

Pematahan Dormansi Benih *Gmelia arborea* Roxb. Menggunakan Asam Sulfat (H₂SO₄)

Surodjo Taat Andayani, Tatik Suhartati*), Sugeng Wahyudiono, Arvina Astri Rahmasari
Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Stiper

*)Correspondence email: violethaty@gmail.com

ABSTRACT

Gmelina (Gmelina arborea Roxb.) seed is a type of seed that have physical dormancy. This is because water and gases prevent by the hard seed coat during the germination process. Therefore, to break dormancy, preliminary treatment in the form of scarification is required, including using sulfuric acid (H₂SO₄) solution. This study aims to determine the treatment of soaking in a 96% concentration of H₂SO₄ solution that produces the best germination ability. The study used a completely randomized design method (CRD) with 5 soaked time treatments, namely control (0 minutes), 5 minutes, 10 minutes, 15 minutes, 20 minutes and each treatment was repeated 3 times with 50 seeds for each replication. The results showed that soaked the seeds in the 96% concentration of H₂SO₄ solution had a significant effect on on initial time of germination, last time of germination, 80% limit time for germination, percentage of germination and vigor index. Soaking time for 10 minutes is the best treatment for scarification of gmelina seeds.

Keywords: *physical dormancy; pre-treatment; scarification; soaking time*

PENDAHULUAN

Salah satu jenis tanaman yang potensial untuk dikembangkan pada hutan tanaman, maupun hutan rakyat adalah Jati putih (*Gmelina arborea* Roxb). *Gmelina arborea* Roxb termasuk keluarga Lamiaceae dan tumbuh di India, Bangladesh, Sri Lanka, Myanmar, Thailand, Cina selatan, Laos, Kamboja, dan Indonesia (*Maharana et al., 2018*). Menurut Ujjwala *et al.* (2012) *Gmelina arborea*, Roxb.adalah pohon berukuran besar hingga sedang, cepat tumbuh, dan menggugurkan daun. Batangnya lurus dengan banyak cabang yang menyebar, tajuk lebar yang rindang. Verma *et al.,* (2017) menyatakan pohon ini bisa mencapai tinggi 20-30 m dan diameter setinggi dada (DBH) lebih dari 80 cm. Tanaman ini banyak ditanam sebagai komponen sistem agroforestri. Ujjwala *et al.* (2012) juga menyatakan kayu gmelina berwarna kuning keabu-abuan atau putih kemerahan yang lembut dan ringan. Kayunya digunakan untuk membuat furnitur, konstruksi, kayu lapis, pertukangan dan peti kemas, juga ukiran, alat musik dan barang kerajinan.

Biji Gmelina, merupakan sumber utama propagasi, biji gmelina berkulit tebal dan keras. Biji seperti itu, menurut Kayode & Agbebi (2006) dikaitkan dengan dormansi, yang menimbulkan keterbatasan dalam perkecambahan. Perlakuan pendahuluan diperlukan untuk

memecahkan dormansi sehingga melunakkan kekerasan lapisan kulit biji dan akan memungkinkan biji untuk berkecambah secara seragam serta mempertahankan tingkat perkecambahan yang tinggi.

Dormansi merupakan suatu kondisi dimana benih hidup tidak berkecambah sampai batas waktu akhir pengamatan perkecambahan walaupun faktor lingkungan optimum untuk perkecambahannya (Widajati *et al.*, 2014). Dormansi benih merupakan salah satu faktor pembatas pada perbanyakan tanaman. Permasalahan yang sering muncul pada benih gmelina karena benihnya termasuk benih yang berkulit keras untuk itu perlu dilakukan skarifikasi untuk mempercepat proses perkecambahan. Menurut Soliman *et al.* (2013) dan Sudrajat (2018) pada dormansi fisik proses perkecambahan terjadi penyerapan air yang terhambat karena kondisi kulit biji yang keras dan kedap air. Hadijah, (2013) menyebutkan benih gmelina memerlukan perlakuan perendaman dalam jangka waktu tertentu supaya kulit benih menjadi lunak untuk mempercepat proses perkecambahan.

