

Pengaruh Naungan dan Frekuensi Penyiraman terhadap Pertumbuhan *Pueraria Javanica*

M. Rahmatul Ham Hidayat^{*)}, Sri Suryanti, Betti Yuniasih

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, INSTIPER Yogyakarta

^{*)}Email Korespondensi: muhammaddayat502@gmail.com

ABSTRAK

Pueraria javanica dikenal sebagai salah satu tanaman penutup tanah dari kelompok legum yang memiliki peran penting dalam memperbaiki kesuburan tanah, terutama melalui kemampuannya mengikat nitrogen dari udara. Penelitian ini dilakukan untuk melihat bagaimana kombinasi tingkat naungan dan frekuensi penyiraman memengaruhi pertumbuhan tanaman tersebut. Kegiatan penelitian berlangsung di KP2 Institut Pertanian STIPER, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, selama Maret hingga Juni 2025. Metode yang digunakan adalah rancangan petak terbagi (*split plot*) dengan tiga kali ulangan. Faktor utama berupa tingkat naungan, yang terdiri atas tanpa naungan, penggunaan paranet 25%, dan paranet 50%. Adapun faktor kedua adalah frekuensi penyiraman, yaitu dua kali sehari, satu kali sehari, dua hari sekali, dan tiga hari sekali, dengan volume air tetap sebesar 40 ml per hari. Pengamatan difokuskan pada beberapa parameter pertumbuhan, meliputi panjang sulur, jumlah daun, bobot kering tanaman, bobot kering tajuk, bobot kering akar, kadar lengas tanah, jumlah stomata, serta perbandingan antara akar dan tajuk. Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi antara tingkat naungan dan frekuensi penyiraman terhadap seluruh parameter yang diamati. Namun, masing-masing perlakuan secara terpisah memberikan respons yang berbeda. Naungan terbukti memengaruhi pertumbuhan tanaman, di mana penggunaan paranet 25% dan 50% cenderung menghasilkan sulur yang lebih panjang dibandingkan tanpa naungan. Di sisi lain, variasi frekuensi penyiraman juga berpengaruh, dengan penyiraman satu kali sehari memberikan hasil paling optimal pada bobot kering tanaman, baik pada bagian tajuk maupun akar. Temuan ini mengindikasikan bahwa *Pueraria javanica* mampu beradaptasi dengan kondisi intensitas cahaya yang lebih rendah. Oleh karena itu, tanaman ini memiliki potensi untuk dikembangkan pada lahan perkebunan, khususnya di bawah naungan kelapa sawit, tanpa mengalami penurunan pertumbuhan yang berarti.

Kata Kunci : *Pueraria javanica*, legume cover crop, naungan, frekuensi penyiraman, pertumbuhan tanaman, fiksasi nitrogen.

PENDAHULUAN

Salah satu varietas Legume Cover Crop (LCC), yaitu *pueraria javanica*, berperan penting dalam meningkatkan kualitas tanah, khususnya di perkebunan kelapa sawit. Tanaman ini mampu mengikat nitrogen dari udara melalui hubungan simbiosis dengan bakteri *Rhizobium*, sehingga secara alami menambah kandungan nitrogen dalam tanah (Pahan, 2015).

Pada tanaman, termasuk LCC seperti *pueraria javanica*, penurunan intensitas cahaya dapat memengaruhi proses fotosintesis. Penurunan laju fotosintesis menyebabkan berkurangnya produksi energi, yang berdampak pada pertumbuhan vegetatif, pembentukan daun, dan penyerapan unsur hara. Di bawah kondisi naungan, tanaman cenderung

mengalami pertumbuhan memanjang atau etiolasi dalam upaya memperoleh cahaya yang cukup. Selain itu, laju penguapan air dari daun dan tanah juga menurun, sehingga kebutuhan air tanaman ikut berkurang. Menurut Wigena *et al.* (2018), menyatakan bahwa adaptasi morfologis akibat penurunan intensitas cahaya juga meliputi perubahan luas daun sebagai strategi efisiensi penggunaan energi.. Hasil temuan Perkasa *et al.* (2023), menggambarkan bahwa *Pueraria javanica* dapat tumbuh dengan baik baik di bawah naungan maupun tanpa naungan. Namun, naungan dapat mengubah kondisi iklim mikro sekitar tanaman, seperti menurunkan intensitas cahaya, suhu udara, dan kelembapan. Di lahan tanpa naungan, intensitas cahaya rata-rata mencapai 560,82 lux, suhu udara 31,47°C, dan kelembapan udara 59,7%. Kondisi lingkungan terbuka ini lebih mendukung pertumbuhan gulma.

