

Potential Use of Invigoration Techniques to Improve Viability and Vigor of Soybean Seeds

Hardi Kusman^{1*}, A. A. K. Sudharmawan², M. Taufik Fauzi²

¹Mahasiswa Program Studi Pertanian Lahan Kering, Program Pascasarjana Universitas Mataram, Mataram, Nusa TenggaraBarat, Indonesia;

²Dosen Program Studi Pertanian Lahan Kering, Program Pascasarjana Universitas Mataram, Mataram, Nusa TenggaraBarat, Indonesia;

Article History

Received : February 08th, 2025

Revised : February 15th, 2025

Accepted : March 06th, 2025

*Corresponding Author:

Hardi Kusman, Mahasiswa Program Studi Pertanian Lahan Kering, Program Pascasarjana Universitas Mataram, Mataram, Nusa TenggaraBarat, Indonesia;

Email:

ardikusuma2704@gmail.com

Abstract: Demand for soybeans in Indonesia continues to increase along with population growth, but productivity remains low and dependent on imports. One of the key factors affecting soybean productivity is seed quality, which often deteriorates during storage. Seed invigoration, which includes techniques such as hydration-dehydration, hydropriming, and osmopriming, is a possible solution to improve soybean seed viability and vigor. This research used the literature survey method to collect and analyze data from various scientific sources. The results show that seed invigoration can improve the quality of soybean seeds by improving the germination process, increasing vigor, and optimizing water uptake. These techniques are especially important when seeds are sown in non-ideal conditions, such as arid or high salinity areas. Thus, the application of invigoration techniques has the potential to be an effective strategy for increasing soybean productivity in Indonesia and reducing import dependence.

Keywords: Invigoration, soybean seed, productivity, viability, vigor.

Pendahuluan

Permintaan kedelai terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi. menjadi faktor pendorong utama kenaikan permintaan setiap tahunnya terhadap kedelai. Hal ini menghadirkan tantangan bagi produksi domestik untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Kedelai memiliki potensi yang menjanjikan sebagai tanaman pangan yang dapat ditanam secara efektif.

Kementerian Pertanian memprediksi bahwa produksi kedelai di Indonesia pada tahun 2022 akan mencapai 301,52 ribu ton biji kering. Prediksi ini menunjukkan peningkatan sebesar 88,66 ribu ton atau 41,65% dibandingkan dengan produksi pada tahun sebelumnya. Provinsi Jawa Timur menjadi penyumbang terbesar untuk produksi kedelai di tahun 2022, dengan kontribusi sebesar 27,96% dibandingkan dengan Provinsi lain di Indonesia (Sri, 2023).

Produksi kedelai di Indonesia mengalami peningkatan, tetapi produktivitasnya yang rendah dibandingkan dengan negara lain membuatnya belum mampu memenuhi permintaan domestik. Oleh karena itu, Indonesia masih perlu mengimpor kedelai dari negara lain; Brazil, Argentina, dan Amerika Serikat adalah pemasok

kedelai utama Indonesia. Pada tahun 2022, impor Brazil mencapai 1,78 miliar dolar, atau 36,12% dari impor total Indonesia. Angka ini cukup besar dibandingkan dengan tahun 2018 yang hanya sebesar USD 724 juta. Kedelai yang diimpor dari Brazil dan Argentina umumnya sudah dalam bentuk produk olahan, seperti bungkil dan residu padat kedelai, serta tepung kedelai (HS 23040090). Produk-produk ini sering digunakan sebagai bahan baku dalam industri pakan ternak maupun pangan. Sedangkan kedelai yang diimpor dari Amerika Serikat biasanya dalam bentuk segar, dan digunakan sebagai bahan baku industri tahu dan tempe (Sri, 2023).

Produktivitas kedelai dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah kualitas benih. Untuk meningkatkan produktivitas, masalah-masalah utama, termasuk keterbatasan ketersediaan benih, perlu diatasi. Berdasarkan data Kementerian Pertanian (2023), kebutuhan nasional untuk benih kedelai mencapai 800.000 ton per tahun, sedangkan ketersediaannya hanya sekitar 500.000 ton per tahun. Kekurangan benih sebesar 300.000 ton per tahun ini menjadi tantangan serius dalam meningkatkan produktivitas kedelai di Indonesia. Kekurangan tersebut berdampak negatif, seperti berkurangnya luas tanam, rendahnya

produktivitas, meningkatnya ketergantungan impor, dan terganggunya ketahanan pangan.

