



Karakter Morfologi dan Fisiologi Daun Ubi Alabio (*Dioscorea alata* L.) pada Perbedaan Aplikasi Pupuk Hijau di Lahan Rawa Lebak

*Morphological and Physiological Characters of Alabio Yam (*Dioscorea alata* L.) Leaves at Different Applications of Green Manure in Lebak Swamp Land*

Rila Rahma Apriani^{a*}, Hikma Ellya^a, Ronny Mulyawan^a, Atika Nurkhalishah^a, Nurlaila^a, Nukhak Nufita Sari^a.

^aProgram Studi Agroekoteknologi, Universitas Lambung Mangkurat, Indonesia

INFORMASI

Riwayat naskah:

Accepted: 25 - 06 - 2024

Published: 30 - 06 - 2024

Keyword:

Klorofil daun;

Laju Fotosintesis;

Bahan Organik;

Corresponding Author:

Rila Rahma Apriani

Universitas Lambung Mangkurat

*email: rahma.apriani@ulm.ac.id

ABSTRAK

Ubi Alabio (*Dioscorea alata* L.) memiliki potensi sebagai pangan fungsional di Kalimantan Selatan namun belum optimal dari segi budidaya. Aplikasi pupuk hijau dari gulma air menjadi alternatif pemupukan ramah lingkungan. Pendekatan karakter morfologi dan fisiologi kaitannya dengan fotosintesis dapat dilakukan untuk melihat efektivitas pemupukan. Penelitian ini bertujuan mempelajari karakter morfologi dan fisiologi daun ubi alabio perbedaan aplikasi pupuk hijau di lahan rawa lebak. Pemberian berbagai jenis pupuk hijau tidak berpengaruh terhadap karakter morfologi daun ubi alabio yang meliputi panjang, lebar dan luas daun. Karakter fisiologi daun yaitu berat kering daun dan kandungan klorofil b serta klorofil total juga tidak menunjukkan perbedaan pada aplikasi berbagai jenis pupuk hijau, akan tetapi tren data menunjukkan pupuk hijau kayu apu memberikan karakter cukup baik dibanding pupuk lain. Aplikasi pupuk kayu apu 35 ton ha⁻¹ menghasilkan kandungan klorofil a paling tinggi pada daun ubi alabio yaitu berkisar antara 4,556-6,900.

ABSTRACT

*Alabio yam (*Dioscorea alata* L.) has potential as a functional food in South Kalimantan but has not been optimized in cultivation. The application of green manure from aquatic weeds is an alternative to environmentally friendly fertilization. The approach of morphological and physiological characters related to photosynthesis can be done to see the effectiveness of fertilization. This research aims to study the morphological and physiological characters of alabio yam leaves differences in the application of green manure in lebak swamp land. The results show application of various types of green manure has no effect on the morphological and physiological characters of alabio yam leaves which include length, width, leaf area, leaf dry weight, chlorophyll b and total chlorophyll content, but data trends show that kayu apu gives quite good characters compared to other fertilizers. Application of kayu apu 35 t ha⁻¹ results the highest chlorophyll a content in alabio yam leaves, which ranges from 4.556-6.900.*

PENDAHULUAN

Ubi Alabio (*Dioscorea alata* L.) merupakan salah satu komoditas tanaman pangan yang termasuk dalam usaha tani terpadu di lahan rawa lebak selain padi (Inpari 17, Inpari 30, dan Ciherang), dan kacang tanah (Suryana et al., 2014). Ubi ini merupakan salah satu pangan lokal alternatif di Kalimantan Selatan. Nama Alabio diambil dari salah satu daerah polder rawa lebak di Kabupaten Hulu Sungai Utara (HSU), Kalimantan Selatan, yang menjadi sentra budidaya ubi tersebut. Terdapat tiga varietas lokal Ubi Alabio, yaitu varietas putih, habang harum, dan habang carang.

Dari tiga varietas ubi alabio, varietas putih paling banyak dikonsumsi masyarakat. *D. alata* mengandung karbohidrat, protein, lemak, serat, abu serta kandungan mineral seperti Ca, Mg, Zn, Fe, dan Cu (Wu et al., 2016; Fauziah et al., 2020). Kandungan bioaktif seperti allantoin dan dioscin pada *D. alata* telah banyak digunakan untuk pengobatan gangguan inflamasi dan gangguan metabolisme (Wu et al., 2016; Tao et al., 2018; Chaniad et al., 2020). Berdasarkan manfaat tersebut, maka perbaikan budidaya untuk peningkatan produksi ubi alabio sangat penting dilakukan.