Widajati *et al.* (2014) menyatakan dormansi dapat dipatahkan dengan memberikan suatu perlakuan pada benih, sehingga benih mampu berkecambah lebih cepat. Menurut Sutopo (2004) salah satu cara untuk menghilangkan sifat dormansi pada benih adalah dengan menggunakan bahan-bahan kimia, seperti larutan asam kuat salah satunya adalah asam sulfat (H_2SO_4). Hedty *et al.* (2014) menyatakan asam sulfat merupakan asam mineral (anorganik) yang kuat dan larut dalam air. Asam sulfat telah digunakan secara meluas dan terbukti efektif dalam mengatasi masalah dormansi pada kulit biji. Menurut Gardner *et al.* (2018) penggunaan asam kuat untuk mematahkan dormansi pada biji yang memiliki struktur kulit keras dinilai sangat efisien, karena asam sulfat bersifat asam kuat dapat menjadikan kulit biji lunak sehingga air lebih mudah masuk pada saat terjadinya proses perkecambahan sehingga perkecambahan menjadi lebih cepat. Dodo *et al.* (2009) juga menyebut metode dalam mematahkan dormansi biji yaitu dengan pelukaan, perendaman air panas, skarifikasi fisik dan skarifikasi dengan menggunakan larutan asam. Beberapa peneliti yang telah mematahkan dormansi benih gmelina mencoba berbagai cara adalah Mensah & Agbagwa (2004) melakukan skarifikasi kimia dengan asam sulfat pekat (H_2SO_4), kalium nitrat (KNO_3), kalium nitrit (KNO_2) dan suhu yang berbeda. Kayode dan Agbebi (2006) meneliti pengaruh perendaman dalam air dingin, air panas, konsentrasi H_2SO_4 , vernalisasi dan skarifikasi mekanis terhadap perkecambahan dan pertumbuhan awal. Ujjwala *et al.* (2012) menggunakan variasi konsentrasi dan lama perendaman dalam GA_3 (*Gibberellic acids*). Hadijah (2013) menggunakan suhu dan lama waktu perendaman dalam air panas.

Perkecambahan yang tertunda dan tidak teratur, dapat menyebabkan ketersediaan bibit tidak tepat waktu dan tepat jumlah. Kondisi kekerasan kulit biji bergantung pada jenis tanaman, tingkat kemasakan biji, dan variasi spesies bahkan induvidu pohon. Menurut Schmidt (2000) metode perlakuan biji tidak satupun yang dapat berlaku secara umum bagi semua jenis tanaman. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pematangan dormansi benih gmelina menggunakan perlakuan lama perendaman dalam H_2SO_4 yang mampu menghasilkan kemampuan perkecambahan terbaik.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Kebun Penelitian dan Percobaan (KP2) Kampus Institut Pertanian Stiper, Maguwoharjo, Yogyakarta. Benih Gmelina (*Gmelina arborea* Roxb.) berasal dari hutan Jati Nenuk, Kecamatan Fatukbot, Kelurahan Atambua Selatan, Kabupaten Belu, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Benih dibawa ke Jawa dalam kondisi kering udara. Bahan selain benih adalah larutan H_2SO_4 konsentrasi 96 % serta pasir yang telah diayak