Ketersediaan air sangat penting bagi pertumbuhan *Pueraria javanica*. Ketika air tersedia dalam jumlah cukup, ia berperan vital dalam berbagai proses tanaman, seperti transportasi unsur hara, fotosintesis, serta pembelahan dan pembesaran sel. Dengan pasokan air yang memadai, tanaman dapat menyerap unsur hara lebih efektif, membentuk bintil akar yang mendukung fiksasi nitrogen, serta meningkatkan pertumbuhan secara keseluruhan. Sebaliknya, kekurangan air dapat menghambat proses fisiologis dan berdampak negatif pada pertumbuhan serta produktivitas tanaman. Selain itu, jumlah bintil akar yang efektif juga dipengaruhi oleh frekuensi penyiraman yang berbeda-beda (Girsang *et al.*, 2018).

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh naungan dan variasi frekuensi penyiraman terhadap pertumbuhan *Pueraria javanica*. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan rekomendasi metode budidaya Legume Cover Crop (LCC) yang lebih optimal untuk perkebunan kelapa sawit, sehingga dapat meningkatkan produktivitas sekaligus menjaga keberlanjutan sistem perkebunan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah terlaksana di “KP2 Institut Pertanian STIPER berlokasi di Desa Timbul Rejo, Krodan, Maguwoharjo, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, dengan ketinggian tempat sekitar 118 meter di atas permukaan laut”. Penelitian ini dilakukan selama tiga bulan, mulai dari Maret hingga Juni 2025.

Peralatan yang digunakan antara lain timbangan digital, oven, cangkul, ember, meteran, angkong, kamera ponsel, alat tulis, penggaris, tali rafia, dan sprayer. Sedangkan bahan-bahan yang dipakai meliputi benih *Pueraria javanica*, polybag ukuran 20 × 20 cm, tanah latosol, plastik paranet, pupuk NPK 16:16:16, serta air.

Desain penelitian menggunakan rancangan petak terbagi (split plot) dalam rancangan acak lengkap (RAL). Faktor utama yang diuji adalah naungan dengan tiga tingkat, yaitu tanpa naungan (N0), naungan paranet 25% (N1), dan naungan paranet 50% (N2). Faktor kedua adalah frekuensi penyiraman yang terdiri dari empat tingkatan, yakni satu kali sehari (P1), dua kali sehari (P2), dua hari sekali (P3), dan tiga hari sekali (P4), dengan volume air yang diberikan sebesar 40 ml per hari. Masing-masing kombinasi perlakuan diulang tiga kali, sehingga total ada 12 kombinasi perlakuan dan 36 unit percobaan. “Data yang diperoleh dari Temuan penelitian dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA). Apabila Temuan penelitian memperlihatkan perbedaan yang nyata, maka dilakukan uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf nyata 5%”.

Tabel 1. Kombinasi dari perlakuan

Berbagai Naungan %	Perbedaan Frekuensi Penyiraman			
	P1 (1 kali sehari)	P2 (2 kali sehari)	P3 (2 hari sekali)	P4 (3 hari sekali)
N0 (Tanpa naungan)	N1P0	N2P0	N3P0	N4P0
N1 (Naungan 25 %)	N1P1	N2P1	N3P1	N4P1
N2 (Naungan 50 %)	N1P2	N2P2	N3P2	N4P2

Sebelum pemasangan naungan menggunakan plastik paranet, area penelitian dibersihkan terlebih dahulu dari sisa tanaman, serasah, dan sampah. Untuk mengurangi risiko kematian tanaman, benih *Pueraria javanica* disemai terlebih dahulu. Pada tahap pra-semi, benih direndam dalam air hangat bersuhu sekitar 75°C selama kurang lebih dua jam untuk menghentikan masa dormansi. Benih yang tenggelam menjadi prioritas untuk ditanam. Setelah direndam, benih didiamkan semalaman dan baru ditanam keesokan harinya.

