

Matriconditioning Sebagai Metode Invigorasi Benih Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* L. Jacq)

*Matriconditioning as an Invigoration Method on Oil Palm (*Elaeis guineensis* L. Jacq) Seeds*

Mohamad Arif*, Endah Retno Palupi¹, Satriyas Ilyas¹, Eny Widajati¹, Abdul Qadir¹, dan Edy Suprianto²

Abstrak Deteriorasi merupakan hal yang tidak dapat dihindari meski penyimpanan benih dilaksanakan pada kondisi penyimpanan terbaik. Benih kelapa sawit tergolong sebagai benih intermediat yang hanya dapat disimpan pada periode sekitar satu tahun. Penelitian ditujukan untuk melihat pengaruh *matriconditioning* terhadap viabilitas dan vigor benih kelapa sawit, khususnya yang telah disimpan lebih dari 1 tahun. Percobaan dilaksanakan dengan menggunakan rancangan acak lengkap faktorial. Faktor pertama adalah lot benih yaitu benih yang telah disimpan pada penyimpanan terkendali kurang dari 12 bulan (tiga ulangan, masing-masing telah tersimpan pada penyimpanan terkendali selama 3, 4, dan 9 bulan) dan benih yang telah disimpan pada penyimpanan terkendali lebih dari 12 bulan (tiga ulangan, masing-masing telah tersimpan pada penyimpanan terkendali selama 13, 14, dan 41 bulan). Faktor kedua adalah *matriconditioning* yang terdiri atas dua belas taraf yang merupakan kombinasi antara tiga media (zeolit, vermikulit, dan arang sekam) dengan empat larutan *matriconditioning* (emulsi *Trichoderma* sp., 2% KNO₃, 2% KH₂PO₄, dan air). Perlakuan *matriconditioning* meningkatkan kelembapan udara (*relative humidity*, RH) secara nyata (98,3-99,9%) dibanding RH pada kontrol (75,33%), dan meningkatkan kadar air benih dari 15,7% (kontrol) menjadi 16,13-16,48% yang sesuai untuk tahap pematangan dormansi. Tidak terjadi peningkatan daya berkecambah (DB) yang signifikan pada perlakuan *matriconditioning* dibanding kontrol,

namun peningkatan DB yang terjadi (4,3-12,6%) pada perlakuan *matriconditioning* menunjukkan aplikasi ini dapat diterapkan pada pengecambahan benih kelapa sawit yang telah disimpan lebih dari satu tahun. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa penggunaan air dinilai cukup untuk aplikasi *matriconditioning*.

Kata kunci: benih intermediat, daya berkecambah, deteriorasi benih, *Elaeis guineensis*, penyimpanan terkendali.

Abstract Seeds of several plant species that have been stored for a certain period show better vigor after *matriconditioning*. Oil palm seed is classified as intermediate seeds which can only be stored for approximately one year. The experiment was aimed to observe the effects of *matriconditioning* on oil palm seed vigor, especially oil palm seeds that had been stored for more than one year. The experiment was carried out using a completely randomized design with three factors. The first factor was seed lots i.e., fresh seed lots (three replications, each stored for 3, 4, and 9 months) and old seed lots (three replications, each stored for 13, 14, and 41 months). The second factor was *matriconditioning* media and solutions, with 12 levels which were combinations between *matriconditioning* media (zeolite, vermiculite, and husk charcoal) and *matriconditioning* solutions (the emulsion of *Trichoderma* sp., 2% KNO₃, 2% KH₂PO₄, and water). *Matriconditioning* significantly increased air humidity (98.3 - 99.9%) compared to RH in the control (75.33%), and at the same time lowered the temperature around the seeds (27.7-27.8°C) compared to the temperature around the control seed (27.9°C). *Matriconditioning* also increased seed moisture content from 15.7% (control) to 16.13-16.48% which were suitable for further dormancy breaking process. A significant increase in germination percentage (GP) was not found

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Mohamad Arif (✉)

Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan 20158 Indonesia

¹Institut Pertanian Bogor

²PT Riset Perkebunan Nusantara, Bogor

Email: mohar0891@gmail.com

between the matricconditioning treatments and the control, but the GP increase (4.3 - 12.6%) due to matricconditioning showed that this treatment could be applied to germinate oil palm seeds that had been stored for more than one year. The research also showed that water was sufficient as matricconditioning solution on oil palm seeds.

Keywords: controlled seed storage, *Elaeis guineensis*, intermediate seed, seed deterioration, seed germination.

PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* L. Jacq) merupakan tanaman tahunan dengan produktivitas minyak tertinggi dibanding tanaman penghasil minyak lainnya. Syukri *et al.* (2019) mencatat bahwa kelapa sawit memiliki potensi untuk menghasilkan 8 ton *crude palm oil* (CPO) dan 1,6 ton *palm kernel oil* (PKO) per hektar areal. Angka ini jauh lebih tinggi dibanding pada kedelai (*Glycine max*) atau *rapeseed* (*Brassica napus*) dengan potensi produksi minyak masing-masing spesies sebesar 2 ton dan 0,6 ton minyak nabati per hektar (Bantacut 2017, Raboanatahiry *et al.* 2021, Zheng dan Liu 2022).

Kelapa sawit berkembang biak secara alami melalui benih (Corley dan Tinker 2016), yang dikategorikan sebagai benih intermediat (Ellis *et al.* 1991). Dengan tipe intermediat, kadar air (KA) benih kelapa sawit hendaknya dipertahankan pada level tertentu. Norziha *et al.* (2017) mencatat ambang KA benih kelapa sawit adalah 10% dan penyimpanan di bawah angka tersebut dapat menurunkan viabilitas. KA benih yang terlalu rendah dapat menyebabkan kerusakan ketika proses pematangan dormansi berlangsung. Proses pematangan dormansi benih kelapa sawit yang umum dilakukan oleh produsen benih adalah *dry heat method* (DHM) (Corley dan Tinker 2016). Proses pada metode ini diawali dengan merendam benih kelapa sawit selama 5-7 hari untuk meningkatkan kadar air benih. Perendaman benih dengan KA yang rendah akan mendorong pergerakan masa air dalam jumlah besar ke dalam benih sebagaimana konsep *moisture equilibrium* yang dipaparkan oleh Lutovska *et al.* (2016) dan pergerakan air yang tidak terkendali dapat menyebabkan kerusakan membran-membran sel.