Kurangnya benih kedelai yang berkualitas disebabkan karena sifatnya yang mudah rusak dan harganya yang lebih murah daripada benih tanaman lainnya, sehingga benih kedelai tidak banyak didistribusikan. Hal ini mengakibatkan kelangkaan benih kedelai berkualitas di pasar. Ketersediaan benih kedelai di lapangan sering kali tergantung pada waktu panen kedelai, sehingga para petani harus menunggu ketersediaan benih saat akan menanam. Untuk menjaga kualitas benih kedelai, diperlukan fasilitas dan teknologi penyimpanan yang memadai. Benih kedelai yang disimpan di gudang tanpa fasilitas pendingin hanya dapat bertahan selama 5 bulan dalam suhu ruang, setelah itu kualitas benih akan mengalami penurunan atau kemunduran (Nurhidayah, 2023). Setiap jenis benih akan mengalami kemunduran, yaitu proses yang merugikan yang dimulai segera setelah benih masak dan berlanjut hingga penyimpanan. Copeland dan McDonald (2001) dalam Desfajerin, (2022) mengemukakan bahwa kemunduran benih adalah penurunan mutu fisiologis benih secara bertahap dan tidak dapat kembali seperti semula (irreversible) yang disebabkan oleh perubahan fisiologis dan biokimia.

Kemunduran benih di negara tropis seperti Indonesia menjadi permasalahan krusial karena menyebabkan penurunan kualitas benih. Perpaduan suhu dan kelembaban tinggi, serta kandungan protein dan lemak dalam biji, mempercepat proses deteriorasi benih. Benih yang mengalami deteriorasi atau penurunan kualitas ini lebih mudah terserang penyakit dan jamur, sehingga proses perkecambahan melambat dan pertumbuhan benih tidak normal. Sadjad *et al.* (1999) dalam (Wahyuni & Kartika, 2022) menjelaskan bahwa benih yang ditunda tanam berisiko disimpan dalam kondisi yang tidak ideal, seperti di ruangan yang tidak memadai, kemasan terbuka, atau ruangan dengan kelembapan tinggi sebelum ditanam. Durasi penyimpanan yang lama memperparah kemunduran benih.

Penyimpanan benih kedelai merupakan aspek paling penting dalam kegiatan perbenihan. Viabilitas benih selama penyimpanan dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik internal maupun eksternal. Faktor internal mencakup karakter genetik, kondisi lapisan kulit benih, serta kadar air awal benih. Sementara itu, faktor eksternal meliputi jenis kemasan yang

digunakan, komposisi gas di sekitar benih, suhu penyimpanan, serta tingkat kelembaban dalam ruang penyimpanan. Kombinasi faktor-faktor ini berperan penting dalam mempertahankan kualitas benih selama masa penyimpanan.

Benih yang performanya menurun atau deteriorasi dapat disegarkan kembali dengan invigorasi. Invigorasi adalah proses penting untuk mempersiapkan benih sebelum tanam. Dengan menyeimbangkan kadar air benih, invigorasi dapat merangsang metabolisme benih agar siap berkecambah, meskipun struktur penting embrio (radikula) belum muncul (Giamerti *et al.*, 2015). Penerapan invigorasi pada benih sangatlah diperlukan, terutama ketika ditanam atau disemai di kondisi yang tidak ideal seperti lahan tergenang, rawa, lahan dengan salinitas tinggi, dan lahan kering. Perlakuan invigorasi ini juga mampu mengoptimalkan proses penyerapan air oleh benih. Invigorasi merupakan teknik yang dapat meningkatkan kemampuan benih dalam menyerap air, mempercepat proses perkecambahan, serta meningkatkan vigor tanaman. Selain itu, metode ini juga berperan dalam menentukan strategi yang tepat untuk memperbaiki vigor benih, terutama ketika akan ditanam pada kondisi lingkungan yang kurang optimal.

Bahan dan Metode

Metode yang digunakan dalam penulisan ini ialah dengan melakukan studi literatur (*desk literature study*) yang dilakukan dengan mengumpulkan data dari berbagai sumber seperti jurnal ilmiah, buku, prosiding seminar dan sejenisnya. Data – data yang diperoleh kemudian dianalisis secara kualitatif dengan mengkaji dan mengidentifikasi informasi untuk menghasilkan penjelasan dan hasil diskusi yang kritis dan komprehensif mengenai potensi penggunaan teknik invigorasi dalam meningkatkan viabilitas dan vigor benih kedelai. Hasil studi pustaka ini kemudian disajikan dalam bentuk narasi yang koheren dan sistematis serta kritis.

