

Pengaruh Skarifikasi Benih terhadap Pertumbuhan Tanaman *Mucuna bracteata*

Effect of Seed Scarification on the Growth of *Mucuna bracteata* Plants

V Darmin^{1*}, M L Mullik¹, T O D Dato¹

Corresponding email:
vinensiusdarmin7@gmail.com

¹⁾ Program Studi Ilmu
Peternakan, Fakultas Peternakan
Kelautan dan Perikanan,
Universitas Nusa Cendana. Jl.
Adisucipto Penfui, Kupang, Nusa
Tenggara Timur, Indonesia.

ABSTRACT

The main problem in the cultivation of *Mucuna bracteata* is the hardness of the seed coat, which results in low seed dormancy. The aim of this study was to examine the effectiveness of different seed scarification methods on the growth of *M. bracteata* plants. This research was conducted at Prof. Bale-Therik's farm in Noelbaki Village, Kupang Tengah Subdistrict, Kupang Regency, for 21 days. This research used a completely randomized design (CRD) of 4 treatments and 5 replicates, with each replicate consisting of 15 seeds. The treatments consisted of control (SB₀); seeds soaked in warm water at 50°C for 2 hours (SB₁); seeds soaked in normal temperature water for 24 hours (SB₂); and seeds scarified (SB₃). Data obtained during the study were analyzed using *analysis of variance* to test the effect of treatment with an alpha value of 0.05. Differences between treatments were tested by *Duncan's multiple range test*. The results showed that seed scarification had a very significant effect ($p < 0.01$) on all parameters measured. SB₃ treatment significantly accelerated leaf emergence (6.21 days), number of leaves (27.47 strands), leaf length (15.51 cm), leaf width (9.89 cm), the onset of tendrils growth (8.33 days), tendrils length (117.16 cm), and tendrils growth rate (6.89 cm day⁻¹). It was concluded that the seed scarification technique (SB₃) was the best treatment because it could influence and improve the growth of *M. bracteata* plants.

Key words: dormancy, growth, *Mucuna bracteata*, scarification.

ABSTRAK

Permasalahan utama dalam budidaya *Mucuna bracteata* adalah kerasnya kulit benih yang mengakibatkan dormansi benih rendah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji efektivitas metode skarifikasi berbeda pada benih terhadap pertumbuhan tanaman *M. bracteata*. Penelitian ini dilaksanakan di Lahan Pertanian Prof. Bale-Therik, Desa Noelbaki, Kecamatan Kupang Tengah, Kabupaten Kupang selama 21 hari. Penelitian percobaan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) 4 perlakuan 5 ulangan dan setiap ulangan masing-masing 15 benih, sehingga setiap perlakuan membutuhkan 75 benih. Perlakuan yang dilakukan terdiri atas kontrol (SB₀); benih direndam air hangat 50°C selama 2 jam (SB₁); benih direndam air suhu normal selama 24 jam (SB₂); dan benih yang diskarifikasi (SB₃). Data yang diperoleh selama penelitian dianalisis menggunakan *analisis of variance* untuk menguji pengaruh perlakuan dengan nilai alfa 0,05. Perbedaan antar perlakuan diuji dengan *Duncan's multiple range test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa skarifikasi benih berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap semua variabel yang diukur. Perlakuan SB₃ secara signifikan mempercepat awal tumbuh daun (6,21 hari), jumlah daun (27,47 helai), panjang daun (15,51 cm), lebar daun (9,89 cm), awal tumbuh sulur (8,33 hari), panjang sulur (117,16 cm), dan laju tumbuh sulur tanaman (6,89 cm hari⁻¹). Disimpulkan bahwa teknik skarifikasi perlakuan benih (SB₃) merupakan perlakuan terbaik karena dapat mempengaruhi dan meningkatkan pertumbuhan tanaman *M. bracteata*.

Kata kunci: dormansi, *Mucuna bracteata*, pertumbuhan, skarifikasi.



PENDAHULUAN

Hijauan merupakan salah satu sumber utama pakan bagi ternak ruminansia. Ketersediaan hijauan pakan yang cukup dan berkualitas sangat menjaga keberlanjutan produksi ternak (Azizah *et al.* 2024). Penyediaan benih yang berkualitas tinggi terus dilakukan seiring pengembangan berbagai varietas tanaman yang mampu bertahan dalam berbagai kondisi lingkungan, memiliki kandungan nutrisi yang baik, dan mampu menghasilkan produksi yang tinggi. Salah satu tanaman yang memiliki potensi besar yang dapat digunakan sebagai sumber hijauan adalah *Mucuna bracteata*.

Tanaman *M. bracteata* merupakan salah satu jenis legume menjalar atau merambat yang banyak dijumpai di daerah perkebunan sawit maupun karet dan bisa dimanfaatkan sebagai hijauan sumber protein untuk ternak. Keunggulan *M. bracteata* yaitu mempunyai daun lebih lebar, pertumbuhan cepat, tahan terhadap kekeringan, kemampuan fiksasi nitrogen (N) dan produksi biomassa tinggi (Sitanggang *et al.* 2020; Syarovy *et al.* 2021). Produksi bahan kering tanaman *M. bracteata* berkisar 12,7-13,09 ton ha⁻¹ tahun⁻¹, serta kadar N daun mencapai 5,53% (Wahyuni 2019); kandungan bahan organik mencapai 81,44% dan protein kasar 18,06% (Sirait *et al.* 2009); sedangkan Darmin *et al.* (2024) melaporkan bahwa tanaman *M. bracteata* memiliki kandungan bahan organik daun dan batang masing-masing mencapai 89,30% dan 88,50%, sedangkan kandungan protein kasar daun dan batang masing-masing mencapai 27,10% dan 12,64%.

Tanaman *M. bracteata* diperbanyak atau dibudidayakan secara generatif dan vegetatif. Namun, yang menjadi kendala ketika budidaya secara generatif melalui biji adalah rendahnya daya kecambah dan juga masa dormansi benih yang cukup lama. Daya kecambah biji *M. bracteata* tanpa perlakuan menurut Astari *et al.* (2014) 5%; Fefirenta *et al.* (2023) 12%; dan Imbiri *et al.* (2022) 38,7%. Hal ini menjadi bukti bahwa kulit biji yang keras menjadi masalah utama pada proses perkecambahan. Ketebalan dan impermeabilitas kulit biji akan mempengaruhi waktu dan proses perkecambahan (Ariyanti *et al.* 2017). Tingkat kemasakan biji juga akan mempengaruhi mutu biji dan hormon yang mengendalikan perkecambahan dan dormansi biji (Kurnianingrum & Rosya, 2024). Struktur kulit biji yang keras menyulitkan air dan oksigen masuk ke dalam biji, sehingga menghambat pertumbuhan radikula dan plumula (Rumahorbo *et al.* 2020).