Media tanam yang digunakan adalah tanah latosol yang diambil dari lapisan atas dengan kedalaman antara 15 hingga 30 cm. Tanah tersebut kemudian digemburkan, dikeringanginkan, dan diayak sebelum dimasukkan ke dalam polybag yang sudah diberi label. Setelah lubang tanam dibuat di polybag, benih ditanam dengan kedalaman sekitar ± 2 cm setelah media disiram hingga jenuh.

Sesuai dengan rancangan penelitian, polybag-polybag tersebut disusun di rumah pembibitan. Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan menyiram sesuai perlakuan, yaitu 40 ml air per hari. Pengendalian gulma dilakukan secara manual dengan mencabut gulma di sekitar polybag, sementara hama seperti ulat, siput, dan belalang dikendalikan secara mekanis dengan cara mengambil dan memusnahkan hama tersebut. Pemberian pupuk NPK sebanyak 3 gram per polybag dilakukan satu kali saat tanaman berumur satu bulan, dengan pupuk tersebut dibenamkan ke dalam tanah.

Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi panjang sulur, jumlah daun, berat kering tanaman, berat kering tajuk, berat kering akar, kadar lengas tanah, jumlah stomata dan lebar bukaan stomata, serta rasio akar terhadap tajuk.

Panjang sulur diukur menggunakan penggaris atau pita ukur dari pangkal batang hingga ujung sulur terpanjang, dengan pengamatan dilakukan setiap minggu. Jumlah daun dihitung secara manual dengan menghitung semua daun yang masih melekat pada tanaman, tidak termasuk daun yang sudah gugur.

Untuk mengetahui berat kering tanaman, seluruh tanaman dikeringkan dalam oven pada suhu sekitar 70°C hingga beratnya konstan, kemudian ditimbang. Berat kering tajuk dan akar diukur dengan cara memisahkan kedua bagian tersebut, mengeringkannya di oven pada suhu yang sama sampai beratnya tetap, lalu menimbangnya.

Kadar lengas tanah diukur menggunakan metode gravimetri. Caranya adalah dengan menimbang berat basah sampel tanah, kemudian mengeringkannya dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam hingga beratnya konstan. Selanjutnya, perbedaan antara berat basah dan berat kering tersebut dihitung sebagai persentase dari berat kering tanah. Parameter ini digunakan untuk mengukur ketersediaan air dalam tanah yang dipengaruhi oleh perlakuan naungan dan penyiraman.

Jumlah stomata per mm² dihitung dengan metode cetakan daun, yaitu dengan mengaplikasikan kuteks bening pada permukaan bawah daun. Setelah mengering, cetakan diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 40× menggunakan optilab untuk menghitung jumlah stomata.

Setelah akar dan tajuk dipisahkan, keduanya dikeringkan hingga beratnya konstan. Berat kering akar dan tajuk tersebut kemudian digunakan untuk menghitung rasio akar terhadap tajuk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Temuan penelitian sidik ragam memperlihatkan bahwa kombinasi perlakuan naungan dan perbedaan frekuensi penyiraman tidak memberikan interaksi yang signifikan terhadap berbagai parameter pengamatan, seperti “panjang sulur, jumlah daun, berat kering tanaman, berat kering tajuk, berat kering akar, kadar lengas tanah, jumlah stomata, serta rasio akar terhadap tajuk”. Oleh karena itu, masing-masing faktor bekerja sendiri, dengan naungan dan frekuensi penyiraman memberikan dampak unik pada setiap parameter yang dilihat.

Perilaku naungan menunjukkan perbedaan yang signifikan (Tabel 2); naungan 25% dan 50% meningkatkan panjang sulur *Pueraria javanica* daripada tanpa naungan.

Tabel 2. Dampak pemberian perbedaan naungan terhadap *Pueraria javanica*.