sebagai media tanam. Penelitian dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) melibatkan 5 perlakuan yang masing-masing diulang 3 kali, setiap ulangan ditaburkan sejumlah 50 butir benih. Lima perlakuan lama waktu perendaman dalam H_2SO_4 adalah tidak direndam (0 menit) sebagai kontrol, 5 menit, 10 menit, 15 menit, dan 20 menit. Benih ditabur dalam wadah berisi media pasir dengan tebal media tabur 15 cm. Pengamatan dilakukan sampai umur 3 bulan. Parameter perkecambah yang diamati meliputi waktu mulai muncul kecambah, waktu terakhir muncul kecambah, muncul kecambah terbanyak, waktu batas 80% pertumbuhan kecambah, persen kecambah, dan indeks vigor. Analisis varians RAL memanfaatkan *software Statistical Product and Service Solution (SPSS) 20*. Apabila ditemukan pengaruh yang nyata pada analisis varians maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*). Semua pengujian statistik dilakukan pada taraf uji 0,05.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis varians pada taraf uji 0,05 menunjukkan perlakuan lama perendaman memberikan efek yang nyata pada ke enam parameter yang diamati (pada semua parameter yang diuji F hitung lebih besar daripada F tabel). Hasil uji DMRT perbandingan taraf perlakuan lama perendaman dalam H_2SO_4 pada keenam parameter dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Parameter Perkecambahan

Lama Perendaman (menit)	Waktu Mulai Muncul Kecambah (hari)	Waktu Terakhir Muncul Kecambah (hari)	Muncul Kecambah Terbanyak (hari)	Waktu Batas 80% berkecambah (hari)	Persentase berkecambah (%)	Indeks Vigor
0 (Kontrol)	11,000a	33,000a	30,667a	31,333a	38,667c	0,963c
5	6,000 b	24,667b	18,333b	21,333b	50,667c	1,943c
10	5,667b	22,333b	9,000c	19,667b	72,667a	3,183a
15	6,000 b	25,000b	13,333c	19,333b	64,000ab	2,607ab
20	6,000 b	25,000b	6,000c	22,667b	66,667ab	2,877ab

Sumber: Data Primer, 2022

A. Waktu Mulai dan Terakhir Muncul Kecambah

Waktu mulai muncul kecambah pada benih yang diberi perlakuan perendaman H_2SO_4 berbeda nyata dengan kontrol. Tabel 1 menunjukkan perlakuan kontrol menghasilkan waktu muncul kecambah yang terlama (hari ke 11), dan berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya. Sementara perlakuan perendaman 5 menit, 10 menit, 15 menit, dan 20 menit tidak menunjukkan saling berbeda nyata. Perendaman 10 menit menghasilkan waktu awal muncul kecambah tercepat (hari ke 5). Pada benih yang direndam 15 dan 20 menit menghasilkan waktu terakhir muncul kecambah yang terlama (hari ke 25) namun ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan 5 menit maupun 10 menit seperti dapat dilihat pada Tabel 1. Benih yang tidak direndam mengalami hari terakhir muncul kecambah terlama (hari ke 33).

Benih yang diberi perlakuan pendahuluan direndam dalam H_2SO_4 , tidak mengalami hambatan lagi dalam proses imbibisi, sehingga air mudah masuk. Benih yang tidak direndam, mempunyai waktu muncul kecambah paling akhir dibanding yang direndam. Utomo (2004) menyebutkan benih yang tidak diberi perlakuan pendahuluan, maka kulit benih masih

dalam keadaan keras dan impermeabel sehingga menghalangi imbibisi dan pertukaran gas. Dormansi yang terjadi menyebabkan benih tidak dapat mengalami pertumbuhan sehingga mengakibatkan benih paling lama berkecambah.

Menurut Farida (2017) pemilihan metode perlakuan pematangan dormansi suatu benih ditentukan sesuai dengan jenis dormansi pada benih tersebut. Benih dorman akan lebih cepat berkecambah dan menghasilkan pertumbuhan yang seragam jika diterapkan perlakuan pematangan dormansi yang tepat. Wareing *et al.* (1981) menyatakan perendaman dalam H₂SO₄ menyebabkan terjadi perubahan komponen dinding sel, kemudian dinding sel melonggar, menyebabkan berkurangnya turgor sehingga benih menjadi lunak. Gardner *et al.* (2018) menyebutkan bahwa asam sulfat memiliki sifat asam kuat sehingga kulit benih yang keras menjadi lunak, berakibat air dan gas mudah masuk pada saat proses perkecambahan. Larutan asam sulfat mampu mengurai komponen dinding sel pada biji, menjadikan dinding sel lebih permeable dan proses imbibisi pada biji berlangsung dengan baik. Saat kulit benih dalam keadaan lunak, benih kehilangan lapisan yang impermeable terhadap air dan gas, sehingga metabolisme yang terjadi pada benih dapat berjalan dengan baik.

