

PERTUMBUHAN ORGAN VEGETATIF TANAMAN MULTI FUNGSI PETAI (*Parkia speciosa*) DARI BIJI HINGGA SIAP TANAM

Ahmad Ihsan Rafi¹, Puji Lestari², Muhammad Rifqi Hariri³, Ahdiar Fikri Maulana⁴
Eko Prasetyo⁵

^{1,2,4,5}Program Studi Sarjana Terapan Pengelolaan Hutan, Departemen Teknologi Hayati dan Veteriner, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada

³ Pusat Riset Biosistemika dan Evolusi, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)

E-Mail: eko.prasetyo@ugm.ac.id

Submit: 27-8-2022

Revisi: 5-12-2022

Diterima: 1-2-2023

ABSTRAK

Pertumbuhan Organ Vegetatif Tanaman Multi Fungsi Petai (*Parkia speciosa*) dari Biji Hingga Siap Sapih. Tanaman MPTS merupakan tanaman yang bermanfaat ganda baik kayu maupun non kayunya seperti daun, buah, bunga, dan biji. Tanaman jenis ini menjadi pilihan dalam proyek rehabilitasi lahan dan hutan karena bermanfaat bagi masyarakat sekitar hutan. Salah satu jenis MPTS yang penting adalah petai dengan produk non kayu berupa buah. Keberhasilan budi daya petai tergantung dari pembibitannya, sehingga perlu diketahui tahapan perkecambahan bijinya. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan fase-fase perkecambahan dan pertumbuhan organ vegetatif petai. Biji petai diamati secara langsung (*direct observation*) dari awal penaburan sampai semai siap sapih. Organ yang tumbuh awal pada perkecambahan petai adalah radikula diikuti dengan plumula. Tipe perkecambahannya adalah epigeal dengan organ batang, akar, dan daun sempurna terbentuk pada hari ke-12. Penelitian ini memberikan informasi waktu penyapihan semai sehingga berdampak pada penyapihan bibit MPTS pada program rehabilitasi lahan dan hutan.

Kata kunci: Perkecambahan benih, Semai petai, Tanaman multi-fungsi.

ABSTRACT

Development of Vegetatif Organs of Multi-purpose Trees Species of Petai (*Parkia speciosa*) from Seed MPTS plants are a group of plants that have multiple benefits, both timber and non-timber, such as leaves, fruit, flowers, and seeds. This group has become a promising option for forest rehabilitation projects because it is also beneficial for the community around the forest. One of the important species of MPTS is petai with fruit as its important non-timber product. The success of petai cultivation depends on the quality of the seedling, so it is necessary to know the stages of seed germination. This study aims to describe the phases of germination and growth of petai vegetative organs. Petai seeds were observed directly from the sowing until the seedlings were ready for transplanting. The organs that grow early in petai germination are the radicle followed by the plumule. The germination type was epigeal with stem, root, and leaf organs fully formed on the 12th day. This study provides information on seedling transplanting time so that it has an impact on the preparation of MPTS seedlings for forest rehabilitation programs.

Keywords: Germination, seedling, Multi-purpose trees species.

1. PENDAHULUAN

Petai (*Parkia speciosa*) merupakan tanaman polong-polongan multifungsi yang populer di Indonesia. Biji petai merupakan sayuran favorit selain daun muda dan polong mudanya (Danarto, 2013). Selain itu, kulit biji petai

berpotensi sebagai sumber antioksidan dan bioethanol (Rianti et al., 2018; Saputro et al., 2021). Kayu petai umum digunakan untuk produksi pulp dan kertas karena memiliki kualitas serat kualifikasi I (Rulliaty, 2013). Jenis multifungsi ini banyak digunakan untuk kegiatan

rehabilitasi hutan dan lahan (RHL) di berbagai daerah (Jariyah, 2014; Sunandar & Sukmana, 2017; Yuniati et al., 2018; Mardhatillah et al., 2019; Anggana et al., 2019). Hal ini tidak terlepas dari preferensi masyarakat terhadap jenis penyusun kegiatan RHL yaitu berupa kayu yang menghasilkan buah (Yuniati et al., 2018).

