun, pengukuran viabilitas dengan daya berkecambah memiliki keterbatasan dalam menduga performa benih suatu tanaman setelah disimpan atau ketika ditanam di lapang pada kondisi lingkungan yang sub optimum. Tolok ukur daya berkecambah dinyatakan kurang sensitif dalam mengukur vigoritas suatu lot benih, sehingga dikembangkan beberapa tolok ukur untuk vigoritas benih seperti kecepatan tumbuh, indeks vigor dan laju pertumbuhan kecambah. Akan tetapi tolok ukur ini masih menggunakan kecambah normal dari pengujian pada lingkungan optimum dengan syarat yang ketat.

Tabel 1. Viabilitas dan vigoritas benih cabai pada potensial air yang berbeda

Potensial air	RE (%)	DB (%)	K _{CT} (% etmal ⁻¹)	IV (%)	LPK (mg KN ⁻¹)
Ψ 0.0 Mpa	94,00	90,70	55,50	20,00	2,19
Ψ -0.4 Mpa	94,00	72,00	36,00	2,70	1,57
Ψ -0.6 Mpa	33,30	5,30	1,50	0,00	0,14
Ψ -1.3 Mpa	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00

Penggunaan kecambah normal untuk pengukuran vigoritas masih terkesan lambat, karena harus menunggu benih tumbuh hingga terbentuk perkecambahan yang utuh. Pengujian vigoritas dengan pemunculan radikula pada percobaan ini menunjukkan lebih unggul dibandingkan

dengan tolok ukur yang lain pada potensial air yang diturunkan sampai dengan Ψ -0.4 MPa (Tabel 1). Persentase pemunculan radikula di Ψ -0.4 MPa menunjukkan nilai yang sama dengan kontrol yang notabene tumbuh dalam kondisi sub optimum dan kontrol adalah kondisi optimum.

Tabel 2. Panjang plumula, panjang radikula, dan bobot kering kecambah normal (BKKN) benih cabai pada 14 HSS (hari setelah semai)

Potensial air	Panjang plumula (cm)	Panjang radikula (cm)	BKKN (g)
Ψ 0.0 Mpa	5,34	5,33	1,097
Ψ -0.4 Mpa	4,02	3,67	0,783
Ψ -0.6 Mpa	0,68	1,09	0,070
Ψ -1.3 Mpa	0,00	0,00	0,000

Pengaruh perlakuan PEG dengan potensial air yang berbeda terhadap panjang plumula, panjang radikula, dan bobot kering kecambah benih cabai disajikan pada Tabel 2. Panjang plumula, panjang radikula dan bobot kering kecambah normal menurun seiring dengan penurunan potensial air. Nilai panjang plumula tertinggi yaitu di Ψ 0.0 MPa dan terendah di Ψ -1.3 MPa. Begitu juga dengan panjang radikula dan bobot kering kecambah normal masih relatif lebih tinggi dibandingkan dengan Ψ -0.6 MPa dan Ψ -1.3 MPa. Diduga PEG 6000 menyebabkan air menjadi lambat tersedia untuk benih saat perkecambahan dimulai. Widyastuti *et al.* (2017) mengungkapkan bahwa penggunaan PEG 25% memperlihatkan genotipe padi mengalami

penurunan terhadap semua variabel yang diamati dibandingkan kontrol. Sementara Amoozadeh *et al.* (2013) melaporkan penggunaan PEG pada cekaman aluminium memiliki respons yang baik karena dapat mengikat aluminium. Konsentrasi yang tinggi pada larutan PEG 6000 mengakibatkan nilai potensial air di sekitar benih menjadi semakin negatif, sehingga air sulit diserap oleh benih sebab PEG memiliki sifat yang mudah mengikat air (Agustiansyah *et al.* 2021; Gammoudi *et al.* 2021).

Korelasi RE dengan K_{CT}, IV, LPK, DB

Matriks korelasi antara tolok ukur pemunculan radikula (RE), kecepatan tumbuh (KCT), indeks vigor (IV), laju pertumbuhan kecambah (LPK) dan daya berkecambah (DB) disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Koefisien korelasi (r) pearson antara pemunculan radikula, kecepatan tumbuh, indeks vigor, daya berkecambah, dan laju pertumbuhan kecambah

Peubah	RE	DB	K _{CT}	IV
DB	0,958*			
K _{CT}	0,923 ^{tn}	0,991**		
IV	0,651 ^{tn}	0,790 ^{tn}	0,865 ^{tn}	
LPK	0,945 ^{tn}	0,997**	0,998**	0,833 ^{tn}