B. Waktu Munculnya Kecambah Terbanyak

Kecambah terbanyak pada benih yang tidak direndam muncul hari ke 30,667 dan munculnya kecambah terbanyak tercepat terjadi pada perlakuan perendaman 20 menit. Perlakuan perendaman 20 menit tidak berbeda nyata dengan perendaman 10 menit dan 15 menit. Sementara perlakuan 5 menit berbeda nyata dengan lama perendaman 10 menit, 15 menit dan 20 menit. Secara umum dapat dikatakan terdapat tiga kelompok perlakuan yang berbeda nyata yaitu tidak direndam, direndam selama 5 menit, direndam lebih dari 5 menit (10 menit, 15 menit dan 20 menit). Dari ke tiga kelompok tersebut munculnya kecambah terbanyak paling cepat pada kelompok yang direndam lebih dari 5 menit.

Benih yang direndam lebih dari 5 menit menghasilkan waktu munculnya kecambah terbanyak tercepat. Hal ini menunjukkan bahwa benih yang direndam lebih dari 5 menit telah mampu menyerap air dengan lebih cepat dalam proses perkecambahannya. Menurut Satya *et al.* (2015) rentang waktu yang diperlukan untuk munculnya radikula atau plumula pada benih, berkaitan dengan kesanggupan benih dalam menyerap air, dan kesanggupan embrio untuk keluar dan berkecambah, serta ketepatan dalam memberikan konsentrasi pada perlakuan tersebut.

C. Waktu Batas 80% Pertumbuhan Kecambah

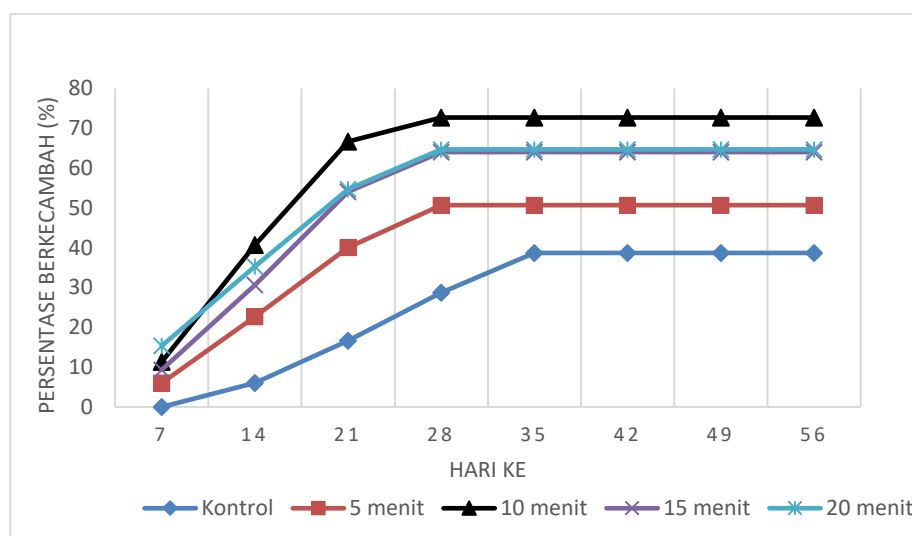
Waktu batas 80 % pertumbuhan kecambah pada kontrol (hari ke 31,33) berbeda nyata dengan semua perlakuan yang lain seperti pada Tabel 1. Waktu yang paling cepat dicapai oleh perlakuan perendaman 15 menit yaitu di hari ke-19,333 tetapi tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan lama perendaman 10 menit (hari ke 19,667). Pada perlakuan perendaman 20 menit, waktu batas 80 % terjadi pada hari ke 22,67 merupakan yang paling lama diantara benih yang diberi perlakuan pendahuluan. Benih yang direndam 10 menit mampu menghasilkan waktu batas 80% pertumbuhan kecambah yang terbaik.

