

INVIGORASI BENIH KEDELAI

Didik Sucahyono¹

ABSTRAK

Invigorasi benih kedelai. Produksi kedelai dalam negeri hanya mencukupi sekitar 40% dari kebutuhan nasional yang sebesar 2,0 juta ton/tahun, sehingga kekurangannya harus dipenuhi melalui impor. Peningkatan produksi harus selalu dilakukan dengan sasaran mencapai swasembada kedelai pada tahun 2014. Salah satunya adalah dengan perluasan areal tanam di lahan kering masam dan lahan marginal. Karakteristik benih kedelai yang mudah rusak dengan harga yang rendah dibanding benih komoditas lainnya terutama hortikultura menyebabkan pengusaha swasta tidak tertarik. Kondisi ini menyebabkan benih kedelai sulit ditemui di pasaran sehingga peredarannya di tingkat petani lebih banyak menggunakan sistem Jabalsim (jalur benih antar lapang dan musim), dimana penangkar lokal dengan fasilitas prosesing dan penyimpanan benih yang sederhana akan sangat berperan. Fenomena ini menyebabkan mutu benih yang beredar cepat menurun. Salah satu solusi untuk mengatasi hal ini adalah dengan teknologi invigorasi. Teknik *invigorasi* yang paling sesuai dan dapat digunakan untuk mengatasi masalah kemunduran benih kedelai adalah *matriconditioning*, yaitu *priming* dengan menggunakan serbuk arang sekam lembab (perbandingan benih : serbuk arang sekam : air = 9 : 6 : 7) selama 12 jam. Perlakuan *matriconditioning* yang dikombinasi dengan Rhizobium dapat meningkatkan populasi Rhizobium endogen, infektivitas dan efektifitas Rhizobium dan meningkatkan pertumbuhan dan hasil kedelai.

Kata kunci: matriconditioning, jabalsim, rhizobium, mutu benih

ABSTRACT

Soybean seed invigoration. Domestic soybean production covers only about 40% of the national requirement of 2.0 million tons / year, so the shortcomings must be met through imports. Increased production should always be done with the goal of achieving self-sufficiency of soybeans in 2014. One way is to area expansion of land planted in dry acid

soils and marginal land. Characteristics of soybean seed are easily damaged and a low price compared to other commodities, especially horticultural seeds cause private employers are not interested. This condition causes soybean seeds are difficult to find in the market so that the circulation in the farmers use more *Jabalsim* (seeds lines of inter field and season) system, wherever local breeder with seed processing facilities and storage simple will contribute. This phenomenon has led to the outstanding seed quality rapidly declining. One solution to overcome this problem is with invigoration technology. The invigoration techniques that best suits and can be used to overcome the problem of deterioration of soybean seed is matriconditioning, namely priming using moist rice husk charcoal powder (ratio of seed: rice husk charcoal powder: water = 9 : 6 : 7) for 12 hours. Matriconditioning treatment in combination with Rhizobium can increase the endogenous Rhizobium populations, infectivity and effectiveness of Rhizobium and increase growth and yield of soybean.

Key words: matriconditioning, jabalsim, rhizobium, seed quality

PENDAHULUAN

Kedelai merupakan bahan pangan penting bagi masyarakat Indonesia. Sementara itu produksi dalam negeri hingga kini hanya mencapai 40% dari kebutuhan 2,0 juta ton/tahun. Kekurangannya harus dipenuhi melalui impor, sehingga upaya peningkatan produksi terus dilakukan dengan sasaran mencapai swasembada pada tahun 2014 (Badan Litbang Pertanian 2012). Upaya tersebut dapat dilakukan dengan perluasan areal tanam ke lahan masam, disamping juga tetap memperhatikan peluang di lahan non masam dan perbaikan komponen teknologi budidaya. Lahan masam yang sesuai untuk pengembangan tanaman pangan di Indonesia mencapai sekitar 18,5 juta ha (Mulyani 2006), sedangkan yang telah dimanfaatkan baru mencapai 5 juta ha (BPS 2012).

Di tanah masam, pemupukan Urea pada tanaman kedelai 100–200 kg/ha pada saat tanam tidak mampu memenuhi kebutuhan hara N hingga menjelang panen, sehingga pada umur sekitar 60 hari daun-daunnya sudah mulai menguning dan gugur. Sementara itu tanaman yang mampu membentuk bintil akar dengan

¹ Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Jl. Raya Kendalpayak km 8. Kotak Pos 66 Malang 65101; email: didik_sucahyono@yahoo.co.id

Naskah diterima tanggal 30 Nov 2012, disetujui untuk diterbitkan tanggal 30 April 2013.