Petai adalah jenis tanaman agroforestri pada daratan rendah. Jenis ini direkomendasikan menjadi alternatif tanaman agroforestri pada ketinggian 0-500 mdpl dengan iklim B,C,D (Perdirjen PDAS & HL, 2017). Meskipun demikian, petai juga dapat tumbuh pada ketinggian tempat 1.500 mdpl (Sunandar & Sukmana, 2017). Petai memiliki persyaratan iklim yaitu curah hujan 1600-2700 mm/tahun dan suhu 20-34°C (Sunandar & Sukmana, 2017). Selain kecocokan klimatis, jenis ini dapat berkontribusi pada penerimaan petani hasil pengusahaan agoforestri yang kontinyu. Selama 20 tahun petani mendapat penerimaan dari tanaman petai sebesar Rp 9.500.000,- per tahun (Ayu et al. 2015).

Buah petai merupakan salah satu komoditas ekspor yang sedang bertumbuh peminatnya (*emerging commodities*) selain jengkol dan ubi cilembu (Kementan, 2021). Hal ini dibuktikan dengan tembusnya petai Indonesia ke konsumen Jepang (DJBC Sumatera Utara, 2021). Kebutuhan semai petai cenderung meningkat di berbagai daerah karena tuntutan pasar yang semakin luas. Bibit siap tanam yang sesuai standard diperlukan untuk menopang produktivitas petai.

Petai dapat dikembangkan secara generatif maupun vegetatif. Pembiakan generatif dengan biji pada jenis ini lebih umum dilakukan karena lebih cepat menghasilkan bibit siap tanam dibandingkan pembiakan vegetatif (Purnomosidhi et al., 2007). Penelitian

semai petai banyak dijumpai pada proses penyemaian hingga bibit siap tanam dengan berbagai perlakuan seperti perbedaan bobot biji (Indriyani & Imelda, 2020), jenis skarifikasi (Purnomosidhi et al., 2013) dan variasi pupuk serta penyiraman (Aini, 2021). Pengamatan secara berkala pada pertumbuhan vegetatif semai petai belum banyak dilakukan. Pertumbuhan vegetatif adalah penambahan volume, jumlah, bentuk, dan ukuran organ-organ vegetatif seperti daun, batang, dan akar yang dimulai dari terbentuknya daun pada proses perkecambahan. Pengamatan pertumbuhan vegetatif pada semai petai penting dilakukan untuk mengetahui karakter atau tipe dan fase perkecambahan. Informasi tersebut dapat digunakan untuk memprediksi waktu semai menjadi bibit siap tanam.

2. METODA PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di persemaian sementara berupa tempat ternaung paranet 50% di Air Putih, Kecamatan Samarinda Ulu, Kota Samarinda. Pengamatan dilakukan selama 50 hari sejak 2 April 2021

2.2. Bahan dan Alat

Petai merupakan anggota famili Fabaceae dengan ciri khas memiliki tipe buah polong. Tipe buah ini merupakan tipe buah sejati dan tunggal. Di dalam satu buah terdapat banyak biji yang apabila telah tua dapat pecah dengan dua karpel. Biji petai yang digunakan sebagai biji sebaiknya telah berumur tua yang ditandai dengan ukuran biji yang telah penuh dan kulit berwarna hijau kehitaman. Semakin hitam warna kulit buah menunjukkan umur buah semakin tua. Selain itu biji yang menua juga ditandai dengan perubahan warna "kulit biji bagian dalam (tegmen)" yang

berubah dari putih menjadi jingga. Pada saat penanaman buah petai, “tegmen” dikupas terlebih dahulu untuk mempermudah proses imbibisi. Pada saat penanaman posisi “hilum/mikropil” berada di bagian bawah, menancap ke dalam tanah. Hilum/mikropil merupakan jalan masuknya air ke dalam biji. Air yang diserap pada proses imbibisi selanjutnya digunakan untuk proses asimilasi, dimana cadangan makanan pada dirombak untuk menghasilkan organ baru. Biji yang digunakan merupakan biji yang umum ditemukan di pasaran yaitu biji petai untuk sayur. Biji yang ditanam berjumlah tiga butir dengan penggunaan media tanam dan perlakuan yang sama. Biji petai yang digunakan merupakan biji sehat dan berasal dari satu polong yang sama. Hal ini bertujuan untuk memantau pertumbuhan ketiganya dan membandingkannya apabila terdapat cacat genetik dari biji tersebut. Pengukuran dimensi akan difokuskan pada satu biji terpilih.