Waktu benih berkecambah mencapai 80% adalah parameter untuk menyatakan lamanya waktu (hari) yang dibutuhkan benih untuk dapat mencapai 80% dari total benih yang berkecambah. Batas 80% berkecambah memberikan indikasi terhadap daya tumbuh atau virgior benih yang baik (Tampubolon *et al.*, 2016). Syarat benih bermutu tinggi adalah benih yang mempunyai daya kecambah minimal 80% (Kamil, 2003). Selanjutnya Menurut Kamil (2003) jika kebutuhan untuk proses perkecambahan seperti air, suhu, oksigen dan cahaya

terpenuhi, maka biji bermutu tinggi akan menghasilkan kecambah atau bibit yang normal (normal seedling).

D. Persentase Berkecambah

Benih yang tidak direndam (kontrol) memiliki persentase berkecambah yang paling kecil (38,667%) dan tidak berbeda nyata dengan benih yang direndam selama 5 menit, seperti dapat dilihat pada Tabel 1. Pada kontrol menunjukkan persentase terendah karena kulit benih masih keras, akibatnya perkecambahan masih mengalami hambatan. Kulit benih yang masih keras maka air tidak dapat masuk sehingga benih masih dalam keadaan dorman. Air merupakan faktor terpenting dalam proses perkecambahan.



Gambar 1. Respon Persentase Berkecambah Terhadap Perendaman H_2SO_4

Respon persentase berkecambah Gambar 1 menunjukkan bahwa benih yang diberi perlakuan skarifikasi menggunakan asam sulfat menghasilkan waktu perkecambahan yang lebih cepat daripada yang tidak diberi perlakuan. Perendaman benih selama 10 menit menghasilkan persentase berkecambah yang tertinggi pada setiap waktu pengamatan (7 hari sekali). Pada penelitian ini perlakuan perendaman 10 menit menghasilkan persentase berkecambah tertinggi yaitu 72,667 %. Benih yang direndam selama 10 menit sudah mampu menyerap air secara optimum untuk mendukung perkecambahan. Meningkatnya kemampuan benih dalam menyerap air dan masuknya gas, diakibatkan larutnya sebagian komponen lignin kulit benih, sehingga air lebih mudah masuk ke dalam benih untuk mendorong pertumbuhan embrio pada benih yang diberi perlakuan perendaman. Wardah *et al.* (2018) memperoleh persentase berkecambah tertinggi pada benih *gmelina* sebesar 68 %. Sementara Setiadi & Adinugraha (2019) memperoleh persentase berkecambah yang bervariasi pada benih *gmelina* yang berasal dari berbagai daerah dengan hasil tertinggi 84,6 %.

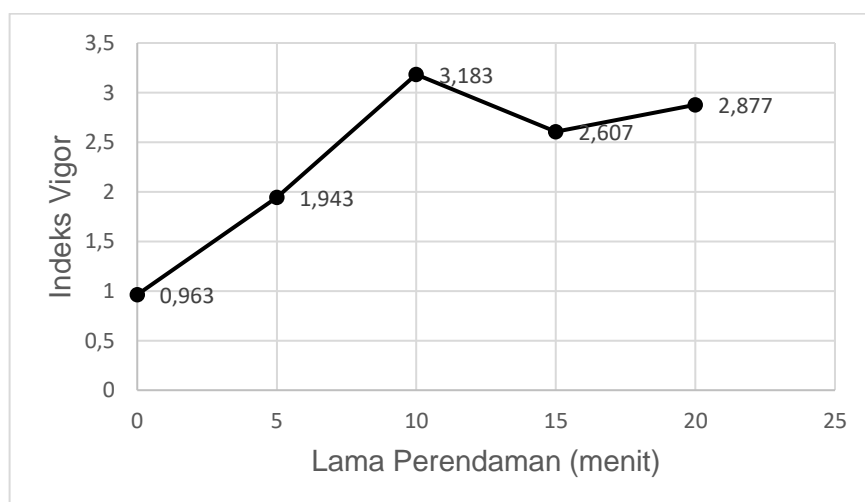
Pada perendaman 15 dan 20 menit menghasilkan persentase berkecambah yang tidak berbeda nyata, dan lebih kecil dari benih yang direndam 10 menit. Hal ini berarti terjadi penurunan persentase berkecambah dengan meningkatnya waktu perendaman, Ali *et al.* (2011) memperoleh bahwa persentase perkecambahan benih meningkat dengan bertambahnya waktu perendaman dalam asam sulfat dan mulai menurun dengan semakin bertambahnya waktu perendaman. Miranda *et al.* (2011) menyebutkan dalam beberapa kasus asam sulfat tidak meningkatkan perkecambahan benih karena berdampak negatif pada benih. Benih yang terpapar asam sulfat untuk jangka waktu yang lebih lama cenderung