Salah satu strategi peningkatan produksi tanaman adalah melalui pemupukan. Aplikasi pupuk hijau menggunakan gulma air lahan rawa lebak dapat menjadi alternatif pemupukan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Selain meningkatkan ketersediaan unsur hara, pupuk hijau dapat memperbaiki sifat biologi tanah. Aplikasi pupuk hijau berbahan eceng gondok 35 t h⁻¹ ditemukan mampu mendorong kenaikan total bakteri dan fungi paling tinggi dibanding pupuk hijau kayu apu dan kiambang (Mulyawan & Apriani, 2023).

Evaluasi hasil pemupukan pada tanaman dapat dilakukan dengan pengamatan karakter morfologi dan fisiologi tanaman. Pendekatan tentang pengamatan organ daun seperti panjang, lebar, dan luas daun serta kandungan klorofil dapat digunakan untuk mempelajari efektivitas pemupukan kaitannya dengan laju fotosintesis tanaman. Klorofil a dan klorofil b sangat penting untuk reaksi primer pada fotosintesis. Klorofil a sebagai pigmen utama penyerap cahaya, sedangkan klorofil b berperan sebagai pigmen aksesori yang memperluas spektrum penyerapan cahaya pada daun. Penyesuaian kandungan dan rasio klorofil pada tanaman sangat penting agar penyerapan cahaya optimal sehingga dapat mendukung produktivitas tanaman melalui peningkatan laju fotosintesis.

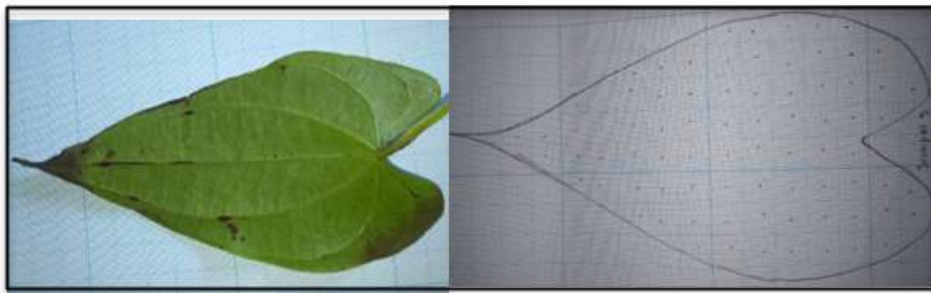
Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari karakter morfologi dan fisiologi daun ubi alabio (*Dioscorea alata* L.) pada perbedaan aplikasi pupuk hijau di lahan rawa lebak. Penggunaan pupuk hijau memiliki potensi untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap perubahan iklim dan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia yang dapat merugikan lingkungan. Dengan demikian hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengembangan budidaya ubi alabio dan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan praktik pertanian berkelanjutan dengan memperhatikan aspek lingkungan.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada Juni sampai Desember 2022 di Desa Teluk Sinar, Kecamatan Sungai Pandan, Kabupaten Hulu Sungai Utara, Provinsi Kalimantan Selatan. Analisis klorofil daun ubi alabio menggunakan metode spektrofotometri dilaksanakan di Laboratorium Kimia Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.

Rancangan dalam penelitian ini disusun secara Rancangan Acak Kelompok non Faktorial. Perlakuan yang dilakukan berupa aplikasi berbagai jenis pupuk hijau dengan dosis 35 ton ha⁻¹ yang terdiri dari tujuh perlakuan yaitu: M0 = kontrol, M1 = eceng gondok, M2 = kayu apu, M3 = kiambang, M4 = eceng gondok + kayu apu, M5 = eceng gondok + kiambang M6 = kayu apu + kiambang. Masing-masing perlakuan akan diulang sebanyak tiga kali ulangan sehingga terdapat 21 satuan percobaan.

