

Teknik *Matriconditioning* dan Aplikasi Pupuk Hayati Untuk Peningkatan Mutu Benih dan Hasil Biji Kedelai

Matriconditioning techniques and application of biological fertilizers for increasing the seed quality and yield of soybean.

Didik Sucahyono dan Didik Harnowo

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
Jl. Raya Kendalpayak km 8, PO Box 66 Malang, East Java, Indonesia, 65101
*E-mail: d290269@gmail.com

NASKAH DITERIMA 4 MARET 2022 ; DISETUJUI UNTUK DITERBITKAN 25 MEI 2022

ABSTRAK

Menanam kedelai dengan benih bermutu rendah dapat menyebabkan populasi tanaman di lapangan tidak optimal dan hasilnya rendah. Mutu benih tersebut dapat diperbaiki dengan *Matriconditioning*, yaitu teknik invigorasi untuk meningkatkan mutu benih yang sudah rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *matriconditioning* terhadap peningkatan daya tumbuh benih kedelai dan pengaruh perlakuan pupuk hayati yang diintegrasikan bersama *matriconditioning* terhadap pertumbuhan tanaman dan hasil biji tiga varietas kedelai. Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Balitkabi Malang dan di Ngawi Jawa Timur pada MK I tahun 2015 menggunakan rancangan petak terpisah tiga ulangan. Petak utama adalah varietas kedelai yang terdiri atas: 1) Grobogan, 2) Wilis, dan 3) Tanggamus. Anak petak adalah perlakuan *matriconditioning* benih, yang terdiri atas: 1) Tanpa *matriconditioning* dan tanpa pupuk hayati, 2) *Matriconditioning*, 3) Pupuk hayati *Iletriso*, 4) Pupuk hayati *Iletriso* + pelarut P, 5) *Matriconditioning* + *Iletriso* + pelarut P. Setiap perlakuan ditanam pada petak berukuran 4 m x 5 m, jarak tanam 40 x 15 cm, dua tanaman per lubang. *Matriconditioning* benih menggunakan serbuk arang lembab dengan perbandingan 9 benih : 6 serbuk arang : 7 air, selama 12 jam, baik dilakukan sendiri maupun bersamaan dengan pupuk hayati (*Iletriso*). Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat interaksi antara varietas dan teknik *matriconditioning* pada semua peubah yang diamati. *Matriconditioning* mampu meningkatkan daya tumbuh benih kedelai berukuran biji kecil, sedang, maupun besar dari 76% menjadi 84% bila disertai dengan penggunaan pupuk hayati *Iletriso* dan bakteri pelarut P. Pupuk hayati *Iletriso* yang dicampur dengan bakteri pelarut P dan diaplikasikan bersamaan dengan *matriconditioning* pada benih kedelai dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman di lapangan, tetapi belum mampu meningkatkan hasil kedelai dibanding tanpa *matriconditioning*. Pupuk hayati *Iletriso* dan bakteri pelarut P dapat diaplikasikan secara bersamaan dengan *matriconditioning*.