menghasilkan bibit yang cacat. Cacat ini dapat terjadi karena dua faktor : pertama endokarp atau kulit biji tidak cukup terkikis untuk mematahkan dormansi setelah beberapa waktu terpapar asam sulfat atau faktor kedua yaitu asam sulfat yang cukup menembus untuk membunuh atau merusak embrio. Hal ini dikuatkan juga oleh Hidayanto *et al.* (2014) bahwa perlakuan menggunakan bahan kimia seperti asam sulfat bertujuan untuk menjadikan kulit benih lunak sehingga mudah dimasuki air pada waktu proses imbibisi. Namun lama perendaman harus diperhatikan karena perendaman yang terlalu lama akan menyebabkan larutan asam masuk ke dalam benih dan mematikan embrio. Hal tersebut berakibat benih akan rusak dan tidak dapat tumbuh.

E. Indeks Vigor

Rerata indeks vigor terendah (0,963) ditunjukkan oleh kontrol sedangkan rerata tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan perendaman 10 menit (3,183) seperti dapat dilihat pada Tabel 1. Indeks vigor ini lebih tinggi daripada Wardah *et al.* (2018) yang memperoleh indeks vigor tertinggi pada benih gmelina sebesar 2,8. Widajati *et al.* (2014) menyatakan semakin tinggi nilai indeks vigor menunjukkan benih memiliki kemampuan berkecambah yang tinggi dan menandakan pertumbuhan yang cepat. Sadjad *et al.* (1999) menyebutkan bahwa vigor adalah kemampuan benih untuk tumbuh normal pada keadaan lingkungan yang sub optimal. Benih dengan vigor tinggi akan tumbuh lebih cepat karena benih tersebut berkecambah dalam waktu yang relatif singkat.

Gambar 2 menunjukkan bahwa lama perendaman dalam H_2SO_4 meningkatkan indeks vigor benih, namun sampai pada batas lama perendaman 10 menit maka indeks vigor menurun. Berdasarkan hal tersebut maka lama perendaman 10 menit merupakan lama perendaman yang optimal. Hal ini didukung juga bahwa lama perendaman 10 menit menghasilkan persentase berkecambah tertinggi (72,67%). Sudrajat (2016) menyatakan efektivitas perlakuan pendahuluan dalam memecahkan dormansi benih dipengaruhi oleh ketepatan perlakuan yang meliputi tahapan perlakuan, konsentrasi dan lama perlakuan. Mensah & Agbagwa (2004) memperoleh hasil skarifikasi kimiawi selama 10 menit dengan H_2SO_4 pekat sangat efektif dalam mematahkan dormansi benih gmelina. Namun demikian menurut Fahmi (2013) lamanya perlakuan larutan asam harus memperhatikan dua hal yaitu kulit biji atau pericarp yang bisa diretakkan untuk memungkinkan imbibisi serta larutan asam tidak mengenai embrio yang menyebabkan benih rusak total.