2.3. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Perlakuan skarifikasi

Biji yang diamati memiliki ukuran panjang 3,5 cm dan lebar 2,2 cm. Bobot biji yang digunakan adalah 3,2 g sesuai dengan Indriyani & Imelda (2020) yang menyatakan biji > 3 g menghasilkan bibit dengan pertumbuhan terbesar dibandingkan biji yang lebih kecil. Biji direndam terlebih dahulu selama 24 jam

sebelum ditanam untuk menambahkan kandungan air pada biji dan meningkatkan kemungkinan berkecambahnya.

Penyemaian Biji

Biji ditanam pada media campuran tanah bakar dan pupuk kompos dengan perbandingan 1:1 (Imelda et al., 2019). Media tersebut ditampung dalam *poly bag* dengan diameter 10 cm dan tinggi 15 cm.

Pemeliharaan

a. Penyiraman

Penyiraman dilakukan dua kali sehari pagi dan sore hari.

b. Penyiangan

Penyiangan dilakukan setiap saat bila ada gulma yang tumbuh, baik di dalam polibag maupun di luar polibag.

Pengamatan Perkecambahan

Metode yang digunakan merupakan pengamatan secara langsung terhadap pertumbuhan biji yang dikecambahkan serta organ vegetatifnya. Pengamatan dilakukan hingga biji menjadi bibit dengan organ vegetatif yang lengkap dan tumbuh dengan baik. Alat bantu pengamatan berupa kamera digital dengan resolusi 12 MP dan penggaris. Prosedur penelitian secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Urutan Pelaksanaan Penelitian.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1. Jenis Perkecambahan

Biji petai yang digunakan memiliki daya kecambah yang baik. Hal ini dibuktikan dengan tumbuhnya ketiga biji dengan baik tanpa adanya kerusakan. Satu hari setelah biji ditanam, radikula telah keluar dari biji dan membentuk calon akar. Begitu juga dengan hipokotil yang selanjutnya akan berkembang menjadi calon batang. Hipokotil yang muncul dari tanam memiliki tinggi sebesar 1,5 cm. Dengan begitu kotiledon beserta isinya ikut terangkat dari tanah. Hal ini menunjukkan bahwa tipe perkecambahan yang dimiliki petai adalah perkecambahan epigeal. Pada tahap ini akar dari tanaman tersebut masih belum kokoh. Hal ini ditandai

dengan mudahnya tanaman tergoyah saat disentuh.

3.2. Proses Perkecambahan

Setelah dua hari penanaman, hipokotil mengalami pertambahan ukuran hingga mencapai 3,3 cm. Selain itu juga terjadi pembelahan pada kotiledon dan mulai menampakkan plumula yang ada di dalamnya. Plumula merupakan organ yang akan berkembang menjadi daun. Bersamaan dengan pembelahan tersebut, kotiledon mengalami pengurangan kadar air dan mengalami pengerutan. Hal ini disebabkan kandungan nutrisi dan air pada kotiledon telah dikonsumsi oleh tanaman tersebut (Ai & Ballo 2010). Akar petai pada tahap ini masih belum kokoh, namun telah lebih baik dari pada hari sebelumnya. Untuk penampakan awal perkecambahan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Biji Petai Saat Awal Penanaman (kiri), Sehari Setelah Penanaman (kanan) dan Dua Hari Setelah Penanaman (bawah)

Terlihat pada Gambar 3 bahwa pertumbuhan dan perkembangan kembali terjadi pada hari keempat setelah penanaman. Hipokotil mengalami pertambahan dimensi hingga mencapai 5,7 cm. Selain itu kotiledon yang sebelumnya mengarah secara horizontal, mulai tegak ke arah vertikal. Kotiledon tersebut juga semakin terbuka dan menunjukkan bakal calon daun yang berjumlah dua helai yang berwarna kuning. Daun petai merupakan daun

majemuk. Jadi saat daun tersebut telah terbentuk, akan menunjukkan anak daun yang berjumlah banyak pada tangkai daun tersebut. Untuk jenis petai yang diamati, anak-anak daun tersebut akan tumbuh secara bersamaan dan relatif memiliki ukuran yang sama. Akar petai pada fase ini telah menjadi lebih kuat dari sebelumnya. Secara umum fase perkecambahan petai dapat dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Fase perkecambahan petai.