Kerasnya kulit benih dapat menghambat absorpsi air yang mengakibatkan dormansi dan rendahnya daya kecambah, namun dapat diatasi dengan teknik skarifikasi. Perlakuan skarifikasi berperan dalam meningkatkan persentase tumbuh benih (Panggabean 2021). Menurut Smiderle & Souza (2021), skarifikasi meningkatkan metabolisme dan embrio biji cepat

berkembang sehingga memperoleh bibit yang kuat dan pertumbuhannya cepat. Benih yang tumbuh dengan cepat dan normal dapat dengan mudah beradaptasi dengan lingkungan (Sari *et al.* 2023). Pertumbuhan organ vegetatif (akar, batang dan daun) juga dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman (Syifa *et al.* 2020).

Menurut Badan Standar Nasional Indonesia (SNI), persentase daya kecambah benih yang baik adalah >85%. Skarifikasi dapat mempercepat munculnya radikula dan plumula. Sinergis dengan hasil penelitian Afandi *et al.* (2018) skarifikasi dengan pematihan dormansi membutuhkan 4,3 hari dengan persentase 81,33% dan Mewangi *et al.* (2019) melaporkan 87,5%, dan juga Astari *et al.* (2014) melaporkan 91,67%. Walaupun skarifikasi meningkatkan daya kecambah, namun belum terbukti dapat mempercepat tumbuhnya daun dan sulur, jumlah daun, ukuran daun, ukuran sulur dan laju tumbuh tanaman. Jadi, berdasarkan uraian di atas maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh skarifikasi benih terhadap pertumbuhan tanaman *Mucuna bracteata*.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Lahan Pertanian Prof. Bale-Therik, Desa Noelbaki, Kecamatan Kupang Tengah, Kabupaten Kupang, selama 21 hari pada bulan September-Oktober 2023. Alat dan bahan penelitian meliputi benih *M. bracteata* yang digunakan merupakan benih yang sudah dibersihkan dan dipilih dengan baik. Mempersiapkan tempat penelitian dengan membasmi semua gulma dan juga menggali tanah. Penelitian ini menggunakan jenis tanah vertisol yang digali langsung dilahan pertanian tersebut kemudian tanah yang bongkahan besar dihancurkan sampai ukurannya kecil dan disiram air agar rata dan halus. Penelitian ini tanpa adanya penambahan pupuk pada media tanam. Polybag yang sudah terisi tanah disusun berdasarkan perlakuan yang sudah disiapkan dalam proses penanaman benih.

Prosedur penelitian, pada bagian pertama benih yang ditanam di dalam polybag tanpa adanya perlakuan khusus atau hanya sebagai kontrol. Perlakuan yang kedua, sebelum benih ditanam di dalam polybag, terlebih dahulu benih direndam air hangat 50°C selama 2 jam di dalam termos air yang sudah diukur suhunya menggunakan thermometer. Perlakuan ketiga, mempersiapkan botol aqua yang sudah terisi air suhu normal kemudian dimasukan benih *M. bracteata*. Benih direndam di suhu normal selama 24 jam sebelum ditanam dalam polybag. Perlakuan yang keempat kulit benih (*spermodermis*) dilukai atau dikupas kulitnya pada salah satu bagian ujung benih menggunakan pisau.

Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan menyiram setiap pagi dan juga memperhatikan serta membersihkan gulma yang tumbuh dalam polybag agar tanaman dapat bertumbuh dengan baik. Setelah benih ditanam maka dilakukan pengamatan untuk variabel

awal tumbuh daun dan awal tumbuh sulur. Umur 21 hari setelah semai mulai menghitung jumlah daun, serta melakukan pengukuran panjang dan lebar daun, serta panjang sulur menggunakan meteran pita, dan menghitung laju tumbuh sulur.

Variabel yang diamati meliputi awal tumbuh daun (hari): pengamatan dilakukan pada saat tumbuh daun pertama, dihitung sejak hari pertama benih disemai. Jumlah daun (*helai*): jumlah daun dihitung berdasarkan daun yang telah membuka). Proses perhitungan daun dilakukan sampai tanaman berumur 21 hari. Panjang dan lebar daun (cm): panjang daun diukur mulai dari pangkal daun hingga ujung daun, sedangkan lebar daun diukur pada bagian tengah daun (Andarini et al. 2020). Proses pengukuran panjang dan lebar daun dilakukan pada tanaman berumur 21 hari. Awal tumbuh sulur (hari): pengamatan dilakukan pada saat tumbuh sulur pertama, dihitung sejak hari pertama benih disemai. Panjang sulur (cm): Panjang sulur diukur dari pangkal sampai titik tumbuh tanaman (Khairiyah et al. 2017). Proses pengukuran dilakukan pada tanaman berumur 21 hari. Laju tumbuh sulur tanaman (cm hari⁻¹): laju tumbuh sulur tanaman dapat diukur dengan mengamati panjang sulur dari waktu ke waktu. Rumus Laju tumbuh sulur menurut Fadjeri et al. (2021) adalah:

$$\text{Laju Pertumbuhan Tanaman} \left(\frac{\text{cm}}{\text{hari}} \right) = \frac{P_2 - P_1}{W}$$

Keterangan:

LPT	=	Laju pertumbuhan tanaman
P ₁	=	Pengukuran pertama
P ₂	=	Pengukuran kedua
W	=	Jarak hari antar dua pengukuran

Rancangan percobaan pada penelitian adalah rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 5 ulangan dan setiap ulangan sebanyak 15 tanaman, sehingga setiap perlakuan membutuhkan 75 benih dan total semuanya adalah 300 benih *M. bracteata*. Adapun perlakuan tersebut adalah: SB₀ = kontrol, SB₁ = benih direndam air hangat 50°C (2 jam), SB₂ = benih direndam air suhu normal (24 jam), dan SB₃ = benih dilukai. Data dianalisis menggunakan *analysis of variance* (ANOVA) untuk menguji pengaruh perlakuan dengan nilai alfa 0,05. Perbedaan yang nyata antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji Duncan. Pengolahan data dilakukan dengan Software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versi 25.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Awal Tumbuh Daun