Diterbitkan di Buletin Palawija No. 25-2013: 18–25.

tanaman yang mampu membentuk bintil akar dengan baik, meskipun hanya dipupuk Urea 0–50 kg/ha hingga umur 60 hari daun-daunnya masih hijau, dan mampu memberikan hasil lebih tinggi (Harsono *et al.* 2009). Dengan demikian salah satu alternatif yang murah untuk mengurangi ketergantungan terhadap pupuk Urea adalah mengoptimalkan peran bakteri pembentuk bintil akar (*Rhizobium*) sebagai pupuk hayati.

Salah satu faktor pembatas produksi kedelai di daerah tropis adalah cepatnya kemunduran benih selama penyimpanan hingga mengurangi penyediaan benih bermutu tinggi. Kemunduran benih merupakan proses penurunan mutu secara berangsur-angsur dan kumulatif serta tidak dapat balik (*irreversible*) akibat perubahan fisiologis yang disebabkan oleh faktor dalam benih. Proses penuaan atau mundurnya vigor secara fisiologis tersebut ditandai dengan penurunan daya berkecambah, peningkatan jumlah kecambah abnormal, penurunan pemunculan kecambah di lapangan (*field emergence*) terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan tanaman, meningkatnya kepekaan terhadap lingkungan yang ekstrim yang akhirnya dapat menurunkan produksi tanaman (Copeland dan Donald dalam Danapriatna 2012).

Rendahnya harga benih kedelai dibanding benih komoditas lain serta karakteristiknya yang mudah rusak menyebabkan para pengusaha benih lebih melirik komoditas yang nilai ekonomisnya tinggi (dalam hal ini tanaman hortikultura) sehingga benih kedelai sulit didapatkan di pasaran. Fenomena tersebut menyebabkan bidang perbenihan kedelai lebih banyak menggunakan sistem Jabalsim (Jalur Benih Antar-Lapang dan Musim), di mana para penangkar lokal berskala usaha kecil lebih banyak berperan (Badan Litbang Pertanian 2008). Dalam sistem Jabalsim, pengadaan benih sering dilakukan beberapa waktu sebelum musim tanam sehingga benih harus disimpan terlebih dahulu. Keterbatasan fasilitas dan teknologi penyimpanan yang dimiliki penangkar benih lokal menyebabkan mutu benih kedelai cepat menurun.

Usaha untuk meningkatkan mutu benih yang sudah mundur dapat dilakukan dengan teknik invigorasi (meningkatkan vigor benih). Cara yang dapat dilakukan sehubungan dengan perlakuan invigorasi benih sebelum tanam yaitu *osmoconditioning* (*conditioning* dengan meng-

gunakan larutan osmotik) dan *matriconditioning* (*conditioning* dengan menggunakan media padat lembab) (Sutariadi 2002). Kedua teknik invigorasi tersebut juga dapat diintegrasikan dengan aplikasi perlakuan benih lainnya seperti penambahan zat pengatur tumbuh, insektisida dan inokulasi mikroba bermanfaat seperti rhizobium, bakteri pelarut P serta mikroba antagonis (Ilyas 2005).

FAKTOR-FAKTOR PENENTU MUTU BENIH KEDELAI

Karakteristik benih (komposisi kimia, struktur, dan morfologi biji), kondisi lapang sebelum benih dipanen dan penyimpanan merupakan faktor yang berpengaruh terhadap mutu benih kedelai. Mutu benih kedelai dikatakan menurun jika sudah mengalami kemunduran, yaitu terjadinya perubahan yang menyeluruh baik fisik (kulit keriput dan berwarna kusam), fisiologi (menurunnya daya berkecambah dan meningkatnya kecambah abnormal) maupun kimiawi (perubahan aktivitas enzim, respirasi, laju sintesa, perubahan membran dan perubahan kromosom) yang akhirnya mengarah pada kematian (Justice dan Bass 1994). Benih kedelai yang mengalami kemunduran dapat dicerminkan oleh menurunnya kadar fosfolipid, protein membran, fosfor anorganik mitokondria, aktivitas spesifik suksinat dehidrogenase, sitokrom oksidase dan laju respirasi.