Hasil dan Pembahasan

Invigorasi Benih

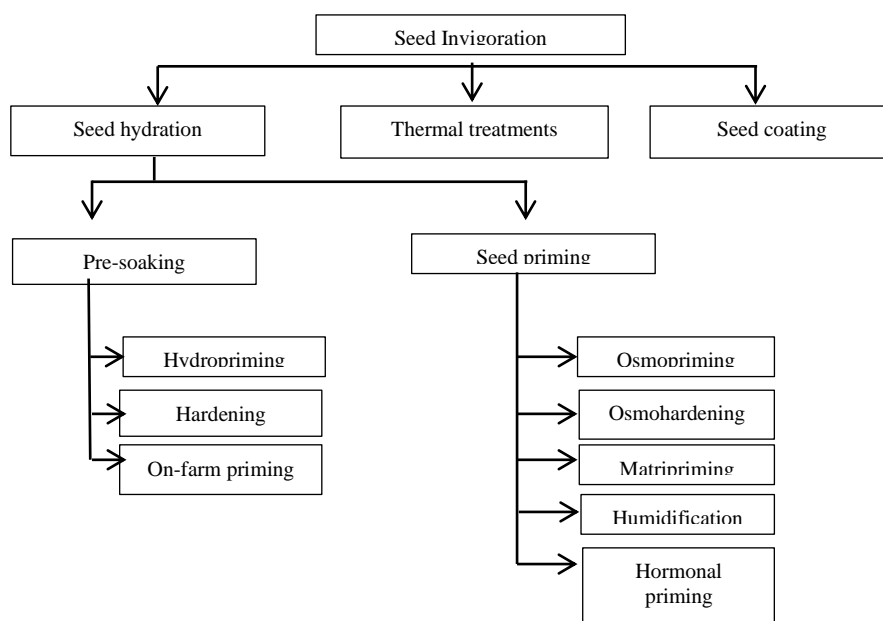
Invigorasi benih adalah perlakuan yang diterapkan pada benih sebelum penanaman dengan tujuan untuk meningkatkan proses perkecambahan dan pertumbuhan bibit. Menurut Ilyas, (2012) dalam Widiastuti & Wahyuni, (2020) Invigorasi benih merupakan suatu metode

perlakuan, baik secara fisik maupun kimia, yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas benih yang telah mengalami penurunan daya tumbuh atau mengalami proses deteriorasi. Teknik ini diterapkan guna mengoptimalkan potensi benih agar tetap memiliki vigor yang baik saat ditanam..

Hasil penelitian Farooq et al., (2009) juga menyatakan bahwa invigorasi dilakukan untuk menjaga daya tumbuh benih selama proses pengolahan hingga saat benih ditanam kembali, pentingnya teknik ini untuk memastikan benih tetap memiliki kualitas yang optimal sepanjang seluruh proses tersebut. Menurut Taylor et al., (1998) dalam Farooq et al., (2009), Invigorasi benih, atau yang dikenal sebagai peningkatan benih, adalah perawatan pasca panen yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan benih berkecambah dan pertumbuhan bibit, Teknik ini sangat penting untuk memastikan benih mencapai kondisi optimal sebelum ditanam. Yukti ,(2009) dalam Rozen et al., (2019) juga berpendapat Invigorasi adalah proses

peningkatan vigor benih melalui metabolisme terkendali, yang bertujuan memperbaiki kerusakan subseluler dalam benih. Proses ini tidak hanya mengembalikan kondisi optimal benih, tetapi juga meningkatkan kemampuan benih untuk berkecambah dan tumbuh menjadi tanaman yang sehat.

Perlakuan yang disebut invigorasi benih diterapkan pada benih sebelum penanaman untuk meningkatkan pertumbuhan dan perkecambahan kecambah. Teknik ini sangat penting untuk memastikan bahwa benih memiliki vitalitas yang tinggi, sehingga mereka dapat menghasilkan tanaman yang lebih kuat dan sehat (Koes dan Arief, 2010 dalam Rozen et al., 2019). Menurut Nigam et al., (2018), perlakuan invigorasi benih memiliki tujuan untuk mengatasi dormansi, menyeleksi benih sehat agar dapat tumbuh dengan cepat, merangsang pembentukan akar sehingga benih tumbuh secara seragam dan sehat, serta mencegah serangan hama dan penyakit pada tahap awal pertumbuhan.



Gambar 1. Klasifikasi Teknik Invigorasi Benih Farooq et al., (2009)

Proses invigorasi dapat diterapkan pada beberapa tahap berbeda, yaitu sebelum benih ditanam (perlakuan pra-tanam), sebelum benih disimpan (perlakuan pra-penyimpanan), atau di tengah-tengah periode penyimpanan benih (perlakuan saat penyimpanan). Terdapat berbagai teknik invigorasi yang dapat digunakan, termasuk prehidrasi, osmohardening, matricconditioning (priming dengan matriks padat), dan osmoconditioning (priming atau osmopriming), setiap metode ini bertujuan untuk

meningkatkan kualitas dan daya tahan benih melalui pendekatan yang berbeda (Kinayungan, 2009 dalam Rozen et al., 2019).

Perlakuan invigorasi benih dilakukan setelah proses pasca panen dan sebelum penanaman, menjadi tahap penting yang menentukan kualitas benih. Setiap jenis benih memiliki karakteristik unik; misalnya, kacang tanah (*Arachis hypogea*) dapat langsung ditanam setelah dipanen, sementara beberapa benih lain memerlukan tahap *after ripening* atau dormansi

dan harus disimpan terlebih dahulu. Penyimpanan benih dalam kondisi yang tidak terkontrol dapat mengurangi vigor benih tersebut. Oleh karena itu, diperlukan teknik invigorasi benih untuk menjaga kualitasnya. Invigorasi membantu menyeimbangkan potensi air dalam benih, merangsang proses metabolisme, dan mempersiapkan benih untuk berkecambah dengan optimal (Farooq *et al.*, 2006).