Perlakuan skarifikasi biji berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap awal tumbuh daun tanaman *M. bracteata* (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa dengan skarifikasi maka dapat mempercepat proses tumbuhnya daun tanaman *M. bracteata*. Awal tumbuhnya daun erat kaitannya dengan kecepatan tumbuh benih. Benih akan cepat berkecambah jika dilakukan skarifikasi yang

bertujuan untuk mempercepat penyerapan air ke dalam benih agar bisa cepat berkecambah. Air dan oksigen dalam biji dapat mengaktifkan enzim dan terjadi proses metabolisme (Zahra & Isda, 2023). Menurut Situmorang et al. (2023) bahwa proses imbibisi, mengaktifkan enzim dan metabolisme, melunakkan kulit biji, menyediakan oksigen, dan mengangkut nutrien, merupakan peran air dalam pertumbuhan benih. Anafarida et al. (2021) menambahkan bahwa penyerapan air oleh benih secara fisik melalui difusi dan osmosis, yang mengaktifkan sel dan enzim untuk memulai proses pemecahan cadangan makanan dan akhirnya menumbuhkan embrio menjadi kecambah. Hasanuzzaman et al. (2013) menjelaskan bahwa perkecambahan biasanya dimulai dengan penyerapan air, penggunaan makanan yang tersimpan, pembentukan protein, serta munculnya radikula. Ketersediaan karbohidrat dan protein yang cukup akan membantu meningkatkan pertumbuhan akar, batang, serta daun secara optimal (Sari et al. 2019). Masuknya air ke dalam benih memicu dimulainya proses perkecambahan. Ketersediaan air dapat mempengaruhi pertumbuhan organ vegetatif (akar, batang, dan daun), serta bisa meningkatkan pertumbuhan tanaman (Syifa et al. 2020).

Perlakuan benih dilukai (SB₃) berbeda nyata terhadap perlakuan benih direndam air suhu normal selama 24 jam (SB₂), perlakuan benih direndam air hangat 50°C selama 2 jam (SB₁) dan tanpa skarifikasi (SB₀) namun perlakuan SB₂ dan SB₁ sama. Perlakuan SB₃ merupakan yang paling cepat tumbuh daun, sedangkan yang paling lama pada perlakuan SB₀. Semakin cepat waktu benih untuk berkecambah, maka akan semakin cepat proses pertumbuhan, termasuk daun. Skarifikasi dengan pelukaan kulit biji akan lebih cepat menyerap air sehingga mempercepat proses perombakan makanan dalam benih agar terjadi proses perkecambahan. Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian Darmin et al. (2024), melaporkan bahwa benih *M. bracteata* yang diskarifikasi dilukai (SB₃) daya kecambah mencapai 98%, dan kecepatan tumbuh benih mencapai 25% per etmal lebih tinggi daripada perlakuan SB₀, SB₁ dan SB₂. Afandi et al. (2018) menjelaskan bahwa penguraian karbohidrat, lemak, dan protein menjadi larut kemudian ditranslokasikan ke titik-titik tumbuh. Proses asimilasi dari bahan-bahan yang telah diuraikan ke maristematik tersebut menghasilkan energi untuk pembentukan komponen dan pertumbuhan sel-sel baru, dan juga pertumbuhan kecambah melalui proses pembelahan, pembesaran, dan pembagian sel-sel pada titik tumbuh.

Pada Tabel 1, awal tumbuh daun SB₁ 9,54 hari dan SB₂ 9,58, lebih cepat daripada SB₀ 11,29 hari. Perendaman benih dengan air hangat dan air suhu normal selama 24 jam juga mampu mempercepat awal tumbuhnya daun. Skarifikasi pada biji dilakukan untuk memudahkan terjadinya imbibisi air sehingga perkecambahan terjadi lebih cepat sehingga mempercepat juga tumbuhnya daun. Menurut Nurhaliza et al. (2023), menyatakan bahwa merendam benih dengan suhu tertentu dan lamanya waktu perendaman akan meningkatkan dan

Tabel 1 Pengaruh perlakuan skarifikasi benih terhadap awal tumbuh daun, jumlah daun, panjang dan lebar daun, awal tumbuh sulur, panjang sulur, dan laju tumbuh sulur tanaman

Variabel	Perlakuan				Nilai p
	Sb ₀	Sb ₁	Sb ₂	Sb ₃	
Awal tumbuh daun (hari)	11,29±1,62 ^c	9,54±0,62 ^b	9,58±0,93 ^b	6,21±0,23 ^a	0,001
Jumlah daun (helai)	14,43±2,81 ^a	17,58±2,38 ^b	18,14±2,71 ^b	27,47±0,21 ^c	0,001
Panjang daun (cm)	14,1±0,27 ^a	15,8±0,22 ^b	15,43±0,66 ^b	15,51±0,28 ^b	0,001
Lebar daun (cm)	8,9±0,76 ^a	10,21±0,45 ^b	9,69±0,31 ^b	9,89±0,08 ^b	0,001
Awal tumbuh sulur (hari)	13,7±1,21 ^c	12,07±1,10 ^b	11,28±1,61 ^b	8,33±0,39 ^a	0,001
Panjang sulur (cm)	60,58±5,38 ^a	86,15±10,40 ^b	88,39±11,24 ^b	117,16±3,50 ^c	0,001
Laju tumbuh sulur (cm/hari)	3,78±0,33 ^a	5,06±0,61 ^b	5,19±0,66 ^b	6,89±0,20 ^c	0,001

Keterangan: Superskip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($p < 0,01$). SB₀ = Kontrol atau tanpa skarifikasi; SB₁ = benih direndam air hangat 50°C (2 jam); SB₂ = benih direndam air suhu normal (24 jam); SB₃ = benih dilukai.

mempercepat perkecambahan benih. Lebih lanjut, Wijayanti (2023) menjelaskan bahwa skarifikasi memberikan efek positif terhadap pertumbuhan tanaman, seperti meningkatkan daya kecambah, mempercepat perkecambahan, mempengaruhi vigor benih dan pematangan dormansi.

Skarifikasi benih lebih cepat dalam pertumbuhan awal daun. Perlakuan skarifikasi biji memperlihatkan pertumbuhan bibit yang lebih baik dibandingkan dengan benih yang tanpa skarifikasi (Hasanein 2010). Menurut Marsiwi (2012), bahwa air hangat dapat mematahkan dormansi fisik pada *Leguminosae* yang menyebabkan pecahnya lapisan *macroscleireid* atau merusak tutup *strophliar*. Winarni (2017), melaporkan bahwa benih yang direndam air selama 24 jam memiliki persentase daya kecambah yang tinggi mencapai 80%, hal ini dikarenakan benih mendapat suplai air yang cukup untuk mempercepat perkecambahan.

