

DOI : 10.32663/ja.v%vi%i.977

**PENGARUH PERENDAMAN BENIH MUCUNA (*Mucuna bracteata*)  
DALAM BEBERAPA KONSENTRASI H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> TERHADAP  
PEMATAHAN DORMANSI**  
(*The Effect Of Soaking Mucuna bracteata Seeds In Some Concentration Of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> For  
Break Dormancy*)

**Hasri Gusman<sup>1</sup>, Nalwida Rozen<sup>2</sup>, Siska Efendi<sup>3\*</sup>**

<sup>1</sup>Alumni Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian,  
Kampus III Universitas Andalas Dharmasraya. Jl. Lintas Sumatera Km 4 Pulau Punjung,  
Dharmasraya (27612), Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas,  
Limau Manis, Padang (25163), Indonesia

<sup>3</sup>Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian,  
Kampus III Universitas Andalas Dharmasraya. Jl. Lintas Sumatera Km 4 Pulau Punjung,  
Dharmasraya (27612), Indonesia

\*Corresponding Author, Email: siskaefendi@agr.unand.ac.id

**ABSTRACT**

*Mucuna bracteata* is a Legume Cover Crop (LCC) which has many advantages compared to other LCC. The generative propagation of *M. bracteata* is very difficult because of the seed coat is hard and thick, so that it has a long dormancy period and low germination. Germination without seed treatment, the germination ability only 12% to 18.33%. The efforts are made to break the seed dormancy by soaking the seeds in the sulfuric acid (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) to remove the lignin layer in the seed coat. The present study objective was to determine the appropriate concentration of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> for breaking dormancy of *M. bracteata* seeds. This research was conducted at the Laboratory of the 3<sup>rd</sup> Campus Andalas University, Dharmasraya, in April to June 2019 used a Completely Randomized Design (CRD) consisted of 3 treatments with 4 replications. The seed treatments were some concentrations of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> namely 3%, 4%, and 5%. The observed variables were T<sub>50</sub> break dormancy period, germination ability, abnormal germination, dead seed, first count test, index value, and maximum growth potential. The observation data were analyzed by an F test at 5% level, followed by the Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) at a level of 5%. The results showed that soaking of *M. bracteata* seeds in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> with a concentration of 3% was the best treatment, a T<sub>50</sub> value of 8.75 days after planting with a germination capacity of 78.50%.

**Keywords:** land, LCC, scarification, seed coat, weeds.

**PENDAHULUAN**

Perkebunan besar seperti kelapa sawit dan karet di Kabupaten Dharmasraya pada umumnya memiliki permasalahan yang sama yaitu pada proses pembukaan lahan. Pembukaan lahan baru maupun peremajaan tanaman yang sudah tidak produktif lagi akan menimbulkan permasalahan baru yang berakibat fatal apabila tidak ditangani secara serius, salah satu contohnya adalah dalam menangani perubahan kondisi lahan. Lahan

yang sebelumnya memiliki vegetasi yang banyak dan beragam akan mengalami perubahan ketika pembukaan lahan dilaksanakan, lahan yang terbuka tanpa penutup di atasnya akan rentan mengalami erosi tanah, tanah gersang dan pertumbuhan gulma. Penanaman tanaman *leguminous cover crops* (LCC) dan pemeliharannya menjadi hal yang sangat penting dan harus dilakukan dengan baik, hal ini akan berperan cukup besar pada keberhasilan pembangunan

DOI : 10.32663/ja.v%vi%i.977

kebun kelapa sawit secara umum. Penanaman LCC yang merupakan tanaman penutup tanah akan dapat menekan pertumbuhan gulma yang merugikan bagi tanaman kelapa sawit seperti *Imperata cylindrica*, *Mikania micrantha*, pakisan, dan gulma lainnya, sehingga dapat menghemat biaya perawatan tanaman kelapa sawit khususnya pada masa tiga tahun pertama tanaman kelapa sawit belum menghasilkan (TBM).

Selain itu pertumbuhan tanaman LCC yang rapat dapat mengurangi resiko erosi tanah, memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah dengan menyumbangkan bahan organik, mempercepat dekomposisi (pelapukan) batang-batang kayu hasil *land clearing* yang mendukung terciptanya lingkungan yang lembab yang sesuai untuk aktivitas biologi, dan mengurangi serangan hama *Oryctes rhinoceros* dengan tertutupnya batang-batang kayu yang melapuk yang merupakan tempat berkembang biak hama tersebut. Sejalan dengan pendapat Sastrosayono (2005), LCC juga memiliki manfaat sebagai berikut: menghindarkan tanah dari bahaya erosi karena tetesan air hujan tidak langsung menerpa tanah, guguran daun dan bintil akarnya dapat menambah kandungan nitrogen pada tanah, guguran daunnya berfungsi sebagai bahan organik sehingga dapat membantu memperbaiki struktur tanah. Oleh karena manfaat tanaman LCC yang demikian besar itu, penanaman dan pemeliharaan LCC menjadi suatu kewajiban yang harus diperhatikan dengan serius pertumbuhan dan perkembangannya untuk memastikan keberhasilan perkebunan kelapa sawit.

Penanaman LCC di perkebunan kelapa sawit dapat menggunakan *Pueraria javanica*, *Calopogonium mucunoides* dan *Calopogonium caeruleum*. Namun saat ini sudah beralih ke LCC jenis *Mucuna bracteata* karena jenis ini memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan jenis lainnya diantaranya produksi biomassa tinggi, tahan terhadap kekeringan dan naungan, tidak disukai ternak, cepat menutup tanah dan

dapat berkompetisi dengan gulma (Othman *et al.*, 2012).

*M. bracteata* adalah salah satu tanaman LCC yang merambat dan ditemukan pertama kali di areal hutan Tri Pura, India Utara dan sudah meluas sebagai tanaman penutup tanah di perkebunan karet di Kerala India Selatan. *M. bracteta* juga banyak digunakan pada perkebunan di Indonesia seperti kebun karet dan kelapa sawit. Siagian (2003) menyatakan bahwa perkebunan kelapa sawit dan perkebunan karet selalu menggunakan tanaman *M. bracteata* pada areal peremajaan.