Parameter pengamatan	Naungan %		
	Tanpa naungan	Naungan paranet 25 %	Naungan paranet 50 %
Panjang sulur (cm)	189.1 q	210.3 p	211.9 p
Jumlah daun (helai)	45.0 p	45.8 p	42.3 p
Berat kering tanaman (g)	3.633 p	3.758 p	3.338 p
Berat kering tajuk (g)	2.813 p	3.036 p	2.616 p
Berat kering akar (g)	0.588 p	0.626 p	0.619 p
Kadar lengas tanah (%)	0.602 p	0.654 p	0.406 p
Jumlah stomata	238 p	197 p	197 p
Rasio akar/tajuk	0.268 p	0.214 p	0.249 p

Keterangan : Berdasarkan hasil uji DMRT pada taraf signifikansi 5%, nilai yang disertai huruf yang sama pada kolom atau memperlihatkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata.

Perlakuan naungan menunjukkan perbedaan yang nyata (Tabel 2), di mana naungan 25% dan 50% menghasilkan sulur *Pueraria javanica* yang lebih panjang dibandingkan tanpa naungan. Hal ini berkaitan dengan respons tanaman terhadap penurunan intensitas cahaya. Tanaman cenderung memanjangkan batang atau sulur sebagai adaptasi untuk mendapatkan cahaya pada kondisi cahaya rendah. Menurut Lakitan (2015) saat intensitas cahaya berkurang, hormon auksin didistribusikan lebih banyak ke bagian batang, sehingga mendorong pemanjangan sel dan pertumbuhan sulur. Oleh karena itu, peningkatan panjang sulur pada naungan 25% dan 50% merupakan cara tanaman menanggapi keterbatasan cahaya. Karena kemampuannya tumbuh lebih baik dalam kondisi intensitas cahaya rendah, *Pueraria javanica* berpotensi sebagai Legume Cover Crop (LCC) di bawah tegakan kelapa sawit dengan naungan yang cukup rapat. Namun, pada tahap awal pembukaan lahan dengan intensitas cahaya tinggi, pertumbuhannya kurang optimal.

Naungan memang dikenal dapat meningkatkan pemanfaatan cahaya dan mendorong tanaman penutup tanah untuk memanjang (Ramadhani *et al.*, 2024). Pemanjangan organ vegetatif seperti sulur biasanya terjadi setelah tanaman beradaptasi dengan kondisi cahaya

terbatas, sebagai upaya untuk memperoleh akses cahaya yang lebih baik di lingkungan yang teduh (Yustiningsih, 2019).

Seperti terlihat pada Lampiran 1 dan 2, perbedaan frekuensi penyiraman berpengaruh nyata terhadap parameter berat kering tanaman, berat kering tajuk, dan berat kering akar. Namun, frekuensi penyiraman tidak berpengaruh signifikan terhadap panjang sulur, jumlah daun, kadar lengas tanah, jumlah stomata, maupun rasio akar terhadap tajuk. Hal ini kemungkinan karena kadar lengas tanah antara perlakuan relatif konstan dan tidak mengalami perubahan signifikan..

Tabel 3. Dampak pemberian perbedaan frekuensi penyiraman terhadap *Pueraria javanica*.

Parameter pengamatan	Perbedaan frekuensi penyiraman			
	2 kali sehari	1 kali sehari	2 hari 1 kali	3 hari 1 kali
Panjang sulur (cm)	203.2 a	204.1 a	212.8 a	194.8 a
Jumlah daun (helai)	43.8 a	44.9 a	43.8 a	45.0 a
Berat kering tanaman (g)	2.87 b	4.24 a	3.57 ab	3.62 ab
Berat kering tajuk (g)	2.20 b	3.54 a	2.60 b	2.95 ab
Berat kering akar (g)	0.46 b	0.70 a	0.69 a	0.60 a
Kadar lengas tanah (%)	0.625 a	0.585 a	0.623 a	0.383 a
Jumlah stomata	213 a	201 a	221 a	208 a
Rasio akar/tajuk	0.211 a	0.208 a	0.344 a	0.211 a

Keterangan : Berdasarkan hasil uji DMRT pada taraf signifikansi 5%, nilai yang disertai huruf yang sama pada kolom atau memperlihatkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata.

