



KAJIAN TEKNIK INVIGORASI BENIH KEDELAI (*Glycine max*) DI INDONESIA: Review Artikel

Winda Wahyuni^{1*}, Kartika²

^{1,2}Departemen Agroteknologi, Universitas Bangka Belitung, Indonesia

*Email: winda-wahyuni@ubb.ac.id

Abstract

Soybean is one of the food crops that is quite popular with the people of Indonesia which has a fairly high content of vegetable protein and is very beneficial for health. One of the efforts that can be done to increase soybean production in Indonesia is the use of quality seeds. The high protein and fat content in the seeds causes the seeds to quickly deteriorate during the seed storage process. One of the efforts that can be done in maintaining or restoring seed quality is by using invigoration techniques. Soybean seed invigoration is reported to improve the performance of soybean seeds. Several techniques for invigorating soybean seeds in Indonesia include seed hydration, soaking using an osmotic solution, priming, matricconditioning and seed coating. Invigoration of seeds can increase germination, vigor index, sprouting time, growth speed, and root length of sprouts.

Keywords: soybean, invigoration, priming, vigor.

Abstrak

Kedelai merupakan salah satu tanaman pangan yang cukup digemari oleh masyarakat Indonesia yang memiliki kandungan protein nabati yang cukup tinggi dan sangat bermanfaat bagi kesehatan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi kedelai di Indonesia adalah dengan penggunaan benih bermutu. Kandungan protein dan lemak yang cukup tinggi didalam benih mengakibatkan benih cepat mengalami kemunduran (deteriorasi) selama proses penyimpanan benih. Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam mempertahankan atau mengembalikan mutu benih yaitu dengan teknik invigorasi. Invigorasi benih kedelai dilaporkan dapat meningkatkan performa dari benih kedelai. Beberapa teknik invigorasi benih kedelai di Indonesia diantaranya yaitu dengan hidrasi benih, perendaman dengan menggunakan larutan osmotik, priming, matricconditioning serta seed coating. Invigorasi benih dapat meningkatkan daya kecambah, indeks vigor, waktu muncul kecambah, kecepatan tumbuh, dan panjang akar kecambah.

Kata Kunci: kedelai, invigorasi, priming, vigor.

1. Pendahuluan

Kedelai (*Glycine max*) merupakan jenis tanaman kacang-kacangan yang memiliki banyak manfaat. Kedelai dapat menjadi sumber protein nabati yang cukup tinggi sehingga baik untuk kesehatan. Hasil olahan kedelai berupa tempe dan tahu merupakan makanan favorit masyarakat Indonesia karena harganya yang murah, rasanya yang enak dan kaya akan protein nabati. Semakin meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia maka permintaan kedelai untuk konsumsi juga meningkat. Namun hal ini tidak didukung dengan jumlah produksi kedelai di Indonesia.

Kementerian Pertanian (2019) mencatat produksi kedelai di Indonesia pada beberapa tahun terakhir telah mengalami fluktuasi. Pada tahun 2015, produksi kedelai di Indonesia cukup tinggi yaitu sebesar 963.000 ton, namun mengalami penurunan yang cukup tajam pada tahun 2017 menjadi 538.000 ton dan pada tahun 2019 produksi kedelai di Indonesia semakin rendah mencapai 424.000 ton. Sampai saat ini pemerintah masih terus berupaya dalam mencapai swasembada melalui usaha proses intensifikasi dan ekstensifikasi. Salah satunya yaitu dengan penggunaan benih bermutu. Rendahnya mutu benih dan daya adaptasi pada kondisi lingkungan yang suboptimal sangat mempengaruhi produktivitas suatu tanaman. Salah satu penyebab yaitu karena petani belum menerapkan teknologi budidaya yang benar terutama pada saat penyimpanan benih. Penyimpanan benih dapat

mengakibatkan turunnya vigor dan viabilitas benih. Penurunan kondisi benih seperti ini dinamakan deteriorasi.

Deteriorasi adalah suatu kondisi terjadinya penurunan terhadap daya kecambah (viabilitas) dan daya tumbuh (vigor) benih yang disebabkan oleh faktor genetik dan faktor lingkungan selama proses penyimpanan. Deteriorasi juga dikenal dengan istilah kemunduran benih (Triani, 2021). Benih yang mengalami deteriorasi menimbulkan perubahan baik secara fisik maupun fisiologis. Benih kedelai cepat sekali mengalami deteriorasi atau kemunduran benih (Copeland&Mc Donald, 2001). Hal ini disebabkan karena kandungan protein dan lemak yang relatif tinggi. Benih yang mengalami deteriorasi menimbulkan perubahan pada benih secara fisik maupun fisiologis (Sadjad *et al*, 1999).

Pada negara yang beriklim tropis seperti Indonesia kemunduran benih merupakan masalah yang serius karena dapat menyebabkan penurunan mutu benih. Suhu dan kelembaban yang tinggi ditambah dengan kandungan protein dan lemak yang terdapat di dalam biji dapat mempercepat proses kemunduran benih. Benih yang terdeteriorasi akan menjadi lebih rentan terhadap penyakit, serangan jamur sehingga perkecambahan menjadi lebih lambat dan pertumbuhan benih menjadi abnormal. Menurut Sadjad *et al*, (1999), benih yang mengalami penundaan tanam terkadang dibiarkan dalam kondisi yang tidak optimal, misalnya ditempatkan di ruangan yang tidak optimum, dalam kemasan yang terbuka atau sebelum dibawa ke lapangan ditempatkan di ruangan yang berkelembaban udara tinggi. Kemunduran benih akan bertambah sesuai dengan lamanya proses penyimpanan. Penyimpanan merupakan salah satu hal terpenting dalam kegiatan perbenihan kedelai. Faktor-faktor yang mempengaruhi viabilitas benih selama proses penyimpanan adalah faktor internal seperti sifat genetik, kondisi kulit dan kadar air awal dan faktor eksternal kemasan benih, komposisi gas, suhu dan kelembaban ruang simpan (Justice&Bass, 1994).