Perbanyak *M. bracteata* secara generatif sangat sulit dilakukan dikarenakan kulit biji yang keras sehingga untuk berkecambah perlu dilakukan skarifikasi pada bijinya. Jika dilakukan pengecambahan tanpa memberikan perlakuan pematihan dormansi persentase kecambahnya hanya 12% hingga 18,33% (Siregar, 2010). Faktor yang mempengaruhi rendahnya daya kecambah *M. bracteata* adalah mutunya kurang baik, penyimpanan yang tidak sesuai dengan standar, adanya infeksi penyakit dan hama serta yang paling utama adalah kulit biji yang keras, kulit biji yang keras dan kedap menjadi penghalang mekanis terhadap masuknya air dan gas (Karyudi dan Siagian, 2001)

Pematihan dormansi dapat dilakukan secara mekanis (pengguntingan kulit). Perlakuan menghilangkan kulit benih (testa) dan membuang sebagian testa bertujuan agar embrio dapat segera tumbuh tanpa hambatan. Pematihan dormansi secara mekanis tidak mudah dilakukan karena ukuran benih yang kecil serta kulit biji yang keras dan liat. Selain secara mekanis, pematihan dormansi juga dapat dilakukan secara kimiawi dengan menggunakan beberapa bahan kimia. Bahan kimia yang dapat digunakan untuk pematihan dormansi antara lain asam sulfat, potassium nitrat serta hormon pertumbuhan seperti giberelin. Menurut Harjadi (1979), perendaman benih dalam asam sulfat pekat berpengaruh pada pelunakan kulit benih bagian luar (testa), sedangkan menurut

DOI : 10.32663/ja.v%vi%i.977

Bewley dan Black (1978) asam sulfat dapat mempengaruhi perkecambahan melalui peningkatan temperatur. Apabila temperatur pada saat pengenceran asam sulfat tinggi, maka akan meningkatkan kecepatan imbibisi pada benih. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi  $H_2SO_4$  yang tepat untuk pematangan dormansi benih *M. bracteata*.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini berbentuk eksperimen yang disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan yaitu 3%, 4%, dan 5% dengan 4 ulangan, sehingga diperoleh 12 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri atas 50 benih, sehingga total benih yang digunakan sebanyak 600 benih. Semua data yang diperoleh dari setiap pengamatan dianalisis dengan sidik ragam dan apabila nilai F hitung perlakuan > F tabel 5% dilanjutkan dengan *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf nyata 5%.

Benih yang digunakan pada penelitian ini adalah yang memiliki ukuran seragam dan tidak memiliki cacat fisik seperti pecah, kisut dan berjamur yang berasal dari PPKS Medan. Benih diseleksi dari benih pecah, rusak fisik (kisut atau keriput) dan tidak berjamur. Jumlah benih yang digunakan pada masing-masing satuan percobaan adalah 50 benih, sehingga jumlah keseluruhan benih yang digunakan adalah 600 benih. Benih direndam dalam ember yang berisi air dan kemudian dibersihkan dari kotoran yang menempel.

### Pembuatan larutan $H_2SO_4$ dan perendaman benih

Siapkan 3 buah gelas piala yang berukuran 1000 ml dan 12 buah yang berukuran 200 ml, selanjutnya masukan cairan  $H_2SO_4$  kedalam masing-masing gelas piala yang berukuran 1000 ml sesuai dengan volume takaran pada Lampiran 4 dan dicukupkan dengan aquades sehingga membentuk larutan yang homogen dengan volume 800 ml. Larutan  $H_2SO_4$  dengan

berbagai konsentrasi dituangkan kedalam masing-masing gelas piala yang berukuran 200 ml sesuai dengan jumlah ulangan. Untuk menghindari kecelakaan kerja gunakan sarung tangan dan masker serta pekerjaan dilakukan pada lemari asam. Selanjutnya benih yang telah diseleksi dan bersih dari kotoran direndam dalam larutan  $H_2SO_4$  selama 10 menit dengan berbagai konsentrasi sesuai dengan perlakuan.

### Pembuatan larutan fungisida dan perendaman benih

Siapkan 3 gelas piala yang berukuran 1000 ml yang masing-masingnya diisi 800 ml aquadest. Campurkan fungisida (*Metil Tiofanat*) kedalam aquadest sebanyak 54 g pada masing-masing gelas piala hingga membentuk larutan yang homogen, selanjutnya larutan dituangkan kedalam gelas piala berukuran 200 ml sesuai dengan jumlah perlakuan dan ulangan. Benih yang telah selesai direndam dalam larutan  $H_2SO_4$ , dilanjutkan dengan perendaman dengan fungisida selama 5 menit agar benih tidak berjamur saat dikecambahkan.

### Persiapan Media Perkecambahan

Siapkan 2 lembar kertas stensil yang telah dibasahi dan letakan terhampar di atas meja kerja yang datar, benih disusun secara teratur sebanyak 5 baris yang masing-masing baris terdapat 10 butir benih *M. bracteata*, sehingga masing-masing kertas terdapat 50 butir benih *M. bracteata*. Tutup benih yang telah disusun tadi dengan satu lembar kertas stensil yang telah dilembabkan lalu gulung kertas mengikuti arah panjang kertas, kegiatan ini diulangi sesuai jumlah perlakuan dan ulangan. Letakan kertas stensil yang telah digulung pada pad (wadah) pengecambah yang terdapat pada germinator. Untuk menghindari kesalahan pada pengamatan dan penghitungan cantumkan label pada setiap perlakuan dan ulangan, kemudian benih yang telah dihitung langsung dipisahkan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Waktu Patah Dormansi ( $T_{50}$ )

DOI : 10.32663/ja.v%vi%i.977

Perendaman benih *M. bracteata* dalam beberapa konsentrasi  $H_2SO_4$  memperlihatkan pengaruh berbeda nyata terhadap waktu patah dormansi  $T_{50}$  benih *M. bracteata*. Tabel 1 menunjukkan pada pemberian perlakuan perendaman benih dalam  $H_2SO_4$  dengan konsentrasi 5% memberikan pengaruh berbeda nyata dengan perlakuan 4% dan 3% sedangkan pada perlakuan perendaman benih dalam  $H_2SO_4$  dengan konsentrasi 4% memberikan pengaruh

berbeda tidak nyata dengan konsentrasi 3% terhadap waktu patah dormansi  $T_{50}$  benih *M. bracteata*. Perlakuan perendaman benih dalam  $H_2SO_4$  dengan konsentrasi 4% merupakan waktu tercepat untuk waktu patah dormansi  $T_{50}$  yaitu 8,50 HST sedangkan pada perlakuan perendaman benih dalam  $H_2SO_4$  dengan konsentrasi 5% merupakan waktu patah dormansi  $T_{50}$  paling lama yaitu 10,25 HST.

Tabel 1. Waktu patah dormansi benih *M. bracteata*  $\geq 50$  % dengan perlakuan perendaman benih dalam beberapa konsentrasi  $H_2SO_4$  selama 10 menit.

Konsentrasi $H_2SO_4$ (%)	Waktu patah dormansi (hari)
3	8,75 b
4	8,50 b
5	10,25 a

Angka – angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf kecil yang berbeda adalah berbeda nyata menurut uji DNMR pada taraf 5%

Adanya fluktuasi waktu patah dormansi  $T_{50}$  yang diperoleh disebabkan oleh pengaruh perlakuan konsentrasi  $H_2SO_4$  yang sangat berperan dalam melunakan kulit biji dan membuang lapisan lignin pada kulit biji sehingga air dan gas dapat menembus kulit biji yang keras sehingga benih dapat berkecambah dengan optimal. Sadjad *et al.* (1975) berpendapat bahwa perlakuan kimia seperti  $H_2SO_4$  pada prinsipnya adalah membuang lapisan lignin pada kulit biji yang keras dan tebal sehingga biji kehilangan lapisan yang impermeabel terhadap gas dan air sehingga metabolisme dapat berjalan dengan baik.