Panjang daun ubi alabio didapatkan dari pengukuran daun terpanjang, dari tangkai daun hingga ujung daun. Adapun pengukuran lebar daun didapatkan dari pengukuran daun terlebar dengan menggunakan penggaris secara horizontal. Luas daun (cm²) dihitung dengan *grid count method* atau menggunakan kertas millimeter blok. Pengukuran luas daun disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Pengukuran Luas Daun menggunakan grid count method

Sampel daun yang telah diambil dari ruas ketiga tanaman ke bawah, lalu ditimbang dengan berat 1 g. Sampel daun selanjutnya dihaluskan menggunakan mortar sampai halus dan ditambahkan 20 ml larutan aseton 80% (Mackinney, 1941; Arnon, 1949). Selanjutnya larutan disaring dengan kertas saring dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Kemudian larutan dimasukkan ke dalam gelas ukur dan ditambahkan aquades hingga mencapai volume 1000 ml. Filtrat dimasukkan ke dalam kuvet sampai garis batas dan diukur absorbansinya dengan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 645 nm dan 663 nm (Ross, 1974). Jumlah klorofil a dan jumlah klorofil b dihitung menggunakan rumus sebagai berikut: (Islam et al., 2009)

$$\text{Klorofil a} = 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645} \times \frac{20 \text{ mL}}{1000 \times 1 \text{ g}}$$

$$\text{Klorofil b} = 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663} \times \frac{20 \text{ mL}}{1000 \times 1 \text{ g}}$$

$$\text{Klorofil total} = 20,2 \times A_{645} - 8,02 \times A_{663} \times \frac{20 \text{ mL}}{1000 \times 1 \text{ g}}$$

Keterangan: A663 = panjang gelombang 663 nm dan A645 = panjang gelombang 645 nm

Data yang diperoleh diuji kehomogenitasnya dengan uji Barlett, kemudian dilanjutkan dengan uji sidik ragam ANOVA untuk dianalisis pengaruhnya. Hasil uji sidik ragam terhadap data yang nyata atau sangat nyata dilakukan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf kesalahan 5% menggunakan SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis data, tidak ditemukan pengaruh berbagai jenis pupuk hijau pada parameter panjang daun, lebar daun, luas daun, dan berat kering daun. Pada karakter fisiologi ditemukan bahwa aplikasi berbagai jenis pupuk hijau memberikan pengaruh sangat nyata pada kandungan klorofil a tetapi tidak pada klorofil b (Tabel 1).

Tabel 1. Ringkasan analisis ragam pengaruh pemberian berbagai jenis pupuk hijau terhadap karakter morfologis dan fisiologis daun ubi alabio

Sumber Keragaman	Panjang Daun (cm)	Lebar Daun (cm)	Luas Daun (cm ²)	Berat Kering Daun (g)	Kandungan Klorofil (mg g ⁻¹)		
					a	b	total
Kelompok	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Pupuk Hijau	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns

Keterangan : ns = tidak berpengaruh nyata, * = berpengaruh nyata, ** = berpengaruh sangat nyata,

Morfologi Daun

Aplikasi berbagai jenis pupuk hijau tidak berpengaruh pada panjang, lebar, dan luas daun ubi alabio. Pupuk hijau yang memiliki laju dekomposisi bahan organik yang lambat sehingga

memungkinkan belum terserapnya nutrisi secara optimal oleh tanaman. Didukung dengan hasil penelitian (Ni'mah & Hidayatullah, 2018) pupuk hijau dari tanaman pakis tidak memberikan pengaruh nyata pada bobot segar tanaman sawi yang ditanam di lahan gambut dikarenakan unsur hara yang dilepas oleh pupuk hijau bersifat lambat/*slow release*. Tidak seperti pupuk anorganik yang menyediakan unsur hara tinggi dalam waktu yang singkat, pupuk organik memiliki unsur hara sedikit dan lambat dilepaskan (A. P. Lestari, 2009).

Tabel 2. Karakter Morfologi Daun Ubi Alabio pada Perbedaan Aplikasi Pupuk Hijau (35 ton ha⁻¹)