Keterangan: RE= pemunculan radikula, K_{CT}= kecepatan tumbuh, IV= indeks vigor, DB= daya berkecambah, LPK= laju pertumbuhan kecambah, **= nyata pada taraf 1%, *= nyata pada taraf 5%, tn= tidak nyata

Hasil metode uji pemunculan radikula 168 jam dikorelasikan dengan tolok ukur mutu fisiologi lainnya dan diharapkan memiliki hubungan yang erat (Matthews dan Powell 2011; Kusumawardana *et al.* 2019). Tabel 3 menyajikan hasil analisis korelasi antara uji pemunculan radikula dengan tolok ukur

pengujian daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh dan laju pertumbuhan kecambah. Penelitian Khusna *et al.* (2021), melaporkan bahwa uji RE pada benih jagung dengan metode uji antar kertas pada suhu 25 °C dan diamati saat 51 jam \pm 15 menit setelah pengecambahan terbukti berkorelasi erat dan dapat memprediksi

daya berkecambah, rata-rata waktu perkecambahan, indeks vigor, kecepatan tumbuh, dan rata-rata waktu pemunculan bibit.

Uji pemunculan radikula berkorelasi positif yang erat dengan daya berkecambah ($r=0,958$) dan menunjukkan signifikansi yang nyata ($p<0,04$). Di lain pihak hubungan pemunculan radikula dengan laju pertumbuhan kecambah ($r=0,945$), kecepatan tumbuh ($r=0,923$) dan indeks vigor ($r=0,651$) meskipun memiliki koefisien korelasi yang tinggi tetapi signifikansinya tidak nyata ($p<0,055$; $p<0,077$; dan $p<0,349$ secara berurutan).

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI

Perubahan imbibisi air pada perlakuan $\Psi -0.4$ MPa memperlihatkan kurva yang sigmoid, terdiri atas 3 fase yaitu: fase I (0 – 24 jam), fase II (24 – 96 jam), dan fase III (> 96 jam). Pemunculan radikula pertama kali terjadi pada fase II yaitu di 72 jam dan kecambah normal muncul pertama kali di fase III yaitu 168 jam. Pengujian pemunculan radikula benih cabai di cekaman kekeringan dapat menggunakan potensial air (Ψ) ≤ -0.4 MPa. Pengujian vigor benih dengan pemunculan radikula (RE) pada percobaan ini menunjukkan lebih unggul dibandingkan dengan peubah yang lain pada potensial air (Ψ) -0.4 MPa. Uji pemunculan radikula menunjukkan hubungan korelasi positif dengan peubah laju pertumbuhan kecambah, daya berkecambah, dan kecepatan tumbuh dan indeks vigor. Namun signifikansi korelasi yang nyata yaitu antara peubah pemunculan radikula dengan peubah daya berkecambah ($p<0.04$).

DAFTAR PUSTAKA

Afa LO, Purwoko BS, Junaedi A, Haridjaja O, Dewi IS. 2013. Deteksi dini padi hibrida terhadap kekeringan menggunakan PEG 6000. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 41(1): 9-15.

- Agustiansyah, Timotiwu PB, Pramono E, Maryeta M. 2021. Pengaruh priming pada vigor benih cabai (*Capsicum annuum* L.) yang dikedambahkan pada kondisi cekaman aluminium. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 21(3): 204-211.
- Amoozadeh A, Rahmani S, Nemati F. 2013. Poly(ethylene)glycol/ $AlCl_3$ as a new and efficient system for multicomponent Biginelli-type synthesis of pyrimidinone derivatives. *Heterocyclic Communications*. 19(1): 69–73.
- Astuti F, Budiman C, Ilyas S. 2020. Pengembangan metode uji cepat vigor benih kedelai dengan pemunculan radikula. *J. Agron. Indonesia*. 48(2): 135-141.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2019. *Statistik Indonesia 2019*. Subdirektorat Publikasi dan Kompilasi Statistik Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Budi RS, Anwar A, Pandi A. 2019. Pengaruh cekaman kekeringan terhadap penampilan dan produksi beberapa galur padi asal sigambiri merah pada tanaman M4. *Agriland Jurnal Ilmu Pertanian*. 7(2): 39-45.
- Damayanti I, Yolanda F. 2019. Harga cabai anjlok, petani minta harga acuan ditentukan. <https://www.republika.co.id/berita/ekonomi/pertanian/pt496a370/harga-cabai-anjlok-petani-mintaharga-acuan-ditentukan>. [2 Oktober 2019].
- Gammoudi N, Nagaz K, Ferchichi A. 2021. Hydrotimic analysis to explore the effect of H_2O_2 priming in the relationship between water potential (Ψ) and germination rate of *Capsicum annuum* L. seed under $NaCl$ and PEG induced stress. *Plant Physiology and Biochemistry*. 167: 990–998.
- Govindaraj M, Shanmugasundaram P, Sumathi P, Muthiah AR. 2010. Simple, rapid and cost effective screening method for drought resistant breeding in pearl millet. *Electronic Journal of Plant Breeding*. 1(4): 590-599.