Fase	Ciri lapangan	Umur (hari)	Keterangan
Pemanjangan hipokotil	Kotiledon terangkat	2	Gambar 2 (bawah)
Pembukaan kotiledon	Kotiledon mulai tegak, siap membuka	4	Gambar 3 (kiri)
Pembukaan daun pertama	Daun majemuk terbuka	6	Gambar 3 (kanan)
Kotiledon luruh	Tidak ada kotiledon, jumlah daun meningkat	12	Gambar 4 (kiri)
Pengokohan batang	Warna batang pokok menjadi coklat	50	Gambar 4 (kanan)

Selanjutnya perubahan kembali terjadi saat pengamatan hari ke-6 (Gambar 3). Pada fase ini, kotiledon telah terbuka secara sempurna dan plumula

telah menjulang tegak ke atas dengan dua helai bakal calon daun majemuk. Plumula tersebut juga berkembang menjadi epikotil dan mengalami pertambahan

dimensi tinggi yang pesat sebesar 4,1 cm. Ibu tangkai kedua daun tumbuh sepanjang 3 cm dan 2,4 cm. Hipokotil pada fase ini juga mengalami penambahan ukuran, sehingga menjadi sepanjang 6,3 cm. Pematapan akar kembali terjadi pada tahap ini yang membuat akar semakin kuat untuk menopang tanaman dan menyerap nutrisi

yang dibutuhkan. Penyusutan ukuran kotiledon yang merupakan penyedia nutrisi bagi petai terjadi pada tahap ini (Sagala et al., 2022). Selain menyusut, kotiledon yang awalnya memiliki tekstur relatif kenyal dan memiliki kandungan air yang tinggi berubah menjadi lebih padat seiring berkurangnya kadar air yang terkandung di dalamnya.

Tabel 2. Rekapitulasi Data Pengamatan.

Tanggal	hari ke-	Tinggi (cm)	Jumlah helai daun
5/4/2021	0	-	-
7/4/2021	2	3,3	-
9/4/2021	4	5,7	-
11/4/2021	6	10,4	2
14/4/2021	9	16,9	2
17/4/2021	12	18,9	2
25/5/2021	50	22,1	4

Gambar 3 menunjukkan perubahan yang terjadi pada tanaman petai di hari ke-9 setelah penanaman. Pada tahap ini, tanaman petai kembali mengalami penambahan dimensi tinggi. Pertumbuhan pesat terlihat pada epikotil hingga setinggi 9,2 cm, sedangkan untuk hipokotilnya hanya bertambah sedikit,

hingga menjadi setinggi 7,7 cm. Perubahan lainnya yang tampak adalah kotiledon yang semakin menyusut dan mulai berubah warna menjadi kekuningan. Pertambahan ukuran juga terjadi pada ibu tangkai daun. Panjang tangkai daun terpanjang diantara keduanya sebesar 3,9 cm.



Gambar 3. Perkembangan Plumula dan Epikotil pada Pengamatan Hari ke-4 (kiri), Hari ke-6 (kanan) dan Hari ke-9 (bawah)

Organ daun, batang dan akar telah terbentuk saat pengamatan hari ke-12 (Gambar 4). Organ daun telah tumbuh dengan baik pada tahap ini karena anak helaian daun telah terbentuk, begitu juga dengan helainya. Daun petai termasuk daun yang tidak lengkap karena tidak memiliki pelepah, melainkan hanya terdiri tangkai dan helaian daun. Daun yang terbentuk pada tahap ini sebanyak dua helai daun majemuk. Pada organ batang telah mengalami pengerasan, walaupun belum membentuk pembuluh kayu yang kokoh. Batang tanaman

memiliki tinggi 18,9 cm. Selain itu, kotiledon yang awalnya melekat pada batang telah luruh. Hal ini menandakan tanaman tidak lagi bergantung pada nutrisi yang tersedia pada kotiledon, melainkan telah mampu menyerap nutrisi pada media tanam yang disediakan. Maka dari itu akar tanaman petai dinilai telah dapat memenuhi perannya untuk menyerap hara dan air pada tanah. Selain itu, selama pertumbuhan petai tidak mengalami rebah atau pun miring, hal ini juga bisa menjadi indikator bahwa akar petai pada tahap ini telah kokoh.