Perkecambahan benih diawali dengan penyerapan air dari lingkungan hingga mencapai kadar air yang memungkinkan benih untuk berkecambah. Benih *M. bracteata* mempunyai kulit benih (testa) yang keras, hal ini menyebabkan penyerapan air terhambat. Menurut Sari (2012) persentase daya kecambah *M bracteata* tanpa perlakuan pematangan dormansi sebesar 0,91%. Perlakuan pematangan dormansi dengan cara perendaman dalam larutan  $H_2SO_4$  bertujuan untuk meningkatkan persentase daya kecambah *M. bracteata*.

Harjadi (1994) mengemukakan bahwa larutan asam kuat seperti asam sulfat, asam nitrat dengan konsentrasi pekat membuat kulit biji menjadi lebih lunak sehingga dapat dilalui oleh air dengan mudah. Kamil (1979) juga menyatakan bahwa penyerapan air oleh embrio dan endosperma menyebabkan pembesaran sel-sel pada embrio dan endosperma, sehingga mendesak kulit biji hingga pecah dan lunak, yang memberikan ruang untuk keluarnya tunas.

Perkecambahan merupakan salah satu proses pertumbuhan dan perkembangan embrio (lembaga tumbuhan). Hasil perkecambahan ini adalah munculnya tumbuhan kecil dari dalam biji. Proses perubahan embrio saat perkecambahan adalah plumula tumbuh dan berkembang menjadi batang, dan radikula tumbuh dan berkembang menjadi akar. Proses perkecambahan di pengaruhi oleh cahaya, suhu, dan oksigen. Perkecambahan juga melibatkan proses biofisik dan proses biokimia. Proses biofisik terjadi yaitu pada awal perkecambahan dimulai dengan berakhirnya masa dormansi pada biji. Berakhirnya masa tersebut ditandai dengan proses imbibisi, yaitu masuknya air ke dalam

DOI : 10.32663/ja.v%vi%i.977

biji yang mengakibatkan biji mengembang dan kulit biji akan pecah. Secara fisiologis, proses perkecambahan berlangsung dalam beberapa tahapan penting, meliputi: Absorpsi air, metabolisme pemecahan materi cadangan makanan, transpor materi hasil pemecahan dari endosperm ke embrio yang aktif tumbuh, proses pembentukan kembali materi-materi baru, respirasi, dan pertumbuhan sedangkan proses biokimia terjadi ketika air masuk pada biji kemudian air tersebut mengaktifkan embrio untuk melepaskan hormon Giberelin (GA). Hormon ini mendorong aleuron (lapisan tipis bagian luar endosperma) untuk mensintesis dan mengeluarkan enzim. Enzim bekerja

dengan menghidrolisis cadangan makanan yang terdapat pada kotiledon dan endosperma. Kemudian enzim yang ada pada biji tersebut misalnya enzim amilase akan mengubah amilum yang terdapat pada kotiledon menjadi glukosa, dan glukosa ini diperlukan untuk proses pembentukan energi bersama oksigen (Hasnunidah 2011).

## Uji Daya Berkecambah Benih

### 1. Daya Kecambah

Perlakuan perendaman benih dalam beberapa konsentrasi  $H_2SO_4$  memperlihatkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap daya berkecambah benih *M. bracteata*.

Tabel 2a. Daya berkecambah benih *M. bracteata* dengan perlakuan perendaman benih dalam beberapa konsentrasi  $H_2SO_4$  selama 10 menit.

Konsentrasi $H_2SO_4$ (%)	Daya Kecambah (%)
3	78,50 a
4	62,00 b
5	43,00 c

Angka – angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf kecil yang berbeda adalah berbeda nyata menurut uji DNMR pada taraf 5%.

Tabel 2a menunjukkan bahwa perlakuan perendaman benih dalam beberapa konsentrasi  $H_2SO_4$  memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap daya berkecambah benih *M. bracteata*. Perlakuan perendaman benih dalam  $H_2SO_4$  dengan konsentrasi 3% berbeda nyata dengan perendaman benih dalam  $H_2SO_4$  dengan konsentrasi 4% dan 5%. Dari tabel diatas dapat dilihat perlakuan perendaman benih dalam  $H_2SO_4$  dengan konsentrasi 3% merupakan konsentrasi terbaik dengan rata-rata daya berkecambah benih 78,50% sedangkan daya berkecambah terendah terdapat pada perlakuan 5% dengan rata-rata daya berkecambah 43%. Namun dengan daya berkecambah sebesar 78,50% benih tersebut belum dapat dikatakan memiliki viabilitas yang baik. Menurut Kamil (1979), benih dikatakan memiliki viabilitas baik jika mempunyai nilai daya berkecambah lebih besar 80%. Daya berkecambah dapat menggambarkan status kemampuan perkecambahan benih yang dilihat dari kemampuan benih dalam

menghasilkan kecambah normal (Sadjad, 1980). Sedangkan menurut Copeland (1976), benih yang memiliki daya kecambah (seed germination) yang tinggi dapat mengindikasikan bahwa benih tersebut memiliki viabilitas yang baik. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh perlakuan perendaman benih dalam  $H_2SO_4$  belum menunjukkan viabilitas yang baik, tetapi perlakuan perendaman benih dalam  $H_2SO_4$  mampu meningkatkan daya berkecambah normal benih *M. bracteata*. Sari (2012) menyatakan bahwa persentase daya kecambah *M. bracteata* tanpa perlakuan pematangan dormansi sebesar 0,91%.

Sedangkan dari hasil pra penelitian perendaman benih dalam  $H_2SO_4$  dengan konsentrasi 2% selama 10 menit, persentase daya kecambah *M. bracteata* sebesar 63,50%, dan pada perlakuan perendaman benih dalam  $H_2SO_4$  dengan konsentrasi 3% selama 10 menit persentase daya kecambah mengalami peningkatan dengan daya berkecambah benih yaitu 78,50% sementara

DOI : 10.32663/ja.v%vi%i.977

pada konsentrasi  $H_2SO_4$  4% dan 5% persentase daya kecambah benih mengalami penurunan yaitu 62% dan 43%. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa terdapat fluktuasi naik turun antara perlakuan yang diberikan, puncak tertinggi daya kecambah benih adalah pada perlakuan perendaman dengan  $H_2SO_4$  dengan konsentrasi 3% selama 10 menit.

Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan perendaman benih dalam  $H_2SO_4$  memberikan peran penting dalam membuang lapisan lignin dan melunakkan kulit biji secara optimal sehingga air dan gas dapat menembus kulit biji. Sutopo (2004) menyatakan proses perkecambahan benih itu dapat terjadi jika kulit benih permeabel terhadap air dan tersedia cukup air dengan tekanan osmosis tertentu air yang diserap oleh biji dapat terjadi melalui proses imbibisi dan diikuti keluarnya energi kinetik akibat adanya pengambilan molekul air. Proses imbibisi yang terjadi akan segera diikuti oleh kenaikan aktivitas enzim dan pernafasan yang besar. Pati, lemak dan protein yang tersimpan dihidrolisis menjadi zat-zat yang lebih mobil, gula, asam-asam lemak, dan asam-asam amino yang diangkut ke bagian embrio yang tumbuh aktif.

Pengujian daya berkecambah mempunyai tujuan untuk menentukan potensi perkecambahan maksimal dari suatu lot benih, yang dapat digunakan untuk membandingkan mutu benih dari lot yang berbeda dan untuk menduga daya berkecambah di lapangan. Daya berkecambah benih memberikan informasi

Tabel 2.b. Kecambah abnormal benih *M. bracteata* dengan perlakuan perendaman benih dalam beberapa konsentrasi  $H_2SO_4$  selama 10 menit.

Konsentrasi $H_2SO_4$ (%)	Kecambah Abnormal (%)
3	7,00 c
4	13,00 b
5	21,50 a

Angka – angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf kecil yang berbeda adalah berbeda nyata menurut uji DNMR pada taraf 5%.

Pada Tabel 2b dapat kita lihat bahwa data yang diperoleh berfluktuasi mulai dari 7,00% hingga 21,50%. Variasi data tersebut

kepada pemakai benih akan kemampuan benih tumbuh normal menjadi tanaman yang berproduksi tinggi dalam keadaan biofisik lapangan yang serba optimum. Sutopo (2002) menyatakan persentase perkecambahan adalah persentase kecambah normal yang dapat dihasilkan oleh benih murni pada kondisi yang menguntungkan dalam jangka waktu yang sudah ditetapkan. Bewley dan Black (1985) mengatakan perkecambahan yang sempurna ditandai dengan penetrasi struktur embrio berupa radikula dari testa benih. Plumula dan radikula yang tumbuh diharapkan dapat menghasilkan kecambah yang normal, jika faktor lingkungan mendukung.

## 2. Kecambah Abnormal

Perlakuan perendaman benih dalam beberapa konsentrasi  $H_2SO_4$  memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap persentase kecambah abnormal benih *M. bracteata*.

Tabel 2b menunjukkan pada perlakuan perendaman benih dalam beberapa konsentrasi  $H_2SO_4$  memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap persentase kecambah abnormal benih *M. bracteata*. Perlakuan perendaman benih dalam  $H_2SO_4$  dengan konsentrasi 3% berbeda nyata dengan konsentrasi 4% dan 5%. Perlakuan terbaik perendaman benih dengan  $H_2SO_4$  terhadap persentase kecambah abnormal adalah konsentrasi 3% dengan persentase kecambah abnormal paling kecil yaitu 7,00% sedangkan pada perlakuan 5% adalah perlakuan dengan persentase benih abnormal paling tinggi yaitu 21,50%.

disebabkan oleh faktor perlakuan perendaman benih dalam  $H_2SO_4$  dengan beberapa konsentrasi yang mempengaruhi

DOI : 10.32663/ja.v%vi%i.977

proses pembuangan lapisan impermeabel pada kulit biji, pelunakan kulit biji dan aktivitas metabolisme benih secara langsung. Perbedaan tingkat konsentrasi  $H_2SO_4$  yang digunakan akan memberikan pengaruh yang berbeda pula pada tingkat pelunakan kulit biji, konsentrasi yang tinggi memiliki tingkat pelunakan kulit biji yang paling tinggi sehingga mempengaruhi proses perkecambahan benih. Faustina *et al.* (2011) menyatakan bahwa konsentrasi dan lamanya waktu perendaman mempengaruhi tingkat kerusakan pada biji. Semakin tinggi konsentrasi dan semakin lama waktu perendaman maka kerusakan biji juga semakin tinggi. Sejalan dengan pernyataan Winami (2009) perendaman selama 1-10 menit terlalu cepat untuk pematihan dormansi, sedangkan perendaman selama 60 menit atau lebih dapat menyebabkan kerusakan pada benih, selain konsentrasi dan lama waktu perendaman, perkecambahan juga dipengaruhi oleh faktor internal dari benih seperti: ukuran benih, tingkat kemasakan benih, dan zat penghambat perkecambahan (Sutopo, 2002).

Menurut Pratiwi (2016), kecambah abnormal ditandai dengan akar primer yang pendek, bentuk kecambah cacat, perkembangan bagian-bagian penting seperti radikula dan koleoptil lemah, radikula dan koleoptil membengkok atau terputar, kecambah kerdil, kecambah rusak, perkembangan kecambah yang lemah, dan kecambah lunak. Sementara kriteria kecambah abnormal yang ditemukan antara lain: kecambah lunak atau rusak pada bagian fisik benih serta bagian kecambah yang tidak sempurna secara struktural (koleoptil dan akar primer yang tidak terbentuk). Kecambah yang radikulanya membengkok disebabkan oleh struktur radikula bagian anterior yang lemah dan tidak mampu menopang beban benih sehingga membengkok, selain itu juga

disebabkan oleh faktor cahaya, benih mendapatkan sinar matahari yang sedikit sehingga radikula membengkok. Selain itu Pontoh (2004), menyatakan bahwa media tanam yang terlalu sempit juga dapat menyebabkan radikula membengkok hingga berputar, sedangkan benih yang koleoptil dan akar primernya tidak muncul disebabkan oleh metabolisme benih yang berjalan sangat lambat, hal tersebut disebabkan oleh aktivitas enzimatik benih yang terhambat akibat pengaruh konsentrasi bahan kimia yang tinggi sehingga banyak sisa bahan kimia yang menempel pada kulit biji yang umumnya ditemui diperlakuan dengan konsentrasi 4% dan 5%. Widyawati (2011) menyatakan apabila proses pematihan dormansi dengan cara perendaman bahan kimia yang dilakukan, pastikan untuk membilas benih dengan air beberapa kali sampai zat kimia asam tersebut benar-benar hilang tercuci sehingga tidak menghambat proses perkecambahan di lapangan.

Kecambah abnormal tidak hanya dipengaruhi oleh perlakuan, tetapi dapat pula dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Menurut Saleh (2002), faktor internal yang mempengaruhi antara lain: faktor genetik dan permeabilitas kulit benih. Faktor genetik bersifat menetap dan diturunkan ke generasi selanjutnya sedangkan permeabilitas kulit biji disebabkan oleh komposisi kimia pada kulit benih tersebut. Sementara faktor eksternal terdiri dari: kecukupan air, suhu, oksigen, dan cahaya. Kondisi lingkungan eksternal yang tidak optimal (sub- optimum) dapat menyebabkan cekaman lingkungan sehingga terbentuk benih abnormal.