Kata kunci: *matriconditioning*, benih kedelai, pupuk hayati

ABSTRACT

Planting soybeans with low-quality seeds can result in low plant populations in the field and low yields. *Matriconditioning* is an invigoration technique to improve the deteriorated seeds (low germination percentage). The research was aimed to investigate the increase in germination percentage of soybean due to *matriconditioning* treatment and to know the effect of biofertilizer applied together with *matriconditioning* on growth and yield of three soybean varieties. This research was carried out at the Balitkabi Greenhouse in Malang and in Ngawi, East Java during early dry season of 2015, using a Split-Plot Design with three replications. The main plots were varieties consisting of: 1) Grobogan, 2) Wilis, and 3) Tanggamus. Sub-plots were *matriconditioning* treatments, which consisted of: 1) No *matriconditioning* and no biological fertilizer (*Iletriso*), 2) *Matriconditioning*, 3) *Iletriso*, 4) *Iletriso* + P solubilizing bacteria, 5) *Matriconditioning* + *Iletriso* + P solubilizing bacteria (*Iletriso* plus). Each treatment was planted in the experimental plot of 4 m x 5 m, with plant spacing of 40 x 15 cm, two plants per hole. Seed *matriconditioning* was applied using moist charcoal powder with a ratio of 9 seeds : 6 charcoal powder : 7 water, for 12 hours, either alone or in combination with *Iletriso*. The results showed that there was no interaction between varieties and *matriconditioning* techniques for all variables observed. *Matriconditioning* increased germination of soybean seeds in the greenhouse test. *Iletriso* biofertilizer mixed with phosphate (P) solubilizing bacteria and applied together with *matriconditioning* on soybean seeds was able to increase growth but did not significantly increase soybean yield compared to control (without *matriconditioning*). *Iletriso* biofertilizer and P solubilizing bacteria have the potential to be applied simultaneously with *matriconditioning*.

Keywords: biofertilizer, *matriconditioning*, soybean seed

LATAR BELAKANG

Produktivitas rata-rata kedelai petani di Indonesia masih rendah (1,54 t/ha) sementara produktivitas kedelai di tingkat penelitian sudah mencapai sekitar 2,5 t/ha (Wahyuningsih *et al.* 2021). Rendahnya

produktivitas kedelai di tingkat petani tersebut antara lain disebabkan oleh penggunaan benih yang berkualitas rendah. Hal tersebut menyebabkan pertumbuhan tanaman di lapangan tidak seragam, populasi tanaman per satuan luas tidak optimal, dan pada akhirnya berdampak pada produktivitas tanaman yang tidak maksimal (Purwaningrahayu *et al.* 2022). Rendahnya mutu benih kedelai sebelum ditanam dapat disebabkan oleh penanganan panen dan pascapanen yang kurang tepat dan/atau penyimpanan benih yang cukup lama sehingga benih telah mengalami deteriorasi (kemunduran mutu fisiologis) cukup signifikan (Arifin dan Harnowo 2018; Harnowo 2018; Hayati dan Setiono 2021). Terkait dengan hal tersebut, Pemerintah terus berupaya melakukan sosialisasi dan mendorong tumbuh-kembangnya industri penangkaran benih dalam rangka penyediaan benih kedelai bagi petani yang memenuhi syarat 'enam tepat', yakni tepat varietas, jumlah, waktu, lokasi, mutu, dan tepat harga. Apabila hal tersebut dapat terealisasi, diharapkan dapat meningkatkan produktivitas kedelai di tingkat petani. Meningkatnya produktivitas dan produksi kedelai secara nasional sangat diperlukan dalam rangka tercapainya swasembada kedelai.

Kemunduran mutu fisiologis benih pada dasarnya bersifat pasti terjadi (*inevitable*), tidak dapat balik (*irreversible*) dan bervariasi antarjenis/spesies dan bahkan antarindividu benih. Namun demikian, dalam batas-batas tertentu, benih yang telah mengalami deteriorasi (menurunnya mutu fisiologis benih) dapat ditingkatkan daya tumbuh dan vigor-nya melalui teknik invigorasi. Menurut Khan (1992), invigorasi adalah perlakuan benih sebelum tanam dengan cara menyeimbangkan potensial air benih untuk merangsang kegiatan metabolisme di dalam benih sehingga benih siap berkecambah, sebelum struktur penting embrio yakni radikula muncul. *Matriconditioning* dan *osmoconditioning* merupakan dua teknik invigorasi yang sering diteliti, antara lain *matriconditioning* pada benih terung ungu (Hasan *et al.* 2018), benih padi gogo lokal (Sutariati *et al.* 2015), benih jagung (Khan *et al.* 2017; Zakia *et al.* 2021), benih kedelai (Sucahyono *et al.* 2013; Priyanto 2017; Udi *et al.* 2021), dan benih hortikultura (Ilyas 2006). *Matriconditioning* adalah perlakuan hidrasi benih menggunakan bahan padatan lembab untuk menyeimbangkan potensial air benih, memperbaiki proses perkecambahan awal benih sebelum benih ditanam, sedangkan *osmoconditioning* atau priming adalah penambahan air pada benih secara terkontrol dengan larutan garam yang memiliki potensial osmotik rendah.