Peningkatan KA benih secara bertahap

diperkenalkan pada tahun 1990 dengan sebutan *matricconditioning* (Giamerti *et al.* 2015) yang merupakan teknik untuk memperbaiki kualitas benih dengan meletakkan benih di sekitar materi yang mengikat air secara kuat. Peningkatan KA benih secara bertahap melalui metode tersebut menjadikan KA benih relatif seragam, proses perkecambahan dapat berlangsung lebih serempak, dapat meningkatkan daya berkecambah (DB) benih, dan meningkatkan performa tanaman secara vegetatif dan generatif (Ilyas 2006).

Hasil akhir *matricconditioning* dipengaruhi media dan larutan yang digunakan. Nurmailah (1999) menunjukkan bahwa penggunaan vermikulit sebagai media *matricconditioning* dan inokulasi *Trichoderma* sebagai larutan dapat meningkatkan DB, meski dengan persentase DB yang tidak tinggi dan tidak disebutkan umur simpan benih yang digunakan. Peningkatan DB dengan menggunakan inokulasi *Trichoderma* diduga karena kemampuan jamur tersebut dalam menghasilkan zat pengatur tumbuh seperti auksin, sitokinin dan giberelin (Zani dan Anhar 2021) yang bermanfaat bagi perkecambahan benih. Keberhasilan aplikasi *matricconditioning* juga diperlihatkan oleh penelitian Arief *et al.* (2000) dengan menggunakan serbuk gergaji yang dilembabkan dengan H₂O, KNO₃, atau GA dalam pengecambahan benih palem Irian (*Ptychosperma marcarthurii* H. Wedl.).

Percobaan ini ditujukan untuk memperoleh metode *matricconditioning* yang tepat guna peningkatan vigor benih kelapa sawit yang telah mengalami kemunduran selama penyimpanan kurang dari 12 bulan dan lebih dari 12 bulan.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Percobaan dilaksanakan pada bulan Juli 2020 hingga Juni 2021 di ruang penyimpanan benih kelapa sawit Kelompok Peneliti Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman dan *seed processing unit* (SPU) Divisi Produksi. Ruang penyimpanan benih merupakan ruang penyimpanan terkendali dengan diatur suhu di dalam ruangan. Kedua lokasi percobaan (ruang penyimpanan benih dan SPU Divisi Produksi) merupakan unit kerja di Pusat

Penelitian Kelapa Sawit (PPKS), Unit Usaha Marihat, Pematangsiantar, Sumatera Utara.

Rancangan Percobaan

Percobaan disusun sebagai percobaan faktorial RKL. Faktor pertama adalah lot benih yang terdiri atas dua taraf, yaitu lot benih yang disimpan kurang dari 12 bulan (3, 4, dan 9 bulan) dan lot benih dengan penyimpanan lebih dari 12 bulan (13, 14, dan 41 bulan). Faktor kedua adalah *matriconditioning* yang terdiri atas dua belas taraf yang merupakan kombinasi antara tiga media *matriconditioning* (zeolit, vermikulit, dan arang sekam) dengan empat larutan (emulsi *Trichoderma* sp., 2% KNO₃, 2% KH₂PO₄, dan air). Pematahan dormansi dengan DHM pada kedua taraf lot benih dijadikan sebagai kontrol. Seluruh perlakuan diulang dengan tiga ulangan, menjadikan terdapat 78 satuan percobaan.

Matriconditioning

Sebelum digunakan, media *matriconditioning* (zeolit, vermikulit, atau arang sekam) dihaluskan menggunakan *blender* dan diayak dengan saringan berukuran 0,5 mm. Larutan *matriconditioning* (emulsi *Trichoderma*, 2% KNO₃, 2% KH₂PO₄, dan air) kemudian ditambahkan dengan perbandingan antara benih : media : larutan = 61 : 10 : 15 (Nurmailah 1999). *Matriconditioning* dilakukan di dalam plastik transparan dengan tebal 0,1 mm yang diletakkan di ruangan suhu kamar (22,5 - 29,0 °C) selama 9 hari. Setelah proses *matriconditioning* selesai, benih kelapa sawit dipatahkan dormansinya dan dikecambahkan.

Pematahan Dormansi dan Pengecambahan

Pematahan dormansi dan pengecambahan benih kelapa sawit dilaksanakan dengan DHM yang merupakan metode sebagaimana dijelaskan oleh Lubis (2008) dan Corley & Tinker (2016). Tahap awal proses ini adalah perendaman benih

kelapa sawit selama 7 hari untuk meningkatkan KA menjadi 17-18%. Setelah dikering-anginkan, benih lalu diletakkan pada ruang dengan suhu yang diatur konstan antara 38-40 °C selama 60 hari, dan dilanjutkan dengan perendaman benih selama 3 hari untuk kembali menaikkan kadar air benih menjadi 21-23%. Tahap akhir metode ini adalah meletakkan benih pada ruang pengecambahan dengan suhu antara 26-28 °C dan melaksanakan pemilihan kecambah yang dihasilkan.

Pengamatan

Parameter pengamatan yang dilakukan pada percobaan ini adalah suhu dan kelembapan di sekitar benih selama pelaksanaan *matriconditioning*, KA benih sebelum aplikasi *matriconditioning*, KA benih setelah *matriconditioning*, dan setelah perendaman I benih, luas permukaan benih sampel, serta daya berkecambah (DB) sebagai parameter fisiologis benih.