### 3. Benih Mati

Perlakuan perendaman benih dalam beberapa konsentrasi  $H_2SO_4$  memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap persentase benih mati *M. bracteata*.

DOI : 10.32663/ja.v%vi%i.977

Tabel 2.c. Benih mati benih *M. bracteata* dengan perlakuan perendaman benih dalam beberapa konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> selama 10 menit.

Konsentrasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (%)	Benih Mati (%)
3	14,50 c
4	25,00 b
5	35,50 a

Angka – angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf kecil yang berbeda adalah berbeda nyata menurut uji DNMR pada taraf 5%.

Tabel 2c menunjukkan bahwa pada perlakuan perendaman benih dalam beberapa konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap persentase benih mati *M. bracteata*. Perlakuan perendaman benih dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 3% berbeda nyata dengan perlakuan perendaman benih dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 4% dan 5%. Perlakuan perendaman benih dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 5% menyebabkan benih mati terbanyak dengan rata-rata persentase benih mati 35,50% sedangkan jumlah benih mati paling sedikit adalah perlakuan dengan konsentrasi 3% dengan rata-rata persentase benih mati 14,50%. Persentase benih mati yang tinggi pada perlakuan perendaman benih dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 5% disebabkan oleh konsentrasi bahan kimia yang terlalu tinggi, sehingga benih menjadi rusak hingga mati, rusaknya benih dapat berupa kerusakan struktur benih seperti bagian protoplasma, maupun kerusakan secara fungsional seperti enzim yang terdenaturasi.

Winarni (2009) menyatakan bahwa perendaman selama 1-10 menit terlalu cepat untuk pematangan dormansi, sedangkan perendaman selama 60 menit atau lebih dapat menyebabkan kerusakan pada benih. Tingginya konsentrasi bahan kimia yang digunakan dapat menyebabkan enzim terdenaturasi dan mematikan aktivasi katalisnya sehingga benih menjadi lemah. Selain itu benih dalam kondisi lemah akan menjadi sangat rentan untuk terserang patogen seperti jamur dan bakteri, sehingga peluang benih untuk terkontaminasi oleh patogen akan semakin tinggi.

Gejala benih mati yang ditemukan dalam penelitian ini antara lain berupa

endosperm yang sudah habis (kopong), busuk dan embrio yang terserang jamur. Benih yang kopong diduga disebabkan oleh ulat yang menembus kulit benih dan memakan endosperm benih, sedangkan serangan jamur disebabkan oleh perlakuan konsentrasi yang tinggi, sehingga benih menjadi lemah sementara kondisi lingkungan yang lembab rentan bagi perkembangan sebagian besar jamur, sehingga sangat mudah untuk menyerang benih.

Jamur menjadikan endosperm benih sebagai bahan makanannya, endosperm mengandung karbohidrat dan glukosa yang sangat disukai oleh jamur sebagai bahan makanan. Endosperm yang telah habis dimakan oleh jamur akan mengakibatkan embrio pada benih tidak mampu untuk berkecambah karena tidak tersedianya energi. Jamur yang menyerang benih juga menyebabkan embrio benih menjadi busuk dan berwarna hitam. Jamur yang menyerang benih antara lain *Aspergillus flavus* yang ditandai dengan hifa berwarna putih dan spora berwarna hijau kekuningan, dan *Aspergillus versicolor* yang ditandai dengan hifa berwarna putih dan spora berwarna hijau tua. Munculnya jamur tersebut disebabkan oleh kondisi media perkecambahan yang lembab sehingga jamur mudah menyerang benih *M. bracteata*. Jika jamur yang menyerang benih tidak dibersihkan, maka endosperm akan diserang jamur yang mengakibatkan embrio benih busuk dan akhirnya mati. Widyawati *et al.* (2009), apokol benih aren yang terinfeksi jamur tidak mampu untuk tumbuh menjadi bibit.

Adapun benih yang tidak berkecambah lebih dikategorikan kepada benih mati, hal ini karena benih tidak berkecambah yang



DOI : 10.32663/ja.v%vi%i.977

ditemukan memiliki gejala berupa serangan jamur dan endospermnya yang habis (kopong). Dengan demikian, dalam pengamatan ini tidak dilakukannya uji tetrazolium.

### Uji Hitung Pertama

Perlakuan perendaman benih dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> memberikan pengaruh berbeda tidak nyata terhadap persentase Uji Hitung Pertama (UHP) benih *M. bracteata*.

Tabel 3 menunjukkan bahwa perendaman benih dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> memberikan pengaruh berbeda tidak nyata terhadap persentase UHP benih *M. bracteata*. Perlakuan perendaman benih dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan beberapa konsentrasi tidak mampu mempengaruhi UHP benih, namun diantara beberapa konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang digunakan, perlakuan konsentrasi 3% merupakan persentase UHP tertinggi. Faktor yang menyebabkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tidak dapat

meningkatkan UHP benih dikarenakan faktor yang mempengaruhi perkecambahan benih tidak hanya dari faktor eksternal namun faktor internal juga sangat berperan penting dalam perkecambahan benih. Hartman *et al.* (1978) menyatakan perkecambahan benih sangat ditentukan oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal adalah semua faktor yang mempengaruhi perkecambahan di dalam benih, misalnya sifat genetik, permeabilitas membran sel dan komposisi bahan kimia yang terlarut dalam sitoplasma sel benih. Meskipun perlakuan perendaman benih dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan beberapa konsentrasi tidak dapat mempengaruhi kecepatan berkecambah benih *M. bracteata*, namun perlakuan yang diberikan mampu meningkatkan daya berkecambah benih, daya berkecambah benih dapat dilihat pada Tabel 2a.

Tabel 3. Uji Hitung Pertama benih *M. bracteata* dengan perlakuan perendaman benih dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan berbagai konsentrasi

Konsentrasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (%)	Uji Hitung Pertama (%)
3	8,00
4	7,00
5	5,00

Angka – angka pada kolom yang tidak diikuti oleh huruf kecil adalah berbeda tidak nyata menurut uji F pada taraf 5%.

Uji hitung pertama merupakan suatu metode uji yang pengamatannya dilakukan satu kali saja lebih dekat pada uji kekuatan tumbuh. Karena terdapat unsur kecepatan tumbuh. Pengujian ini akan memberikan gambaran vigor dari benih yang diuji. Byrd (1983) mengatakan bahwa uji hitung pertama merupakan suatu pengujian yang dapat dilaksanakan bersama dengan uji daya berkecambah. Benih yang berkecambah lebih lambat dianggap memiliki vigor yang rendah. Menurut Sudikno (1991) selain dari kecepatan berkecambah untuk pengujian daya tumbuh juga dapat dideteksi dengan uji hitung pertama yaitu energi perkecambahan pada waktu tertentu, 3-5 hari tergantung pada jenis benihnya.