Penelitian teknik *matriconditioning* juga telah dipadukan (diintegrasikan) dengan aplikasi mikro-organisme tertentu seperti rizobakteri (Sutariati *et al.* 2014) atau rizobium penambat N (Sucahyono *et al.* 2013) dan secara umum memberikan hasil positif. Khusus untuk teknik *matriconditioning*, beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan hasil yang tidak konsisten, sebagaimana dapat ditemukan pada benih terung ungu (Hasan *et al.* 2018), benih terigu (Amin *et al.* 2016), benih jagung (Zakia *et al.* 2021) dan bahkan pada benih kedelai (Mariani dan Wahditiya 2021). Beberapa faktor yang mempengaruhi hasil perlakuan *matriconditioning* antara lain jenis bahan yang digunakan, lama waktu perlakuan dan komposisi antara air dan bahan padatan. Atas dasar hasil beberapa penelitian tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh teknik *matriconditioning* menggunakan media arang sekam halus terhadap peningkatan mutu fisiologis benih kedelai dan pengaruh pupuk hayati yang diintegrasikan dengan *matriconditioning* terhadap pertumbuhan tanaman dan hasil biji tiga varietas kedelai.

METODOLOGI PENELITIAN

Uji daya tumbuh benih dilakukan di rumah kaca Balitkabi Malang menggunakan media pasir steril, sedangkan penelitian lapang dilakukan di Kebun Percobaan (KP) Ngawi, Jawa Timur pada awal musim kemarau tahun 2015. Penelitian lapang menggunakan rancangan petak terpisah tiga ulangan. Petak utama adalah varietas yang terdiri atas 1) Varietas berbiji besar (Grobogan), 2) Varietas berbiji sedang (Wilis), dan 3) Varietas berbiji kecil (Tanggamus). Anak petak adalah perlakuan *matriconditioning*, terdiri atas : 1) Tanpa *matriconditioning* dan tanpa pupuk hayati, 2) *Matriconditioning*, 3) Pupuk hayati Iletrisoy, 4) Pupuk hayati Iletrisoy + pelarut P (Iletrisoy plus), 5) *Matriconditioning* + Iletrisoy + pelarut P (*Matriconditioning* + Iletrisoy plus). Komposisi bahan *matriconditioning* yang digunakan (berdasarkan bobot) adalah benih : serbuk arang sekam : air = 9 : 6 : 7, dengan lama waktu perlakuan *matriconditioning* adalah 12 jam.

Di lapangan, setiap perlakuan ditanam pada petak berukuran 4 m x 5 m, dengan jarak tanam 40 x 15 cm, dua tanaman per lubang. Pemupukan (sebagai pupuk dasar) diberikan dengan dosis 50 kg Urea + 50 kg SP36 + 50 kg KCl/ha, diaplikasikan seluruhnya pada saat tanam dengan cara disebar merata. Pengairan dilaksanakan dua kali yakni pada umur 4 dan 8 minggu setelah tanam (MST). Penyiangian dilakukan secara manual pada 4 MST.