Hasil penelitian Farooq *et al.*, (2009) mengklasifikasikan teknik invigorasi menjadi tiga metode utama: hidrasi, perlakuan suhu, dan pelapisan (*coating*). Klasifikasi teknik invigorasi benih mencakup tiga metode utama: hidrasi, pelapisan, dan perlakuan termal. Perlakuan termal ini dibagi lebih lanjut menjadi perlakuan pendinginan dan pengeringan. Hidrasi benih dapat dilakukan secara tidak terkontrol, seperti dengan perendaman, atau secara terkontrol, seperti dengan pelapisan benih. Bergantung pada jenis osmotikum yang digunakan, priming benih dapat meliputi osmopriming, osmohardening, pelembapan, matripriming, dan priming hormonal. Setiap metode ini memiliki cara tersendiri untuk meningkatkan kualitas dan daya tahan benih.

Benih Kedelai Yang Diberi Perlakuan Hidrasi (*Seed hydration*)

Hidrasi-dehidrasi adalah salah satu metode invigorasi yang digunakan untuk meningkatkan kualitas benih yang rendah. Teknik ini efektif dalam memperbaiki vigor dan viabilitas benih, membantu memastikan benih memiliki kemampuan berkecambah dan tumbuh dengan lebih baik. Selain itu, metode ini memainkan peran penting dalam memperpanjang umur simpan benih dengan menjaga kondisi optimalnya (Adhikary & Mandal, 2019).

Perubahan morfologi, fisiologi, dan biokimia dalam benih adalah bagian dari proses perkecambahan yang kompleks. Imbibisi (benih menyerap air), aktivasi enzim, permulaan pertumbuhan embrio, pelunakan kulit benih, dan akhirnya perkecambahan. Untuk memastikan perkembangan optimal dari biji menjadi tanaman, proses ini terdiri dari sejumlah langkah yang saling berhubungan. Untuk memulai proses perkecambahan, benih memerlukan suhu, oksigen, dan air yang tepat. Penyerapan air oleh benih mengikuti pola tiga fase (Bewley, 1997 dalam Farooq *et al.*, 2009).

Fase pertama adalah imbibisi, di mana

benih menyerap air secara fisik, baik dalam kondisi hidup maupun mati. Proses ini berlangsung sangat cepat karena perbedaan potensial air yang besar antara benih kering dan air. Pada benih hidup, terjadi sedikit aktivitas metabolisme selama fase ini, meskipun benih mati juga menyerap air dengan kecepatan yang sama. Fase kedua adalah periode jeda, di mana penyerapan air melambat, menyebabkan sedikit perubahan berat segar, tetapi terjadi aktivitas metabolisme yang signifikan. Selama fase ini, benih mengubah cadangan yang tersimpan (protein, lemak, dan lipid) menjadi senyawa yang diperlukan untuk perkecambahan. Fase ketiga adalah penonjolan radikula, yang biasanya bertepatan dengan kemunculan radikula dan ditandai dengan penyerapan air yang cepat, serta peningkatan berat segar yang signifikan. Benih tahan terhadap kekeringan selama fase pertama dan kedua, namun sering kali menjadi tidak tahan selama fase ketiga. Setiap fase penyerapan air dipengaruhi oleh ketersediaan air di lingkungan (Farooq *et al.*, 2009).

Perlakuan hidrasi pada benih kedelai dilakukan dengan memperpanjang proses imbibisi, terutama saat terjadi penyeimbangan air dengan lingkungan sekitar. Proses ini menyebabkan benih mengalami perubahan fisiologis dan biokimia, yang memungkinkan mereka berkecambah lebih cepat. Dengan memperpanjang fase imbibisi, benih kedelai dapat mencapai kondisi optimal untuk memulai perkecambahan, meningkatkan peluang tumbuh menjadi tanaman yang sehat dan kuat.

Perendaman Benih (*Pre Soaking*)

Sel tanaman yang sedang dalam fase pertumbuhan, 80-90% dari volumenya terdiri dari air. Tanaman mendapatkan air dari tanah untuk melakukan proses fotosintesis, organ dalam benih, yaitu bakal akar atau radikula bertanggung jawab untuk menyerap air dari lingkungan tanah sekitarnya. Tanaman menyerap dan mengeluarkan air (*transpirasi*) secara teratur untuk menjaga keseimbangan air potensial dalam benih. Untuk memastikan bahwa benih dan tanaman tetap berada dalam kondisi yang ideal untuk pertumbuhan dan perkembangan, proses ini sangat penting (Widiastuti & Wahyuni, 2020).

Menurut Khan, (1992) dalam Widiastuti & Wahyuni, (2020), *pre-soaking* merupakan perawatan yang dilakukan pada benih sebelum penanaman untuk menyeimbangkan jumlah air di dalam benih. Struktur penting seperti embrio

(radikula) belum muncul, tetapi tujuannya adalah untuk merangsang aktivitas metabolisme sehingga benih siap untuk berkecambah. Dengan metode ini, benih dapat disiapkan untuk tahap perkecambahan berikutnya tanpa menyebabkan munculnya radikula. Dalam kondisi pre-soaking, air tersedia untuk benih dan proses penyerapannya berlangsung tanpa terpengaruh oleh kondisi lingkungan. Metode ini memastikan bahwa benih menyerap air secara optimal, menyiapkan mereka untuk tahap perkecambahan berikutnya dalam kondisi yang lebih stabil dan terkontrol (Farooq *et al.*, 2009).