Gambar 4. Kotiledon Luruh dan Terbentuk Daun Sempurna pada Pengamatan Hari ke-12 dan Hari ke-50

Selanjutnya pengamatan dilakukan setelah tanaman tersebut berusia 50 hari (Gambar 4). Pada tahap ini tanaman petai mengalami pematangan organ-organ vegetatifnya. Bibit petai siap tanam dengan cara perbanyak biji seperti ini dapat mencapai BST (bibit siap tanam) pada umur 7 bulan. BST petai melalui okulasi memerlukan waktu 10 bulan (Purnomosidhi et al. 2007). Untuk akar tanaman mengalami pengokohan kembali sehingga semai tidak mudah goyah saat diterpa angin dan juga akar telah dapat melaksanakan fungsinya dengan baik, hal ini dibuktikan dengan tidak adanya tanda-tanda kekurangan nutrisi atau air pada tanaman. Sedangkan untuk batang tidak lagi mengalami pertumbuhan dengan pesat. Pada tahap ini batang hanya bertambah 3,2 cm dari pengamatan sebelumnya. Namun perkembangan terlihat pada diameternya yang bertambah sehingga menjadi 0,4 cm. Selain itu batang juga bertambah kokoh dari sebelumnya dan mengalami perubahan warna, yang awalnya hijau terang menjadi kecoklatan. Untuk organ daun telah mengalami pertumbuhan jumlah sehingga menjadi 4 helai daun majemuk dengan ukuran panjang helai daun terbesar adalah 8,8 cm dan lebar 4,9 cm. Pada tahap ini, tanaman petai telah dapat disebut sebagai semai karena telah

memiliki tinggi lebih dari 20 cm dan memiliki helaian daun lebih dari 2. Selain itu pada tahap ini organ vegetatif Petai telah terbentuk dengan baik dan kokoh sehingga siap untuk dirawat menjadi semai siap tanam (Elidar, 2017). Pengamatan dua biji Petai yang ditanam juga tumbuh dengan sama baiknya dengan semai yang diamati dengan selisih pertumbuhan yang relatif tidak berbeda.

4. KESIMPULAN

Petai memiliki tipe perkecambahan epigeal, maka dari itu pertumbuhan yang pertama terjadi pada bagian akar dan hipokotil sehingga kotiledonnya ikut terangkat dari permukaan tanah. Selanjutnya disusul dengan munculnya plumula yang berisikan epikotil dan bakal calon daun pada hari keempat pengamatan. Tanaman petai terus melakukan pematangan organ hingga terbentuk sepenuhnya pada hari kedua belas pengamatan. Pada minggu ketujuh pengamatan tanaman telah menjadi tingkat semai dengan tinggi 22,1 cm dan diameter sebesar 0,4 cm. Pada tahap ini akar dan batang mengalami pengokohan, sedangkan untuk daun mengalami penambahan jumlah daun hingga 4 helai daun majemuk.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Sdri. Norma Aji Chandra Dewi yang telah mengkoordinasi kegiatan percobaan penelitian dan kepada Prodi Sarjana Terapan Pengelolaan Hutan Sekolah Vokasi UGM yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ai, N.S., & Ballo, M. (2010). Peranan air dalam perkecambahan biji. *Jurnal Ilmiah Sains*. 10(2), 190-195. [http://repo.unsrat.ac.id/508/1/SAI_NS_10\(2\)_OKTOBER_2010.pdf](http://repo.unsrat.ac.id/508/1/SAI_NS_10(2)_OKTOBER_2010.pdf)
- Aini, S. (2021) Pengaruh berbagai dosis briket pupuk kandang dan interval penyiraman terhadap pertumbuhan bibit petai (*Parkia speciosa*). Medan: Fakultas Kehutanan Universitas Sumatera Utara.
- Anggana, A.F., Cahyono, S.A., & Lastiantoro, C.Y. (2019) Keanekaragaman hayati di lahan rehabilitasi Taman Nasional Meru Betiri dan implikasi kebijakannya: kasus Desa Wonoasri. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 17(2), 283-290. <https://doi.org/10.14710/jil.17.2.283-290>
- Danarto, S.A. (2013) Keragaman dan potensi koleksi polong-polongan (Fabaceae) di Kebun Raya Purwodadi LIPI. Prosiding Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS. 1-9. <https://jurnal.uns.ac.id/prosbi/article/view/6626>
- Elidar, Y., (2017) Budidaya tanaman petai di lahan pekarangan dan manfaatnya untuk Kesehatan. *Jurnal Abdimas Mahakam*. 1(2), 102-111. <https://journal.uwgm.ac.id/index.php/abdimasmahakam>
- Imelda, D., Indriyani, N.L.P., Muryati, & Sunyoto. (2019). Pengaruh berbagai campuran media yang diperkaya mikoriza terhadap pertumbuhan biji petai. *Jurnal Hortikultura*, 29(2), 169-180. <http://dx.doi.org/10.21082/jhort.v29n2.2019.p169-180>
- Indriyani, N.L.P., & Imelda, D. (2020). Pengaruh bobot biji terhadap pertumbuhan semai petai (*Parkia speciosa* Hassk.). *Jurnal Budidaya Pertanian*, 16(1), 56-60. <https://doi.org/10.30598/jbdp.2020.16.1.56>
- Jariyah, N.A. (2014) Partisipasi masyarakat dalam rehabilitasi lahan dan konservasi tanah (RLKT) di sub DAS Keduang, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*. 11(3), 211-221. <https://media.neliti.com/media/publications/29116-ID-partisipasi-masyarakat-dalam-rehabilitasi-lahan-dan-konservasi-tanah-rlkt-di-sub.pdf>
- Mardhatillah, R., Pamoengkas, P., & Istomo. (2019). Rehabilitasi lahan gambut melalui pengayaan jenis di aeral tanaman kelapa sawit bekas terbakar. *Media Konservasi*, 24(1), 60-67. <https://doi.org/10.29244/medkon.24.1.60-67>