Peubah yang diamati adalah daya tumbuh kedelai di rumah kaca, tinggi tanaman (umur 22, 30, 37, dan 48 HST), jumlah bintil akar dan bobot brangkas tanaman umur 48 HST, serta komponen hasil (jumlah polong isi per tanaman dan bobot biji kering per petak panen). Data dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) dan uji DRMT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tidak terdapat interaksi antara varietas kedelai dan perlakuan *matriconditioning* terhadap daya tumbuh kedelai di rumah kaca. Namun demikian, perlakuan *matriconditioning* baik tanpa diintegrasikan maupun diintegrasikan dengan pupuk hayati secara umum mampu meningkatkan daya tumbuh benih kedelai dibandingkan dengan kontrol (Tabel 1). Pada Tabel 1 terlihat juga bahwa secara umum respons varietas terhadap *matriconditioning* berbeda. Perbedaan respons varietas tersebut belum dapat dijelaskan dengan penelitian ini. Kemungkinan hal tersebut adalah karakteristik varietas sebagai akibat daya tumbuh benih yang tidak diperlakukan dengan *matriconditioning* (perlakuan kontrol) berbeda. Fenomena yang serupa juga terjadi akibat perlakuan *matriconditioning* pada benih jagung (Khan *et al.* 2016; Khan *et al.* 2017; Zakia *et al.* 2021), terung ungu (Hasan *et al.* 2018) dan kedelai (Sucahyono *et al.* 2013; Prayitno 2017; Udi *et al.* 2021). Pada penelitian ini benih kedelai varietas Wilis memberikan peningkatan daya tumbuh tertinggi akibat *matriconditioning* dibandingkan dengan varietas Grobogan dan Tanggamus.

Perlakuan pupuk hayati yang dicampur benih sebelum tanam memberikan pengaruh positif terhadap daya tumbuh benih kedelai, kecuali Iletrisoy plus pada benih kedelai varietas Grobogan dan Tanggamus. Perbedaan respons tersebut juga belum dapat dijelaskan penyebabnya dengan penelitian ini. Demikian pula bahwa pupuk hayati Iletrisoy plus yang diaplikasikan pada benih sebelum tanam bersama-

sama bahan *matriconditioning* selama 12 jam belum berdampak positif terhadap peningkatan daya tumbuh benih kedelai dibandingkan kontrol (tanpa perlakuan *matriconditioning* ataupun pupuk hayati). Meskipun terjadi peningkatan daya tumbuh benih untuk varietas Grobogan, Wilis, dan Tanggamus masing-masing 11,2%, 6,9%, dan 6% (Tabel 1). Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa pada kedelai, aplikasi pupuk hayati dapat dilakukan pada benih bersamaan dengan penerapan *matriconditioning*. Hasil penelitian ini mendukung hasil penelitian sebelumnya (Sucahyono *et al.* 2013).

Hasil penelitian di lapangan menunjukkan tidak terdapat interaksi antara varietas kedelai dan teknik *matriconditioning* terhadap tinggi tanaman kedelai hingga umur 48 HST. Sampai dengan tanaman berumur 37 HST, tanaman kedelai varietas Grobogan dan Wilis tumbuh lebih tinggi. Namun demikian, pada 48 HST varietas Tanggamus adalah yang paling tinggi dibandingkan varietas Grobogan dan Wilis (Tabel 2). Pada umur 48 HST semua varietas sudah memasuki periode pembungaan maksimal dan bahkan mulai pengisian biji. Tinggi tanaman adalah sifat kuantitatif (banyak dipengaruhi oleh faktor lingkungan) sehingga tinggi tanaman kedelai pada suatu lokasi banyak dipengaruhi oleh kondisi lingkungan (terutama kesuburan tanah). Tipe pertumbuhan tanaman kedelai adalah determinit sehingga pada umur 48 HST, manakala sudah terjadi pembungaan penuh, pertambahan tinggi tanaman hingga saat panen umumnya tidak signifikan. Perbedaan tinggi tanaman ketiga varietas kedelai tersebut pada umur 48 HST tidak menyimpang terlalu jauh dengan yang tertera dalam deskripsi varietas (Balitkabi 2016).

Perlakuan *matriconditioning* ataupun pemberian pupuk hayati, baik secara sendiri (tunggal) maupun secara bersama-sama tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kedelai pada setiap

Tabel 1. Pengaruh varietas dan teknik *matriconditioning* terhadap daya tumbuh benih kedelai. Rumah kaca Balitkabi, 2015.