Sutopo (1984) menyatakan kekuatan tumbuh benih sama dengan kemampuan benih untuk berkecambah normal dalam kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan, sehingga diharapkan benih tersebut dapat menjadi tanaman normal meskipun kondisi lingkungan sub optimum. Penilaian kekuatan tumbuh benih digolongkan atas kecambah kuat, kurang kuat, abnormal, dan mati. Untuk memudahkan penilaian kelompok kecambah yang dinilai, terlebih dahulu digolongkan atas kecambah kuat dan kurang kuat, kecambah yang abnormal digolongkan sebagai kecambah mati. Kekuatan tumbuh benih dengan kecepatan berkecambah benih memiliki korelasi yang nyata, kecepatan berkecambah dapat dijadikan sebagai

DOI : 10.32663/ja.v%vi%i.977

parameter vigor karena diketahui ada korelasi antara kecepatan berkecambah dengan tinggi rendahnya produksi tanaman.

Rendahnya vigor pada benih dapat disebabkan oleh beberapa hal antara lain faktor genetis, fisiologis, morfologis, sitologis, mekanis dan mikrobial. Vigor benih di dalam pertanaman akan tercermin dalam kekuatan tumbuh benih melalui kecepatan tumbuh benih dan keserempakan tumbuh benih. Kecepatan tumbuh benih adalah persentase kecambah normal/etmal. Keserempakan tumbuh benih adalah persentase kecambah normal kuat pada periode perkecambahan tertentu yang keduanya dilakukan dalam kondisi optimum (Kartasapoetra, 2003).

Menurut Purnobasuki (2011), perkecambahan adalah peristiwa tumbuhnya  
Table 4. Nilai Indeks benih *M. bracteata* dengan perlakuan perendaman benih dalam beberapa konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> selama 10 menit.

Konsentrasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (%)	Nilai Indeks
3	4,25 a
4	3,25 b
5	2,00 c

Angka – angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf kecil yang berbeda adalah berbeda nyata menurut uji DNMR pada taraf 5%.

Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan perendaman benih dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> memberikan pengaruh nyata terhadap kecepatan berkecambah pada benih *M. bracteata*. Perlakuan perendaman benih dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 3% berbeda nyata dengan perlakuan perendaman benih dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 4% dan 5%. Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa kecepatan berkecambah benih tertinggi terdapat pada perlakuan perendaman benih dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 3% dengan kecepatan berkecambah 5,25% sedangkan kecepatan berkecambah terendah pada konsentrasi 5% dengan kecepatan berkecambah 3,50%. Adanya variasi kecepatan berkecambah benih *M. bracteata* mulai dari kecepatan berkecambah tertinggi pada perlakuan dengan 3% sampai pada kecepatan berkecambah terendah pada perlakuan 5%.

Hal tersebut dipengaruhi oleh konsentrasi dan lama waktu perendaman

embrio di dalam biji menjadi tanaman baru. Perkecambahan dapat dilihat dari vigor dan viabilitas biji. Vigor merupakan kemampuan biji untuk tumbuh normal pada keadaan lingkungan yang suboptimal (Sutopo, 1993). Benih yang performanya bagus disebut benih bervigor tinggi sedangkan sebaliknya adalah benih bervigor rendah. Vigor benih termasuk salah satu sifat-sifat benih yang menentukan potensi untuk pemunculan kecambah yang cepat, serempak, dan normal pada kondisi lingkungan yang bervariasi (Utami, 2013).

### Nilai Indeks

Perlakuan perendaman benih dalam beberapa konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap persentase Nilai Indeks (NI) *M. bracteata*.

dengan perlakuan perendaman benih dalam beberapa konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> selama 10 menit.

benih dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, pada perlakuan perendaman H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 3% kulit biji mengalami pelunakan yang optimal sehingga air dan gas dapat masuk dan embrio dapat berkecambah dengan baik sedangkan pada perlakuan dengan konsentrasi 4% dan 5% kulit biji mengalami kerusakan pada fisik benih yang berlebihan karena konsentrasi yang tinggi sehingga memicu serangan jamur pada awal perkecambahan. Sutopo (2004) menyatakan bahwa menurunnya kualitas benih dapat diakibatkan karena kerusakan-kerusakan fisik pada benih yang memudahkan pathogen-pathogen tertentu dapat berkembang dan menurunkan kualitas benih.

Adanya pengaruh perlakuan perendaman benih dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> diduga selain kemampuan melunakkan kulit biji, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> juga mampu membuang lapisan lignin pada kulit biji. Perlakuan perendaman benih dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 3% mampu meningkatkan indeks vigor benih lebih baik dibandingkan

DOI : 10.32663/ja.v%vi%i.977

perlakuan lainnya. Menurut Kartasapoetra (1992) indeks vigor benih berhubungan erat dengan kecepatan berkecambah dari suatu kelompok benih. Adrian (2011) menyebutkan semakin cepat pertumbuhan kecambah maka semakin tinggi vigor kecambah. Tinggi rendahnya vigor benih akan menggambarkan kekuatan tumbuh dan pertumbuhan kecambah. Semakin tinggi vigor maka kekuatan perkecambahan menjadi lebih baik.

### Potensi Tumbuh Maksimum (PTM)

Perlakuan perendaman benih dalam beberapa konsentrasi  $H_2SO_4$  memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap persentase PTM *M. bracteata*.

Tabel 5 menunjukkan pada perlakuan perendaman benih  $H_2SO_4$  memberikan pengaruh nyata terhadap persentase PTM

Tabel 5. Potensi tumbuh maksimum benih *M. bracteata* dengan perlakuan perendaman benih dalam beberapa konsentrasi  $H_2SO_4$  selama 10 menit.

Konsentrasi $H_2SO_4$ (%)	PTM (%)
3	85,50 a
4	75,00 b
5	64,50 c

Angka – angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf kecil yang berbeda adalah berbeda nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%

Konsentrasi  $H_2SO_4$  yang tinggi menyebabkan metabolisme benih menjadi terganggu hingga berhenti, sehingga berimplikasi pada munculnya kecambah abnormal dan benih mati. Konsentrasi yang tinggi dan waktu perendaman yang lama dapat menyebabkan sebagian besar enzim di dalam benih terdenaturasi, sehingga metabolisme menjadi lambat, selain itu konsentrasi yang tinggi juga dapat menyebabkan rusaknya bagian penting dari benih, seperti protoplasma. Faustina *et al.* (2011) menyatakan bahwa konsentrasi dan lamanya waktu perendaman mempengaruhi tingkat kerusakan pada biji, semakin tinggi dan semakin lama waktu perendaman maka kerusakan biji juga semakin tinggi.

benih *M. bracteata*. Perlakuan perendaman benih dalam  $H_2SO_4$  dengan konsentrasi 3% berbeda nyata dengan perlakuan perendaman benih dalam  $H_2SO_4$  dengan konsentrasi 4% dan 5%. Persentase PTM benih *M. bracteata* tertinggi terdapat pada perlakuan 3% sebesar 85,50% sedangkan persentase PTM terendah pada perlakuan perendaman benih dalam  $H_2SO_4$  dengan konsentrasi 5% sebesar 64,50%. Nilai PTM yang diperoleh berfluktuasi, mulai dari yang terendah pada perlakuan perendaman benih dalam  $H_2SO_4$  dengan konsentrasi 5% dengan nilai PTM 64,50% hingga yang tertinggi pada perlakuan dengan konsentrasi 3% dengan nilai PTM 85,50%. Variasi data tersebut disebabkan oleh faktor perlakuan perendaman benih dalam berbagai konsentrasi  $H_2SO_4$  yang mempengaruhi metabolisme benih secara langsung.