Gambar 2. Respon Index Vigor Terhadap Perendaman H_2SO_4

KESIMPULAN

Pematahan dormansi benih *Gmelina arborea* menggunakan perlakuan perendaman dalam H_2SO_4 mampu mempengaruhi secara signifikan terhadap waktu mulai muncul kecambah, waktu terakhir muncul kecambah, munculnya kecambah terbanyak, waktu batas 80% pertumbuhan kecambah, persentase berkecambah, dan indeks vigor. Benih *Gmelina* yang tidak diberi perlakuan pendahuluan menunjukkan respon perkecambahan yang lebih rendah dibanding benih yang diberi perlakuan pendahuluan. Perlakuan pendahuluan perendaman dalam H_2SO_4 konsentrasi 96 % selama 10 menit merupakan perlakuan terbaik untuk membantu mematahkan dormansi fisik pada benih *Gmelina*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, H. H., Tanveer, A., Nadeem, M. A., & Asghar, H. N. (2011). Methods to break seed dormancy of *Rhynchosia capitata*, a summer annual weed. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 71(3), 483–487. <https://doi.org/10.4067/s0718-58392011000300021>
- Fahmi, Z. I. (2013). Studi Perlakuan Pematahan Dormansi Dengan Skarifikasi Mekanik dan Kimiawi. *Balai Besar Perbenihan Dan Proteksi Tanaman Perkebunan Surabaya*, 1–6. <http://ditjenbun.pertanian.go.id/bbpptpsurabaya/tinymcpuk/gambar,file/16>. STUDI PERLAKUAN PEMATAHAN DORMANSI dengan skarifikasi mekanik dan kimia ok.pdf
- Farida. (2017). Studi Pematahan Dormansi Buah Aren (*Arenga pinata* (Wurmb) Merr) dengan Skarifikasi dan Penggunaan Bahan Kimia Terhadap Perkecambahan Benih. *Jurnal Pertanian an Terpadu*, 4(1), 11–23.
- Gardner, F. P., Pearce, R. B., Mitchel, R. L., & Susilo, H. (2018). *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta.
- Hadijah, M. H. (2013). Lama perendaman terhadap perkecambahan benih *Gmelina arborea* Roxb. *Jurnal Ilmiah Agribisnis Dan Perikanan*, 6.
- Hedty, Mukarlina, & Turnip, M. (2014). Pemberian H_2SO_4 dan Air Kelapa pada Uji Viabilitas Biji Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.). *Jurnal Protobiont*, 3(1), 7–11.
- Kamil, J. (2003). *Teknologi Benih 1*. Angkasa Raya.
- Kayode, J., & Agbebi, J. (2006). Eco-physiological studies on *Gmelina arborea*: I. Pre-germination treatments and initial growth developments. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research*, 49(6), 423–426.
- Maharana, R., Dobriyal, M. N. J., Behera, L. K., Gunaga, R. P., & Thakur, N. S. (2018). Effect of pre seed treatment and growing media on germination parameters of *Gmelina arborea* Roxb. *Indian Journal of Ecology*, 45(3), 623–626.
- Mensah, S. ., & Agbagwa, I. . (2004). Breaking Dormancy In *Gmelina arborea* Roxb. Through Treatment Of Seeds With Chemical Substances And Alternating Temperature. *Journal of Biological Research and Biotechnology*, 2(1), 69–66.
- Miranda, R. Q., Oliveira, M. T. P., Correia, R. M., Almeida-Cortez, J. S., & Pompelli, M. F. (2011). Germination of *Prosopis juliflora* (Sw) DC seeds after scarification treatments. *Plant Species Biology*, 26(2), 186–192. <https://doi.org/10.1111/j.1442-1984.2011.00324.x>
- Sadjad, Muniarti, S. E., & Ilyas., S. (1999). *Parameter Pengujian Vigor Benih dari Komparatif ke Simulatif*. Grasindo.
- Satya, I., Haryati, H., & Simanungkalit, T. (2015). Pengaruh Perendaman Asam Sulfat (H_2SO_4) Terhadap Viabilitas Benih Delima (*Punica Granatum* L.). *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 3(4), 106072.