Perlakuan <i>matriconditioning</i> dan pupuk hayati	Daya tumbuh benih (%)			Rata-rata
	Grobogan	Wilis	Tanggamus	
Kontrol*	71,9	77,2	80,2	76,4 b
<i>Matriconditioning</i>	75,2	83,7	81,9	80,3 ab
Iletrisoy	75,0	83,5	86,1	81,5 ab
Iletrisoy plus	67,4	84,1	77,9	76,4 b
<i>Matriconditioning</i> + Iletrisoy plus	83,1	84,1	86,2	84,4 a
Rata-rata	74,5 b	82,5 a	82,5 a	

Keterangan : *Tanpa perlakuan *matriconditioning* dan pupuk hayati. Angka sekolom yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji Duncan taraf 0,5%.

Tabel 2. Pengaruh varietas dan *matriconditioning* terhadap tinggi tanaman kedelai. KP Ngale, MK 1 2015.

Perlakuan	Tinggi tanaman kedelai (cm) pada umur (HST)			
	22	30	37	48
Varietas				
Grobogan	17,7 a	31,9 a	41,8 a	43,0 c
Wilis	15,8 b	27,2 b	40,0 a	50,6 b
Tanggamus	15,0 c	25,6 c	36,0 b	55,3 a
<i>Matriconditioning</i> dan pupuk hayati				
Kontrol*	16,5	28,0	38,7	48,2
<i>Matriconditioning</i>	16,0	28,7	40,0	50,1
Iletriso	16,2	28,0	39,8	49,4
Iletriso plus	15,6	28,1	38,8	51,2
<i>Matriconditioning</i> + Iletriso plus	16,5	28,2	39,0	49,2

Keterangan : *Tanpa perlakuan *matriconditioning* dan pupuk hayati. Angka sekolom pada setiap faktor perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji Duncan pada taraf 0,5%.

pengamatan hingga umur 48 HST (Tabel 2). Dengan kata lain, perbedaan tinggi tanaman dari setiap perlakuan pada setiap pengamatan sangat kecil. Hal tersebut menunjukkan bahwa tanaman kedelai, terutama dalam hal tinggi tanaman, pada penelitian ini kurang responsif terhadap perlakuan teknik *matriconditioning* yang dicobakan.

Tidak terdapat interaksi nyata antara varietas dan teknik *matriconditioning* terhadap jumlah bintil akar dan bobot brangkasan kering kedelai pada umur 48 HST. Jumlah bintil akar maupun bobot brangkasan tertinggi terdapat pada varietas Grobogan (Tabel 3). Hal tersebut mengindikasikan bahwa varietas Grobogan paling aktif dalam pembentukan bintil akar dan diduga dapat menyediakan unsur N bagi tanaman sehingga pertumbuhan tanaman menjadi sangat ideal, yang ditunjukkan oleh bahan kering tanaman tertinggi.

Aplikasi pupuk hayati Iletriso maupun Iletriso plus dengan perlakuan *matriconditioning* mampu menghasilkan jumlah bintil akar tertinggi, hal ini

mengindikasikan bahwa pupuk hayati yang digunakan efektif. Namun demikian, tidak serta-merta diikuti oleh peningkatan bobot kering brangkasan. Bobot brangkasan kering tertinggi terdapat pada tanaman yang benihnya diaplikasi Iletriso plus dengan perlakuan *matriconditioning* (Tabel 3). Penambahan bakteri pelarut P yang dipadukan dengan perlakuan *matriconditioning* mungkin berdampak positif terutama dalam penyerapan unsur P, sehingga mampu meningkatkan biomassa secara signifikan. Sedangkan perlakuan pupuk hayati plus menghasilkan biomassa bobot brangkasan kering lebih rendah (Tabel 3). Mekanisme tersebut belum dapat dijelaskan pada penelitian ini. Fenomena ini mengindikasikan bahwa perlakuan *matriconditioning* tidak berdampak negatif terhadap efektivitas bakteri rhizobium. Pupuk hayati Iletriso plus (Iletriso ditambah bakteri pelarut P) justru akan lebih tidak efektif jika aplikasinya bersamaan dengan perlakuan *matriconditioning*. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Sucahyono *et al.*

Tabel 3. Pengaruh varietas dan *matriconditioning* terhadap jumlah bintil akar per tanaman dan bobot kering brangkasan kedelai umur 48 hari. KP Ngale, MK 1 2015.