- Hamayun M, Khan SA, Shinwari ZK, Khan AL, Ahmad N, In-Jung L. 2010. Effect of polyethylene glycol induced drought stress on physio-hormonal attributes of soybean. *Pak J Bot.* 42(2): 977-986.
- [ISTA] The International Seed Testing Association. 2021. *International Rules for Seed Testing.* Bassersdorf, Switzerland.
- Jaleel CA, Manivannan P, Wahid A, Farooq M, Somasundaram R, Panneerselvam R. 2009. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. *Int J Agric. Biol.* 11: 100-105.
- Khusna AU, Zamzami A, Ilyas S. 2021. Modifikasi suhu uji pemunculan radikula untuk mempersingkat pengujian vigor benih jagung. *Jurnal Agronomi Indonesia.* 49(3): 266-272.
- Kusumawardana A, Pujiasmanto B, Pardono. 2019. Pengujian mutu benih cabai (*Capsicum annum*) dengan metode uji pemunculan radikula. *J Hort.* 29(1): 9-16.
- Matthews S, Powell A. 2011. Towards automated single counts of radicle emergence to predict seed and seedling vigour. *Seed Testing International.* 142: 44-48.
- Matthews S, Wagner MH, Kerr L, Powell AA. 2018. Potential for early counts of radicle emergence and leakage of electrolytes as quick test to predict the percentage of normal seedlings. *Seed Science and Technology.* 46(1): 1-18.
- Mirbahar AA, Saeed R, Markhand GS. 2013. Effect of polyethylene glycol-6000 on wheat (*Triticum aestivum* L.) seed germination. *Int J Biol Biotech.* 10(3): 401-404.
- Ozden E, Ozdamar C, Demir I. 2018. Radicle emergence test estimates predictions of percentage normal seedlings in standard germination test of aubergine (*Solanum melongena* L.) seed lots. *Not Bot Horti Agrobo.* 46(1): 177-182.
- Sadjad S. 1994. Kuantifikasi Metabolisme Benih. Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta.
- Siregar M, Refnizuida, Lubis N. 2018. Potensi pemanfaatan jenis media tanam terhadap perkecambahan beberapa varietas cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Journal of Animal Science and Agronomy Panca Budi.* 3(1): 11-14.
- Steuter AA, Mozafar A, Goodin JR. 1981. Water potential of Aqueous polyethylene glycol. *Plant Physiol.* 67: 64-67.
- Utami JL, Kristanto BA, Karno. 2020. Aplikasi silika dan penerapan cekaman kekeringan terkendali dalam upaya peningkatan produksi dan mutu simplisia binahong (*Anredera cordifolia*). *J Agro Complex.* 4(1): 69-78.
- Widyastuti Y, Purwoko BS, Yunus M. 2016. Identifikasi toleransi kekeringan tetua padi hibrida pada fase perkecambahan menggunakan polietilen glikol (PEG) 6000. *J. Agron. Indonesia.* 44 (3): 235-241.
- Widyawati N, Tohari YP, Soemardi I. 2009. Permeabilitas dan perkecambahan benih aren (*Arenga pinnata* (Wurmb.) Merr.). *Jurnal Agronomi Indonesia.* 37(2): 152- 158.
- Wusono S, Matinahoru J. 2015. Pengaruh Ekstrak Berbagai Bagian Dari Tanaman Swietenia Mahagoni Terhadap Perkecambahan Benih Kacang Hijau Dan Jagung. *Jurnal Agrologia.* 4(2): 105-113.
- Zuyasna, Effendi, Chairunnas, Arwin. 2016. Efektivitas polietilen glikol sebagai bahan penyeleksi kedelai kipas merah bireun yang diradiasi sinar gamma untuk toleransi terhadap cekaman kekeringan. *J Floratek.* 11(1): 66-74.