

PENGARUH DURASI MATRICONDITIONING DENGAN TRICHODERMA TERHADAP VIABILITAS BENIH KACANG MERAH VARIETAS INERIE YANG MENGALAMI DETERIORASI

Yosefina Lewar^{1)*}, Imanuel T. Penu¹⁾, Ali Hasan¹⁾

¹⁾Jurusan Tanaman Pangan dan Hortikultura Politeknik Pertanian Negeri Kupang,
Jln. Prof Dr Herman Yohanes-Lasiana-Kelapa Lima-Kota Kupang

*e-mail korespondensi: yosefina.lewar087@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengkaji pengaruh durasi matriconditioning dengan trichoderma terhadap viabilitas benih kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L) varietas Inerie yang telah mengalami kemunduran mutu. Penelitian dilaksanakan di laboratorium dan screen house, Jurusan Tanaman Pangan dan Hortikultura, Politeknik Pertanian Negeri Kupang pada bulan Januari sampai Maret 2025. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tujuh perlakuan durasi matriconditioning dengan trichoderma yaitu 0, 3, 6, 9, 12, 15, dan 18 jam, masing-masing diulang empat kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa durasi matriconditioning dengan trichoderma berpengaruh nyata terhadap viabilitas benih kacang merah varietas Inerie yang mengalami kemunduran mutu. Perlakuan durasi matriconditioning dengan trichoderma selama 3 jam pada benih kacang merah varietas Inerie menghasilkan viabilitas terbaik dengan daya tumbuh benih 82,75%, kecepatan tumbuh 21,55%/etmal, keserempakan tumbuh 79,75%, dan potensi tumbuh maksimum 83,00%.

Kata Kunci: Viabilitas benih, Kacang merah, Matriconditioning, Trichoderma, Kemunduran Mutu

ABSTRACT

This study aimed to examine the effect of matriconditioning duration with trichoderma on the viability of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seeds of the Inerie variety deteriorated seeds. The study was conducted in the laboratory and screenhouse of the Department of Food Crops and Horticulture, Kupang State Agricultural Polytechnic from January to March 2025. The study used a Completely Randomized Design (CRD) with seven matriconditioning duration treatments with trichoderma: 0, 3, 6, 9, 12, 15, and 18 hours, each replicated four times. The results showed that matriconditioning duration with trichoderma significantly affected the viability of kidney bean seeds of the Inerie variety that had experienced quality deterioration. The matriconditioning duration treatment with trichoderma for 3 hours at The Inerie variety of kidney bean seeds produced the best viability, with 82.75% seed germination, 21.55% growth rate, 79.75% growth synchrony, and 83.00% maximum growth potential.

Keywords: Seed viability, Kidney beans, Matriconditioning, Trichoderma, deterioration

PENDAHULUAN

Ketersediaan benih bermutu merupakan faktor utama yang menentukan keberhasilan budidaya kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) varietas Inerie. Mutu benih dipengaruhi oleh proses produksi hingga penyimpanan (Sadjad, 1980). Seiring berjalannya waktu, benih yang telah mencapai masak fisiologis akan mengalami penurunan mutu baik secara fisik maupun fisiologis.

Kemunduran mutu fisik seperti berkurang atau meningkatnya kadar air benih, berlubang, dan terkena jamur atau cendawan. Kemunduran mutu fisiologis yakni menurunnya viabilitas dan vigor benih. Hal demikian juga terjadi pada benih kacang merah. Benih kacang-kacangan tidak dapat mempertahankan viabilitasnya pada kadar air 14% selama 3 bulan pada suhu kamar 30°C (Sadjad, 1994). Benih kacang merah varietas Inerie dapat disimpan pada suhu kamar selama 4-5 bulan dalam bentuk polong (Hosang, dkk., 2006). Penyimpanan benih kacang merah dalam bentuk polong membutuhkan media dan ruang yang luas, bila dibandingkan tanpa polong. Akan tetapi jika disimpan tanpa polong (biji), maka kemungkinan umur simpan akan lebih pendek dari 4-5 bulan.

Benih kacang merah memiliki kandungan protein 18,77 - 23,10% dan lemak 0,88 - 1,70% (Lewar *et al*, 2018). Penyimpanan pada suhu tinggi dapat menyebabkan denaturasi protein yang mempercepat penurunan mutu benih. Selain itu, kandungan lemak yang cukup tinggi dapat menghasilkan asam lemak bebas yang berlebih, sehingga menurunkan viabilitas dan vigor benih.