Potensi tumbuh maksimum dapat menggambarkan ukuran kemampuan benih untuk dapat tumbuh dan berkecambah secara maksimal. Potensi tumbuh maksimum diukur dengan menghitung jumlah benih yang berkecambah secara normal maupun benih yang berkecambah secara abnormal. Potensi tumbuh maksimum yang tinggi diperoleh dari perlakuan skarifikasi yang dilakukan dengan baik, sebaliknya jika skarifikasi dilakukan secara berlebihan dapat menyebabkan imbibisi yang terlalu cepat sehingga dapat menyebabkan munculnya benih mati dan abnormal. Widiyawati (2011) menyatakan dengan merendam benih pada larutan asam kuat seperti  $H_2SO_4$  dan lainnya dapat melarutkan lignin dan tannin sehingga dapat membuka pori-pori testa dan

DOI : 10.32663/ja.v%vi%i.977

membantu proses minum (imbibisi) benih sehingga kadar air benih bertambah dan meningkatkan kecepatan tumbuh benih.

Potensi tumbuh maksimum merupakan tolak ukur dari viabilitas total yang memperlihatkan kemampuan benih untuk sekedar hidup, baik secara langsung oleh fenomena pertumbuhannya maupun oleh gejala metabolismenya. Potensi tumbuh maksimum merupakan salah satu parameter viabilitas benih (Sutopo, 2004). Viabilitas benih adalah daya hidup benih yang dapat ditunjukkan melalui gejala metabolisme dan gejala pertumbuhan, selain itu daya kecambah juga merupakan tolak ukur parameter viabilitas potensial benih (Sadjad, 1993).

Pada umumnya viabilitas benih diartikan sebagai kemampuan benih untuk tumbuh menjadi kecambah normal pada lingkungan yang optimum. Istilah lain untuk viabilitas benih adalah daya kecambah benih, persentase kecambah benih atau daya tumbuh benih. Viabilitas ini makin meningkat dengan bertambah tuanya benih dan mencapai perkecambahan maksimum jauh sebelum masak fisiologis atau sebelum tercapainya berat kering maksimum, pada saat itu benih telah mencapai viabilitas maksimum (100 persen) yang konstan tetapi sesudah itu akan menurun sesuai dengan keadaan lingkungan (Kamil, 1979). Besarnya nilai potensi tumbuh maksimum menunjukkan kondisi viabilitas benih yang tinggi (Justice dan Bass, 2002).

## KESIMPULAN

Konsentrasi terbaik untuk mematahkan dormansi *M. bracteata* yakni perendaman benih dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 3% selama 10 menit, dengan daya kecambah 78,50% dan waktu patah dormansi T<sub>50</sub> pada hari ke 8,75 HST.

## DAFTAR PUSTAKA

Adrian. (2011). *Pengaruh Pemberian Hormon BAP Terhadap Multiplikasi Tunas Tumbuhan kantong Senar (Nepenthes alata Blanco) pada Media*

*Murashige & Skoog dengan Teknik In Vitro*. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Balai Besar Pengembangan Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura (Balai Besar PPMB-TPH). (2010). *Metode Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura*. Balai Besar Pengembangan Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura. Jakarta.

Bewley, J. D. dan Black, M. (1985). *Physiology and Biochemistry of seed*. Berlin Heidelberg New York.

Bewley, J. D. dan Black, M. (1978). *Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination*. New York.

Byrd, H. W. (1983). *Pedoman Teknologi Benih* (Terjemahan Emid Hamidin). Pembimbing Massa. Jakarta.

Chiu, S.B. (2004). *Botany, Habits, and Economic Uses of (Mucuna bracteata Dc) Exkurz*. Lyman Research Center for Forestry and Agriculture. Pontianak.

Copeland, L. O. (1976). *Principles of Seed Science and Technology*. Departement of Crop and Soil Science Michigan State University.

Copeland, L. O. dan Mc. Donald, M. B. (1985). *Principles of Seed Science and Technology*. Burgess Publishing Company. New York.

Copeland, L.O. dan Mc. Donald, M.B. (1995). *Principle of Seed Science and Technology*. Chapman & Hall. London.

Curtis, O. F. and Clark. (1950). *An Introduction to Plant Physiology*. 1st Edition. Mc Graw- Hill Book Co. New York.

Faustina, E., Prapto, Y. dan Rohmanti, R. (2011). Pengaruh cara pelepasan aril dan konsentrasi kno<sub>3</sub> tahap pematangan dormansi benih pepaya (*Carica papaya*). *Jurnal Fakultas pertanian UGM*. 1(1), 42-52.