1. Suhu dan kelembapan di dalam kemasan *matriconditioning* diukur dan dicatat tiap 30 menit menggunakan Elitech GSP-6 *thermal and humidity data logger*. Di akhir penyimpanan, data diambil dan dianalisis dengan Microsoft Excel ver. 2016.
2. Kadar air benih (%), baik sebelum aplikasi *matriconditioning*, setelah *matriconditioning*, dan KA benih setelah perendaman I, ditentukan dengan menggunakan metode oven suhu rendah konstan (103 ± 2 °C) selama 48 ± 2 jam. Bobot sebelum perlakuan oven diukur sebagai bobot basah (BB), sedangkan bobot setelah perlakuan oven diukur sebagai bobot kering (BK). KA benih ditentukan dengan rumus:

$$KA \text{ benih } (\%) = \frac{BB - BK}{BB} \times 100\%$$

- Luas permukaan benih, dihitung dengan rumus luas permukaan *spherical* setelah mengukur panjang dan lebar dua sisi benih.
- Daya berkecambah (DB) benih kelapa sawit dihitung berdasarkan jumlah kecambah normal yang diperoleh hingga 90 hari setelah perkecambahan (HSP) dimulai, dihitung dengan rumus:
- Puncak perkecambahan (*germination peak*), merupakan persen daya berkecambah harian tertinggi selama proses pengecambahan.
- DB maksimum, jumlah hari setelah perkecambahan (HSP) saat 95% benih yang berkecambah diperoleh.
- Indeks vigor (IV) ditetapkan berdasarkan persentase kecambah normal (KN) yang diperoleh pada hari ke-31 (Arif 2023) dengan rumus:

$$DB (\%) = \frac{\sum \text{kecambah normal}}{\text{jumlah benih yang dikecambahkan}} \times 100\%$$

$$IV (\%) = \frac{\sum KN \text{ saat 31 HSP}}{\text{jumlah benih yang dikecambahkan}} \times 100\%$$

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam menggunakan program SPSS ver. 18.0 (IBM) dan excel ver. 2016 (Microsoft) untuk menentukan pengaruh perlakuan terhadap parameter pengamatan. Jika analisis sidik ragam memperlihatkan adanya pengaruh nyata pada perlakuan, maka analisis data dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf 5% untuk membandingkan nilai tengah perlakuan guna mencari taraf perlakuan yang berbeda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu dan Kelembapan di Sekitar Benih

Perlakuan *matriconditioning* menurunkan suhu dan menaikkan nilai rerata kelembapan pada lingkungan di sekitar benih (Tabel 1). Suhu pada taraf kontrol adalah 27,93°C yang secara rerata lebih tinggi dibanding suhu pada perlakuan *matriconditioning* kecuali perlakuan *matriconditioning* dengan vermikulit - 2% KH₂PO₄ (28,02°C) dan arang sekam - 2% KH₂PO₄ (28,01°C).

Kelembapan udara (*relative humidity*, RH) di sekitar benih pada perlakuan kontrol (75,33%) terlihat secara nyata lebih rendah dibanding RH pada perlakuan *matriconditioning* (Tabel 1).

Secara umum, suhu dan kelembapan merupakan dua parameter yang saling berbanding terbalik (Nasrullah *et al.* 2015, Rahayuningtyas dan Kuala 2016). Hal ini menyebabkan nilai RH yang lebih tinggi mendorong nilai suhu yang lebih rendah sebagaimana terlihat hubungan kedua parameter pada seluruh perlakuan *matriconditioning* dibanding kontrol meski benih berespirasi dan menghasilkan CO₂. RH yang tinggi di sekitar benih dengan perlakuan *matriconditioning* mendorong masuknya air ke dalam benih yang memiliki KA relatif rendah hingga terjadi keseimbangan kelembapan (*moisture equilibrium*) (Lutovska *et al.* 2016).

Parameter Fisik Benih

Kadar Air Benih

Aplikasi *matriconditioning* pada benih kelapa sawit meningkatkan KA benih menjadi 17 – 18% (Tabel 2). Angka tersebut merupakan KA benih kelapa sawit yang sesuai untuk proses selanjutnya (Tabi *et al.* 2017), yaitu pemanasan benih di ruang panas selama 55-60 hari. Peningkatan KA seluruh taraf perlakuan menjadikan KA benih berbeda secara nyata dibanding KA benih kontrol (12,05%).

Korelasi Luas Permukaan dan KA Benih

Luas permukaan benih tidak memiliki pengaruh nyata terhadap KA benih, baik KA setelah aplikasi *matriconditioning* maupun KA setelah perendaman I (Gambar 1) dengan nilai koefisien determinasi antara luas permukaan benih terhadap KA keduanya sebesar 0,00 dan 0,04.

Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan KA benih kelapa sawit sebagai akibat pelaksanaan *matriconditioning* maupun perendaman pertama pada proses *dry heat method* tidak dipengaruhi oleh luas permukaan benih. Hal ini karena benih kelapa sawit dilapisi *endocarp* yang kedap air. Okoroigwe *et al.* (2014) berpendapat bahwa kandungan lignin, hemiselulosa, dan selulosa yang sangat tinggi, masing-masing sekitar 53,8%, 26,2% dan 6,9% menjadi penyebab cangkang kelapa sawit bersifat impermeabel terhadap air dan gas.

Tabel 1. Rerata suhu dan kelembapan di sekitar benih berdasarkan media dan larutan *matriconditioning* yang digunakan.
 Table 1. Average of temperature and humidity around the seed system based on utilized media and solutions.

Matriconditioning		Suhu (°C)	Kelembapan (%)
Kontrol		27,93 abc	75,33 e
Zeolit	Emulsi <i>Trichoderma</i>	27,86 cd	97,61 d
	2% KNO ₃	27,63 e	98,37 c
	2% KH ₂ PO ₄	27,63 e	99,95 a
	Air	27,66 e	97,60 d
Vermikulit	Emulsi <i>Trichoderma</i>	27,80 d	99,99 a
	2% KNO ₃	27,60 e	99,99 a
	2% KH ₂ PO ₄	28,02 a	99,49 b
	Air	27,92 bc	99,99 a
Arang sekam	Emulsi <i>Trichoderma</i>	27,81 d	99,99 a
	2% KNO ₃	27,89 cd	99,99 a
	2% KH ₂ PO ₄	28,01 ab	99,99 a
	Air	27,84 cd	99,97 a