Jumlah Daun

Perlakuan skarifikasi biji berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap jumlah daun tanaman *M. bracteata* (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa skarifikasi benih dapat meningkatkan jumlah daun. Meningkatnya jumlah daun berkaitan dengan lebih cepatnya waktu berkecambah dan awal tumbuh daun pada benih yang diskarifikasi (Tabel 1). Hasil penelitian Darmin et al. (2024), melaporkan bahwa waktu berkecambah benih yang diskarifikasi lebih cepat yaitu hari ke-4. Benih yang diskarifikasi dapat melunakkan kulit benih sehingga penyerapan air dan oksigen segera terjadi dan akan masuk ke dalam benih (Hartawan 2016). Benih yang lebih cepat berkecambah akan mempengaruhi proses awal munculnya daun dan juga jumlah daun. Daun sangat berhubungan dengan aktivitas fotosintesis karena mengandung kolrofil, semakin banyak jumlah daun maka hasil fotosintesis semakin tinggi, sehingga tanaman tumbuh dengan baik (Ardiansyah et al. 2022).

Perlakuan SB₃ berbeda nyata terhadap perlakuan SB₂, SB₁ dan SB₀ namun perlakuan SB₂ dan SB₁ sama. Hasil penelitian Darmin et al. (2024) melaporkan bahwa awal benih mulai berkecambah yang diskarifikasi yaitu hari ke-4 SB₁ sebesar 16%, SB₂ sebesar 20% dan SB₃ sebesar 92% sedangkan benih yang tanpa skarifikasi (SB₀) mulai berkecambah hari ke-5 dengan persentase perkecambahan sebesar 12%. Perlakuan SB₃

memperlihatkan jumlah daun tertinggi, sedangkan SB₀ paling rendah. Hal ini dapat dijelaskan bahwa rendahnya daya kecambah disebabkan oleh ketebalan kulit biji sehingga sulit ditembus oleh air. Kulit biji mempengaruhi penyerapan air dan pertukaran gas sehingga mempengaruhi proses perkecambahan (Kamaludin 2016). Benih yang diskarifikasi memiliki lebih banyak jumlah daun karena lebih cepat berkecambah dan tumbuh daun. Hal ini didasari oleh benih yang diskarifikasi lebih cepat menyerap air dan gas sehingga mempercepat proses perkecambahan. Panjang sulur memiliki hubungan dengan jumlah daun, buku-buku pada sulur menjadi tempat terbentuknya petiolus atau tangkai daun.. Putri et al. (2017) menyatakan bahwa tanaman yang memiliki jumlah daun lebih banyak cenderung pertumbuhannya cepat. Salah satu faktor terpenting dalam menentukan laju pertumbuhan tanaman adalah jumlah daun. Semakin banyak daun yang dimiliki tanaman, semakin tinggi fotosintesisnya, sehingga pertumbuhan tanaman semakin optimal (Adiwirman et al. 2020).

Sari et al. (2019) menjelaskan bahwa semakin banyak daun yang dimiliki tanaman, maka proses fotosintesis semakin efisien, serta cadangan makanan dalam tanaman bertambah. Cadangan makanan ini kemudian digunakan sebagai bahan baku dalam proses respirasi sehingga menghasilkan energi yang diperlukan dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Karbohidrat dan protein sangat diperlukan dalam pembentukan daun. Daun yang tumbuh semakin banyak, maka semakin meningkatkan proses fotosintesis sehingga cadangan makanan untuk pertumbuhan semakin bertambah. Peningkatan jumlah sel, pertumbuhan ukuran sel, dan banyaknya unsur hara yang diserap akar akan mempengaruhi jumlah daun tanaman (Maria & Tuhuteru, 2019).

Panjang dan Lebar Daun

Perlakuan skarifikasi biji berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap panjang dan lebar daun tanaman *M. bracteata* (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa skarifikasi benih dapat meningkatkan dan mempengaruhi ukuran daun. Ukuran daun pada perlakuan benih yang diskarifikasi lebih tinggi karena waktu berkecambah lebih cepat yaitu hari ke-4 dan lebih cepat muncul daun. Wijayanti (2023), menjelaskan

bahwa kondisi pertumbuhan yang lebih baik sejak awal, bibit yang dihasilkan dari benih yang diskarifikasi akan memiliki pertumbuhan yang lebih baik juga termasuk pertumbuhan dan perkembangan daun. Ukuran daun menentukan laju fotosintesis dan tanaman akan meningkatkan laju pertumbuhan daunnya supaya bisa menangkap cahaya secara maksimal untuk proses fotosintesis (Zakiyah et al. 2018).

Pada Tabel 1 terlihat perlakuan SB₃, SB₂, SB₁ sama namun berbeda nyata terhadap perlakuan SB₀. Skarifikasi biji meningkatkan absorpsi air dan perkecambahan menjadi lancar sehingga biji dapat cepat berkecambah. Skarifikasi suatu biji yang akan semakin memudahkan perkecambahan biji (Lensari et al. 2023). Waktu berkecambah, awal tumbuh daun, tumbuh sulur, panjang sulur, dan juga jumlah daun sangat mempengaruhi ukuran daun. Jumlah dan ukuran daun memiliki keterkaitan yang berpengaruh terhadap proses fotosintesis yang lebih optimal (Rehatta et al. 2023). Jumlah dan ukuran daun berbanding lurus dengan pembentukan klorofil karena klorofil sebagian besar berada pada daun, Sehingga semakin banyak klorofil terbentuk maka jumlah dan luas daun akan bertambah pula (Suwanto 2013).

Menurut Setyanti et al. (2013) meningkatnya ukuran daun merupakan upaya tanaman untuk mengefisienkan penangkapan cahaya fotosintesis secara normal. Taulabi et al. (2024) menjelaskan bahwa pembentukan daun semakin banyak dipengaruhi oleh cahaya yang diterima daun. Selanjutnya fotosintat yang dihasilkan akan diakumulasi untuk perkembangan organ vegetasi tanaman seperti akar, batang, dan daun (Firmanto et al. 2022). Rochmah et al. (2016) melaporkan bahwa peningkatan ukuran daun trifoliolate merupakan cara untuk meningkatkan efisiensi penangkapan cahaya matahari serta membantu menjaga keseimbangan penggunaan hasil fotosintesis.

Awal Tumbuh Sulur

Perlakuan skarifikasi biji berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap awal tumbuh sulur tanaman *M. bracteata* (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa skarifikasi benih dapat mempercepat dan memengaruhi tumbuhnya sulur. Skarifikasi efektif dalam mempercepat imbibisi pada benih serta bisa merombak cadangan makanan dan disalurkan untuk mempercepat proses perkecambahan dan dapat mempengaruhi pertumbuhan. Aprilia et al. (2020) menyatakan bahwa skarifikasi adalah salah satu metode *pre-treatment* yang bertujuan untuk memecahkan keadaan dormansi dan mempercepat proses kecambahnya. Cepatnya waktu biji berkecambah berdampak positif terhadap proses pertumbuhan, yang juga akan lebih cepat yang ditandai dengan cepatnya muncul daun dan sulur. Skarifikasi dapat meningkatkan daya kecambah dan waktu perkecambahan sehingga kecepatan tumbuh benih per hari juga semakin meningkat.