Salah satu metode untuk mengatasi penurunan mutu benih adalah dengan perlakuan *matriconditioning*. *Matriconditioning* adalah perlakuan benih sebelum ditanam dengan menggunakan media yang memiliki potensial matriks tinggi dengan mengabaikan potensial osmotik. Perlakuan *matriconditioning* dapat merangsang proses metabolisme dan pembelahan embrio dalam benih, sehingga benih menjadi siap untuk berkecambah (Ilyas, 1995).

Efektivitas perlakuan *matriconditioning* salah satunya dipengaruhi oleh durasi atau lama waktu inkubasi benih dalam media *matriconditioning*. Media yang ideal untuk *matriconditioning* harus bersifat tidak larut dalam air dan tetap stabil

selama proses, memiliki kapasitas penyerapan air yang tinggi, kemampuan draenasi yang baik, kerapatan ruang yang besar, luas permukaan, serta kemampuan untuk menempel pada benih dan mudah tercampur dengan tanah pada saat penanaman (Ilyas, 2006).

Penggunaan bahan padat seperti arang sekam untuk *matriconditioning* benih lebih menguntungkan dan mudah diperoleh. Arang sekam memiliki sifat poros, ringan, dan mampu menahan air, sehingga dapat meningkatkan kualitas fisiologis benih (Sucahyono, dkk., 2013). *Matriconditioning* dapat mengurangi waktu perkecambahan, meningkatkan daya perkecambahan benih, serta meningkatkan kemampuan tumbuh dan hasil produksi di lapangan (Khan, *et al.*, 1990).

Matriconditioning benih kacang merah dalam media *matriconditioning* dengan komposisi 1 : 0,7 : 0,6 (benih : serbuk arang sekam : air kelapa muda) mampu meningkatkan viabilitas benih kacang merah Varietas Inerie yang terdeteriorasi (Papa, dkk., 2024). Penggunaan air sebagai bagian dari *matriconditioning* dapat ditambahkan dengan agen hayati. Agen hayati terbukti mampu melindungi benih yang ditanam dari cendawan tular benih dan tular tanah. Salah satu agen hayati yang dapat digunakan adalah *trichoderma* (Mariani dan Wahditiya, 2021). Zheng dan Shetty (2000) menyatakan bahwa pengintegrasian perlakuan *matriconditioning* dengan *trichoderma harzianum* dapat menginduksi produksi senyawa fenolik selama perkecambahan biji dan senyawa fenolik yang dihasilkan oleh *trichoderma harzianum* menyebabkan peningkatan indeks vigor benih. Hasil penelitian Mariani dan Wahditiya (2021) menunjukkan bahwa *matriconditioning* dengan *trichoderma harzianum* memberikan pengaruh terbaik pada daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum, panjang hipokotil, bobot kering kecambah normal, dan panjang akar primer kedelai. *Matriconditioning* dengan *trichoderma* dengan durasi 6 jam memberikan viabilitas dan vigor terbaik.

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan perlakuan durasi *matriconditioning* dengan *trichoderma* (D). Perlakuan terdiri atas 7 taraf yaitu D₀ :

0 jam (kontrol), D₁ : 3 jam, D₂ : 6 jam, D₃ : 9 jam, D₄ : 12 jam, D₅ : 15 jam, D₆ : 18 jam. Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali. Media *matriconditioning* yang digunakan adalah benih, serbuk arang sekam, dan larutan *trichoderma*. Komposisi media benih:serbuk arang sekam:larutan *trichoderma* = 1 : 0,7 : 0,6 (Papa, dkk., 2024). Variabel yang diamati adalah viabilitas benih, yakni daya tumbuh, keserempakan tumbuh, kecepatan tumbuh, dan potensi tumbuh maksimum benih.