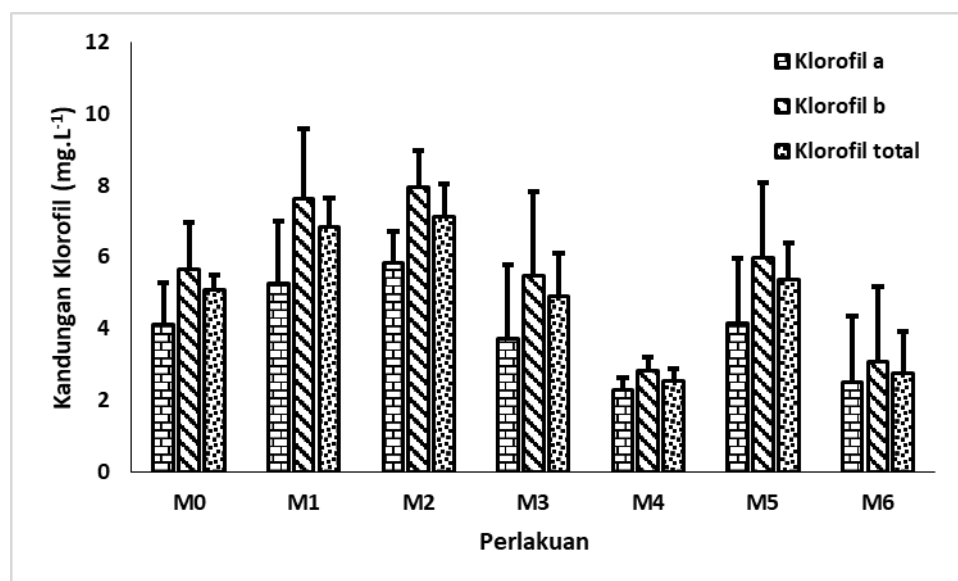
Perlakuan	Berat Kering Daun (g)	Panjang Daun (cm)	Lebar Daun (cm)	Luas Daun (cm ²)
M0	21±4.78	10.7±1.47	5.53±1.3	49.7±15.17
M1	24.5±3.11	12.2±0.7	6.6±1.22	60.7±8.58
M2	25.5±0.43	13.2±2.44	6.8±0.85	66±17.68
M3	22.6±1.30	11.1±2.39	5.87±0.97	48.7±15.1
M4	21.3±0.89	12.3±1.9	6.37±0.42	60.3±11.56
M5	23±8.15	12.1±1.69	6.1±1.37	57.7±17.25
M6	21.9±4.44	10.9±0.12	5.43±0.25	46.7±3.68

Walaupun tidak memberikan pengaruh signifikan, aplikasi pupuk hijau yang menunjukkan karakter morfologi cukup baik adalah pupuk hijau dari kayu apu dengan dosis 35 ton ha⁻¹. Pada aplikasi kayu apu, berat kering daun berkisar 26,3 – 28,3 g, panjang daun 10,5 – 15,6 cm, lebar daun 6,9 – 8,8 cm, dan luas daun 48,2 – 82 cm². Hal ini dapat dikaitkan dengan kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin pada masing-masing bahan pupuk hijau yang mempengaruhi laju degradasi dan dekomposisi bahan organik. Pada eceng gondok rata-rata kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin secara berurutan yaitu 22,34%; 29,69%; dan 3,23% lebih tinggi dibanding kayu apu yaitu 17,61%; 35,17%; dan 0,9% (Sudiarto et al., 2019). Peningkatan aplikasi kompos kayu apu semakin baik kualitas kompos termasuk C-organik, total N, dan kecepatan mineralisasi N (M. Lestari et al., 2022).

Faktor lingkungan yang bervariasi dapat menyebabkan perbedaan karakter morfologi suatu tanaman, dibandingkan dengan faktor genetik. Pada hasil penelitian (Kinasih & Saptadi, 2017) *Dioscorea spp.* dengan varian dan lingkungan tumbuh yang berbeda memiliki jarak kekerabatan yang lebih jauh dibandingkan dengan varian dan lingkungan tumbuh yang sama. Tidak adanya perbedaan nyata pada karakter morfologi alabio dapat menjadi indikasi bahwa spesies tanaman yang diamati merupakan varian yang sama atau secara genetik sama. Faktor lingkungan juga seragam karena sampel tanaman diambil dari lahan yang sama. Aplikasi pupuk hijau dapat diasumsikan tidak menyebabkan perubahan kondisi abiotik yang signifikan bagi tanaman ubi alabio, sehingga menghasilkan karakter morfologi daun yang cenderung seragam. Hal ini didukung oleh pernyataan bahwa dua puluh persen variasi spasial dalam sifat-sifat daun (luas daun spesifik, umur daun, laju fotosintesis, dan kandungan N dan P daun) dikaitkan dengan koeksistensi spesies tanaman yang berbeda (Freschet et al., 2011), sehingga dalam penelitian ini spesies yang sama menunjukkan sifat-sifat daun yang cenderung sama.