Penyimpanan merupakan salah satu mata rantai terpenting dalam kegiatan perbenihan kedelai. Faktor-faktor yang mempengaruhi viabilitas benih selama penyimpanan adalah faktor internal (sifat genetik, kondisi kulit dan kadar air awal) dan faktor eksternal (kemasan benih, komposisi gas, suhu dan kelembaban ruang simpan (Justice dan Bass 1994). Menurut Mugnisjah (2007), benih kedelai yang mempunyai kandungan lemak yang tinggi dan karbohidrat rendah lebih cepat turun viabilitasnya daripada benih yang memiliki kandungan lemak rendah dan karbohidrat tinggi. Mugnisjah (2007) juga menyatakan bahwa benih kedelai yang berukuran besar lebih cepat menurun dibanding benih berukuran kecil. Hal ini disebabkan karena benih berukuran besar memiliki nisbah selaput yang lebih rendah dibanding benih berukuran kecil.

Meningkatkan Vigor Benih Kedelai

Perlakuan invigorasi benih dimaksudkan

untuk meningkatkan performansi benih, di antaranya dengan perlakuan hidrasi dengan direndam, pembasahan dan pengeringan, *osmoconditioning* dan *matricconditioning*. Menurut Ilyas (2006) perlakuan invigorasi benih dapat meningkatkan aktivitas enzim amylase dan dehidrogenase serta memperbaiki integritas membrane. Enzim tersebut membantu memperbaiki organel sel penting yang mengalami kerusakan. Aktivitas enzim amylase dan dehidrogenase menunjukkan daya hidup benih.

Potensial air biji kering yang masih hidup (selanjutnya disebut benih) menurut Rouhi *et al.* (2010) sangat rendah (sekitar -6 sampai -100 bar) sehingga penyerapan air ke dalam benih berlangsung dengan cepat. Perlakuan *osmoconditioning* dapat mengurangi kecepatan masuknya air ke dalam benih pada saat imbibisi karena adanya larutan garam seperti polietilen glikol yang memiliki potensial air cukup rendah.

Perlakuan invigorasi benih pada dasarnya merupakan proses untuk mengontrol hidrasi. Menurut Khan (1992) yang dimaksud dengan *osmoconditioning* (disebut juga priming) adalah penambahan air secara terkontrol dengan menggunakan larutan garam yang memiliki potensial osmotik rendah seperti PEG, KNO₃, K₃PO₄, MgSO₄, gliserol, dan mannitol. Armstrong dan McDonald (1992) menggunakan larutan PEG untuk *osmoconditioning* benih kedelai. Sedyama *et al.* (2012) juga mengemukakan bahwa teknik *osmoconditioning* pada benih kedelai dapat meningkatkan vigor. Hasil penelitian Afzal *et al.* (2002) dan Rouhi *et al.* (2010) menunjukkan bahwa *osmoconditioning* yang disertai dengan zat pengatur tumbuh dapat meningkatkan vigor dan daya tumbuh benih, pertumbuhan tanaman dan hasil pada tanaman jagung hibrida dan clover.

Prinsip *matricconditioning* seperti halnya *osmoconditioning*, yaitu suatu perlakuan yang dilakukan sebelum benih ditanam. *Matricconditioning* adalah peningkatan fisiologis dan biokimia dalam benih selama penghambatan perkecambahan oleh media imbibisi yang memiliki potensial matrik rendah dan potensial osmotik yang dapat diabaikan (Khan 1992). Tujuan dari perlakuan *matricconditioning* adalah menyeimbangkan tekanan potensial air benih guna merangsang metabolisme benih agar siap berkecambah tetapi pemunculan radikula terhambat. Terhambatnya pemunculan radikula mengakibatkan perubahan fisiologi dan biokemis benih dapat dicapai

dengan cepat sehingga proses perkecambahan terjadi dengan serentak (Khan 1992). Selama *conditioning* benih akan menyerap air tetapi radikula tidak muncul, dengan demikian proses metabolisme dalam benih berjalan secara optimal sehingga terjadi kerempakan perkecambahan serta mengurangi tekaman lingkungan yang kurang kondusif (Leubner 2006). Menurut Ilyas (2006), media *matricconditioning* yang baik harus memiliki sifat tidak larut dalam air dan tetap utuh selama conditioning, memiliki kapasitas pegang air yang tinggi, kemampuan mengalirkan air tinggi, kerapatan ruang besar, luas permukaan besar, memiliki kemampuan melekat pada permukaan benih dan mudah tercampur dengan tanah ketika benih ditanam.

MODIFIKASI MEDIA *MATRICCONDITIONING*

Ilyas (2006) menyatakan bahwa penggunaan bahan padatan seperti serbuk gergaji, abu gosok dan pasir kuarsa sebagai bahan *matricconditioning* pada benih cabai lebih menguntungkan karena lebih murah dan mudah didapat. Selanjutnya Hacisalihoglu dan White (2006) melaporkan bahwa *matricconditioning* pada suhu 30 °C dengan perbandingan benih 1 g, kalsium silikat sintetis 0,5 g dan air sebanyak 0,5 ml dapat meningkatkan vigor dan daya tumbuh benih cabai.