Pelaksanaan Penelitian

1. Persiapan media untuk uji viabilitas benih menggunakan pasir sungai. Pasir dimasukkan dalam wadah perkecambahan atau baki kecambah.
2. Benih kacang merah varietas Inerie yang digunakan masih memiliki rata-rata daya tumbuh 90%, oleh karena itu diberikan perlakuan pengusangan dipercepat (*accelerated aging*). Pengusangan benih dilakukan selama 60 jam yang menghasilkan rata-rata daya tumbuh 68,5%. Prosedur uji pengusangan dipercepat mengikuti metode dari Yamaguchi dan Wim (2006).
3. Media yang digunakan adalah arang sekam padi yang dihaluskan menjadi serbuk dan diayak dengan ayakan 102 mesh, kemudian diovenkan selama 72 jam dalam suhu 70°C untuk menghasilkan berat kering yang konstan.
4. Aplikasi perlakuan *matriconditioning* dengan *Trichoderma* dilakukan dengan mencampurkan media benih, serbuk arang sekam, dan larutan *Trichoderma* dengan komposisi 1 : 0,7 : 0,6 (50 g benih : 35 g serbuk arang sekam : 30 ml larutan *Trichoderma*). *Trichoderma* diencerkan dengan konsentrasi 100 g/L air. Kemudian diambil sebanyak 30 ml dan dicampurkan dengan serbuk arang sekam sebanyak 35 g. Setelah itu, dicampurkan dengan benih sebanyak 50 g (Mariani dan Wahditiya, 2022). Durasi *matriconditioning* sesuai dengan perlakuan yang dicobakan yaitu 0, 3, 6, 9, 12, 15, dan 18 jam. Setelah selesai *matriconditioning*, benih diambil dan dihamparkan di atas kertas untuk dikeringanginkan selama 3 hari sampai mencapai kadar air awal benih.
5. Benih yang telah diperlakukan *matriconditioning* ditanam di dalam media pasir dan ditempatkan di *screen house*.

Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan viabilitas meliputi daya tumbuh benih, keserempakan tumbuh, kecepatan tumbuh, dan potensi tumbuh benih maksimum (ISTA, 2010).

Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA). Jika terdapat perbedaan yang signifikan, perlakuan yang berbeda diuji lebih lanjut menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) 5% (Sastrosupadi, 2000).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya Tumbuh Benih (%)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa durasi *matriconditioning* dengan *Trichoderma* memberikan pengaruh signifikan terhadap daya tumbuh benih. Rata-rata daya tumbuh benih (%) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Daya Tumbuh Benih Kacang Merah Varietas Inerie Akibat Durasi *Matriconditioning* Dengan *Trichoderma*

Durasi <i>Matriconditioning</i> Dengan <i>Trichoderma</i>	Daya Tumbuh Benih (%)
0 jam	66,50 a
3 jam	82,75 b
6 jam	85,00 b
9 jam	86,00 b
12 jam	87,50 b
15 jam	88,50 b
18 jam	87,75 b
Nilai BNJ 5%	8,93

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama memperlihatkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Tabel 1 menunjukkan bahwa durasi *matriconditioning* dengan *Trichoderma* selama 15 jam menghasilkan persentase daya tumbuh benih tertinggi sebesar 88,50%, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lain, kecuali perlakuan tanpa *matriconditioning* dengan *Trichoderma*, yang menghasilkan daya tumbuh benih terendah (66,50%). Dari segi efisiensi waktu dan efektivitas, durasi 3 jam merupakan perlakuan terbaik untuk meningkatkan daya tumbuh benih. Kondisi lembab pada media *matriconditioning* berpotensi mendukung pertumbuhan bakteri patogen, namun penambahan *Trichoderma* dapat meningkatkan

persentase daya berkecambah benih. Hal ini sejalan dengan Kalay (2015) bahwa *Trichoderma* sp merupakan jamur asli tanah yang bersifat menguntungkan karena mempunyai sifat antagonis yang tinggi terhadap patogen tanaman.

Lamanya benih mengalami *matriconditioning* memungkinkan benih melakukan pemulihan, termasuk dengan keberadaan *Trichoderma* dalam media *matriconditioning* juga membantu benih yang membantu benih melawan infeksi patogen jamur dari media atau benih itu sendiri. Durasi tersebut mendukung proses *matriconditioning* benih kacang merah sehingga proses metabolisme yang terjadi pada proses awal perkecambahan bisa berjalan dengan baik tetapi tidak terlalu lanjut, sesuai dengan prinsip *matriconditioning* yaitu pemberian air secara terkendali (Ilyas, 1995). Suhartiningsih (2003) menyatakan bahwa durasi *matriconditioning* yang tepat dapat mempercepat reaksi metabolisme dan memberikan pengaruh terhadap aktifitas enzim sehingga terjadilah pembelahan sel (Susanti, 2014).