Benih yang mengalami kemunduran atau deteriorasi dapat ditingkatkan performanya dengan invigorasi (Arief&Koes, 2010). Taylor *et al*, (1998) melaporkan bahwa invigorasi benih atau peningkatan benih adalah perlakuan yang diberikan pada saat pasca panen bertujuan untuk meningkatkan perkecambahan dan pertumbuhan bibit. Secara umum, Teknik invigorasi benih dibagi menjadi tiga yaitu perlakuan hidrasi, perlakuan suhu dan pelapisan benih (*seed coating*) (Farooq *et al*, 2009).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa invigorasi dengan metode osmoconditioning selama waktu 3 jam menggunakan KNO₃ 3% dan PEG 6000 15% memberikan hasil terbaik terhadap viabilitas benih kedelai varietas biosoy 1 yang telah disimpan selama 6 (enam) bulan menjadi 50,00% (Sari *et. al*, 2022). Sopian *et. al*, 2021 juga melaporkan bahwa pelembaban benih selama 12 jam dapat meningkatkan kecepatan perkecambahan sebanyak 34,01% per etmal dan indeks vigor 0,84 lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa pelembaban yaitu 28,60% per etmal dan 0,77 pada benih kedelai.

Penurunan mutu benih selama penyimpanan juga dapat ditangani dengan penggunaan konsentrasi dan lama perendaman zat kimia. Hasil penelitian Ernita&Mairizki (2019) melaporkan bahwa pemberian PEG memberikan pengaruh nyata terhadap daya kecambah, kecepatan tumbuh, indeks vigor, panjang plumule, panjang akar, jumlah polong berisi penuh dan bobot biji kering pertanaman kedelai. Invigorasi sangat diperlukan pada saat benih akan ditanam atau disemai pada kondisi yang suboptimal seperti lahan tergenang atau rawa, lahan dengan salinitas yang tinggi dan lahan kering. Perlakuan invigorasi juga dapat memperbaiki proses penyerapan air ke dalam benih. Peningkatan kemampuan benih dalam penyerapan air

dan berkecambah cepat atau peningkatan vigor dapat dicapai antara lain melalui invigorasi. Invigorasi juga berguna untuk mendapatkan rekomendasi yang tepat untuk meningkatkan vigor benih yang akan ditanam pada kondisi suboptimal.

2. Invigorasi Benih

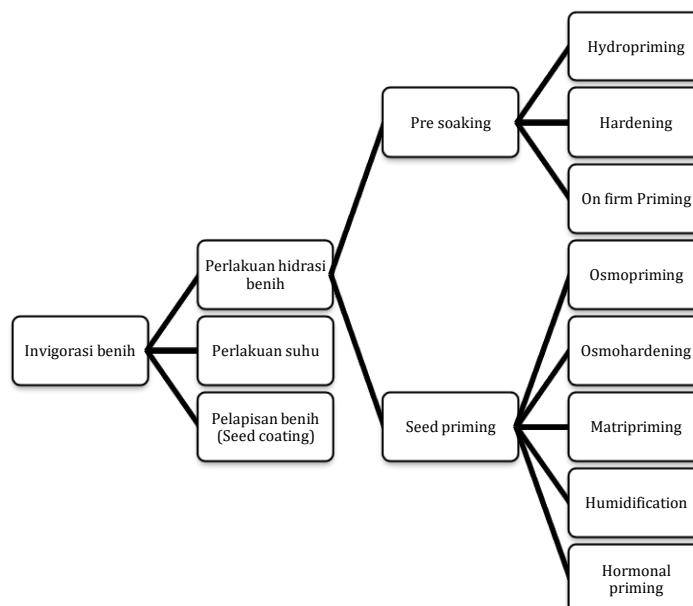
Invigorasi benih adalah perlakuan yang diberikan terhadap benih sebelum penanaman dengan tujuan untuk memperbaiki perkecambahan dan pertumbuhan kecambah. Beberapa perlakuan invigorasi benih juga digunakan untuk menyeragamkan pertumbuhan kecambah dan meningkatkan laju pertumbuhan kecambah (Arief&Koes, 2010). Farooq *et al*, 2009 juga berpendapat bahwa invigorasi dilakukan untuk mempertahankan vigor benih selama proses pengolahan benih sampai benih ditanam kembali.