Perlakuan	Jumlah bintil akar/tanaman	Bobot brangkasan kering (g/tanaman)
Varietas		
Grobogan	32,8 a	10,4 a
Wilis	25,9 b	7,3 b
Tanggamus	26,3 b	6,9 b
<i>Matriconditioning</i> dan pupuk hayati		
Kontrol*	25,9 b	7,3 c
<i>Matriconditioning</i>	26,9 b	8,5 ab
Iletriso	31,4 a	8,1 abc
Iletriso plus	26,4 b	7,9 bc
<i>Matriconditioning</i> + Iletriso plus	31,1 a	9,2 a

Keterangan : *Tanpa perlakuan *matriconditioning* dan pupuk hayati. Angka sekolom yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji Duncan pada taraf 0,5%.

Tabel 4. Pengaruh varietas dan *matriconditioning* terhadap jumlah polong isi dan hasil biji kering kedelai saat panen. KP Ngale, MK 1 2015.

Perlakuan	Jumlah polong isi/tanaman	Hasil biji kering (t/ha)*
Varietas		
Grobogan	30,9 c	1,9
Wilis	37,4 b	1,9
Tanggamus	76,5 a	2,0
<i>Matriconditioning</i> dan pupuk hayati		
Kontrol*	42,5 b	1,8
<i>Matriconditioning</i>	48,5 a	1,9
Iletrisoy	49,2 a	1,9
Iletrisoy plus	50,6 a	2,0
<i>Matriconditioning</i> + Ilet plus	50,6 a	2,1

Keterangan : *Tanpa perlakuan *matriconditioning* dan pupuk hayati. Angka sekolom yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada taraf 0,5%. *)hasil konversi dari bobot biji kering per petak.

(2013).

Antara varietas dan *matriconditioning* yang diuji tidak menunjukkan interaksi nyata terhadap jumlah polong isi maupun hasil biji kedelai. Kedelai varietas Tanggamus (biji kecil) memiliki jumlah polong tertinggi, varietas Grobogan (biji besar) memiliki jumlah polong terendah sedangkan varietas Wilis (biji sedang) memiliki jumlah polong diantara kedua varietas yang lain (Tabel 4). Data juga menunjukkan bahwa semua perlakuan teknik *matriconditioning* meningkatkan jumlah polong isi per tanaman. Namun demikian, peningkatan jumlah polong per tanaman tidak selalu diikuti oleh peningkatan hasil biji (Tabel 4). Fenomena serupa juga dijumpai pada hasil penelitian Harsono *et al.* (2021) pada kedelai di lahan pasang surut.

Hasil biji varietas Grobogan pada penelitian ini lebih rendah dari rata-rata hasil maupun potensi hasil seperti yang tercantum pada deskripsi varietas (Balitkabi 2016). Penyebab perbedaan hasil tersebut belum dapat dijelaskan melalui penelitian ini. Pada penelitian di Malang, Wahyuningsih *et al.* (2021) mendapatkan data bahwa varietas Grobogan pada kondisi intensitas sinar matahari optimal (tanpa naungan) mampu menghasilkan biji 2,59 t/ha. Pada penelitian ini nampak varietas Tanggamus menunjukkan respons terbaik terhadap *matriconditioning* + Iletrosoy plus yakni menghasilkan jumlah polong per tanaman dan hasil biji tertinggi (Tabel 4). Secara umum hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya pada padi (Yukti 2009), kedelai (Ilyas *et al.* 2003; Suchayono *et al.* 2013), dan sorgum (Sutariati *et al.* 2011; Handayani *et al.* 2019). Hasil penelitian ini juga memperkuat pernyataan Harsono *et al.* (2012) bahwa formulasi pupuk hayati dan organik mampu meningkatkan produktivitas tanaman kedelai hingga 20%.