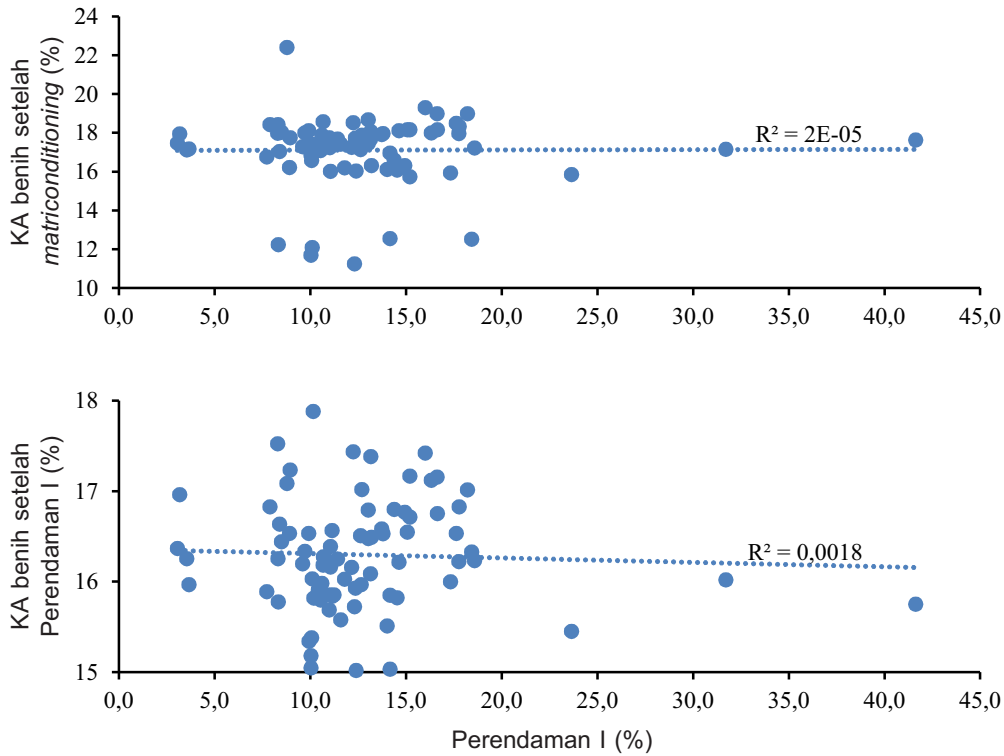
Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata hasil uji DMRT ($\alpha = 0,05$).
 Numbers in the same column followed by the same letter mean that there is no significant difference in the DMRT test results ($\alpha = 0.05$).

Tabel 2. KA benih setelah aplikasi *matriconditioning* berdasarkan media dan larutan *matriconditioning* yang digunakan.

Table 2. Seed moisture content after *matriconditioning* application based on utilized media and solutions.

Matriconditioning		Kadar Air Benih
Kontrol		12.05 d
Zeolit	Emulsi <i>Trichoderma</i>	17,88 ab
	2% KNO ₃	17,43 bc
	2% KH ₂ PO ₄	17,74 abc
	Air	18,71 a
Vermikulit	Emulsi <i>Trichoderma</i>	16,75 c
	2% KNO ₃	16,93 bc
	2% KH ₂ PO ₄	16,91 bc
	Air	16,68 c
Arang sekam	Emulsi <i>Trichoderma</i>	18,01 ab
	2% KNO ₃	17,37 bc
	2% KH ₂ PO ₄	17,92 ab
	Air	17,89 ab

Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata hasil uji DMRT ($\alpha = 0,05$).
 Numbers in the same column followed by the same letter mean that there is no significant difference in the DMRT test results ($\alpha = 0.05$).



Gambar 1. Hubungan luas permukaan benih terhadap KA benih setelah pelaksanaan matriconditioning dan KA (A) setelah perendaman pertama benih (B).

Figure 1. Correlation between seed surface area and seed moisture content after matriconditioning application (A) and after first soaking process (B).

Parameter Fisiologis Benih

Analisis parameter daya berkecambah (DB) memperlihatkan bahwa DB kedua lot benih tidak dipengaruhi oleh perlakuan *matriconditioning*, baik pada perlakuan media maupun larutan *matriconditioning* yang diaplikasikan (Tabel 3). Hal ini mengindikasikan bahwa aplikasi *matriconditioning* tidak diperlukan, khususnya pada benih-benih baru. Sebaliknya pada benih-benih lama, meski tidak terlihat adanya perbedaan nyata secara statistik, perlakuan *matriconditioning* pada benih lama dapat meningkatkan DB benih hingga lebih 100%. Penggunaan seluruh materi *matriconditioning* menaikkan DB benih kelapa sawit dari 11,0% (kontrol) menjadi 15,3% (zeolit), 16,8% (arang sekam), dan 22,5% (vermikulit).

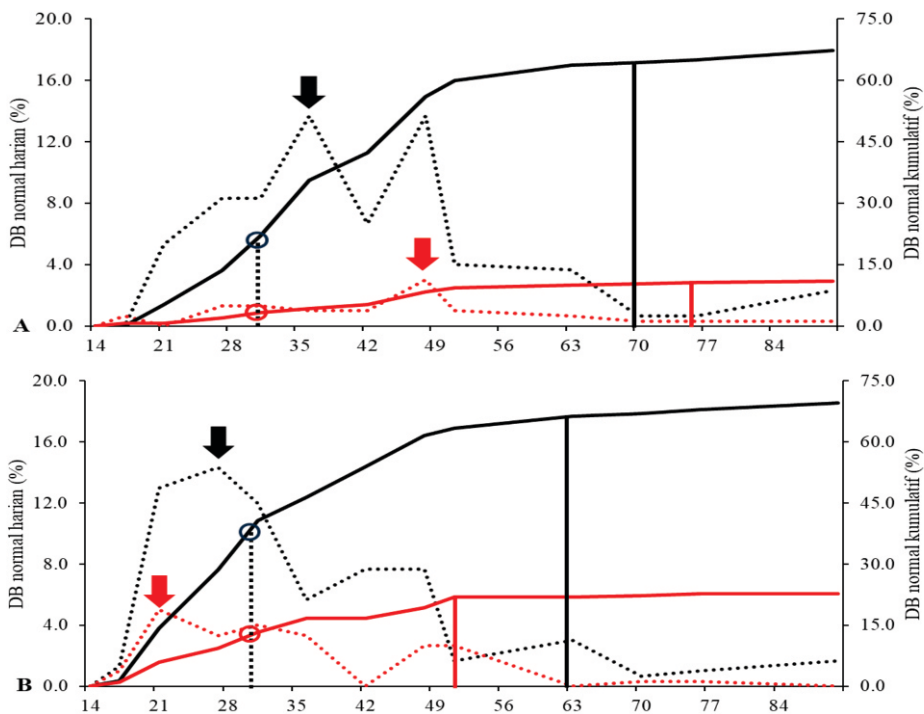
Perlakuan *matriconditioning* juga memperbaiki parameter puncak perkecambahan dan DB maksimum kedua lot benih. Puncak perkecambahan benih yang telah tersimpan > 12 bulan terjadi 48 hari