Menurut Suhartiningsih (2003), juga menyatakan bahwa *matricconditioning* menggunakan arang sekam dapat meningkatkan viabilitas dan vigor benih kedelai. Bubuk arang sekam mempunyai sifat yang ringan dan porous sehingga air yang tersedia bagi benih selama proses *matricconditioning* dalam keadaan cukup. Selanjutnya Ilyas (2006), melaporkan bahwa dibanding perlakuan invigorasi lainnya (*osmoconditioning*), *matricconditioning* menggunakan abu gosok dan serbuk dengan perbandingan benih:media:air masing-masing 9:6:10,5 selama 17 jam dan 9:5:13 selama 12 jam lebih efektif meningkatkan viabilitas dan vigor benih kedelai yang telah disimpan selama 24 minggu.

Matricconditioning Plus

Matricconditioning dinilai efektif untuk meningkatkan perkecambahan berbagai jenis benih. Kelebihan dari *matricconditioning* adalah dapat diintegrasikan dengan zat pengatur tumbuh, pestisida baik nabati maupun sintetis, atau mikroba yang berfungsi sebagai agen hayati (Ilyas 2006). Pengintegrasian teknik

matriconditioning dengan teknik aplikasi benih lainnya ini selanjutnya disebut sebagai *matriconditioning plus*. Dengan demikian *matriconditioning plus* ini akan dapat digunakan untuk meningkatkan performansi benih sesuai kebutuhan.

Menurut Khan *et al.* (1992), bahwa fungisida yang ditambahkan pada benih wortel, tomat dan cabai dapat dijadikan alternatif untuk perbaikan benih dalam *matriconditioning*. Selanjutnya Ilyas (2005) juga melaporkan bahwa pada benih beet, kombinasi *matriconditioning* dengan metalaxyl dan tolclofos-methyl efektif dibandingkan dengan perlakuan *matriconditioning* saja atau fungisida saja dalam memperbaiki penampakan dan mengurangi kematian benih pada tanah yang terinfeksi patogen terbawa tanah *Rhizoctonia solani*. Kombinasi perlakuan fungisida dan *matriconditioning* juga berpengaruh dalam peningkatan rata-rata dan persentase kecambah muncul pada jagung manis (Hartz dan Caprile 1995). Hasil penelitian Ilyas dan Sudarsono (2002) juga menunjukkan bahwa pengintegrasian minyak cengkeh dan mankozeb dalam perlakuan *matriconditioning* dengan media bubuk arang sekam dapat menurunkan tingkat kontaminasi *Colletotricum capsisi* dan meningkatkan viabilitas dan vigor benih cabai. Menurut Kuo *et al.* (2006) dan Yukti (2009), *matriconditioning plus B. subtilis* mampu meningkatkan indeks vigor, daya tumbuh, pertumbuhan tanaman, jumlah malai produktif dan berat gabah bernas per rumpun serta menurunkan tingkat infeksi cendawan dan bakteri.

Kombinasi *matriconditioning* dan Rhizobium pada Benih Kedelai

Tanaman kedelai dapat bersimbiosis dengan Rhizobium yang menambat N₂ dari udara dan memasok 60% dari total N yang diperlukan tanaman (Shutsrirung *et al.* 2002). Efektivitas Rhizobium dalam memasok N pada tanaman inang ditentukan oleh jenis tanaman, kesesuaian genetik antara tanaman dan Rhizobium, sifat kimia dan biologi tanah (Ilyas *et al.* 2003; Sucahyono dan Soedarjo 2007). Kepadatan sel Rhizobium endogen pada tanah yang bukan bekas tanaman kacang-kacangan umumnya sangat rendah (sekitar 10² sel/g tanah), sedangkan kebutuhan minimal untuk pembentukan bintil akar adalah 10³ sel/g tanah (Soedarjo & Sucahyono 2006).

Salah satu upaya untuk mengembalikan mutu benih yang telah menurun adalah dengan invigorasi. Menurut Suhartiningsih (2003) dan Sopyan (2003), *matriconditioning* menggunakan arang sekam plus inokulan *Bradyrhizobium japonicum* dan *Azospirillum lipoferum* selama 12 jam pada benih kedelai dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil kedelai kuning dan menghemat pemakaian pupuk N.