KESIMPULAN

Matriconditioning (arang sekam : benih : air = 9 : 6 : 7) belum terbukti mampu meningkatkan daya tumbuh benih tiga varietas kedelai di rumah kaca. Pupuk hayati Iletrisoy yang dicampur dengan bakteri pelarut fosfat (P) dan diaplikasikan bersamaan dengan teknik *matriconditioning* dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman kedelai di lapangan, tetapi belum mampu meningkatkan hasil kedelai secara nyata dibanding tanpa *matriconditioning*. Pupuk hayati Iletrisoy yang dicampur dengan bakteri pelarut P, dapat diaplikasikan secara bersamaan dengan *matriconditioning*.

Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai mekanisme *matriconditioning* dalam meningkatkan daya tumbuh kedelai. Selain itu juga penelitian mengenai bagaimana mekanisme pupuk hayati yang dicampur benih bersamaan dengan perlakuan *matriconditioning* yang memungkinkan daya tumbuh benih meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin R, Khan AZ, Muhammad A, Khalid SK, Gul H, Daraz G, Akbar H, & Ghoneim AM. 2016. Influence of seed hardening techniques on vigor, growth and yield of wheat under drought conditions. *Journal of Agricultural Studies* 4(3):121 -131.
- Arifin Z dan Harnowo D. 2018. Pengaruh teknologi produksi terhadap hasil benih, daya tumbuh, dan kelayakan usaha penangkaran benih kedelai. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 2(1):59-66.
- Balitkabi. 2016. Deskripsi Varietas Unggul Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi) Malang.
- Handayani F, Sutariati GAK, dan Madiki A. 2019. Seed biomatriconditioning with rhizobacteria to improve