Perlakuan SB₃ berbeda nyata terhadap perlakuan SB₂, SB₁ dan SB₀ namun perlakuan SB₂ dan SB₁ sama.

Perlakuan SB₃ lebih cepat tumbuh sulur dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini dikarenakan skarifikasi dengan dilukai mampu meningkatkan imbibisi air bisa masuk ke dalam biji sehingga terjadi proses metabolisme untuk menghasilkan energi sehingga mempercepat proses perkecambahan. Pelukaan kulit biji adalah metode yang paling baik karena dapat meningkatkan kemampuan biji untuk tumbuh (Sari et al. 2014). Menurut Mistian et al. (2012), pelukaan pada biji dapat mempercepat dan meningkatkan persentase perkecambahan. Hasil penelitian Darmin et al. (2024) melaporkan bahwa kecepatan waktu berkecambah pada perlakuan SB₃ yaitu hari ke-4 dengan persentase perkecambahan mencapai 92%. Lebih lanjut dijelaskan bahwa kecepatan berkecambah SB₁ dan SB₂ yaitu hari ke-4 namun persentase perkecambahan lebih rendah dari SB₃ dan lebih tinggi dari SB₀ yang mulai berkecambah pada hari ke-5. Kecepatan pertumbuhan biji dapat dilihat dari kecepatan proses perkecambahan dalam waktu yang lebih singkat (Perdana et al. 2023). Benih yang cepat tumbuh maka akan lebih cepat munculnya daun dan sulur sehingga mempengaruhi ukuran daun dan sulur juga.

Panjang Sulur

Pada Tabel 1 terlihat perlakuan skarifikasi biji berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap panjang sulur tanaman *M. bracteata*. Hal ini menunjukkan bahwa skarifikasi benih dapat meningkatkan dan mempengaruhi panjang sulur. Panjang sulur sangat berkaitan dengan kecepatan benih berkecambah karena waktu perkecambahan yang cepat akan mempercepat juga proses pertumbuhan organ vegetatif tanaman. Benih yang diskarifikasi memiliki pertumbuhan awal yang baik sehingga bibit yang dihasilkan pertumbuhan dan perkembangannya baik juga (Wijayanti 2023). Skarifikasi benih dapat dengan mudah memasukkan air dan oksigen sehingga proses oksidasi membentuk energi perkecambahan dan memicu biji untuk memulai proses perkecambahan (Widhiyartini et al. 2013). Lensari et al. (2023) melaporkan bahwa skarifikasi biji akan semakin memudahkan perkecambahan dan juga mempercepat perkecambahan biji sehingga mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan tunas, atau yang disebut sulur, merupakan hasil perkembangan dan pertumbuhan sel yang didasarkan pada tersedianya unsur hara yang disediakan oleh akar untuk metabolisme dan sintesis protein (Lakitan 2006).

Pada Tabel 1 terlihat perlakuan SB₃ berbeda nyata terhadap perlakuan SB₂, SB₁ dan SB₀ namun perlakuan SB₂ dan SB₁ sama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa benih yang dilukai menghasilkan panjang sulur tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa dengan dilukai, maka akan lebih cepat penyerapan air dan gas sehingga benih cepat berkecambah dan bertumbuh sehingga mempengaruhi panjang sulur. Skarifikasi benih dengan dilukai sangat efektif mempercepat imbibisi pada biji sehingga mempercepat proses metabolisme dalam benih yang kemudian menyebabkan biji cepat untuk tumbuh

(Romdyah *et al.* 2020). Perlakuan SB₁ dan SB₂ sama dan lebih tinggi dari SB₀ (Tabel 1.). Hal ini dijelaskan oleh De Lima (2012) bahwa air juga berperan dalam melunakkan kulit biji, membantu masuknya oksigen, pengenceran protoplasma dan alat transportasi makanan. Oksigen dibutuhkan pada proses oksidasi untuk membentuk energi perkecambahan, sehingga dengan masuknya air ke dalam biji maka hal ini akan memulai suatu proses perkecambahan. Perlakuan SB₀ memiliki ukuran sulur paling rendah dari perlakuan lainnya, karena waktu yang diperlukan untuk berkecambah lebih lama dan persentase pekecambahan rendah. Ketebalan kulit biji akan berdampak kepada proses perkecambahan biji sehingga sulit terjadi proses imbibisi (Bramasto *et al.* 2015). Dormansi biji dapat disebabkan oleh impermeabilitas kulit biji terhadap air. Jumlah dan ukuran daun mempengaruhi panjang sulur, sehingga proses fotosintesis dapat dilakukan secara maksimal untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Sesuai laporan Rehatta *et al.* (2023), bahwa semakin banyak jumlah dan ukuran daun, maka proses fotosintesis semakin optimal. Putri *et al.* (2017) menjelaskan bahwa tanaman yang memiliki jumlah daun yang banyak akan mempunyai pertumbuhan yang lebih cepat.

Laju Tumbuh Sulur

Pada Tabel 1 perlakuan skarifikasi biji berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap laju tumbuh sulur tanaman *M. bracteata*. Hal ini menunjukkan bahwa skarifikasi biji dapat meningkatkan dan mempengaruhi laju tumbuh sulur tanaman. Laju pertumbuhan tanaman berhubungan dengan laju perkecambahan, di mana semakin cepat biji berkecambah, maka akan lebih cepat juga proses pertumbuhan dan pembentukan daun. Cepat atau lambatnya biji berkecambah tergantung pada proses pematangan dormansi biji. Proses skarifikasi merangsang dan mempercepat pembelahan serta pertumbuhan sel-sel akar karena masuknya air dan oksigen (Dethan *et al.* 2020). Masuknya air akan merombak makanan untuk menghasilkan energi. Energi ini akan memicu perkecambahan, serta kekuatan biji akan meningkat, yang berdampak pada kecepatan berkecambah biji yang semakin tinggi.

Cadangan makanan pada biji menjadi unsur penting dalam pertumbuhannya. Komponen-komponen seperti karbohidrat, lemak, dan protein mengalami penguraian menjadi bentuk-bentuk yang mudah larut, kemudian dibawah ke titik pertumbuhan untuk mendukung pembentukan sel baru. Metabolisme tanaman yang lebih sempurna adalah pertumbuhan yang dapat meningkatkan pertumbuhannya serta peningkatan tinggi tanaman (Istina 2016). Syifa *et al.* (2020) menyebutkan bahwa ketersediaan nutrisi dan air memengaruhi pertumbuhan tanaman, baik pada bagian vegetatif maupun tinggi tanaman.