Kedelai hitam varietas Detam 1 dan Detam 2 yang mendapat perlakuan *matriconditioning* serbuk arang sekam lembab (perbandingan benih : serbuk arang sekam : air = 9 : 6 : 7) plus Rhizobium menghasilkan jumlah bintil akar tertinggi, lebih tinggi dibanding *matriconditioning* dan inokulan saja (Sucahyono 2011) (Gambar 1). Fenomena ini menunjukkan bahwa perlakuan *matriconditioning plus inokulan* dapat meningkatkan jumlah bintil akar. Hal ini mengindikasikan bahwa inokulasi yang dilakukan bersamaan dengan *matriconditioning* dapat meningkatkan infektivitas Rhizobium. Penelitian Suhartiningsih (2003) juga menunjukkan bahwa *matriconditioning plus inokulan B. japonicum* dan *A. lipoferum* pada suhu kamar dapat meningkatkan jumlah nodul, bobot kering akar dan bobot tajuk kedelai.

Perlakuan *matriconditioning plus inokulan* mempunyai kadar klorofil daun paling tinggi dibanding perlakuan lainnya. Tanaman yang mendapat perlakuan *matriconditioning* mempunyai kadar klorofil daun tidak berbeda dengan perlakuan inokulasi, namun demikian masih lebih tinggi dibanding kontrol (Gambar 1). Fenomena ini mengindikasikan bahwa *matriconditioning* dapat meningkatkan efektifitas Rhizobium dalam meningkatkan kadar klorofil daun dibanding inokulasi biasa dan kontrol tanpa perlakuan.

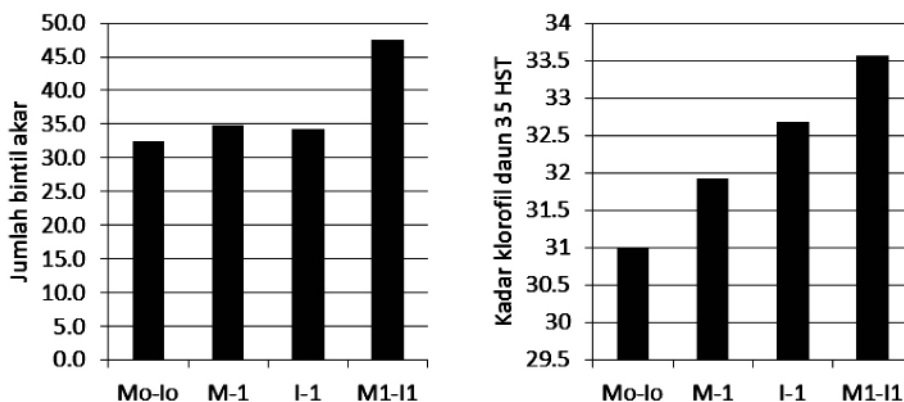
Perlakuan *matriconditioning plus inokulan* atau inokulan dapat meningkatkan hasil biji kering sehingga lebih tinggi dibanding kontrol dan perlakuan *matriconditioning* saja, walaupun secara statistik tidak berbeda nyata (Gambar 2). Menurut Soedarjo *et al.* (2003), inokulasi Rhizobium pada tanah yang mempunyai kandungan N cukup untuk tanaman tidak berpengaruh terhadap hasil. Namun demikian perlakuan *matriconditioning plus rhizobium* sangat berpengaruh terhadap komponen hasil yaitu jumlah polong isi per tanaman (Gambar 2). Inokulasi rhizobium yang dilakukan bersamaan pada saat perlakuan *matriconditioning* menghasilkan jumlah polong isi yang lebih

tinggi dibanding inokulasi cara biasa. Deraan lingkungan berupa musim hujan yang berkepanjangan pada saat penelitian berlangsung diduga menyebabkan pengaruh perlakuan terhadap hasil biji kering tidak terlihat.

Populasi Rhizobium endogen tanah dari lahan percobaan relatif rendah (sekitar 400 sel/g tanah) (Tabel 1). Hal ini disebabkan karena lahan percobaan merupakan bekas tanaman ubijalar dan tanaman cabai. Penanaman tanaman selain kacang-kacangan dapat memutus siklus hidup Rhizobium sehingga populasinya rendah (Soedarjo dan Sucahyono 2006). Pada lahan bekas penelitian, populasi Rhizobium endogen meningkat antara 1200 sel/g tanah