- Schmidt, L. H. (2000). Guide to handling of tropical and subtropical forest seed. *Danida Forest Seed Centre*, 2000, 1–10. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.706.5441&rep=rep1&type=pdf>
- Setiadi, D., & Adinugraha, H. A. (2019). Variasi Ukuran dan Berat Benih Jati Putih Hasil Koleksi Dari Enam Populasi Sebaran di Indonesia. *Jurnal Hutan Tropis*, 7(3), 317–324. <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/jht/article/view/7586/5871>
- Soliman, A., Abbas, M. S., Soliman, A. S., & Abbas, M. S. (2013). Effects of Sulfuric Acid and Hot Water Pre-Treatments on Seed Germination and Seedlings Growth of *Cassia fistula* L. Improvement of peanut pods quality under salinity conditions View project Positive and Negative Effects on Nanotechnology View project Effe. *J. Agric. & Environ. Sci*, 13(1), 7–15. <https://doi.org/10.5829/idosi.aejaes.2013.13.01.1914>
- Sudrajat, D. J. (2018). DORMANSI BENIH TANAMAN HUTAN (Tinjauan Mekanisme , Pengendali , dan Teknik Pematahannya, untuk Mendukung Pengembangan Hutan Rakyat. *Seminar: Peningkatan Produktivitas Hutan Rakyat Untuk Kesejahteraan Masyarakat. Seminar Hasil-Hasil Penelitian Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Bogor Dan Balai Penelitian Kehutanan Ciamis. Bandung, October 2010.*
- Sudrajat, S. (2016). Peningkatan Partisipasi dan Peran Aktif Masyarakat Dalam Pengembangan Usaha Tani Lahan Pekarangan di Desa Muntuk, Kecamatan Dlingo, Kabupaten Bantul, Yogyakarta. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (Indonesian Journal of Community Engagement)*, 1(2), 217. <https://doi.org/10.22146/jpkm.10608>
- Sutopo, L. (2004). *Teknologi Benih*. PT Raja Grafindo Persada . Jakarta.
- Tampubolon, A., Mardiansyah, M., & Arlita, T. (2016). Perendaman Benih Saga (*Adenanthera pavonina* L.) Dengan Berbagai Konsentrasi air Kelapa Untuk Meningkatkan Kualitas Kecambah. *JOM Faperta UR*, 3(1), 1–6. <http://www.tjyybjb.ac.cn/CN/article/downloadArticleFile.do?attachType=PDF&id=9987>
- Ujjwala, D., Rambabu, M., Shekar, C. H. C., & Rama Swamy, N. (2012). Effect of GA3 on in vivo seed germination of an economically important forest tree *Gmelina arborea* Roxb. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 3(1), B157–B163.
- Utomo, B. (2004). *Karya ilmiah ekologi benih*. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara Medan.
- Verma, P., Shankhwar, A. ., Bijalwan, A., & Dobriyal, Manmohan, J. (2017). Scaling up an Indigenous Tree (*Gmelina arborea*) Based Agroforestry Systems in India. *Frontiers in Environmental Microbiology*, 3(6), 73. <https://doi.org/10.11648/j.fem.20170306.11>
- Wardah, I., Suginingsih, S., & Widayana, Y. (2018). *Pengaruh Media Perkecambahan Dan Ukuran Benih Terhadap Viabilitas Serta Vigor Benih Gmelina (Gmelina arborea Robx)* [Universitas Gadjah Mada Yogyakarta]. <http://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/160056>
- Wareing, P. F., Phillips, I. D. ., & . (1981). *Growth and differentiation in plants*. Pergamon Press. Oxford.
- Widajati, E., Murniati, E., Palupi, E. R., Kartika, T., Suhartanto, M. R., & Qadir, A. (2014). *Dasar ilmu dan teknologi benih*. PT Penerbit IPB Press.