Perbedaan frekuensi penyiraman menunjukkan bahwa penyiraman satu kali sehari menghasilkan berat kering tanaman, berat kering tajuk, dan berat kering akar yang lebih tinggi dibandingkan dengan penyiraman dua kali sehari, dua hari sekali, maupun tiga hari sekali. Hal ini mengindikasikan bahwa frekuensi penyiraman tidak secara langsung mempengaruhi morfologi tanaman, melainkan lebih berperan dalam akumulasi biomassa. Ketersediaan air yang cukup membantu proses fotosintesis, pembelahan dan pembesaran sel, serta translokasi hasil fotosintat, sehingga meningkatkan akumulasi biomassa tanaman (Lakitan, 2015).

Sebagai tanaman penutup tanah autotrof, *Pueraria javanica* menghasilkan glukosa melalui fotosintesis dengan menggunakan air dan karbon dioksida ($6H_2O + 6CO_2 + \text{cahaya} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$). Glukosa ini kemudian didistribusikan ke seluruh bagian tanaman, baik tajuk maupun akar, untuk mendukung pertumbuhan dan disimpan dalam bentuk biomassa (Wiraatmaja, 2017). Oleh karena itu, penyiraman harian yang ideal dapat meningkatkan hasil fotosintesis, yang berujung pada peningkatan berat kering tajuk dan akar.

Hasil bersih fotosintesis yang tersimpan dalam jaringan tanaman tercermin dari berat kering. Penyiraman satu kali sehari menghasilkan berat kering tanaman, tajuk, dan akar tertinggi, menunjukkan bahwa proses pembentukan dan penimbunan fotosintat berlangsung lebih lama dengan perlakuan tersebut (Nugroho & Kurnia, 2025). Meskipun kadar lengas tanah tidak menunjukkan perubahan signifikan secara statistik, nilai kelembapan pada perlakuan satu kali sehari cenderung lebih stabil. Kondisi ini diperkirakan mendukung kelangsungan fotosintesis dan translokasi hasil asimilasi secara merata, sehingga biomassa yang terbentuk menjadi lebih besar.

Selain itu, perbedaan frekuensi penyiraman juga berdampak pada pertumbuhan akar. Pada penyiraman yang lebih jarang, seperti dua hari sekali atau tiga hari sekali, ketersediaan air di lapisan atas tanah menjadi terbatas. Sebagai respons, tanaman memperpanjang akar untuk mencari air di lapisan tanah yang lebih dalam sebagai adaptasi terhadap kondisi cekaman air. Sebaliknya, penyiraman satu kali sehari menjaga ketersediaan air yang lebih stabil, sehingga mendukung pertumbuhan akar secara optimal tanpa menghambat pemanjangan akar.

Akar yang lebih panjang pada penyiraman jarang menunjukkan upaya tanaman untuk meningkatkan efisiensi penyerapan air, sementara pada penyiraman harian pertumbuhan akar lebih seimbang dengan pembentukan biopori. Pembentukan organ vegetatif seperti panjang sulur dan jumlah daun relatif seragam di semua perlakuan, menunjukkan bahwa variasi frekuensi penyiraman tidak memengaruhi jumlah organ tanaman, melainkan lebih pada akumulasi bahan kering pada organ yang sudah terbentuk.

Akumulasi hasil fotosintesis yang tersimpan dalam jaringan tanaman tercermin dari berat kering, yang biasanya menjadi indikator respons fisiologis tanaman terhadap ketersediaan air (Bawamenewi, 2025). Kapasitas pertukaran gas antar perlakuan hampir sama, seperti terlihat dari jumlah stomata yang tidak berubah signifikan. Oleh karena itu, perbedaan berat kering lebih berkaitan dengan efektivitas pemanfaatan air dalam mendukung proses fotosintesis dan translokasi hasil asimilasi (Rathnasamy *et al.*, 2023). Selain itu, rasio akar terhadap tajuk yang tidak berbeda secara signifikan menunjukkan bahwa distribusi biomassa antara bagian atas dan bawah tanaman tetap proporsional. Namun, jumlah biomassa yang terbentuk lebih besar pada penyiraman satu kali sehari, menandakan bahwa ketersediaan air yang cukup dan konsisten dapat meningkatkan efisiensi pembentukan bahan kering (Mudhor *et al.*, 2022).