Keserempakan Tumbuh Benih (%)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa durasi *matriconditioning* dengan *Trichoderma* memberikan pengaruh signifikan terhadap keserempakan tumbuh benih. Rata-rata keserempakan tumbuh benih (%) disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata Keserempakan Tumbuh Benih Kacang Merah Varietas Inerie Akibat Durasi *Matriconditioning* Dengan *Trichoderma*

Durasi <i>Matriconditioning</i> Dengan <i>Trichoderma</i>	Keserempakan Tumbuh Benih (%)
0 jam	63,50 a
3 jam	79,75 b
6 jam	82,75 b
9 jam	82,75 b
12 jam	84,75 b
15 jam	86,75 b
18 jam	85,75 b
Nilai BNJ 5%	9,59

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama memperlihatkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan durasi *matriconditioning* dengan *Trichoderma* pada benih kacang merah varietas Inerie yang terdeteriorasi selama 15 jam memberikan keserempakan tumbuh benih tertinggi yaitu 86,75%, tetapi

tidak berbeda nyata dengan durasi 3 jam (79,75%), 6 jam (82,75%), 9 jam (82,75%), 12 jam (84,75%), dan 18 jam (85,75%), namun berbeda nyata dengan durasi *matriconditioning* 0 jam (63,50%). Bila ditinjau dari aspek efisiensi waktu dan efektivitas maka durasi 3 jam merupakan durasi *matriconditioning* dengan *Trichoderma* terbaik benih kacang merah varietas Inerie.

Durasi *matriconditioning* dengan *Trichoderma* yang tepat dapat menyeimbangkan tekanan potensial air pada benih, sehingga metabolisme benih terangsang dan benih siap berkecambah, meskipun pertumbuhan radikula tertunda. Penundaan pertumbuhan radikula ini mempercepat perubahan fisiologi dan biokimia benih, sehingga perkecambahan dapat terjadi secara serentak (Khan, 1992). Kehadiran *Trichoderma* dalam media *matriconditioning* juga meningkatkan viabilitas benih dengan mengendalikan patogen yang dapat merusak benih, sehingga kesehatan benih dan kecambah yang dihasilkan menjadi lebih baik.

Kecepatan Tumbuh Benih (%/Etmal)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa durasi *matriconditioning* dengan *Trichoderma* memberikan pengaruh signifikan terhadap kecepatan tumbuh benih. Rata-rata kecepatan tumbuh benih (%/Etmal) disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Kecepatan Tumbuh Benih Kacang Merah Varietas Inerie Akibat Durasi *Matriconditioning* Dengan *Trichoderma*

Durasi <i>Matriconditioning</i> Dengan <i>Trichoderma</i>	Rata-rata Kecepatan Tumbuh Benih (%/Etmal)
0 jam	17,62 a
3 jam	21,55 b
6 jam	22,86 b
9 jam	22,35 b
12 jam	22,75 b
15 jam	23,03 b
18 jam	23,19 b
Nilai BNJ 5%	2,31

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama memperlihatkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Tabel 3 menunjukkan bahwa durasi *matriconditioning* dengan *Trichoderma* selama 18 jam menghasilkan kecepatan tumbuh benih tertinggi yaitu 23,19 %/Etmal, yang tidak berbeda signifikan dengan perlakuan durasi 3 jam (21,55 %/Etmal), 6 jam (22,86 %/Etmal), 9 jam (22,35 %/Etmal), 12 jam

(22,75 %/Etmal), dan 15 jam (23,03 %/Etmal). Namun berbeda nyata dengan tanpa *matriconditioning* dengan *Trichoderma* (17,62 %/Etmal). Bila ditinjau dari aspek efisiensi waktu atau durasi dan efektivitas maka durasi 3 jam adalah terbaik terhadap kecepatan tumbuh benih kacang merah yang telah mengalami kemunduran mutu. Hal ini terjadi karena pada durasi tersebut *Trichoderma* dapat mengikat air dengan optimal sehingga proses imbibisi benih dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan kecepatan tumbuh benih tertinggi.

Prinsip dasar *preplant physiological seed conditioning* termasuk *matriconditioning* adalah mengontrol masuknya air ke dalam benih saat imbibisi, sehingga memberikan kesempatan yang lebih lama kepada benih untuk memperbaiki diri. Benih memiliki kemampuan untuk memperbaiki dirinya (*repairing processes*) yang terutama terjadi pada saat aktivasi berbagai proses biokimia dalam fase penyerapan air. *Matriconditioning* berfungsi memperlama benih berada dalam fase ini, sehingga memberi kesempatan yang lebih lama kepada benih untuk memulihkan dirinya (Lewar, 2006).