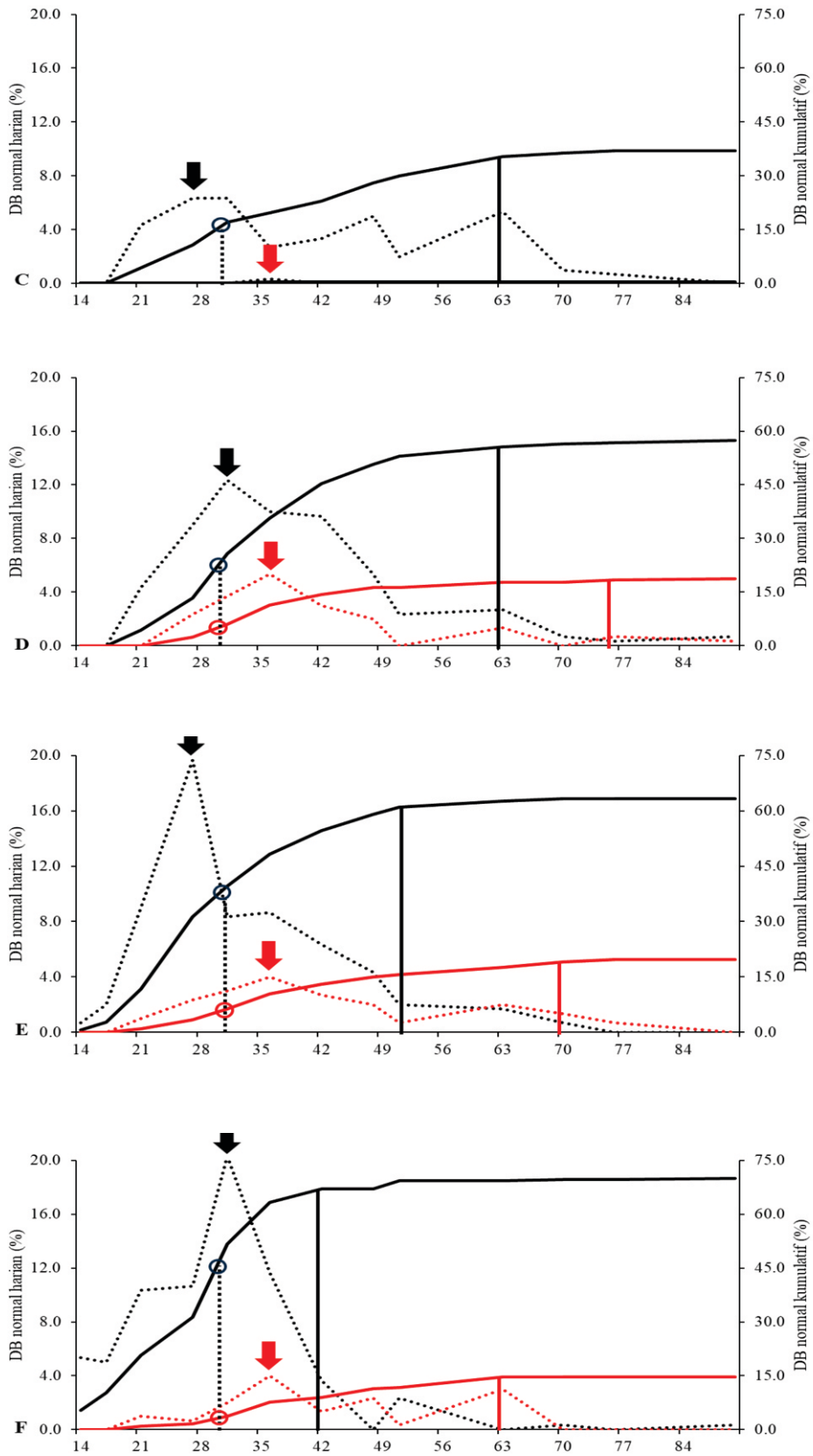
setelah perkecambahan (HSP) dengan 3% kecambah (Gambar 2A) jauh lebih lama dibanding taraf perlakuan *matriconditioning* yang puncak perkecambahan terjadi pada kisaran 21 hingga 36 HSP (Gambar 2B-2M), kecuali pada taraf vermikulit dengan 2% KNO₃ (Gambar 2G) pada 63 HSP. Pada benih yang telah tersimpan > 12 bulan perlakuan *matriconditioning* memberikan DB maksimum yang lebih cepat (antara 48-70 HSP) dibanding kontrol (76 HSP), kecuali pada taraf penggunaan zeolit - 2% KH₂PO₄ dan arang sekam - 2% KNO₃ yang DB maksimumnya terjadi pada 76 HSP.