Dengan demikian, penyiraman satu kali sehari menyediakan kondisi air yang lebih baik untuk mendukung pembentukan dan akumulasi biomassa hasil fotosintesis. Variasi frekuensi penyiraman ini tidak mengubah parameter morfologis seperti panjang sulur atau jumlah daun, melainkan lebih berpengaruh pada efisiensi akumulasi bahan kering tanpa mengubah struktur pertumbuhan tanaman.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian penggunaan naungan dan perbedaan frekuensi penyiraman dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Tidak ditemukan adanya interaksi yang signifikan antara tingkat naungan dan variasi frekuensi penyiraman terhadap beberapa parameter pertumbuhan *Pueraria javanica*.
2. Pemberian naungan berpengaruh terhadap pertumbuhan *Pueraria javanica*, di mana tingkat naungan 25% dan 50% menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan tanpa naungan.
3. Perbedaan frekuensi penyiraman juga memengaruhi pertumbuhan *Pueraria javanica*. Penyiraman satu kali sehari memberikan hasil terbaik, terutama pada bobot kering tanaman, bobot kering tajuk, dan bobot kering akar

DAFTAR PUSTAKA

- Bawamenewi, P. H. (2025). *Fotosintesis Dan Pertumbuhan Tanaman Bayam (Amaranthus Sp)*. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 2(2), 164–169.
- Girsang, Y. F., Astuti, Y. T. M., & Santosa, T. N. B. (2018). Pengaruh Naungan Dan Frekuensi Penyiraman Terhadap Pertumbuhan Tanaman *Pueraria Javanica*. *Agromast*, 3(1), 1–11.

- Lakitan, B. (2015). *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan* (4th Ed.). Rajawali Pers. Jakarta.
- Mudhor, M. A., Dewanti, P., Handoyo, T., & Ratnasari, T. (2022). *Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Padi Hitam Varietas Jeliteng. Agrikultura*, 33(3), 247–256.
- Nugroho, I. E., & Kurnia, T. D. (2025). Pengaruh Frekuensi Penyiraman Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Sawi Pakcoy (*Brassica Rapa Subsp.Chinensis*). *Agroradix : Jurnal Ilmu Pertanian*, 8(2), 175–184.
- Pahan, I. (2015). *Panduan Teknis Budidaya Kelapa Sawit* (Veronica & Yudi Haryanto (Eds.)). Penebar Swadaya. Jakarta.
- Perkasa, G. P., Hartati, R. M., & Yuniasih, B. (2023). Pengaruh Naungan Terhadap Pertumbuhan Berbagai Macam LCC (*Legume Cover Crop*). *Agroforetech*, 1(1), 216–222.
- Ramadhani, M. D., Wirianata, H., & Astuti, Y. T. M. (2024). Respon Pertumbuhan *Mucuna Bracteata* Pada Beberapa Tingkat Penyinaran Dan Volume Penyiraman. *Agroforetech*, 2(3), 1256–1261.
- Rathnasamy, A. S., Kambale, R., Elangovan, A., Mahanayaki, W., Shanmugavel, P., Ramasamy, G., Alagarsamy, S., Marimuthu, R., Rajagopalan, V. R., & Geethalakshmi, V. (2023). Altering Stomatal Density For Manipulating Transpiration And Photosynthetic Traits In Rice Through Crispr/Cas9 Mutagenesis. *Current Issues In Molecular Biology*, 45(5), 3801–3814. <https://doi.org/10.3390/Cimb45050245>
- Wigena, I. G. P., Sudrajat, & Siregar, H. (2018). *Pembangunan Perkebunan Kelapa Sawit Berkelanjutan Dengan Pendekatan Model Dinamis* (1st Ed., Vol. 1). Ide Media Pustaka Utama. Bogor.
- Wiraatmaja, I. W. (2017). *Bahan Ajar Fotosintesis*. Universitas Udayana. Denpasar.
- Yustiningsih, M. (2019). Intensitas Cahaya Dan Efisiensi Fotosintesis Pada Tanaman Naungan Dan Tanaman Terpapar Cahaya Langsung. *Bio-Edu: Jurnal Pendidikan Biologi*, 4(2), 44–49. <https://doi.org/10.32938/Jbe.V4i2.385>