Perlakuan invigorasi benih terdiri dari empat perlakuan utama yaitu perlakuan hidrasi benih, sebelum perendaman, perlakuan suhu, dan pelapisan benih (*seed coating*) (Farooq *et al*, 2009) (Gambar 1). Pemberian perlakuan invigorasi benih dilakukan pada saat setelah proses pasca panen dan sebelum tanam. Tahap ini adalah tahap yang sangat menentukan mutu dari suatu benih. Setiap benih memiliki karakteristik yang berbeda-beda, ada benih yang setelah dipanen dapat langsung ditanam misalnya kacang tanah (*Arachis hypogea*), dan ada benih yang harus melalui tahap *after ripening* atau dormansi terlebih dahulu sehingga harus disimpan. Jika benih yang telah dipanen disimpan pada kondisi yang tidak terkontrol maka dapat menurunkan vigor dari benih itu sendiri. Oleh sebab itu diperlukan teknik invigorasi benih. Perlakuan invigorasi benih dapat menyeimbangkan potensial air yang terdapat didalam benih sehingga dapat menstimulasi proses metabolisme sehingga benih siap untuk berkecambah (Farooq *et al*, 2006).

2.1 Perlakuan Hidrasi Benih Kedelai

Air merupakan material yang sangat penting bagi setiap makhluk hidup. Pada tanaman, air menjadi faktor utama untuk perkecambahan. Perkecambahan merupakan proses awal dari perkembangan individu baru yang diawali dengan kemunculan radikel pada testa benih (Junaidi&Ahmad, 2021). Menurut Agustina (2008) proses perkecambahan dipengaruhi oleh ketersediaan air karena air akan diabsorpsi dan digunakan untuk memacu aktivitas enzim-enzim metabolisme.

Proses perkecambahan terdiri dari beberapa tahap yang diawali oleh proses imbibisi yang membuat kulit biji menjadi lunak hingga terjadi peningkatan aktivitas enzim-enzim metabolisme. Proses imbibisi air pada benih melalui tiga tahap yaitu penyerapan air, menyeimbangkan air dengan lingkungannya, dan pemunculan radikula yang diikuti dengan penyerapan air secara cepat (Bewley&Black 1982; Copeland&McDonald, 2001). Perlakuan hidrasi pada benih kedelai dilakukan dengan cara memperpanjang proses imbibisi terutama pada saat proses penyeimbangan air dengan lingkungan. Kondisi ini membuat benih mengalami perubahan fisiologis dan biokimia sehingga dapat berkecambah dengan cepat.



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

2.2 Perlakuan Pre soaking

Pre soaking adalah bagian dari perlakuan hidrasi benih, namun dengan penyerapan air secara tidak terkontrol. Menurut Khan (1992) perlakuan *pre soaking* adalah perlakuan yang diberikan pada benih sebelum tanam yaitu dengan cara menyeimbangkan potensial air benih agar merangsang aktivitas metabolisme sebelum munculnya radikula. Beberapa Teknik invigorasi dengan *pre soaking* terdiri dari *hydro priming*, *hardening* dan *On farm Priming* (Gambar 1).

Hydro priming adalah teknik invigorasi benih melalui proses hidrasi dan dehidrasi dengan metode perendaman benih di dalam air yang bertujuan untuk mengaktifkan proses metabolik pada saat perkecambahan benih (Najar&Bakhtiari, 2014). Proses perkecambahan benih merupakan fase terpenting dalam siklus hidup tanaman karena berhubungan dengan viabilitas, vigor serta perkembangan benih.

Perlakuan *hydro priming* ini bertujuan untuk mengatur penyerapan air secara perlahan pada benih agar aktivitas metabolisme dan perkecambahan dapat berjalan dengan baik. Biasanya benih yang telah melalui proses *hydro priming* dapat berkecambah pada kondisi normal ataupun dalam cekaman (Rouhi *et al*, 2011). Namun, menurut Pill&Necker (2001) terdapat kendala pada teknik *hydro priming* yaitu jika hidrasi benih tidak merata maka perkecambahan tidak juga tidak merata sehingga perlu dijaga kesetimbangan antara waktu perendaman dengan rasio perbandingan jumlah benih dan air. Pada beberapa kasus cekaman, metode *hydro priming* dapat digunakan untuk meningkatkan viabilitas dan vigor benih. Hasil penelitian Lutfiah *et al*, 2021 melaporkan bahwa perlakuan *hydro priming* memberikan pengaruh nyata terhadap parameter seperti jumlah kecambah pada hari pertama, waktu muncul kecambah 50%, kecepatan perkecambahan, berat kering kecambah normal dan panjang hipokotil kecambah normal benih kedelai varietas burangrang, anjasmoro dan grobogan (Tabel 1).

Pada beberapa kasus, teknik invigorasi benih dapat dilakukan dengan metode pengeringan benih dimana benih yang sudah dihidrasi, akan dikeringkan pada tingkat

kelembaban tertentu kemudian disimpan kembali (Mondal *et al*, 2011). Metode seperti ini dikenal dengan *hardening* atau pengerasan benih (Basra *et al*. 2005). Pada metode *hardening* ini hidrasi dan pengeringan benih dapat dilakukan beberapa kali atau berulang smendapatkan hasil yang lebih baik, namun pada beberapa spesies tanaman metode seperti ini cukup dilakukan sekali saja (Mondal *et al*, 2011; Farooq *et al*, 2006; Solaimalai&Subburamu, 2004).

Tabel 1. Pengaruh priming terhadap vigor benih kedelai terhadap waktu muncul kecambah, T50%.