Hydro priming

Metode *Hydro-priming* merupakan metode perendaman benih dalam air dan kemudian mengeringkannya kembali sebelum menanam. Perendaman dapat dilakukan dengan atau tanpa aerasi. Benih yang tidak dorman dapat berkecambah dengan cepat ketika air, oksigen, dan suhu sudah mencukupi. Salah satu kekurangan metode hidro-priming adalah ketidakseragaman hidrasi benih, yang dapat menyebabkan perkecambahan yang tidak merata. Oleh karena itu, waktu perendaman dan rasio antara volume air dan jumlah benih sangat penting untuk keberhasilan hidropriming (Pill & Necker 2001 dalam Widiastuti & Wahyuni, 2020).

Hydro-Priming adalah pendekatan penting untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman biotik dan abiotik. Banyak senyawa yang dapat digunakan dalam proses priming atau metode priming yang efisien sebagai perlakuan awal pada benih, yang bertujuan untuk meningkatkan perkecambahan serta potensi toleransi tanaman terhadap berbagai jenis cekaman. Pendekatan ini membantu tanaman mengembangkan kemampuan bertahan yang lebih baik dalam menghadapi kondisi lingkungan yang menantang (Kadir *et al.*, 2022).

Hardening

Hardening adalah Teknik invigorasi yang mengadopsi metode pembasahan dan pengeringan dilakukan dengan merendam benih dalam air untuk meningkatkan hidrasi, kemudian mengeringkannya kembali hingga kadar airnya kembali seperti semula sebelum proses perendaman. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan vigor benih dengan memastikan hidrasi yang optimal sebelum dikembalikan ke kondisi semula (Pen Aloza & Eira M.T.S. 1993

dalam Widiastuti & Wahyuni, 2020).

Metode hardening, melibatkan beberapa proses, termasuk perubahan dalam sitoplasma, perubahan fisiko-kimia seperti penurunan sifat lipofilik, peningkatan koloid, peningkatan tingkat air yang terikat, dan peningkatan suhu koagulasi protein (Solaimalai and Subburamu, 2004 dalam Wahyuni & Kartika, 2022).

On farm priming

Metode invigorasi dengan *on-farm priming* merupakan teknik sederhana yang digunakan untuk meningkatkan vigor benih. Proses ini dilakukan dengan merendam benih dalam air selama jangka waktu tertentu, kemudian mengeringkan permukaannya sebelum ditanam. Perbedaan utama antara on-farm priming dan hardening adalah pada jumlah siklus yang dilakukan; hardening melibatkan beberapa siklus perendaman dan pengeringan, Sementara itu, *on-farm priming* hanya dilakukan satu kali dalam prosesnya. Perbedaan lain terletak pada tahap pengeringan, di mana pada teknik *hardening*, benih dikeringkan hingga kadar airnya kembali seperti sebelum perendaman. Sebaliknya, pada metode *on-farm priming*, pengeringan hanya dilakukan sampai permukaan benih tidak lagi basah, tanpa mengembalikan kadar airnya ke kondisi semula (Harris *et al.*, 2001 dalam Widiastuti & Wahyuni, 2020).

Seed Priming Terhadap Benih Kedelai

Priming benih adalah teknik perendaman benih sebelum perkecambahan, yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja perkecambahan benih dalam kondisi lingkungan yang tidak mendukung atau mengalami cekaman. Proses ini membantu benih untuk memulai perkecambahan dengan lebih efektif meskipun menghadapi kondisi yang kurang ideal (Anwar *et al.*, 2020).

Priming benih berbasis air diartikan sebagai perlakuan pra-perkecambahan yang menghidrasi sebagian benih tanpa menyebabkan radikula muncul. Berbagai perlakuan dapat diterapkan selama fase perkecambahan yang masih dapat dibalik. Prosedur priming sangat bervariasi berdasarkan potensi osmotik larutan yang digunakan, durasi perlakuan, suhu eksternal, serta keberadaan senyawa kimia tertentu (Lutts *et al.*, 2016).

Proses *priming*, benih ditempatkan dalam media dengan potensi osmotik tinggi, yang membatasi penyerapan air sehingga tidak mencapai tingkat hidrasi penuh. Selama tahap

ini, benih tetap menjalankan aktivitas metaboliknya dan mulai mengonversi cadangan makanan yang nantinya akan dimanfaatkan saat proses perkecambahan berlangsung (Taylor *et al.* 1998 dalam Widiastuti & Wahyuni, 2020). Berikut adalah beberapa teknik priming yang dapat digunakan:

Osmo-priming

Osmo-priming adalah teknik merendam benih dalam larutan yang memiliki potensi osmotik tinggi dan tingkat aerasi air yang rendah. Tujuan dari metode ini adalah untuk mengatur proses penyerapan air oleh benih serta mencegah pertumbuhan radikula sebelum waktunya, sehingga mempercepat proses perkecambahan dengan kontrol yang lebih baik.. Teknik ini bertujuan untuk memodulasi hidrasi benih secara efektif sehingga radikula tidak berkembang, sambil tetap memulai aktivitas metabolik yang penting untuk perkecambahan (Ruan *et al.* 2002 dalam Wahyuni & Kartika, 2022).