Pada Tabel 1 terlihat perlakuan SB₃ berbeda nyata terhadap perlakuan SB₂, SB₁ dan SB₀ namun perlakuan SB₂ dan SB₁ sama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biji yang dilukai menghasilkan laju tumbuh sulur paling

tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan biji dapat mempercepat dan meningkatkan persentase perkecambahan (Mistian *et al.* 2012). Kecepatan tumbuh biji juga berkaitan dengan laju tumbuh sulur yang dimana semakin cepat biji tumbuh maka pertumbuhan sulurnya lebih cepat dan panjang. Kecepatan tumbuh biji merupakan cerminan dari jumlah biji yang tumbuh setiap hari, sedangkan perlakuan SB₃ dalam penelitian ini memperoleh kecepatan tumbuh biji paling tinggi, karena dengan perlakuan pada kulit biji menyebabkan embrio lebih cepat mengalami proses biokimia sehingga mempercepat proses perkecambahan (Mulyani *et al.* 2018). Hasil penelitian Darmin *et al.* (2024) melaporkan bahwa kecepatan tumbuh biji pada perlakuan SB₃ mencapai 25% *etmal* lebih tinggi daripada perlakuan lainnya. Sedangkan pada perlakuan SB₁ dan SB₂ lebih tinggi daripada perlakuan SB₀ karena biji yang disemai kulitnya sudah lunak sehingga lebih cepat berkecambah. Perendaman biji dengan lama waktu yang berbeda mampu melunakkan dan membuka pori-pori kulit biji yang keras sehingga air bisa tembus masuk ke dalam biji (Nurshanti 2013).

SIMPULAN

Teknik skarifikasi perlakuan biji (SB₃) merupakan perlakuan terbaik karena dapat mempengaruhi dan meningkatkan awal tumbuh daun, jumlah daun, panjang dan lebar daun, awal tumbuh sulur, panjang sulur dan laju tumbuh sulur tanaman *Mucuna bracteata*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwirman F, Silvina & Hutahaeen E. 2020. Pengaruh lama perendaman dalam zat pengatur tumbuh auksin dan asal bahan setek terhadap pertumbuhan setek tanaman lada (*Piper nigrum* L.). *Jurnal Agroteknologi Tropika*. 9(1): 20-29.
- Afandi A, Parwati WDU & Titaryani NM. 2018. Pengaruh pematangan dormansi dan frekuensi penyiraman terhadap pertumbuhan *Mucuna bracteata*. *Jurnal Agromast*. 3(2): 1-13. <http://journal.instiperjogja.ac.id/index.php/JAI/article/view/819>
- Anafarida O, Susilawati IO & Rusmana. 2021. Pengaruh suhu air dan H₂SO₄ serta lama perendaman terhadap pematangan dormansi biji sengan (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby & J.W. Grimes). *Jurnal Galam*. 2(1): 41-53. Doi: 10.20886/GLM.2021.2.1.41-53.
- Andarini YN, Afza H & Sutoro. 2020. Pendugaan luas daun tanaman Talas (*Colocasia esculenta*). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 25(4): 610–617. doi: 10.18343/jipi.25.4.610
- Aprilia CY, Liman M & Wijaya AK. 2020. Pengaruh perlakuan skarifikasi terhadap daya kecambah tanaman saga pohon (*Adenanthera pavonina* L.). *Journal of Research and Innovation of Animals*. 4(1): 27-34. e-ISSN: 2598-3067.
- Ardiansyah M, Nugroho B & Sa'diyah K. 2022. Estimasi kadar klorofil dan kadar n daun jagung menggunakan *chlorophyll* content index. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 24(2): 53-61. DOI: <http://dx.doi.org/10.29244/jitl.24.2.53-61>
- Ariyanti M, Soleh MA & Maxiselly Y. 2017. Respon pertumbuhan tanaman aren (*Arenga pinnata* Merr.) dengan pemberian pupuk organik dan pupuk anorganik berbeda dosis. *Kultivasi Universitas Padjadjaran*. 16(1): 271-278. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v16i1.11543>
- Astari RP, Rosmayati, & Bayu ES. 2014. Pengaruh pematangan dormansi secara fisik dan kimia terhadap kemampuan berkecambah biji