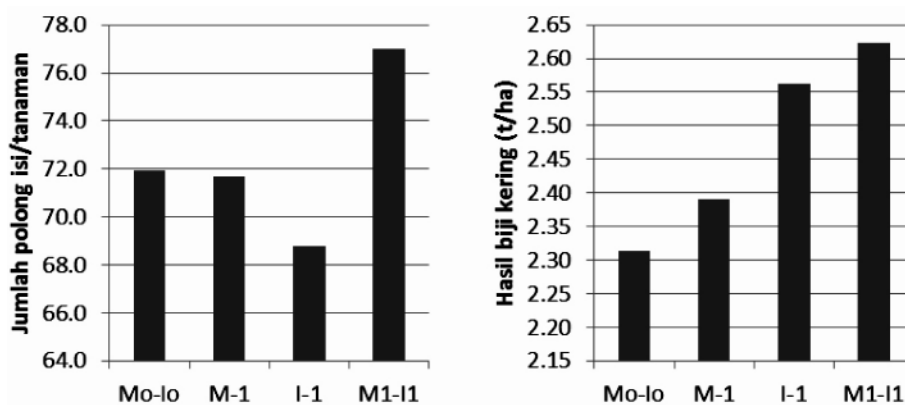
(pada petak kontrol) hingga 6000 sel/g tanah (pada petak perlakuan *matriconditioning* plus inokulan). Hal ini disebabkan karena pada tanaman di petak *matriconditioning* plus inokulan mempunyai banyak bintil akar sehingga populasi Rhizobium sangat tinggi. Perlakuan *matriconditioning* plus inokulan dapat meningkatkan populasi Rhizobium endogen sebesar 15 kali lipat dibanding sebelum inokulasi. Populasi tersebut sudah sangat layak untuk pembentukan bintil akar sehingga pada musim tanam berikutnya tidak diperlukan inokulasi.

Kandungan N tanah setelah penelitian meningkat. Peningkatan tertinggi dicapai pada tanah bekas petak perlakuan *matriconditioning*



Gambar 1. Pengaruh perlakuan *matriconditioning* terhadap jumlah bintil akar dan kadar klorofil daun kedelai hitam. Mo-Io: kontrol, M-1: *Matriconditioning*, I-1: Inokulasi rhizobium, M1-I1: *matriconditioning* plus rhizobium.

Sumber: Sucahyono (2011).



Gambar 2. Pengaruh perlakuan *matriconditioning* terhadap jumlah polong isi/tanaman dan hasil biji (t/ha) kedelai hitam. Mo-Io: kontrol, M-1: *Matriconditioning*, I-1: Inokulasi rhizobium, M1-I1: *matriconditioning* plus rhizobium.

Sumber: Sucahyono (2011).

Tabel 1. Peningkatan populasi *Rhizobium* endogen tanah setelah penelitian

	Populasi <i>Rhizobium</i> (sel/g tanah)			Peningkatan populasi <i>Rhizobium</i> endogen (x lipat)	Peningkatan kandungan N tanah (%)
	Luar petak	Dalam petak	Rata-rata		
Sebelum perlakuan	305	500	400		
Setelah perlakuan	Detam 1	Detam 2	Rata-rata		
Kontrol	1000	1400	1200	3,0	12,5
<i>Matriconditioning</i>	2800	500	1650	4,1	16,0
Inokulan	1000	2000	1500	3,8	14,3
<i>Matri</i> +inokulan	8000	4000	6000	15,0	17,6

Keterangan: *Matri*= *matriconditioning*. Sumber: Sucahyono (2011).

plus inokulan (17,6%), diikuti *matriconditioning* (16,0%), inokulan (14,3%) dan terakhir kontrol (12,5%) (Tabel 5). Diduga tambahan N dari *Rhizobium* inokulan komersial dan *Rhizobium* endogen ditambah residu N dari sisa pemupukan menyebabkan pada petak perlakuan *matriconditioning* plus inokulan mempunyai kandungan N tanah paling tinggi. Pada kontrol, peningkatan kandungan N tanah didapat dari tambahan N yang berasal dari *Rhizobium* endogen dan residu N dari pupuk.

Posisi *matriconditioning* dalam Sistem Perbenihan Kedelai

Menurut Justice dan Bass (1994), benih kedelai mengandung protein cukup tinggi ($\pm 37\%$). Komposisi kimia benih yang didominasi protein menyebabkan sangat higroskopis sehingga mudah menahan dan menyerap uap air. Protein juga bersifat mudah mengalami denaturasi. Kondisi ini menyebabkan benih kedelai mudah sekali mengalami kemunduran. Selain faktor dari luar benih, kemunduran benih juga dipengaruhi oleh faktor dari dalam diantaranya denaturasi protein. Denaturasi protein terjadi pada protein histon dan kromosom yang dapat menghambat aktivitas DNA, pada protein enzim yang dapat menghambat reaksi-reaksi biokimia dalam benih, dan pada protein membrane yang menyebabkan menurunnya integritas membrane.