Potensial air yang rendah dalam larutan osmotik berperan penting dalam memastikan benih terhidrasi cukup untuk memulai proses metabolisme sebelum perkecambahan, tetapi tetap mencegah keluarnya radikula (Bennet *et al.* 2018 dalam Widiastuti & Wahyuni, 2020). Beberapa jenis larutan osmotik yang digunakan dalam teknik *osmo-priming* antara lain kalsium klorida, kalium nitrat, natrium klorida, serta polyethylene glycol (PEG). Larutan-larutan ini dapat diaplikasikan baik secara tunggal maupun dalam kombinasi untuk mencapai hasil yang diharapkan (Wahyuni & Kartika, 2022).

Osmo-hardening

Osmo-hardening adalah teknik invigorasi benih yang mengkombinasikan proses pengerasan (*hardening*) dengan *osmo-priming*. Seperti pada teknik *hardening*, jumlah dan durasi siklus dalam *osmo-hardening* sangat berpengaruh terhadap keberhasilannya dalam meningkatkan vigor benih. Teknik ini masih tergolong baru, sehingga penelitian terus dikembangkan untuk mengidentifikasi jenis garam yang paling efektif sebagai agen *priming* dalam meningkatkan vigor benih (Farooq *et al.*, 2006). Seperti pada teknik *hardening*, perlakuan ini bisa diterapkan secara berulang, dengan setiap siklus dan durasinya berperan penting dalam menentukan keberhasilan peningkatan vigor benih. Karena teknik ini masih relatif baru, dibutuhkan penelitian tambahan untuk

memahami lebih lanjut penggunaannya dalam invigorasi benih kedelai (Wahyuni & Kartika, 2022).

Matripriming

Menurut Khan, (1992) dalam Wahyuni & Kartika, (2022), *matripriming* merupakan teknik invigorasi yang melibatkan hidrasi terkendali pada benih menggunakan media padat yang lembap, seperti tanah liat, pasir, atau vermikulit. Teknik ini juga dikenal sebagai *conditioning*, yang menggunakan media dengan potensial matriks untuk menghidrasi benih secara efektif. Tujuan dari perlakuan *matricconditioning* adalah untuk menyeimbangkan tekanan potensial air dalam benih, merangsang metabolisme benih agar siap berkecambah tanpa memunculkan radikula. Hal ini memungkinkan perubahan fisiologis dan biokimia terjadi serta memastikan pertumbuhan benih yang seragam, sehingga mengurangi stres lingkungan saat ditanam di lapangan (Bareke, 2018).

Humidifikasi

Humidifikasi atau *pre-sowing* adalah metode hidrasi yang meningkatkan kadar air benih dengan menempatkannya dalam lingkungan berkelembaban tinggi sampai kadar air seimbang tercapai. Pada teknik ini, benih bersentuhan langsung dengan uap air. Proses ini membantu benih menyerap cukup kelembaban untuk mempersiapkannya untuk perkecambahan (Khan 1992 dalam Widiastuti & Wahyuni, 2020).

Hormonal Priming

Hormonal priming adalah Metode priming yang melibatkan penggunaan hormon serta bahan organik lainnya dapat meningkatkan vigor dan mempercepat pertumbuhan bibit. Penggunaan zat pengatur tumbuh pada benih berperan dalam memfasilitasi perkembangan benih yang lebih baik, namun keberhasilannya sangat dipengaruhi oleh jenis hormon yang diterapkan serta konsentrasi yang digunakan. Teknik ini memerlukan pemilihan hormon yang tepat dan dosis yang sesuai untuk memberikan hasil yang optimal dalam memperkuat vigor benih dan mempercepat pertumbuhan bibit (Widiastuti & Wahyuni, 2020).

Penggunaan teknik invigorasi dalam meningkatkan viabilitas dan vigor benih kedelai

Teknik invigorasi benih merupakan salah satu metode penting yang digunakan dalam meningkatkan viabilitas dan vigor benih kedelai. Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa perlakuan invigorasi, seperti osmopriming, matripriming, dan hormonal priming, dapat meningkatkan kemampuan benih untuk berkecambah dan tumbuh dengan baik, terutama

dalam kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan. Dalam upaya memahami lebih jauh manfaat dan penerapan teknik ini, beberapa studi telah dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas berbagai metode invigorasi pada benih kedelai. Berikut ini adalah tabel yang merangkum hasil-hasil penelitian tersebut.