<i>Priming</i>	WMK (hari)	T50% (hari)	Kct (% hari)	BKKN (g)	PHKN (cm)	DB
Kontrol	2,81 ab	2,97 ab	35,91 ab	5,67 a	21,99 a	96,89 a
Air	3,08 b	3,25 b	32,69 b	4,10 b	19,45 ab	87,56 b
KNO3 1 %	2,86 ab	3,03 ab	35,59 b	4,02 b	18,05 b	80,88 bc
KNO3 2 %	2,93 ab	3,03 ab	35,45 ab	4,45 ab	20,54 ab	87,11 b
GA3 50 ppm	2,52 a	2,66 a	40,21 a	3,92 b	18,72 ab	82,67 bc
GA3 100 ppm	2,90 ab	2,78 ab	34,89 ab	3,52 b	19,33 ab	80,00 bc
PEG 7,5%	2,98 ab	3,12 ab	33,98 ab	3,37 b	18,79 ab	75,11 c

Keterangan: WMK = Waktu Munculnya Kecambah (hari), WMK = Waktu Munculnya Kecambah (hari), Kct = Kecepatan Perkecambahan (%/hari), Kct = Kecepatan Perkecambahan (%/hari), PHKN = Panjang Hipokotil Kecambah Normal (cm) , DB = Daya Berkecambah (Lutfiah *et al*, 2021).

Metode *hardening* atau pengerasan benih ini terkait dengan beberapa proses yaitu perubahan sitoplasma, fisiko-kimia seperti penurunan lipofilik, dan peningkatan koloid, peningkatan level air ikatan, dan peningkatan suhu koagulasi protein (Solaimalai and Subburamu, 2004). Namun, beberapa hasil penelitian melaporkan bahwa terdapat efek negatif dari metode *hardening* yaitu benih mengalami keterlambatan perkecambahan dan membutuhkan waktu yang lama untuk rehidrasi (Sivasubramaniam *et al*, 2011). Menurut Traquis&Bradford (1992) meskipun benih yang diberikan perlakuan *hardening* dapat meningkatkan daya kecambah tetapi benih tersebut cenderung kehilangan daya simpan.

On farm priming merupakan teknik invigorasi sederhana untuk meningkatkan vigor benih yaitu dengan cara merendam benih didalam air kemudian dikeringkan. Metode ini hampir sama dengan metode *hardening*. Hanya saja pada metode on farm priming proses pengeringannya dilakukan sekali (Harris *et al*, 2001). Pada umumnya invigorasi benih kedelai dilakukan dengan metode hidrasi, dan untuk metode *hardening* dan on farm priming jarang digunakan.

2.3 Priming Benih

Priming adalah teknik hidrasi benih yang dimulai dengan proses metabolisme-perkecambahan, tetapi struktur penting embrio (radikula) belum muncul (Heydecker&Coolbear, 1977; Bradford 1986). Konsep priming biasanya mengacu pada beberapa pendekatan invigorasi yang melibatkan hidrasi terkontrol pada benih (Farooq *et al*, 2006). Teknik priming benih digunakan untuk memaksimalkan proses pasca panen benih secara keseluruhan, termasuk penyimpanan dan kemampuan benih bertahan pada kondisi lingkungan yang tidak optimal. Menurut Waqas *et al*, (2019) priming dapat meningkatkan perkecambahan benih dalam tiga fase yaitu imbibisi, perkecambahan dan pertumbuhan. Teknik invigorasi dengan menggunakan priming benih terdiri dari beberapa metode diantaranya *osmopriming*, *osmo hardening*, *matripriming*, *humidification* dan *hormonal priming*.

Osmo priming merupakan metode priming dengan perendaman dalam larutan potensial osmotik yang tinggi dan dengan aerasi air rendah untuk mengontrol penyerapan air dan mencegah radikula keluar (Ruan *et al.* 2002). Potensial air yang rendah dari larutan osmotik merupakan faktor penting yang membuat benih menjadi terhidrasi untuk bermetabolisme sebelum proses perkecambahan tetapi menghambat pemunculan radikula (Bennet *et al.* 2018).

Hasil penelitian Sari *et al.* (2022) melaporkan bahwa perendaman dengan PEG 6000 15% dapat meningkatkan daya berkecambah, kecepatan tumbuh, keserempakan tumbuh dan potensi tumbuh maksimum benih kedelai varietas biosoy 1 yang telah disimpan selama 6 bulan (Tabel 2). Ernita&Mairizki (2019) juga melaporkan hal yang sama bahwa kombinasi perlakuan konsentrasi PEG 7,5% dengan lama perendaman selama 6 jam dapat meningkatkan daya kecambah, kecepatan tumbuh, indeks vigor, panjang plumule, panjang akar, jumlah polong berisi penuh dan bobot biji kering per tanaman kedelai varietas dering 1.

Namun hal ini berbeda dengan penelitian Ruliyansyah (2011) yang melaporkan bahwa *osmoconditioning* dengan menggunakan larutan KNO_3 2% dan NaCl 2% dengan lama perendaman 24 jam terbukti tidak efektif meningkatkan performansi benih kedelai. Hal ini didukung oleh pendapat Ilyas (1995) bahwa larutan garam untuk media priming dapat menimbulkan efek keracunan pada benih, yang disebabkan karena tipisnya kulit benih kedelai. Kadar oksigen yang rendah pada KNO_3 dan NaCl pada benih yang mengalami deteriorasi akan menyebabkan rendahnya laju respirasi sehingga benih gagal untuk berkecambah.