- Purnomosidhi, P., Suparman, Roshetko, J.M. & Mulawarman. 2007. Perbanyak dan budidaya tanaman buah-buahan: durian, mangga, jeruk, melinjo, dan sawo. *Pedoman lapang, edisi kedua. World Agroforestry Centre (ICRAF) dan Winrock International*. Bogor, Indonesia. 42p.
<http://apps.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/mm15526.pdf>
- Purnomosidhi, P., Roshetko, J.M., Prahmono, A., Suryadi, A., Ismawan, I.N., & Surgana M. (2013). Perlakuan biji sebelum disemai untuk beberapa jenis tanaman prioritas kehutanan, multiguna, buah-buahan, dan perkebunan. *Lembar Informasi AgFor*, 4, 1-6.
<http://apps.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/BR13079.pdf>
- Rianti, A., Parassih, A.K., Novenia, A.E., Christpoher, A., Lestari, D., & El Kiyat, W. (2018). Potensi ekstrak kulit petai (*Parkia speciosa*) sebagai sumber antioksidan. *Jurnal Dunia Gizi*, 1(1), 10-19.
<https://doi.org/10.33085/jdg.v1i1.2901>
- Rulliaty, S. (2013) Struktur anatomi dan kualitas serat lima jenis kayu andalan setempat asal Carita Banten. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 31(5), 283-294.
<https://doi.org/10.20886/jphh.2013.31.4.283-294>
- Sagala, D., Ningsih, H., Sudarmi, N., Purba, T., Panggabean, N.H., Mazlina., T.T.S., Mahyati, Asra, R., Trisnawarti, A.R. (2022). Pengantar Nutrisi Tanaman. Yayasan Kita Menulis. ISBN 978-623-342-492-9.
<http://repository.poliupg.ac.id/2169/1/7.%20FullBook%20Pengantar%20Nutrisi%20Tanaman.pdf>
- Saputro, E.A., Yogaswara, R.R., Arviana, N., Aini, L., Sunarti, A.R.Y., & Nugraha, R.R. (2021) Mass balance analysis of bioethanol production from petai peel. *International Journal of Eco-Innovation in Science and Engineering*. 2(02), 29-32.
<https://doi.org/10.33005/ijeise.v2i02.48>
- Sunandar, A.D., & Sukmana, A. (2017). Strategi rehabilitasi lahan di DAS Padang berdasarkan kesesuaian tempat tumbuh jenis-jenis pohon. *Inovasi*, 14(2), 130-141.
<http://jurnal.balitbang.sumutprov.go.id/index.php/inovasi/article/view/99>
- Yuniati, D., Nurrochmat, D.R., Anwar, S. & Darwo. (2018) Penetapan pola rehabilitasi pemulihan fungsi ekosistem hutan lindung gambut sungai Bram Intan di Kabuoaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 15(2), 67-85.
<https://doi.org/10.20886/jpht.2018.15.2.67-85>