Tabel 1. Hasil penelitian

No	Teknik Invigorasi	Metode yang digunakan	Catatan
1.	<i>Pre Soaking</i>	<i>Hydro priming</i>	Priming dengan giberelin pada konsentrasi 50 ppm selama 14 jam adalah metode terbaik untuk mempercepat waktu munculnya kecambah dan meningkatkan persentase serta kecepatan perkecambahan pada tanah ultisol (Lutfiah et al., 2021).
2.	<i>Seed Priming</i>	<i>Matripriming/ Matricconditioning</i>	Perlakuan invigorasi dengan matricconditioning dan inokulan Rhizobium komersial meningkatkan viabilitas dan vigor benih lebih baik dibandingkan dengan kontrol (Giamerti et al., 2015).
3.		<i>Matripriming/ Matricconditioning</i>	Matricconditioning meningkatkan viabilitas benih kedelai pada berbagai parameter, seperti daya kecambah, kecepatan pertumbuhan, panjang akar, dan tinggi kecambah. Perlakuan menggunakan batu bata yang dihaluskan menunjukkan hasil terbaik dengan persentase daya kecambah mencapai 84%, kecepatan pertumbuhan 16,8% per hari, tinggi kecambah 7,5 cm, dan panjang akar 6,8 cm (Udi et al., 2021).
4.		<i>Osmo-priming</i>	Osmopriming dengan potensial 8 bar selama 12 jam adalah perlakuan terbaik untuk meningkatkan persentase dan laju perkecambahan, panjang bibit, dan indeks vigor (tidak termasuk benih dengan perkecambahan primer yang rendah). Perlakuan ini lebih efisien dan ramah lingkungan dibandingkan metode lain yang setara karena memerlukan waktu lebih singkat dan jumlah PEG lebih rendah. Meningkatkan laju perkecambahan adalah aspek penting dari perlakuan osmopriming. Oleh karena itu, potensi -10 bar disarankan untuk benih yang menghadapi kondisi buruk seperti viabilitas rendah, kondisi lingkungan tidak menguntungkan, waktu tanam terlambat, kekeringan, dan stres lainnya (Rouhi et al., 2011).
5.		<i>Osmo-priming</i>	Kombinasi priming benih dan cekaman kekeringan mempengaruhi rasio tunas/akar, bobot 100 butir, kandungan protein, dan klorofil secara signifikan. Benih yang diprima dengan 300 g PEG L-1 air menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan benih yang tidak diprima, terutama saat cekaman air meningkat (50% kapasitas lapang). Priming benih dengan PEG terbukti meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai dan ketahanannya terhadap cekaman kekeringan (Syaiful et al., 2014).

Kesimpulan

Penggunaan berbagai metode invigorasi telah terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas dan vitalitas benih kedelai. Di Indonesia, metode invigorasi yang paling efektif meliputi hidrasi, priming, matricconditioning, dan seed coating. Matricconditioning dengan penambahan zat kimia, ZPT, dan agen hayati telah terbukti meningkatkan vigor dan viabilitas benih, begitu juga dengan priming menggunakan larutan osmotik. Selain itu, invigorasi melalui seed coating juga mampu mempertahankan viabilitas

dan vigor benih dengan menjaga kadar air selama penyimpanan dan melindungi benih dari gangguan luar.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. A. A. Ketut Sudharmawan, MP.dan Prof.Ir. M. Taufik Fauzi, M.Sc., Ph.D. yang telah memberikan arahan serta masukan kepada penulis sehingga penulisan artikel ini dapat terselesaikan