Osmo hardening juga merupakan salah satu teknik invigorasi yang menggabungkan antara teknik *hardening* atau pengerasan dan *osmo priming* (Farooq *et al.* 2006). Sama halnya dengan teknik *hardening*, perlakuannya dapat dilakukan secara berulang dimana setiap siklus dan waktu yang digunakan pada setiap siklus sangat berpengaruh terhadap efektivitas perlakuan dalam meningkatkan vigor benih. Teknik ini merupakan teknik yang masih baru sehingga masih dibutuhkan penelitian lebih lanjut tentang penerapannya dalam invigorasi benih kedelai.

Tabel 2. Hasil Uji Pengaruh Jenis Larutan *Osmoconditioning* terhadap viabilitas benih, kecepatan tumbuh, keserempakan tumbuh dan potensi tumbuh maksimum kedelai varietas biosoy 1 dengan masa simpan enam bulan.

Perlakuan	Daya Kecambah (%)	Kecepatan Tumbuh (%)	Keserempakan tumbuh (%)	Potensi Tumbuh Maksimum (%)
Perendaman dengan aquades	35.42 a	7.76 a	23.33 a	49.58 a
Perendaman dengan KNO_3 3%	32.92 a	7.29 a	22.33 a	47.92 a
Perendaman dengan PEG 6000 15%	51.67 b	11.63 b	38.75 b	67.50 b

Keterangan: angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ α 0.05 (Sari *et al.* 2019).

Matrimpriming merupakan teknik invigorasi yang melibatkan melibatkan hidrasi benih secara terkontrol. Teknik invigorasi ini dilakukan dengan menggunakan media padat lembab seperti tanah liat, pasir atau vermin kulit (Hardegree&Emmerich 1992, Hu *et al.* 2005). *Matricconditioning* juga dikenal dengan sesuai untuk conditioning yang menggunakan media yang memiliki potensial matriks (Khan, 1992). Tujuan dari perlakuan *matricconditioning*

adalah menyeimbangkan tekanan potensial air benih guna merangsang metabolisme benih agar siap berkecambah tetapi pemunculan radikula terhambat sehingga perubahan fisiologi, biokemis dan keserampakan pertumbuhan benih dapat dicapai sehingga cekaman lingkungan di lapangan dapat dikurangi (Leubner, 2006). Permukaan senyawa membentuk kekuatan matriks yang dapat menahan air untuk memfasilitasi penyerapan lambat pada benih (Taylor *et al.* 1998; Khan 1992). Aplikasi *matriconditioning* mampu meningkatkan mutu benih terutama pada viabilitas dan vigor benih melalui berbagai media diantaranya bata merah dan arang sekam (Sutariati *et al.* 2014) namun ada juga yang menggunakan serbuk gergaji dan abu gosok (Ilyas, 2012).

Hasil penelitian Ruliyansyah (2011) melaporkan bahwa *matriconditioning* menggunakan serbuk gergaji memberikan hasil yang terbaik terhadap perkecambahan benih kedelai. Mariani&Wahditiya (2022) juga melaporkan bahwa metode *matriconditioning* + *Trichoderma harzianum* pada kedelai varietas devon 1 baik yang sudah kadaluarsa dan belum kadaluarsa menunjukkan nilai parameter vigor tertinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa *matriconditioning* dan *matriconditioning* yang ditinjau dari parameter daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum, panjang akar primer, panjang hipokotil dan bobot kering kecambah normal (Tabel 3). Aplikasi *matriconditioning* dengan penambahan pupuk hayati juga dapat meningkatkan daya berkecambah pada kedelai varietas Detam 1 dan 2 sebanyak 8.68% (Suchayono *et al.*, 2013). Udi *et al.*, (2021) juga melaporkan bahwa aplikasi *matriconditioning* dengan media batu bata halus memberikan hasil terbaik terhadap daya berkecambah, kecepatan berkecambah, tinggi kecambah dan panjang akar pada kedelai varietas anjasmoro yang disimpan di ruang terbuka. Media batu bata memiliki keunggulan diantaranya mudah didapat, murah dan memiliki daya serap yang tinggi. Selain itu, menurut Handayani (2010) daya serap yang tinggi disebabkan oleh besarnya kadar pori pada batu bata (batu bata tidak padat). Semakin kecil ukurannya, kemampuan daya serap batu bata terhadap air semakin baik.

Tabel 3. Data Pengamatan mutu fisiologis Daya Berkecambah (%), Potensi Tumbuh Maksimum (%), Panjang Akar Primer (cm), Panjang Hipokotil (cm) dan bobot kering kecambah normal (g) pada penelitian Efektivitas Metode Invigorasi Benih Kedelai

Perlakuan	Parameter Pengamatan				
	DB (%)	PTM (%)	P. Akar Primer (cm)	P. Hipokotil (cm)	BKKN (g)
Argomulyo Belum Kadaluarsa Tanpa Matriconditioning dan Agensihayati (AB 0)	78 f	90 e	10.9 ef	17.05 cd	3.41 de
Argomulyo Belum Kadaluarsa + Matriconditioning (AB M)	81 h	96 ghi	10.95 ef	18.6 efg	4.92 gh
Argomulyo Belum Kadaluarsa + Matriconditioning + Trichoderma (AB MT)	91 k	96 ghi	12.51 g	18.33 ef	6.80 i
Argomulyo Kadaluarsa Tanpa Matriconditioning dan Agensihayati (AL 0)	13 a	21 a	3.05 a	6.66 a	0.07 a
Argomulyo Kadaluarsa + Matriconditioning (AL M)	21 b	35 b	4.27 b	16.11 bc	0.38 ab
Argomulyo Kadaluarsa + Matriconditioning + Trichoderma (AL MT)	34 c	39 c	8.25 c	15.32 b	0.79 abc