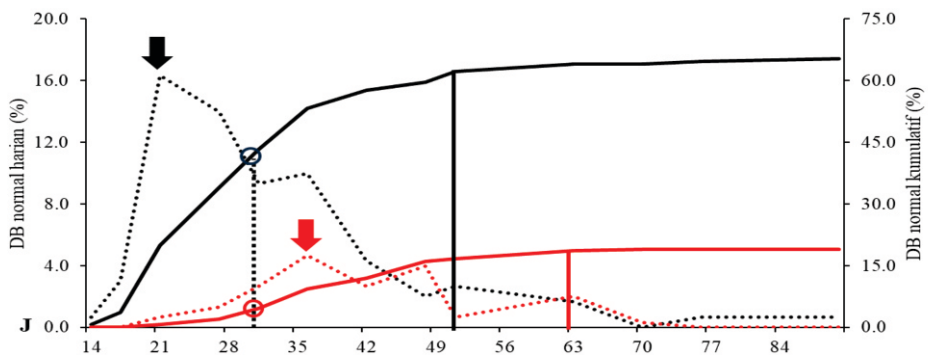
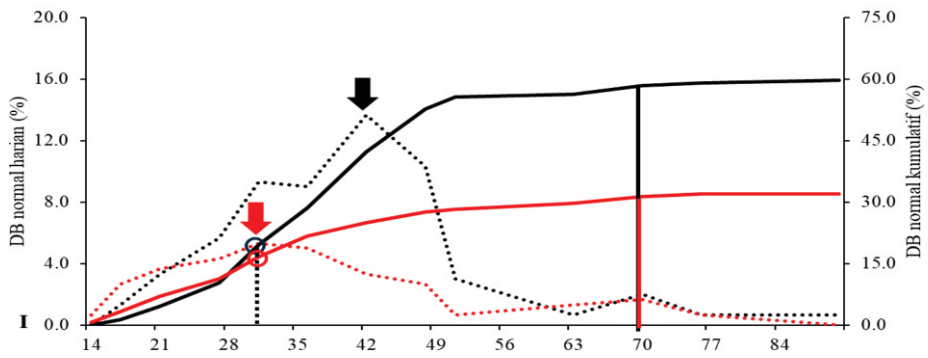
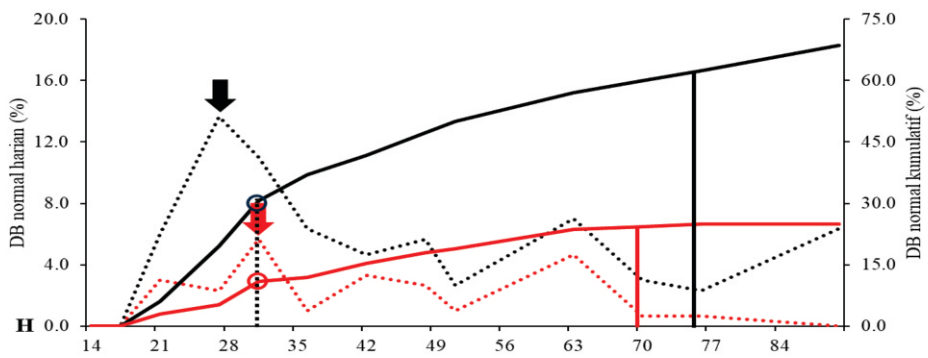
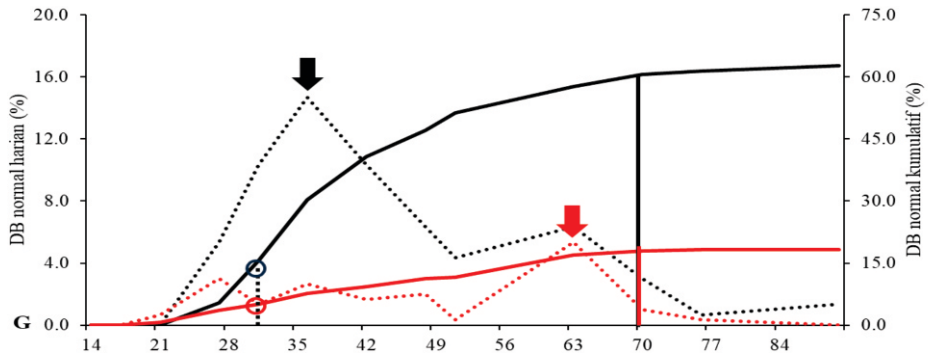
Percobaan ini memperlihatkan bahwa *matriconditioning* dapat diterapkan pada benih kelapa sawit meskipun aplikasi *matriconditioning* pada benih lama menghasilkan DB yang tidak berbeda nyata. Sudrajat *et al.* (2017) menekankan bahwa benih bertipe intermediet umumnya hanya dapat disimpan dalam waktu yang singkat, kurang dari satu tahun. Oleh karena itu, peningkatan DB hingga sekitar 10%

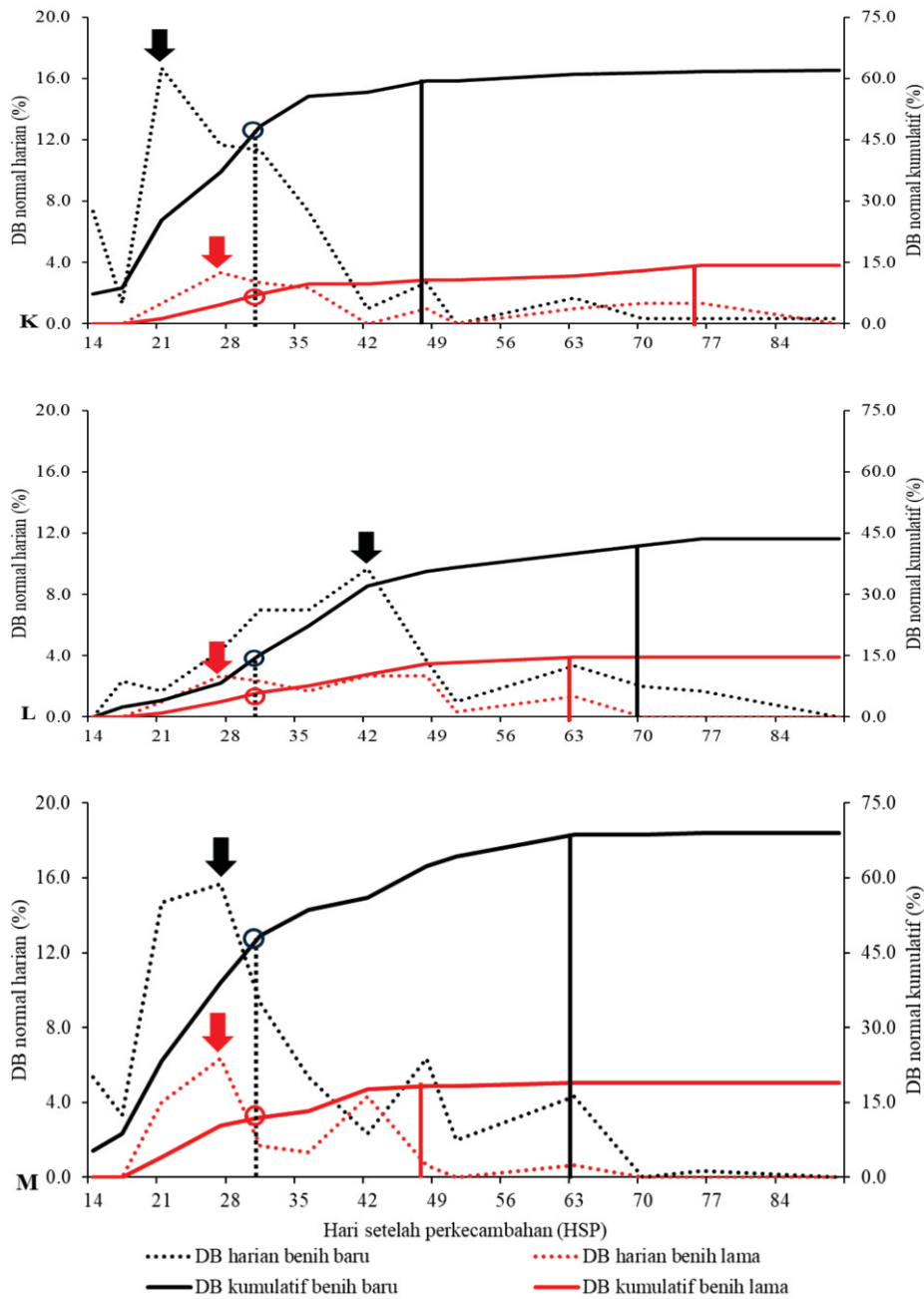
Tabel 3. Daya berkecambah benih berdasarkan lot dan perlakuan matriconditioning.
 Table 3. Seed germination percentages based on seed lot and matriconditioning application.