Referensi

- Adhikary, R., & Mandal, V. (2019). Hydro-Priming and Hydration-Dehydration Treatment Improve Seed Invigoration and Biotic Stress Tolerance. *Russian Agricultural Sciences*, 45(1), 35–42. <https://doi.org/10.3103/s1068367419010129>
- Ali Usman, M., & Kuncoro, E. (2022). *Kementan Memastikan Ketersediaan Benih Kedelai Cukup Untuk Program Kedelai Abt Tahun 2022 Di Jawa Timur*. Jumat, 09 September 2022. <https://doi.org/https://tanamanpangan.pertanian.go.id/detil-konten>
- Anwar, A., Yu, X., & Li, Y. (2020). Seed priming as a promising technique to improve growth, chlorophyll, photosynthesis and nutrient contents in cucumber seedlings. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(1), 116–127. <https://doi.org/10.15835/NBHA48111806>
- Bareke, T. (2018). Biology of seed development and germination physiology. *Advances in Plants & Agriculture Research*, 8(4). <https://doi.org/10.15406/apar.2018.08.00336>
- Desfajerin, D. (2022). *Mengenal Kemunduran Benih Dan Penyebabnya*. PBT BBPPTP Surabaya. <https://balaisurabaya.ditjenbun.pertanian.go.id/mengenal-kemunduran-benih-dan-penyebabnya/>
- Farooq, M., Basra, S. M. A., Afzal, I., & Khaliq, A. (2006). Optimization of hydropriming techniques for rice seed invigoration. *Seed Science and Technology*, 34(2), 507–512. <https://doi.org/10.15258/sst.2006.34.2.25>
- Farooq, M., Basra, S. M. A., Wahid, A., Khaliq, A., & Kobayashi, N. (2009). Rice Seed Invigoration: A Review. In *Media*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9654-9>
- Giamerti, Y., Yursak, Z., & Purwantoro. (2015). Teknologi invigorasi mendukung ketersediaan benih kedelai bermutu. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang Dan Umbi 2015, May 2015*, 230–236. https://www.researchgate.net/publication/322885893_TEKNOLOGI_INVIGORASI_MENDUKUNG_KETERSEDIAAN_BENIH_KEDELAI_BERMUTU
- Kadir, M., Baso, B., Yassin, M. R., & Halid, E. (2022). Pengaruh metode priming organik dan anorganik terhadap viabilitas benih padi gogo. *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan*, 3(September), 422–432. <https://doi.org/10.51978/proppnp.v3i1.240>
- Lutfiah, N., Agustiansyah, & Timotiwu, P. B. (2021). Pengaruh Priming pada Vigor Benih Kedelai (*Glycine max*. [L] Merrill) yang Dikecambahkan pada Tanah Masam. *Jurnal Agrotropika*, 20(2), 120. <https://doi.org/10.23960/ja.v20i2.5269>
- Lutts, S., Benincasa, P., Wojtyla, L., Kubala, S., Pace, R., Lechowska, K., Quinet, M., & Garnczarska, M. (2016). Seed Priming: New Comprehensive Approaches for an Old Empirical Technique. *New Challenges in Seed Biology - Basic and Translational Research Driving Seed Technology*. <https://doi.org/10.5772/64420>
- Mariani, & Wahditiya, A. A. (2021). Pengaruh Perlakuan Matricconditioning Terhadap Viabilitas Dan Vigor Benih Kedelai (*Glycine max* L. Merrill). *Jurnal Agrotan*, 7(1), 55–67.
- Nigam, S. N., Jordan, D. L., & Janila, P. (2018). *Improving cultivation of groundnuts*. 2, 155–180. <https://doi.org/10.19103/as.2017.0023.27>
- Nurhidayah, S. (2023). *Tehnik Matricconditioning Arang Sekam Padi Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Kedelai (Glycine Max L. Merill) Asal Benih Kadaluarsa*. <https://repository.unja.ac.id/50687/%0Ahttps://repository.unja.ac.id/50687/8/TESSISselviNurhidayah.pdf>
- Perdana, M. A., Moeljani, I. R., & Djarwatiningsih, P. S. (2023). Pengaruh Masa Simpan dan Suhu Simpan terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Coating Kedelai. *Jurnal Agrium*, 20(1), 1–7.
- Rouhi, H. R., Surki, A. A., Sharif-Zadeh, F., Afshari, R. T., Aboutalebian, M. A., & Ahmadvand, G. (2011). Study of Different Priming Treatments on Germination Traits of Soybean Seed Lots. *Notulae Scientia Biologicae*, 3(1), 101–108. <https://doi.org/10.15835/nsb315462>
- Rozen, N., Aswaldi, A., & Kasim, M. (2019). *Studi Karakteristik Morfologi dan Biokimia Benih Padi Yang Telah di Invigorasi*. <http://repo.unand.ac.id/id/eprint/33463/co>

- ntents
- Sari, N. N. K., Suroso, B., & Wijaya, I. (2022). Invigorasi Osmoconditioning Terhadap Viabilitas Dan Vigor Benih Kedelai Varietas Biosoy 1 Dengan Masa Simpan Lebih Dari 6 (Enam) Bulan. *National Multidisciplinary Sciences*, 1(2), 292–301. <https://doi.org/10.32528/nms.v1i2.75>
- Sri, W. (2023). Analisis Kinerja Perdagangan Kedelai. In Mas'ud & W. Sri (Eds.), *Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian 2023*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian 2023. [http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB 2.pdf](http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB%202.pdf)
- Syaiful, S. A., Dungga, N. E., Riadi, M., & Ridwan, I. (2014). Seed Priming with PEG 8000 for Improving Drought Stress Tolerance of Soybean (*Glycine max*). *International Journal of Agriculture System*, 2(1), 19–26. <http://pasca.unhas.ac.id/ijas/pdf/3> IJAS Vol. 2 Issue 1 June 2014.pdf
- Triyadi, D., Wahyuni, A., Abdul Hakim, N., & Tianigut, G. (2023). Peningkatan Performansi Benih Kedelai Edamame (*Glycine max* L. Merrill.) yang Telah Mengalami Deteriorasi melalui Metode Priming. *J-Plantasimbiosa*, 5(1), 55–65. <https://doi.org/10.25181/jplantasimbiosa.v5i1.2984>
- Udi, Y. M., Walingkas, S. A. F., & Lumingkewas, A. M. W. (2021). Pengaruh Matricconditioning Terhadap Viabilitas Dan Vigor Benih Kedelai Yang Disimpan Di Ruang Terbuka. *Jurnal Cocos*, 1(1), 1–11.
- Wahyuni, W., & Kartika. (2022). Kajian Teknik Invigorasi Benih Kedelai (*Glycine max*) Di Indonesia: Review Artikel. *Fruitset Sains*, 10(4), 146–156.
- Widiastuti, M. L., & Wahyuni, S. (2020). Penerapan Teknik Invigorasi Dalam Meningkatkan Vigor Benih Padi. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 39(2), 96. <https://doi.org/10.21082/jp3.v39n2.2020.p96-104>