Devon 1 Belum Kadaluarsa Tanpa Matriconditioning dan Agensihayati (DB 0)	77 e	92 f	9.55 d	19.08 fg	3.79 g
Devon 1 Belum Kadaluarsa + Matriconditioning (DB M)	82 i	95 ghi	10.08 def	19.35 fg	3.94 gh
Devon 1 Belum Kadaluarsa + Matriconditioning + Trichoderma (DB MT)	83 j	94 gh	11.35 f	19.36 g	6.84 i
Devon 1 Kadaluarsa Tanpa Matriconditioning dan Agensihayati (DL 0)	70 d	87 d	9.41 cd	17.65 de	3.02 d
Devon 1 Kadaluarsa + Matriconditioning (DL M)	78 f	94 gh	9.9 de	18.46 efg	3.62 f
Devon 1 Kadaluarsa + Matriconditioning + Trichoderma (DL MT)	80 g	97 i	9.85 de	18.75 fg	5.69 h

Keterangan: Angka rata-rata yang disertai huruf yang sama pada kolom, menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan taraf 5%. DB : daya berkecambah, PTM : potensi tumbuh maksimum, BKKN : berat kering kecambah normal. (Mariana&Wahditia, 2022).

Hormonal priming adalah teknik invigorasi dengan menggunakan *priming hormone* atau bahan organik lainnya. Hasil penelitian Sukowardojo (2011) melaporkan bahwa invigorasi dengan menggunakan priming GA3 100 ppm + NAA 50 ppm dengan lama simpan dua dan enam bulan memberikan pengaruh terhadap indeks vigor tanaman (Tabel 5). Hal ini diduga pemberian ZPT (GA3, NAA, urin) yang semula berpengaruh langsung terhadap daya tumbuh, kecepatan tumbuh dan pertumbuhan kecambah, seterusnya secara tidak langsung akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan bibit/tanaman selanjutnya. Dengan demikian bibit/tanaman dapat lebih cepat memanfaatkan faktor tumbuh (air, iklim dan unsur hara yang terdapat dalam media) maupun cadangan makanan yang terdapat pada kotiledon.

2.4 Seed Coating atau Pelapisan Benih

Seed coating atau pelapisan benih merupakan teknik invigorasi benih yaitu dengan pemberian lapisan pada benih berupa zat pengatur tumbuh (ZPT), zat hara mikro, mikroba, fungisida ataupun antioksidan. Menurut Kuswanto (2003), *seed coating* merupakan proses pembungkusan benih dengan bahan tertentu sebagai pembawa zat aditif. Tujuan utama *seed coating* / pelapisan benih adalah mengoptimalkan kemampuan benih berkecambah, melindungi benih dari penyakit benih yang disebabkan oleh lingkungan, mempertahankan kadar air benih dan daya simpan benih.

Zumani&Suhartono (2018) melaporkan bahwa perlakuan *seed coating* menggunakan formulasi arabic gum + asam askorbat dan arabic gum + ekstrak manggis 10% dapat mempertahankan vigor benih kedelai di penyimpanan dan berpengaruh baik pada pertumbuhan vegetatif awal tanaman kedelai. Agustiansyah (2016) juga melaporkan bahwa *seed coating* dengan pemberian bahan *coating* CMC dengan zat aditif gipsum memberikan pengaruh terhadap nilai daya berkecambah tertinggi terhadap benih kedelai sebanyak 95.55% (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh bahan coating dan bahan aditif pada daya berkecambah selama penyimpanan (Agustiansyah, 2016).

Bahan Coating	Bulan			
	0	1	2	3
 %			
C1 (Arabic gum)	94.59 a	91.48 b	83.68 b	77.91 b
C2 (CMC)	95.15 a	92.62 a	86.00 a	80.92 a

C3 (Tapioka)	94.33 a	91.27 b	82.91 b	76.98 c
BNT 0,05	1.26	0.83	11.19	0.75
Bahan Aditif				
A1 (Dolomit)	94.37 a	91.28 b	83,12 b	77,77 c
A2 (Gypsum)	95.55 a	92,65 a	85,34 a	80,10 a
A3 (kaptan)	94,73 a	92,35 a	85,55 a	78,87 b
A4 (Talc)	94.11 a	90,88 b	82,78 b	77,54 c
BNT 0,05	1.6	1,05	1.42	0,95

Selain mempertahankan daya kecambah benih yang diberi aplikasi *coating* mampu menjaga kestabilan kadar air benih. Hal ini didukung oleh penelitian Manggung *et al.* (2014) menyatakan bahwa kadar air benih kedelai yang dilapisi gambut-gypsum setelah penyimpanan 6 bulan lebih rendah yaitu 9.9% (suhu kamar dan AC) dibandingkan benih tanpa pelapisan 11.1% (suhu kamar) dan 10.7% (suhu AC) dengan kadar air awal 8-9%. Benih kedelai yang disimpan pada suhu kamar mampu mempertahankan daya berkecambahnya sebanyak 88% hingga periode simpan 2 bulan, sedangkan pada suhu lingkungan sekitarnya memungkinkan spora untuk berkecambah, sehingga proses kelangsungan hidup CMA (*cendawan mikoriza arbuscular*) tersebut dapat berkesinambungan