DOI : 10.32663/ja.v%vi%i.977

- Gardner, F.P., Pearce, R. B. dan, Mitchel, R. L. (1991). *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Susilo, H, penerjemah. Jakarta. Universitas Indonesia (UI Press).
- Harjadi, S.S. (1979). *Pengantar Agronomi*. Gramedia. Jakarta.
- Harjadi, S.S. 1989. *Dormansi Benih*. Prosiding Khusus Singkat Pengujian Benih. Bogor.
- Harjadi, S.S. 1994. *Dormansi Benih*. Prosiding Kursus Singkat Pengujian Benih. Bogor.
- Hartman, H. T. dan Kester, D. E..(1978). *Plant Proppagation*. Third ed. Prentice Hall of India Private Ltd.
- Hasnunidah, N. (2011). *Fisiologi Tumbuhan*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Justice, O.L., dan Bass, L. N. (2002). *Prinsip dan Praktek Penyimpanan Benih*. PT. Raga Grafindo Persada. Jakarta.
- Kamil, J. (1979). *Teknologi Benih*. Padang: Angkasa.
- Kartasapoetra, A. G. (1992). *Teknologi Benih Pengolahan Benih dan Tuntunan Praktikum*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Kartasapoetra, A. G. (2003). *Teknologi Benih, Pengolahan Benih dan Tuntunan Praktikum*. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2(2), 803 – 812.
- Karyudi, dan Siagian. N. (2001). *Perbanyak Tanaman Penutup Tanah *Mucuna bracteata**. *Warta Perkaretan*. 24(1),25-36.
- Kuswanto, H. (1996). *Dasar-Dasar Teknologi, Produksi dan Sertifikasi Benih*. Grasindo. Jakarta.
- Lakitan. B. (1997). *Fisiologi Tumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Lestari. M. (1998). *Pengaruh Tingkat Kematangan Buah Enau (*Arenga pinnata*) Pada Beberapa Daerah Spektrum Cahaya* [Skripsi]. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.
- Masano. (1989). *Perkecambahan benih aren*. Duta Rimba. Perum Perhutani. hal 24-30.
- Mathews, C., (1998). *The Introduction and Establishment of a New Leguminous Cover Crop, *Mucuna bracteata* under Oil Palm in Malaysia*. The Planter. Kuala Lumpur.
- Nugroh, P.A., Istianto, Siagian, N. dan Karyudi. (2006). *Potensi (*Mucuna bracteata*) dalam Pengembalian Hara pada Areal Karet TBM*. Proseding Lokakarya Nasional Budidaya Tanaman Karet. Medan.
- Nugroh, P.A., Istianto, Siagian, N. dan Karyudi. (2007). *Dinamika Populasi Mikrobia Tanah di bawah Naungan (*Mucuna bracteata*) pada Areal Karet yang Menghasilkan*. Balai Penelitian Karet Sungai Putih. Medan.
- Othman, K. dan Baharudin, A. H.(2015). *The total factor productivity in strategic food crops industry of Malaysia*. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*. 5 (5), 124-136.
- Pontoh J. (2004). *Sifat-Sifat Pati dan Pemanfaatannya dalam Produk Pangan dan Industri di dalam Pengembangan Tanaman Aren*. Prosiding Seminar Nasional Aren; Tondano, 9 Juni 2004. Manado. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Balai Penelitian Tanaman Kelapa dan Palma Lain.
- Pratiwi, I. (2016). *Pengaruh Skarifikasi dan Lama Perendaman dengan Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) Terhadap Pematahan Dormansi Benih Enau (*Arenga pinnata* Merr.)* [Skripsi]. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.
- Purnobasuki. H. (2011). *Perkecambahan*. [http://: skp. unair. ac.id/ repositori/ Guru/ Perkecambahan](http://skp.unair.ac.id/repositori/Guru/Perkecambahan) Hery Purnobasuki [Internet]. [diunduh 23 Mei 2011]. pdf 23 hal.

DOI : 10.32663/ja.v%vi%i.977

- Sadjud, S. (1975). *Proses Metabolisme Perkecambahan Benih dalam dasar-dasar Teknologi benih*. Capita selekta. Bogor.
- Sadjud, S. (1980). *Panduan Pembinaan Mutu Benih Tanaman Kehutanan di Indonesia*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sadjud, S. (1993). *Dari Benih Keapada Benih*. PT Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta.
- Saleh, M. S. (2002). *Pengembangan Teknologi Benih Guna Mendukung Budidaya Tanaman Aren dalam Industr Benih di Indonesia Aspek Penunjang Pengembangan*. Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih IPB. Bogor. hal 15-82.
- Saleh, M. S. (2004). *Pematahan Dormansi Benih Aren Secara Fisik Pada Berbagai Lama Ekstraksi Buah*. Agrosains 6 (2):79-90.
- Sari, H. P. (2012). *Pertumbuhan dan Daya Kecambah (*Mucuna bracteata*) melalui Pematahan Dormansi dan Pemberian Zat Pengatur Giberelin (GA3)* [Skripsi]. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.
- Sastrosayono, S. (2005). *Budidaya Kelapa Sawit*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Schmidh L. (2002). *Pedoman Penanganan Benih Tanaman Hutan Tropis Dan Subtropis*. Direktorat Jendral Rehabilitasi Lahan Dan Perhutanan Sosial Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Siagian, N. 2001. *Potensi dan Pemanfaatan *Mucuna bracteata* sebagai Kacangan Penutup Tanah di Perkebunan Karet*. Pusat Penelitian Karet. Warta 20(1-3), 32-43
- Siagian, N. (2003). *Potensi dan Pemanfaatan *Mucuna bracteata* Sebagai Kacangan Penutup Tanah di Perkebunan Karet*. *Warta Pusat Penelitian Karet*. 24(1), 5-12.
- Siregar, A.F. (2010). *Pengaruh pematahan dormansi terhadap daya perkecambahan dan pertumbuhan vegetatif dan pertumbuhan tanaman *Mucuna* (*Mucuna bracteata* D.C.)*. *Jurnal online Agroekoteknologi*. 2(2), 803-812.
- Subronto. 2002. *Penggunaan Kacangan Penutup Tanah (*Mucuna bracteata*) Pada Pertanaman Kelapa Sawit*. Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.
- Sudikno, T. S. (1991). *Beberapa usaha untuk mempercepat perkecambahan biji melinjo (*Gnetum gnemon L.*)*. *Agric. Sci*. 4(6),257-272.
- Sulaiman, F., Dwi, P. P., dan Tresna, R. (2008). *Studi pematahan dormansi benih (*Mucuna bracteata*)*. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 2(2),803-812.
- Sulaiman, F., Harun, M. U. Kurniawan, A. (2010). *Perkecambahan Benih yang disimpan Pada Suhu dan Periode yang Berbeda*. Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Sutarto dan Ilham. (1993). *Pendayagunaan Tanaman Kacang-kacangan pada Lahan Kritis*. Yayasan Prosia Bogor dan MAB Indonesia, UNESCO/ROSTEA, Jakarta.
- Sutopo, L. (1984). *Teknologi Benih*. Rajawali. Jakarta.
- Sutopo, L. (2003.) *Teknologi Benih*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Sutopo, L.(2002). *Teknologi Benih*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Sutopo, L. (2004). *Teknologi Benih*. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 2(2), 803-812.
- Utami, E.P. (2013). *Perlakuan Priming Benih untuk Mempertahankan Vigor Benih Kacang Panjang (*Vigna unguiculata*) Selama Penyimpanan* [Skripsi]. Departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wardiyono, (2006). *Detail data imperata cylindrical*. [www.warintek.com](http://www.warintek.com) diakses tanggal 22 juli 2008.
- Widyawati, N., Tohari, P. Yudono, dan Soemardi, I. (2009). *Permeabilitas dan*

**DOI :** 10.32663/ja.v%vi%i.977

perkecambahan benih aren (*Arenga pinnata* (Wumb.) Merr.). *Jurnal Agronomi Indonesia*: hal 152-158.

Widyawati, N. (2011). Sukses Investasi Masa Depan Dengan Bertanam Pohon Aren. Ed. I. Yogyakarta: Lily Publiser. 104 hal.

Winarni, T, B. (2009). *Pengaruh Perlakuan Pendahuluan dan Berat Benih Terhadap Perkecambahan Benih Kayu Afrika (Maesopsis eminii Engl.)* [Skripsi]. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.