Kondisi ruang simpan yang tidak optimal sangat memungkinkan benih kedelai banyak menyerap uap air sehingga berakibat cepat mengalami kemunduran. Fenomena ini akan menjadi masalah yang serius dalam sistem Jabalsim yang sangat berperan dalam pengem-

banan benih kedelai. Dengan demikian untuk waktu-waktu mendatang, teknik invigorasi benih sangat diperlukan.

Keberadaan pupuk kimia N yang semakin langka dan mahal menyebabkan peranan bakteri penambat N dalam hal ini *Rhizobium* sangat penting. Pupuk hayati *Rhizobium* dengan harga yang lebih murah dan terjangkau sudah mampu menggantikan pupuk kimia N yang selain mahal juga berdampak negatif pada tanah. *Rhizobium* yang sudah diaplikasikan akan dapat bertahan hidup di dalam tanah sehingga untuk penanaman berikutnya tidak memerlukan inokulasi lagi.

Kombinasi antara teknik invigorasi dalam hal ini *matriconditioning* dengan inokulasi *Rhizobium* akan sangat bermanfaat. Banyak hal yang dapat didapatkan dari penggabungan dua perlakuan tersebut yaitu meningkatnya infektifitas dan efektifitas *Rhizobium*, pertumbuhan dan hasil tanaman, serta pengurangan penggunaan pupuk kimia N.

KESIMPULAN

1. Teknik *invigorasi* benih yang paling sesuai dan dapat digunakan untuk mengatasi masalah kemunduran benih kedelai adalah *matriconditioning*, yaitu *priming* dengan menggunakan serbuk arang sekam lembab (perbandingan benih : serbuk arang sekam : air = 9 : 6 : 7) selama 12 jam.
2. Perlakuan *matriconditioning* yang dikombinasi dengan *Rhizobium* dapat meningkatkan populasi *Rhizobium* endogen, infektifitas dan efektifitas *Rhizobium* dan meningkatkan pertumbuhan dan hasil kedelai.