3. Kesimpulan

Penggunaan metode invigorasi dinilai sangat efektif dalam meningkatkan mutu dan vigor benih kedelai. Penggunaan metode invigorasi benih kedelai di Indonesia yang paling efektif adalah hidrasi, priming, *matricconditioning* dan *seed coating*. Perlakuan *matricconditioning* dengan penambahan zat kimia, ZPT, dan agen hayati terbukti juga dapat meningkatkan vigor dan viabilitas benih. Perlakuan priming dengan larutan osmotic juga dapat meningkatkan vigor dan viabilitas benih kedelai. Selain itu, invigorasi dengan *seed coating* juga dapat mempertahankan viabilitas dengan vigor benih karena dapat menjaga kesetimbangan kadar air selama penyimpanan dan melindungi benih dari gangguan luar.

Daftar Pustaka

- Agustiansyah. 2016. Efek Bahan Coating dan Aditif pada Viabilitas dan Vigor Benih Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) selama Penyimpanan. *Prosiding Seminar Nasional Perhorti dan Peragi*, Makassar, pp. 590-597.
- Agustrina, R. 2008. *Perkecambahan dan Pertumbuhan Kecambah Leguminosae dibawah Pengaruh Medan Magnet*. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Arief, R., & Koes F. 2010. Invigorasi Benih. Balai Penelitian Serealia. *Prosiding Pekan Serealia Nasional*, pp 473-477.
- Basra, S.M.A., Farooq, M., Tabassum, R., Ahmad, N. 2005. Physiological and Biochemical Aspects of Pre-Sowing Seed Treatments in Fine Rice (*Oryza sativa* L.). *Seed Science and Technology*, 33(3), 623-628.
- Bewley, J.D. and Black, M. (1982). Physiology and bio-chemistry of seeds in relation to germination. 2nd edition, *Springer-Verlag press, New York*, 365pp.
- Bennett, M.A., Fritz, V.A., Callan, N.W. 2018. Impact of seed treatments on crop stand establishment. *Horttechnology*, 2, 345-349.
- Bradford, K.J. 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *Hortscience*. 21(5), 1105-1112.
- Copeland, L., McDonald, M.B. 2001. *Principle of seed science and technology*. Norwell, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers. 488pp.

- Ernita E., & Mairizki, F. 2019. Penggunaan Polietilen Glikol sebagai Teknik Invigorasi untuk Memperbaiki viabilitas, vigor dan produksi benih kedelai. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 16(1), 8-18.
- Farooq, M., Basra, S.M.A., Afzal, I. and Khaliq, A. (2006). Optimization of hydropriming techniques for rice seed invigoration. *Seed Sci. Technol*, 34, pp.507–512
- Farooq, S.M.A., Basra, Wahid, A., Khaliq, A. and Kobayashi, N. (2009). Rice Seed Invigoration.: A Review. *Organic Farming, Pest Control and Remediation 137 of Soil Pollutants, Sustainable Agriculture Reviews*. pp. 137-175.
- Handayani, S. 2010. Kualitas batu bata merah dengan penambahan serbuk gergaji. Jurusan Teknik sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. *Jurnal Teknik sipil dan perencanaan*, 1(12): 41-50.
- Hardegree, S.P. & Emmerich, W.E. 1992. Effect of Matric-Priming Duration and Priming Water Potential on Germination of Four Grasses. *Journal of Experimental Botany*. 43, 233-238.
- Harris, D., Patham, A.K., Gothkar, P., Joshi, A., Chivasa, W., Nyamudeza, P. 2001. On farm seed priming: using participatory methods to revive and refine a key technology. *Agricultural System*, 69, 151-164.
- Heydecker, W. & Coolbaer, P. 1977. Seed treatments for improved performance survey and attempted prognosis. *Seed Science Technology*, 5, 353-425.
- Hu, J., Xie, X.J, Wang, Z.F, Song, W.J. 2006. Sand priming improves alfalfa germination under high-salt concentration stress. *Seed Science and Technology*, 34(1), 199-204.
- Ilyas S. 1995. *Perubahan Fisiologis dan Biokemis dalam Proses "Seed Conditioning"*. Keluarga Benih VI. No. 2, Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ilyas, S. (2012). *Ilmu Dan Teknologi Benih. Teori dan Hasil-Hasil Penelitian*. Bogor (ID), IPB Press.
- Junaidi., Ahmad, F. 2021. Pengaruh perendaman terhadap pertumbuhan vigor biji kopi Lampung (*Coffea acanephora*). *Jurnal inovasi pertanian*, 2(7), 1911-1916.
- Justice, O.L. dan L.N. Bass. 1994. *Prinsip Praktek Penyimpanan Benih*. Diterjemahkan oleh Rennie Roesli. Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Kementrian Pertanian. 2019. Kedelai. Analisis Kinerja Perdagangan. Pusat data dan Sistem Informasi Pertanian ISSN : 2086 – 4949. Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian, Indonesia.
- Khan, A.A. (1992). Pre-plant physiological conditioning. *Hort. Rev.* 13, pp. 131–181
- Kuswanto, H. *Teknologi Pemprosesan, Pengemasan dan Penyimpanan Benih*. 2003. Yogyakarta: Kanisius.
- Leubner, G. 2006. The Seed Biology Place (<http://www.seed.biology.de> (diakses agustus 2022))
- Lutfiah, N., Agustiansyah, Timotiwu, P.B. 2021. Pengaruh priming pada vigor benih kedelai (*Glycine max L*) yang dikecambahkan pada tanah masam. *Jurnal Agrotropika*, 20(2), 120-128.
- Mariani & Wahditiya, A.A. 2022. Efektivitas beberapa metode invigorasi benih kedelai (*Glycine max L.*), *Agrovital: Jurnal Ilmu Pertanian*. 7(1), 1-6
- Manggung, R.E.R., Ilyas, S., Baktiar, Y. 2014. Evaluasi daya simpan. Benih kedelai yang diberi perlakuan pelapisan benih dengan cendawan mikoriza arbuskular. *J. Agron. Indonesia*, 42(2), pp 103-109.
- Mondal, S., Vijay, P., Bose. B. 2011. Role of seed hardening in rice variety Swarna (MTU 279). *Research Journal of Seed Science*, 4(3), 157-165.
- Najar, M., S. & Bakhtiari. 2014. Effect of Seed Priming on Germination Traits of *Nigella sativa* under Saline Conditions. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Science*, 4(3), 396-405.
- Pill, W.G., Necker, A.D. The effect of seed treatment on germination and establishment of kentucky bluegrass (*Poa pratensis L.*). *Seed Science and Technology*. 29(1), 65-72.
- Rouhi, H.R., Surki, A.A., Syariefzaedah F., Afshari, R.T., Aboutalebian, M.A., Ahmadvand G. 2011. Study of Different Priming Treatments on Germination Traith of Soybean Lots. *Not Sci Biol*, 3(1), 101-108.
- Ruan, S., Xue, Q., Tykoska, K. 2002. The influence of priming on germination of rice (*Oryza sativa L.*) seeds and seedling emergence and performance in flooded soil. *Seed Science and Technology*. 30(1), 61-67.
- Ruliyansyah, A. 2018. Peningkatan performansi benih kacang dengan perlakuan invigorasi. *J. Tek. Perkebunan & PSDL*. 1, 13-18.
- Sadjad, S., Murniati E., Ilyas S. 1999. *Parameter Pengujian Vigor Benih Dari Kompratif ke Simulatif*. Grasindo dan PT Sang Hyang Seri: Jakarta.
- 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.
- Sivasubramaniam, K., Geetha, R., Sujatha, K., Raja, K., Sripunitha, A., Selvarani, R. 2011. Seed Priming: Triumphs and tribulations. *Physiology*, 98, pp. 197–209.