Matriconditioning	Daya berkecambah (%)		
	Lot < 12 bulan	Lot >12 bulan	
Kontrol	67,33	11,00	
Zeolit	Emulsi <i>Trichoderma</i>	69,67	22,67
	2% KNO ₃	37,00	0,33
	2% KH ₂ PO ₄	57,33	18,67
	Air	63,33	19,67
Rerata zeolit	56,83	15,34	
Vermikulit	Emulsi <i>Trichoderma</i>	70,00	14,67
	2% KNO ₃	62,67	18,33
	2% KH ₂ PO ₄	68,67	25,00
	Air	59,67	32,00
Rerata vermikulit	65,25	22,50	
Arang sekam	Emulsi <i>Trichoderma</i>	65,33	19,00
	2% KNO ₃	62,00	14,33
	2% KH ₂ PO ₄	43,67	14,67
	Air	69,00	19,00
Rerata arang sekam	60,00	16,75	









Gambar 2. Viabilitas dan vigor benih pada perlakuan kontrol (A), zeolite - emulsi *Trichoderma* (B), zeolite - 2% KNO₃ (C), zeolite - 2% KH₂PO₄ (D), zeolite - air (E), vermikulit - emulsi *Trichoderma* (F), vermikulit - 2% KNO₃ (G), vermikulit - 2% KH₂PO₄ (H), vermikulit - air (I), arang sekam - emulsi *Trichoderma* (J), arang sekam - 2% KNO₃ (K), arang sekam - 2% KH₂PO₄ (L), dan arang sekam - air (M). Garis vertikal hitam: DB maksimum lot benih < 12 bulan penyimpanan, garis vertikal merah: DB maksimum lot benih > 12 bulan penyimpanan, tanda panah hitam: puncak perkecambahan lot benih < 12 bulan penyimpanan, tanda panah merah: puncak perkecambahan lot benih > 12 bulan penyimpanan, lingkaran hitam: indeks vigor lot benih < 12 bulan penyimpanan, lingkaran merah: indeks vigor lot benih > 12 bulan penyimpanan.

Figure 2. Seed viability and vigor on control treatment (A), zeolite – *Trichoderma* emulsion (B), zeolite – 2% KNO₃ (C), zeolite - 2% KH₂PO₄ (D), zeolite - water (E), vermiculite - *Trichoderma* emulsion (F), vermiculite - 2% KNO₃ (G), vermiculite - 2% KH₂PO₄ (H), vermiculite - water (I), husk charcoal - *Trichoderma* emulsion (J), husk charcoal - 2% KNO₃ (K), husk charcoal - 2% KH₂PO₄ (L), and husk charcoal - water (M). Vertical black lines: maximum germination percentage (GP) of < 12 months storage seed lots; vertical red lines: maximum GP of > 12 months storage seed lots; black arrows: germination peak of < 12 months storage seed lots; red arrows: germination peak of > 12 months storage seed lots; black circles: index vigor of < 12 months storage seed lots; red circles: index vigor of > 12 months storage seed lots.

sebagaimana diperlihatkan oleh penelitian ini merupakan peningkatan signifikan, khususnya pada benih yang telah disimpan lebih dari 1 tahun. Perbaikan DB pada benih kelapa sawit dibanding metode DHM sebagaimana diperlihatkan pada percobaan ini diduga sebagaimana dengan yang disampaikan oleh Goswami (2019) bahwa *matriconditioning* menekan kerusakan membran sel benih melalui proses peningkatan KA benih secara perlahan. Hasil percobaan aplikasi *matriconditioning* pada benih kelapa sawit ini sejalan dengan temuan Mariani (2021) pada benih kedelai dan Witkovski *et al.* (2022) yang menggunakan biji Chia.

Berdasarkan DB (Tabel 3) dan pergerakan DB harian (Gambar 2) terlihat bahwa penggunaan air sebagai larutan *matriconditioning* dinilai cukup efektif untuk meningkatkan DB dan laju perkecambahan benih. Pemanfaatan larutan emulsi *Trichoderma*, KNO₃, dan KH₂PO₄ yang terlihat memberikan manfaat bagi benih melalui proses *matriconditioning* (Purnawati *et al.* 2014, Pandey *et al.* 2017, Gusviani 2024).

Penelitian ini berimplikasi pada penerapan *matriconditioning* pada pengecambahan benih-benih kelapa sawit yang telah lama tersimpan. Pada banyak kasus, perusahaan produsen benih dan lembaga penelitian kelapa sawit tidak dapat menghindari penyimpanan benih dengan durasi simpan melebihi batas yang ditetapkan, yaitu sekitar 12 bulan. Hal ini dapat terjadi ketika secara kontinu produksi benih melebihi kebutuhan benih yang diproses sehingga penyimpanan dalam durasi yang lama tidak dapat dihindari, atau ketika benih-benih pemulia disimpan untuk digunakan dikemudian hari karena keterbatasan area pengujian.