DAFTAR PUSTAKA

- Afzal I, Shahzad MAB, Ahmad N, Cheema MA, Warraich EA, and Khalid A. 2002. Effect of priming and growth regulator treatments on emergence and seedling growth of hybrid maize (*Zea mays* L.). *Internat J of Agri and Biol* 4(2) 303–306.
- Amstrong H and MB McDonald. 1992. Effects of osmoconditioning on water uptake and electrical conductivity in soybean seeds. *Seed Sci. Tech.* 20:391–400.
- Badan Litbang Pertanian. 2008. Ketersediaan Teknologi dalam Mendukung Peningkatan Produksi Kedelai Menuju Swasembada. [http://agri-research.or.id/press/one/14/pdf/ Ketersediaan% 20Teknologi% 20dalam% 20 Mendukung% 20 Peningkatan% 20Produksi%20Kedelai% 20 Menuju % 20Swasembada.pdf](http://agri-research.or.id/press/one/14/pdf/Ketersediaan%20Teknologi%20dalam%20Mendukung%20Peningkatan%20Produksi%20Kedelai%20Menuju%20Swasembada.pdf) [26 Mei 2010].
- Badan Litbang Pertanian 2012. Inovasi teknologi untuk mewujudkan swasembada kedelai 2014. Bahan diskusi mencapai swasembada kedelai di Kementerian Pertanian tgl 5 September 2012.
- BPS 2012. Statistik Indonesia. Badan Pusat Statistik. Indonesia. WWW.PBS.go.id.
- Danapriatna N. 2012. Pengaruh penyimpanan terhadap viabilitas benih kedelai. www.ejournal-unisma.net/ojs/index.php/131 [3-32013]
- Hacisalihoglu G and White J. (2006). Optimum matricconditioning treatments for improving pepper seed germination. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 119: 282–283.
- Harsono A.,D. Sucahyono, Suryantini dan Prihastuti, 2009. Teknologi perakitan pupuk hayati pada tanaman kacang-kacangan di lahan kering masam. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. 51 hlm.
- Hartz TK and J Caprile. (1995). Germination of sh2 sweet corn following seed desinfestation, solid-matrix priming and microbial seed treatment. *Hort. Science.* 30(7):1400–1402.
- Ilyas S, Surahman M, Saraswati R, Gunarto L, Adisarwanto T. 2003. Peningkatan mutu benih dan produktivitas kedelai dengan teknik invigorasi benih menggunakan matricconditioning dan inokulan mikroba. Laporan Hasil Penelitian. LPPM IPB. Bogor. 61 hlm.
- Ilyas S dan Sudarsono. 2002. Correlation among levels of *Colletotricum capsici* infection, emergence, germination of hot pepper (*Capsicum annum* L.) seed. *Second Workshop on Management of Seed Health of Important Vegetable Crop.* Bogor, 7–11 Oktober 2002. IPB Plant Research International Enza Zaden (tidak dipublikasikan).
- Ilyas S. 2005. Invigorasi benih. Makalah Magang Vigor Benih. Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian IPB, Bogor, 6–19 Desember.
- Ilyas S. 2006. Seed treatments using matricconditioning to improve vegetable seed quality. *Bul. Agron.* (34)(2) 124–132.
- Justice OL dan LN Bass. 1994. Prinsip Praktek Penyimpanan Benih. Terjemahan Rennie Roesli. PT Raja Grafindo. Jakarta. 446 hlm.
- Khan AA. 1992. Preplant physiological seed conditioning. Di dalam: Janick J, editor. *Horticulture Review.* Willey and Sons Inc. p: 131–181.
- Kuo LC, Cheng WY, Wu RY, Huang CJ, Lee KT. 2006. Hydrolysis of black soybean isoflavone glycosides by *Bacillus subtilis* natto. *Appl Microbiol Biotechnol.* 73:314–320
- Leubner G. 2006. The Seed Biology Place. <http://www.seedbiology.de> [11–01–13]
- Mugnisjah Q. 2007. Komposisi kimia beberapa varietas kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) dan hubungannya dengan viabilitas benih. [http://kecubung6.com/index2.php?option=com_content &do_pdf=1&id=180](http://kecubung6.com/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=180). [03–03–2013].
- Mulyani, A. 2006. Potensi lahan kering masam untuk pengembangan pertanian. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian.* 28 (2) : 16–17.
- Rouhi AR, Afshari RT, Moosavi SA and Gharineh MH. 2010. Effect of osmopriming on germination and vigour traits of Bersim Clover (*Trifolium alexandricum* L.)
- Shutsrirung A, Sutigolabud P, Santasup S, Seno K, Tajima S, Hisamatsu M, Bhromsiri A. 2002. Symbiotic, efficiency and compatibility of native rhizobia in nothern Thailand with different soybean cultivars. *Soil Sci. Plant Nutr.* 48: 491–499.
- Soedarjo M, Manshuri AG, Adie MM, Ishiki K. 2003. Effectiveness of comercial Rhizobial inocula on the growth and seed yield of improve soybean varieties on Upland Alfisol in East Java. *Japanese Journal of Tropical Agriculture* 47(3): 175–181
- Soedarjo M dan Sucahyono D. 2006. Estimasi densitas dan efektivitas Rhizobium endogen (alam) lahan kering Alfisol pada tanaman kedelai. *Dalam:* Suharsono, Makarim AK, Rahmianna AA, Adie MM, Taufiq A, Rozi F, Tastra IK, Harnowo D, editor. *Prosiding Seminar Peningkatan Produksi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Kemandirian Pangan.* Balitkabi Malang. hlm 431–440.
- Sopyan 2003. Matricconditioning plus inokulan *B. japonicum* dan *A. lipoferum* serta fungisida terhadap pertumbuhan dan penambatan nitrogen kedelai (*Glycine max* (L.) Merr). [skripsi]. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Sucahyono D, Soedarjo M. 2007. Kompatibilitas Rhizobium endogen tanah Entisol Kendalpayak dengan beberapa varietas kacang hijau. Di dalam: *Prosiding Seminar Peningkatan Produksi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung*

- Kemandirian Pangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. hlm 286–298.
- Sucahyono D. 2011. Pengaruh pelakuan matriconditioning plus inokulan terhadap pertumbuhan tanaman, hasil dan mutu benih kedelai hitam (*Glycine soja* (L.) Merr). [tesis] Sekolah Pascasarjana IPB Bogor. 57 hlm.
- Suhartiningsih. 2003. Peningkatan mutu benih dan pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) dengan matriconditioning yang diintegrasikan dengan inokulan mikroba. [tesis]. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Jurusan Budidaya Pertanian. IPB, Bogor. 45 hlm.
- Sedyama CAZ, Reis MS, Sedyama CS, Dias MA, Sedyama T, Fernandes DC and Dias S. 2012. Physiological quality of soybean seed cultivars by osmoconditioning. *Communicata Scientiae* 3(2):90–97, 2012.
- Yukti AM. 2009. Efektivitas matriconditioning plus agens hayati dalam mengendalikan patogen terbawa benih, peningkatan vigor, dan hasil padi. [tesis] Sekolah Pascasarjana IPB Bogor. 71 hlm.
-