- Solaimalai, A., & Subburamu, K. 2004. Seed hardening for field crops—A review. *Agric. Rev.* 25, 129–140.
- Sopian, K.A., Nurmauli, N., Ginting, Y.C., Ermawati. 2021. Pengaruh varietas dan kelembaban pada viabilitas benih kedelai (*Glycine max*) pasca simpan tujuh belas bulan. *Jurnal kelitbangan*, 9(3), 327-339.
- Sucahyono, D., Sari. M., Surahman, M., Ilyas, S. 2013. Pengaruh perlakuan invigorasi pada benih kedelai hitam (*Glycine soja*) terhadap vigor benih, pertumbuhan tanaman dan hasil. *J. Agron. Indonesia*. 41(2), 126-132.
- Sutariati G.A.K., Zul'aiza., Darsan, S, Kasra, L.D.M.A., Wangadi, S., Mudi, L. 2014. Invigorasi benih padi lokal untuk meningkatkan vigor dan mengatasi permasalahan dormansi fisiologis pascapanen. *Jurnal Agroteknos*. 4(1), 10-17.
- Sukowardojo, B. 2011. Perendaman Benih Kedelai Dalam Urin Kambing Dan Zat Pengatur Tumbuh Sintetik Untuk Perbaikan Mutu Fisiologis Setelah Disimpan Soaking. *Jurnal Agritrop Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, pp 31–36.
- Traquis, A.M & Bradford, K.J. 1992. Prehydration and priming treatments that advance germination also increase the rate of deterioration of lettuce seed. *Journal of Experimental Botany*, 43, 307-317.
- Taylor A.G., Allen P.S., Bennett M.A., Bradford, K.J., Burris, J.S., Misra, M.K. 1998. Seed enhancements. *Seed Science Research*, 8(2), 245-256.
- Triani, N. 2021. Pengaruh lama penyimpanan terhadap daya kecambah benih leci (*Litchi chinensis*, Son). *Jurnal Teknologi Terapan*, 5(1), 346-352.
- Waqas, M., Korres, N.E., Khan, D., Nizami, A.S., Deeba, F., Ali, I., Hussain, H. 2019. Advance in the concept and methods of seed priming. *Springer Nature Singapore*. pp. 11-41.
- Udi, Y.M., Walingkas, S.A.F., Lumingkewas, A.M.W. 2012. Pengaruh matricconditioning terhadap vaibilitas dan vigor benih kedelai yang disimpan di ruang terbuka. *J. Agrotan*. 3(1), 1-11.
- Zumarni, D & Suhartono. 2018. Pemanfaatan antioksidan pada seed coating untuk mempertahankan vigor benih kedelai di penyimpanan. *Jurnal Siliwangi*, 4(1), pp 47-54.