KESIMPULAN

Aplikasi *matriconditioning* meningkatkan KA benih

ke taraf yang sesuai untuk aplikasi ruang panas, sekitar 17-18%, namun tidak cukup efektif untuk meningkatkan vigor benih baru (penyimpanan selama 3, 4, dan 9 bulan pada penyimpanan terkendali) dan benih lama (penyimpanan selama 13, 14, dan 41 bulan pada penyimpanan terkendali). Meski demikian, aplikasi *matriconditioning* memiliki potensi untuk meningkatkan DB benih kelapa sawit khususnya pada benih-benih lama (13, 14, dan 41 bulan penyimpanan) sebagaimana diperlihatkan persentase DB yang lebih tinggi. Rentang umur penyimpanan antar-ulangan yang terlalu lebar pada percobaan ini memerlukan pengulangan percobaan pada jumlah ulangan yang lebih besar dan rentang umur penyimpanan antar-ulangan yang lebih sempit untuk memastikan pengaruh *matriconditioning* terhadap peningkatan viabilitas dan vigor benih kelapa sawit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) dan *The Southeast Asian Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture* (SEARCA) untuk sokongan fasilitas dan dana sehingga penelitian dapat dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, M. (2023). Viabilitas benih kelapa sawit (*Elaeis guineensis* L. Jacq.) pada berbagai tingkat masak fisiologi, metode pematangan dormansi, kondisi simpan, dan invigorasi [Disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Bantacut, T. (2017). Pengembangan kedelai untuk kemandirian pangan, energi, industri, dan ekonomi. *Pangan*, 26(1):81-96.
- Corley R. H. V., & Tinker P. B. (2016). *The Oil Palm*

- Edisi ke-5*. The United Kingdom: Wiley Blackwell.
- Ellis, R. H., Hong T. D., Roberts E. H., & Soetisna U. (1991). Seed storage behaviour in *Elaeis guineensis*. *Seed Science Research*, 1:99-104.
- Giamerti, Y., Yursak, Z., & Purwantoro. (2015). Teknologi invigorasi mendukung ketersediaan benih kedelai bermutu. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi 2015*. 230-236.
- Goswami, A. P. (2019). Seed priming: A technique to improve seed performance. *International Journal of Chemical Studies*, 7(3): 966-997.
- Gusviani, N. A. (2024). Seed enhancement menggunakan metode *matriconditioning* plus *Trichoderma harzianum* pada benih padi gogo (*Oryza sativa* L.) Yang mengalami deteriorasi. [Thesis]. Padang: Universitas Andalas.
- Ilyas, S. (2006). Seed Treatments Using *Matriconditioning* to Improve Vegetable Seed Quality. *Bul. Agron.* 34(2):124-132.
- Khan, A. A., Miura, H., Prusinski, J., & Ilyas, S. (1990). *Matriconditioning* of seeds to improve emergence. *Proceedings of the Symposium on Stand Establishment of Horticultural Crops*. 4-6 April, 1990. Minneapolis, USA.
- Lutovska, M., Mitrevski, V., Geramitcioski, T., Mijakovski, V., & Andreevski, I. (2016). Water activity vs. Equilibrium moisture content. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 20 (1): 1-5.
- Mariani, A. W. W. (2021). Pengaruh perlakuan *matriconditioning* terhadap viabilitas dan vigor benih kedelai (*Glycine max* L. Merrill). *J. Agrotan.* 7(1):55-67.
- Nasrullah, Rahim, R., Baharuddin, Mulyadi, R., Jamala, N., & Kusno, A. (2015). Temperatur dan kelembaban relatif udara outdoor. *Prosiding Temu Ilmiah IPLBI 2015*. Manado.
- Norziha, A., Marhalil, M., Fadila, A. M., Zulkifli, Y., Maizura, I., Din, A. M., Rajanaidu, N., & Kushairi, A. (2017). Long-tem storage of oil palm germplasm zygotic embryo using cryopreservation. *Journal of oil palm research*, 29(4):541-547.
- Nurmailah, E. S. (1999). Pengaruh *matriconditioning* plus inokulasi dengan *Trichoderma* sp. terhadap perkecambahan, kadar lignin dan asam absisat benih kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Okoroigwe, E. C., Saffron, C. M., & Kamden, P. D. (2014). Characterization of palm kernel shell for materials reinforcement and water treatment. *J. Chem. Eng. Mater. Sci.* 5, 1-6.
- Pandey, P., Bhanuprakash, K., & Umesha, K. (2017). Effect of seed priming on biochemical changes in fresh and aged seeds of cucumber. *Journal of Agricultural Studies*, 5(3): 62-74.
- Purnawati, Ilyas, S., & Sudarsono. (2014). Perlakuan invigorasi untuk meningkatkan mutu fisiologis dan kesehatan benih padi hibrida Intani-2 selama penyimpanan. *J. Agron. Indonesia*, 42 (3): 180-186.
- Raboanatahiry, N., Li, H., Yu, L., & Li, M. (2021). Rapeseed (*Brassica napus*): Processing, Utilization, and Genetic Improvement. *Agronomy*, 11: 1-37.
- Rahayuningtyas, A., Kuala, S. I. (2016). Pengaruh suhu dan kelembaban udara pada proses pengeringan singkong (studi kasus : pengering tipe rak). *Ethos*, 4(1): 99-104.
- Sudrajat, D. J., Yuniarti, N., Nurhasybi, Syamsuwida, D., Danu, Pramono, A. A., & Putri K. P. (2017). Bunga rampai karakteristik dan prinsip penanganan benih tanaman hutan berwatak intermediet dan rekalsitran. Siregar IZ, Mindawati N, editor. Bogor: PT Penerbit IPB Press.
- Syukri, A., Nelvia, Adiwirman. (2019). Aplikasi kompos tandan kosong kelapa sawit dan pupuk NPKMg terhadap sifat kimia tanah ultisol dan kadar hara daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *J. Solum.* 16(2): 49-59.
- Tabi, K. M., Ebongue, N. G. F., Ntsomboh, G. N., & Youmbi E. (2017). Effect of dry heat treatment along with some dormancy breaking chemicals on oil palm seed germination. *South African Journal of Botany.* 112:489-493.
- Witkovski, A., Stefani, A. R., Possenti, J.C., de Lima, A. B., Deuner, C., & Rampazzo-Favoretto, V.

- (2022). *Matriconditioning* effect on the physiological performance of chia seeds (*Salvia hispanica* L.). *Revista de Ciencias Agrícolas*. 39(2):99-109.
- Zani, R. Z., Anhar, A. (2021). Pengaruh *Trichoderma* spp. terhadap tinggi perkecambahan benih padi sawah (*Oryza sativa* L. var. Sirandah Batuampa). *Biogenerasi*. 6(1): 1-9.
- Zheng, Q., Liu, K. (2022). Worldwide rapeseed (*Brassica napus* L.) research: A bibliometric analysis during 2011–2021. *Oil Crop Science*, 7: 157-165.