Durasi *matriconditioning* yang tepat maka benih dapat memanfaatkan cadangan makanan secara efisien, sehingga dapat mengaktifkan proses metabolisme dan mempercepat perkecambahan benih. *Matriconditioning* dengan *Trichoderma* dapat menyebabkan terjadinya penguatan (pemulihan) membran plasma, memperkecil kehilangan elektrolit, mengendalikan patogen jamur baik dari benih maupun media yang lembab, dan meningkatkan perkecambahan serta kekuatan kecambah.

Potensi Tumbuh Benih Maksimum (%)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa durasi *matriconditioning* dengan *Trichoderma* memberikan pengaruh signifikan terhadap potensi tumbuh benih maksimum. Rata-rata potensi tumbuh benih maksimum (%) disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan durasi *matriconditioning* dengan *Trichoderma* pada benih kacang merah varietas Inerie yang terdeteriorasi selama 15 jam memberikan potensi tumbuh benih maksimum tertinggi yaitu 89,50 %,

tetapi tidak berbeda signifikan dengan durasi 3 jam (83,00 %), 6 jam (85,25 %), 9 jam (86,50 %), 12 jam (88,25 %), dan 18 jam (88,50 %), namun berbeda nyata dengan durasi *matriconditioning* 0 jam (67,00 %). Bila ditinjau dari aspek efisiensi waktu dan efektivitas maka durasi 3 jam merupakan durasi *matriconditioning* dengan *Trichoderma* terbaik pada benih kacang merah varietas Inerie.

Tabel 4. Rata-rata Potensi Tumbuh Maksimum Benih Kacang Merah Varietas Inerie Akibat Durasi *Matriconditioning* Dengan *Trichoderma*

Durasi <i>Matriconditioning</i> Dengan <i>Trichoderma</i>	Rerata Potensi Tumbuh Maksimum Benih (%)
0 jam	67,00 a
3 jam	83,00 b
6 jam	85,25 b
9 jam	86,50 b
12 jam	88,25 b
15 jam	89,50 b
18 jam	88,50 b
Nilai BNJ 5%	9,43

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama memperlihatkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Potensial matriks dari media yang tepat akan memberikan manfaat optimal jika diaplikasikan dengan durasi yang sesuai. Hal ini berdampak pada proses metabolisme perkecambahan berlangsung dengan baik dan tetap terkendali sesuai prinsip *matriconditioning*. *Trichoderma* yang terdapat dalam media *matriconditioning* berfungsi sebagai agen hayati, meningkatkan kualitas dan kesehatan benih, sehingga mendukung keberhasilan perkecambahan serta pertumbuhan awal tanaman.

Durasi *matriconditioning* yang tepat mampu menyediakan potensial matriks yang optimal bagi benih untuk memulihkan integritas membran sel yang rusak sehingga benih mampu berkecambah. Durasi *matriconditioning* yang diberikan pada benih menyebabkan imbibisi air yang terkontrol sehingga memungkinkan benih mengaktifkan mekanisme fisiologis internal untuk memulai perkecambahan. Kuswanto (1996) menjelaskan bahwa benih yang telah mengalami penurunan mutu bila mengalami imbibisi akan terjadi kebocoran membran sel sehingga ada unsur-unsur yang ke luar dari benih. Kebocoran ini menyebabkan benih menjadi kekurangan bahan yang dapat dirombak untuk menghasilkan tenaga yang dibutuhkan dalam proses sintesis protein guna

pembentukan dan pertumbuhan sel-sel, akibatnya akan banyak ditemukan benih yang tidak mampu berkecambah sama sekali.