- Mucuna (*Mucuna bracteata* D.C.). *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 2(2): 803-812. doi:[10.32734/jaet.v2i2.7168](https://doi.org/10.32734/jaet.v2i2.7168)
- Azizah YHN, Nyimas PI & Mansyur. 2024. Kualitas fisik wafer pakan berbahan dasar rumput gajah mini dan legume indigofera dengan komposisi yang berbeda. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*. 22(2): 98-102. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnalintp/article/view/57056>.
- Bramasto Y, Wijayanto N & Siregar IZ. 2015. Morfologi, anatomi dan kandungan kimia benih mindi dari berbagai asal benih. *Jurnal Penelitian Ekonomi dan Sosial Kehutanan*. 3(1): 11-23. <https://www.neliti.com/id/publications/479837/>
- Darmin V, Mullik ML, Dami Dato TO, Sulistijo EJ & Koten BB. 2024. Uji pertumbuhan dan pengaruh umur pindah tanam terhadap produksi dan kandungan nutrisi tanaman *Mucuna bracteata* pada lahan kering, iklim kering di Pulau Timor. *Tesis*. Kupang :Program Magister Ilmu Peternakan, Fakultas Peternakan, Kelautan dan Perikanan, Universitas Nusa Cendana.
- De Lima D. 2012. Pengaruh waktu perendaman dalam air panas terhadap daya kecambah leguminosa centro (*Centrosema pubescens*) dan siratro (*Macroptilium atropurpureum*). *Agrinimal*. 2(1): 26-29. https://ejournal.unpatti.ac.id/ppr_paperinfo_lnk.php?id=315
- Dethan IY, Solle H & Hendrik AC. 2020. Pengaruh skarifikasi kimia terhadap perkecambahan benih jambu mete (*Anacardium occidentale* L.). *Jurnal Saintek Lahan Kering*. 3(2): 47-50. <https://media.neliti.com/media/publications/486104-none-a59230e3.pdf>
- Fadjeri M, Malaysia E & Aquastini D. 2021. Studi pertambahan panjang sulur liana berdaun lebar (*Merremia peltata*) di areal kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda. *Jurnal Agriment*. 6(1): 40-44.
- Fefirenta AD, Sunardi & Prawestri AD. 2023. Perkecambahan empat jenis legume cover crop (LCC). *Prosiding Seminar Nasional Biologi (SEMABIO)*. Bandung (ID) : Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati, DOI: <https://doi.org/10.15575/gdcs.v18i>
- Firmanto AD, Hartati E & Jelantik IGN. 2022. Increased growth of kume grass (*Sorghum plumosum*) and *Bothriochloa pertusa* through the introduction of various types of herbaceous leguminosae. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. 17(1): 68-74. <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/jispi/article/view/19691>
- Hartawan R. 2016. Skarifikasi dan KNO₃ mematahkan dormansi serta meningkatkan viabilitas dan vigor benih aren (*Arenga pinnata* Merr.). *Jurnal Media Pertanian*. 1(1): 1-10. <https://jagro.unbari.ac.id/index.php/agro/article/view/10>
- Hasanein AMA. 2010. Improving seed germination and seedling growth of some economically important trees by seed treatments and growing media. *Journal of Horticultural Sciences & Ornamental Plants (JHSOP)*. 2(1): 24-31. <https://www.researchgate.net/publication/312493243>
- Hasanuzzaman M, Nahar K, Alam M, Roychowdhury R & Fujita M. 2013. Physiological, biochemical, and molecular mechanisms of heat stress tolerance in plants. *International Journal of Molecular Sciences*. 14 (5): 9643-9684. doi: [10.3390/ijms14059643](https://doi.org/10.3390/ijms14059643)
- Imbiri AG, Hafsa S & Syamsuddin. 2022. Pengaruh beberapa konsentrasi H₂SO₄ terhadap pematangan dormansi dan vigor benih mucuna (*Mucuna bracteata* D.C.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa (JIM) Pertanian*. 7(4): 290-295. DOI: <https://doi.org/10.17969/jimfp.v7i4.22533>
- Istina IN. 2016. Peningkatan produksi bawang merah melalui teknik pemupukan NPK. *Jurnal Agro*. 3(1): 36-42. <https://doi.org/10.15575/810>
- Kamaludin K. 2016. Pengaruh perlakuan pengamplasan terhadap kecepatan berkecambah benih aren (*Arenga pinnata*). *Jurnal Piper*. 23(12): 166-176. DOI:<https://doi.org/10.51826/piper.v12i23.28>
- Khairiyah, Khadijah S, Iqbal M, Erwan S, Norlian & Mahdiannoor. 2017. Pertumbuhan dan hasil tiga varietas jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) terhadap berbagai dosis pupuk organik hayati pada lahan rawa Lebak. *Jurnal Zira'ah*. 42(3): 230-240.
- Kurnianingrum I & Rosya A. 2024. Optimalisasi pemberian zat pengatur tumbuh alami untuk perlakuan benih tomat (*Solanum esculentum*) dengan variasi konsentrasi guna peningkatan viabilitas benih. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia*. 9(1): 65-72. <https://doi.org/10.32503/HIJAU.V9i1.4912>
- Lakitan B. 2006. *Basics of Plant Physiology*. Penerbit Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Lensari D, Yuningsih L & Apriadha MY. 2023. Pematangan masa dormansi melalui skarifikasi dengan perendaman air panas dan dingin terhadap perkecambahan benih kaliandra (*Calliandra calothyrsus*). *Jurnal Hutan Tropis*. 11(3): 301-309. <https://ppip.ulm.ac.id/journal/index.php/jht/article/view/17624/9517>
- Marian E & Tuhuteru S. 2019. Pemanfaatan limbah cair tahu sebagai pupuk organik cair pada pertumbuhan dan hasil tanaman sawi putih (*Brasica pekinensis*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. 17(2): 134-144. DOI: [10.32528/agritrop.v17i2.2663](https://doi.org/10.32528/agritrop.v17i2.2663)
- Marsiwi T. 2012. Beberapa cara perlakuan benih aren (*Arenga pinnata* Merr.) untuk mematahkan dormansi. In: *Laporan Seminar Umum*. UGM, Yogyakarta.
- Mewangi JA, Suharsi TK & Surahman M. 2019. Uji daya berkecambah pada benih turi putih (*Sesbania grandiflora* L.). *Bulletin Agrohorti*. 7(2):130-137. doi:[10.29244/agrob.7.2.130-137](https://doi.org/10.29244/agrob.7.2.130-137)
- Mistian D, Meiriani M & Purba E. 2012. Respons perkecambahan benih pinang (*Areca catechu* L.) terhadap berbagai skarifikasi dan konsentrasi asam giberelat (Ga3). *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*. 1(1): 15-25. DOI: [10.32734/jaet.v1i1.657](https://doi.org/10.32734/jaet.v1i1.657)
- Mulyani C, Syukri & Kurniawan R. 2018. Respon perkecambahan benih kopi (*Coffea* sp.) terhadap skarifikasi dan perendaman dalam air kelapa. *Jurnal Penelitian Agrosamudra*. 5(1): 53-62. <https://ejournalunsam.id/index.php/jagrs/article/view/844>
- Nurhaliza A, Priyadi HR & Sunarya Y. 2023. Pengaruh berbagai pemecahan dormansi benih kopi arabika (*Coffea arabica* L.) terhadap perkecambahan. *Journal of Agrotechnology and Crop Science*. 1(1): 36-43. <https://jurnal.unsil.ac.id/index.php/jacrops/article/view/2783>
- Nurshanti DF. 2013. Tanggap perkecambahan benih palem ekor tupai (*Wodyetia bifurcate*) terhadap lama perendaman dalam air. *Jurnal Ilmiah Agriba*. 2(9):216-224.
- Panggabean NH. 2021. Pematangan dormansi benih kelapa sawit (*elaeis guineensis* jacq.). Menggunakan metode skarifikasi dan giberelin. *KLOROFIL: Jurnal Ilmu Biologi dan Terapan*. 4(2): 62-70. DOI:[10.30821/kfl.jibt.v4i2.8786](https://doi.org/10.30821/kfl.jibt.v4i2.8786)
- Perdana MA, Moeljani IR & Soedjarwo DP. 2023. Pengaruh masa simpan dan suhu simpan terhadap viabilitas dan vigor benih coating kedelai. *Jurnal Agrium*. 20(1): 1-7. <https://doi.org/10.29103/agrium.v20i1.10620>
- Putri D, Gustia H & Suryati Y. 2017. Pengaruh panjang entres terhadap keberhasilan penyambungan tanaman alpukat (*Persea americana* Mill.). *Jurnal Agrosains dan Teknologi*. 1(1): 32-45. <https://doi.org/10.24853/jat.1.1.32-45>
- Rehatta H, Lawalata IJ & Hiwy A. 2023. The effect of concentration of AB mix nutrition and plant media on plant growth and results green sawis (*Brassica rapa*) with a system substrat hydroponics. *Agrologia*. 12(1): 36-43. [10.30598/ajibt.v12i1.1653](https://doi.org/10.30598/ajibt.v12i1.1653)
- Rochmah HF, Wachjar A & Sulistyono E. 2016. Karakteristik agronomi bibit kopi arabika (*Coffea arabica* L.) pada berbagai interval penyiraman air. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Vokasi Indonesia: Inovasi Teknologi dan Pembangunan Sumberdaya Manusia Berdaya Saing Memasuki Era MEA*. Hal. 83-96.
- Romdyah NL, Riniarti M, Asmarahman C & Yuwono SB. 2020. Skarifikasi awal dan penambahan beberapa jenis zat pengatur tumbuh untuk percepatan perkecambahan benih kayu kuku (*Pericopsis moonianna* Thw). *Enviro Scientae*. 16(2): 296-308. <https://www.researchgate.net/publication/349559039>
- Rumahorbo ASR, Duryat & Bintoro A. 2020. Pengaruh pematangan masa dormansi melalui perendaman air dengan stratifikasi suhu