- growth and yield of sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *Agrotekma* 4(2):52-63.
- Harnowo D. 2018. Percepatan penyediaan benih bermutu mendukung program swasembada kedelai. *IpTek Tanaman Pangan* 13(1):33-43.
- Harsono A, Elisabeth DAA, Indiati S, Rozi F, Harnowo D, Sundari T, Widodo Y, Krisdiana R, and Mejaya MJ. 2021. Soybean cultivation technology package on tidal swamp lands in Indonesia. *ARRB* 36(7):47-57.
- Harsono A, Subandi, dan Suryantini. 2012. Formulasi pupuk hayati dan organik untuk meningkatkan produktivitas tanaman aneka kacang dan ubi 20% dan menghemat pupuk kimia 50%. Laporan Hasil Penelitian Tahun 2011 (46 hlm.). Balitkabi Malang.
- Hasan A, Abdullah Y, dan Duka YA. 2018. Pengaruh berbagai jenis media *matriconditioning* terhadap perkecambahan benih terung ungu. *Jurnal Biotropikal Sains* 15(1):9-16.
- Hayati N dan Setiono. 2021. Pengaruh lama penyimpanan terhadap viabilitas benih kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) varietas Anjasmoro. *Jurnal Sains Agro* 6(2):66-76.
- Ilyas S, Surahman M, Saraswati R, Gunarto L, Adisarwanto T. 2003. Peningkatan mutu benih dan produktivitas kedelai dengan teknik invigorasi benih menggunakan *matri-conditioning* dan inokulan mikroba. Laporan Hasil Penelitian. LPPM IPB. Bogor. 61 hlm.
- Ilyas S. 2006. Seed treatments using matriconditioning to improve vegetable seed quality (Review). *Bul. Agron.* 34(2):124-132.
- Khalil SK, Rahman S, Rehman A, Wahab S, Khattak MK, Khalil IH, Khan AZ, & Amanullah. 2015. Osmoconditioning improve germination, assimilate partitioning and harvest index of wheat under drought. *Int. J. Biosci.* 6(7):44-57.
- Khan AZ, Imran, Muhammad A, Khalil A, Gul H, Akbar H & Wahab S. 2016. Impact of fertilizer priming on seed germination behavior and vigor of maize. *Pure Appl. Biol.* 5(4):744-751.
- Khan AZ, Shah T, Khan S, Rehman A, Akbar H, Muhammad A, & Khalil SK. 2017. Influence of seed invigoration techniques on germination and seedling vigor of maize (*Zea mays* L.). *Cercetary Agronomice in Moldova* 50(3):61-70.
- Khan AA. 1992. Preplant physiological seed conditioning. In Janick J (ed.). *Horticulture Review*. Willey and Sons Inc. p. 131-181.
- Mariani dan Wahditiya AA. 2021. Pengaruh perlakuan *matriconditioning* terhadap viabilitas dan vigor benih kedelai (*Glycine max* L. Merrill). *J. Agrotan* 7(1) :55-67.
- Priyanto YA. 2017. Viabilitas benih kedelai (*Glycine max* L. Merril) dengan perlakuan invigorasi (*matricoditioning* dan *osmoconditioning*). *Jurnal Hexagro* 1(1):1-9.
- Purwaningrahayu RD, Taufiq A, Harsono A, Sundari T, Kuntastuti H, Susanto GWA, Harnowo D, and Mejaya MJ. 2021. Response of salt-tolerant soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) genotypes to phosphorus fertilizer on saline soils of Indonesia. *AEER : International Scientific Journal* 20(3):2639-2650.
- Saputri DA, Kamelia M, Almayra S, dan Fatayati S. 2019. Perubahan anatomi dan morfologi daun kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dan alang-alang (*Imperata cylindrica* L.) yang tumbuh di tempat terbuka dan ternaungi. *Jurnal Pendidikan Biologi BIOEDUKASI* 10(1):74-81.
- 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. *Jurnal Agronomi Indonesia* 41(2):126-132.
- Sutariati GAK, Khaeruni A, dan Madiki A. 2011. *Biomatriconditioning* benih dengan rizobakteri untuk meningkatkan mutu fisiologis benih sorgum (*Sorghum bicolor* L.). *Jurnal Agroteknos* 1(1):21-26.
- Sutariati GAK, Zul'aiza, Darsan S, Ali Kasra LDM, Wangadi S, dan Mudi L. 2014. Invigorasi benih padi gogo lokal untuk meningkatkan vigor dan mengatasi permasalahan dormansi fisiologis pascapanen. *Jurnal Agroteknos* 4(1):10-17.
- Sutopo A. 2019. Pengaruh naungan terhadap beberapa karakter morfologi dan fisiologi pada varietas kedelai Ceneng. *Jurnal Citra Widya Edukasi* 11(1):131-142.
- Taiz L. and Zeiger E. 1998. *Plant Physiology* (3rd ed.). Sinauer Associates Inc. Sunderland.
- Udi YM, Walingkas SAF, dan Lumingkewas AMW. 2021. Pengaruh *matriconditioning* terhadap viabilitas dan vigor benih kedelai yang disimpan di ruang terbuka. *Cocos* 3(1):1-11.
- Wahyuningsih S, Sundari T, Sutrisno, Harnowo D, Harsono A, Soehendi R, and Mejaya MJ. 2021. Growth and productivity of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) genotypes under shading. *AEER: International Scientific Journal* 19(5):3371-3392.
- 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.
- Zakia A, Ulum MB, Iriany A, dan Zainudin A. 2021. Modifikasi teknik invigorasi untuk meningkatkan viabilitas dan vigor benih jagung manis (*Zea mays* Sacharata L.). *Agriprima : Journal of Applied Agricultural Science* 5(1):50-60.