SIMPULAN

1. Durasi *matriconditioning* dengan trichoderma pada benih kacang merah varietas Inerie yang mengalami deteriorasi berpengaruh nyata terhadap viabilitas benih, meliputi daya tumbuh, kecepatan tumbuh, keserempakan tumbuh, dan potensi tumbuh maksimum.
2. Durasi *matriconditioning* dengan trichoderma selama 3 jam merupakan perlakuan terbaik untuk benih kacang merah varietas Inerie yang mengalami deteriorasi, menghasilkan daya tumbuh 82,75 %, kecepatan tumbuh 21,55 %/etmal, keserempakan tumbuh 79,75 %, dan potensi tumbuh maksimum 83,00 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Hosang, E. Y., Meha U. R., Samapaty, P. D. I., G. B., dan Adwita A. 2006. Pelepasan Kacang Merah Varietas Inerie Sebagai Varietas Unggulan di Badan Benih Nasional. Badan Bimas Ketahanan Pangan dan Penyuluhan Pertanian Kabupaten Ngada. Balai Pengkajian Pertanian NTT. Universitas Nusa Cendana.
- Ilyas, S. 1995. Perubahan Fisiologis dan Biokimia Benih dalam Proses *Seed Conditioning*. Keluarga Benih. No 2.
- Ilyas, S. 2006. *Seed Tratment Using Matriconditioning to Improve Vegetable Seed Quality*. Buletin Agronomi. 34:24-132.
- International Seed Testing Association. 2010. *Seed Science and Technology*. International Rules for Seed Testing. Zurich: International Seed Testing Association.
- Kalay, A.M., Latupapua, A.I., dan H. Talahatu. 2015. Efek Aplikasi *Trichoderma sp* dan Bokashi Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao yang Ditanam pada Tanah Terinfeksi *Phytophthora palmivora*. *Jurnal Agroekoteknologi* 7(1): 75-87.
- Khan, A. A. 1992. *The Physiology and Biochemistry of Seed Dormansi and Germination*. North. Holland Publishing Company. Amsterdam. 447 hlm. Febs. Onlinelibrary. Wiley.com.
- Khan, A. A., H. Miura, J. Prusinski, dan S. Ilyas. 1990. *Matriconditioning of Seed to*
-

- Improve Emergence*. Proceeding of the Symposium on Stand Establishment of Horticultural Crops. Minnesota. p 19-40.
- Kuswanto, H. 1996. Dasar-Dasar Teknologi Produksi dan Sertifikasi Benih. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Lewar, Y. 2006. *Uji Potensi Cryopreservation Benih Kopi Arabica*. Tesis. Program Studi Agronomi. Jurusan Ilmu-Ilmu Pertanian.UGM. Tidak Dipublikasi.
- Lewar, Y, Hasan, M and Lehar, L January 1. 2018. *Effect of Biochar Types and Sprinkling Water Volume on Seed Production and Seed Protein and Fat Content of Red Bean under Lowlands Dry Climates*. *Bioscience Research*, Vol. 15, pp. 2848–2853.
- Mariani dan Wahditiya A. Adriani. 2021. Pengaruh Perlakuan *Matriconditioning* Terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Kedelai (*Glycine max* L. Merrill). Jurnal Agrotan Volume 7 Nomor 1: 55 – 67.
- N. A. Gusviani, 2024. *Seed Enhancement Menggunakan Metode Matriconditioning Plus Trichoderma harzianum Pada Benih Padi Gogo (Oryza sativa L.)*.
- Papa T., Lewar Y., dan Proklamita T. 2024. Kajian Komposisi Media *Matriconditioning* Serbuk Arang Sekam dan Air Kelapa Muda Terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Kacang Merah Yang Terdeteriorasi. Laporan Penelitian Terapan. Program Studi Teknologi Industri Hortikultura, Jurusan Tanaman Pagan dan Hortikultura. Politeknik Pertanian Negeri Kupang.
- Sadjad, S. 1980. Panduan Mutu Benih Tanaman Kehutanan di Indonesia. IPB. Bogor.
- Sadjad, S. 1993. Dasar-dasar Teknologi Benih. Cipta Selecta, Departemen Agronomi. 214 hal.
- Sastrosupadi, A. 2000. Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian. Buku. Kanisius. Yogyakarta. 267 p.
- Sucahyono, D., Sari, M., Surahman, M., dan Ilyas, S. 2013. Pengaruh Perlakuan Invigorasi Pada Benih Kedelai Hitam (*Glycine soja*) Terhadap Vigor Benih, Pertumbuhan Tanaman, dan Hasil. Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy), 41(2).
- 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. Bogor.
- Susanti, Evi. 2014. Pengaruh *Osmoconditioning* dengan PEG (Polyethylene Glycol) 6000 Terhadap Viabilitas Benih Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.). Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri
-

Maulana Malik Ibrahim Malang.

- Yamaguchi and Wim. 2006. Perhitungan Daya Berkecambah (DB) Benih Normal Hasil Pengusangan (*Artificial Aging*). *Japanese Journal of Tropical Agriculture*.pp. 45.
- Zheng, Z and K. Shetty. 2000. *Enhancement of Pea (Pisum sativum) Seedling Vigour and Associated Phenolic Content by Extracts of Apple Pomace Fermented With Trichoderma spp.* Process Biochem.,36:79-84.
-