- terhadap perkecambahan benih aren (*Arenga pinnata*). *Jurnal Sylva Lestari*. 8(1): 77-84. <https://doi.org/10.23960/jsl1877-84>
- Sari HP, Hanum C & Charloq. 2014. Pertumbuhan dan daya kecambah (*Mucuna bracteata* D.C.) melalui pematihan dormansi dan pemberian zat pengatur giberelin (GA3). *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 2(2): 630-644. Doi: [10.32734/jaet.v2i2.7070](https://doi.org/10.32734/jaet.v2i2.7070)
- Sari P, Intara YI & Nazari APD. 2019. Pengaruh jumlah daun dan konsentrasi Rootone-F terhadap pertumbuhan bibit jeruk nipis lemon (*Citrus Limon* L.) asal stek pucuk. *ZIRAA'AH*. 44(3): 365-376. Doi: <http://dx.doi.org/10.31602/zmip.v44i3.2132>
- Sari VP, Lestari WP, Murtadho AR & Lestari RD. 2023. Analisis pengujian mutu benih secara fisiologis pada tanaman pangan. *Prosiding Seminar Nasional dan Call for Paper Hubisintek 2023*. Jurusan Agribisnis, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Duta Bangsa, Surakarta. Hal. 554-561.
- Setyanti YH, Anwar S & Slamet W. 2013. Karakteristik fotosintetik dan serapan fosfor hijauan alfalfa (*Medicago sativa*) pada tinggi pemotongan dan pemupukan nitrogen yang berbeda. *Animal Agriculture Journal*. 2(1): 86-96. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/aaj/article/view/2047>
- Sirait J, Simanihuruk K & Junjungan. 2009. Pemanfaatan *Mucuna bracteata* untuk pakan kambing: produksi, nilai nutrisi, palatabilitas dan pencernaan. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Loka Penelitian Kambing Potong. Sumatera Utara. Hal. 425-433.
- Sitanggang KD, Saragih SHY & Rizal K. 2020. Induksi pembungaan *Mucuna bracteata* menggunakan paklobutrazol dengan sistem tanam vertikal. *Jurnal Viabel Pertanian*. 14(2): 57-63. Doi:<https://doi.org/10.35457/viabel.v14i2.1251>
- Situmorang T, Qadir A & Maryati S. 2023. Perlakuan hidrasi-dehidrasi terhadap vigor dua lot benih kacang bambara (*Vigna subterranean* L. Verdc.). *Buletin. Agrohorti*. 11(1): 117-124.
- Smiderle OJ & Souza AG. 2021. Do scarification and seed soaking periods promote maximum vigor in seedlings of *Hymenaea courbaril*. *Journal of Seed Science*. 43(4): 1-8. doi:[10.1590/2317-1545v43i254481](https://doi.org/10.1590/2317-1545v43i254481)
- Suwarto. 2013. Perubahan klorofil, luas daun spesifik, dan efisiensi penggunaan cahaya ubi kayu pada sistem tumpang sari dengan jagung. *Buletin Agrohorti*. 1 (1) : 135 - 139. Doi:<https://doi.org/10.29244/agrob.1.1.135-139>
- Syarovy M, Santoso H & Sembiring DS. 2021. Pertumbuhan tanaman kelapa sawit pada lahan dengan tanaman penutup tanah *Mucuna bracteata* yang tidak terawat dan alang-alang (*Imperata cylindrica*). *Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit*. 26(1): 46-54. Doi: <https://doi.org/10.22302/iopri.war.warta.v26i1.46>
- Syifa T, Isnaeni S & Rosmala A. 2020. Pengaruh jenis pupuk anorganik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi pagoda (*Brassicae narinosa* L.). *AGROSCRIPT: Journal of Applied Agricultural Sciences*. 2(1): 21-33. DOI: [10.36423/agroscript.v2i1.452](https://doi.org/10.36423/agroscript.v2i1.452)
- Taulabi D, Nurhangga E, Bidara IS, Himawati S, Aprianti R, Devy L & Pitono J. 2024. Pengaruh ketinggian AB mix terhadap pertumbuhan caisim menggunakan modifikasi hidroponik sistem Wick. *Jurnal Hortikultura Indonesia*. 15(1): 16-22. Doi: <https://doi.org/10.29244/jhi.15.1.16-22>
- Wahyuni M. 2019. Biomassa hijauan *Mucuna bracteata* dan pengaruhnya terhadap kadar N tanah di perkebunan kelapa sawit. *Jurnal Agro Estate*. 3(2): 54-62. doi: 10.47199/jae.v3i2.64.
- Widhiyarni D, Suyadi M & Purwanto A. 2013. Pematihan dormansi benih tanjung (*Mimops elengi* L.) dengan skarifikasi dan perendaman kalium nitrat. *Jurnal Vegetalika*. 2(1): 22-33. Doi: <https://doi.org/10.22146/veg.1615>
- Wijayanti PR. 2023. Review Pematihan Dormansi Biji dengan Metode Skarifikasi Mekanik dan Kimia. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*. 5(2): 109-116. Doi.210.35941/JATL.
- Winarni E, Fitriani A, Purnomo & Panjaitan S. 2017. daya kecambah benih rotan jernang (*Daemonorops draco* Blume) dengan berbagai perlakuan perendaman dalam air. *Jurnal Hutan Tropis*. 5(2): 120-126. Doi:[10.20527/jht.v5i2.4365](https://doi.org/10.20527/jht.v5i2.4365)
- Zahra S & Isda MN. 2023. Lama waktu perendaman biji pala (*Myristica fragrans* H.) dengan penambahan kalium nitrat (KNO₃) terhadap perkecambahan biji. *Bio-Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*. 10(1): 82-90. Doi: <https://doi.org/10.31849/bl.v10i1.12143>
- Zakiah M, Manurung TF & Wulandari RS. 2018. Kandungan klorofil daun pada empat jenis pohon di *Arboretum sylva* indonesia pc. Universitas Tanjungpura. *Jurnal Hutan Lestari*. 6 (1) : 48 - 55. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jmfkh/article/view/23821/18691>