Karakter Fisiologi

Perbedaan signifikan karakter fisiologi daun ditemukan pada kandungan klorofil a (Chl a), sedangkan pada kandungan klorofil b (Chl b) dan kandungan klorofil total tidak ditemukan perbedaan yang nyata. Kandungan Chl a ditemukan paling tinggi (5,83 mg g⁻¹) pada perlakuan M2 yaitu aplikasi pupuk hijau tanaman kayu apu dosis 35 ton ha⁻¹. Sedangkan kandungan terendah yaitu 2,3 mg g⁻¹ pada aplikasi pupuk hijau kombinasi eceng gondok dan kayu apu dengan dosis yang sama (Gambar 2).



Gambar 2 Kandungan Klorofil Daun pada Variasi Aplikasi Pupuk Hijau

Klorofil a yang diberi pupuk hijau kayu apu tidak berbeda dengan yang diberi pupuk hijau eceng gondok. Unsur hara yang berasal dari pemberian pupuk hijau merupakan komponen utama pada pembentukan klorofil, yaitu N dan Mg. Sintesis unsur hara umumnya terlebih dahulu akan membentuk klorofil a, kemudian baru dikonversi menjadi klorofil b, karena klorofil a berperan sebagai pigmen utama fotosintesis. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi pupuk hijau dapat menyebabkan perbedaan kandungan klorofil a pada ubi alabio. Walaupun tidak ditemukan perbedaan signifikan, tren data menunjukkan pupuk hijau kayu apu menghasilkan kandungan klorofil a, b dan total paling tinggi sehingga fotosintesis juga lebih optimal didukung dengan data berat kering paling besar yaitu 24,4 – 25,1 g (Tabel 2).

Klorofil a dan klorofil b merupakan pigmen utama pada tanaman yang berperan penting dalam penyerapan cahaya dan transmisi energi (Gitelson et al., 2016; Kume et al., 2018; Wang & Grimm, 2015). Walaupun keduanya sama menyerap panjang gelombang biru dan merah, klorofil a memiliki peran unik dan krusial dalam mengkonversi energi cahaya menjadi energi kimia. Peran sentral klorofil a tersebut menyebabkan pigmen lain disebut dengan pigmen aksesori, termasuk klorofil b. Adanya klorofil b akan memperluas serapan panjang gelombang cahaya sehingga energi yang terkonversi lebih banyak. Hal ini akan mempengaruhi laju fotosintesis pada daun.

Beberapa penelitian menyebutkan bahwa klorofil a menentukan penyerapan cahaya, tetapi tidak banyak berkorelasi dengan laju fotosintesis dibandingkan dengan klorofil b (Jia et al., 2016; Juan et al., 2023). Klorofil b lebih dapat menjadi indikator dalam menentukan laju fotosintesis dibandingkan dengan klorofil a. Sintesis klorofil b pada beberapa tanaman dapat meningkatkan performa fotosintesis (Tanaka et al., 2001; Biswal et al., 2012).

Pemberian berbagai jenis pupuk hijau tidak berpengaruh terhadap kandungan klorofil b pada ubi alabio, berbeda dengan kandungan klorofil a yang berbeda pada beberapa jenis pupuk hijau. Hal ini diduga karena pemberian pupuk hijau tidak mempengaruhi kinerja dari enzim chlorophyllide a oxygenase (CAO) yang mensintesis klorofil b dari klorofil a. A. Tanaka & Tanaka (2019) menyatakan bahwa klorofil b disintesis dari klorofil a dengan bantuan enzim CAO. Aktivitas enzim CAO lebih dipengaruhi oleh faktor internal tanaman, yaitu genetik dibandingkan dengan aplikasi pupuk hijau. Sehingga klorofil b yang dibentuk oleh ubi alabio cenderung sama pada semua kondisi.

KESIMPULAN

Pemberian berbagai jenis pupuk hijau tidak berpengaruh terhadap karakter morfologi daun ubi alabio yang meliputi panjang, lebar dan luas daun. Karakter fisiologi daun yaitu berat kering daun dan kandungan klorofil b serta klorofil total juga tidak menunjukkan perbedaan pada aplikasi berbagai jenis pupuk hijau. Aplikasi pupuk kayu apu 35 ton ha⁻¹ menghasilkan kandungan klorofil a paling tinggi pada daun ubi alabio yaitu berkisar antara 4,556-6,900.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada semua pihak yang membantu pelaksanaan penelitian ini dan kepada Universitas Lambung Mangkurat yang telah memberikan pendanaan melalui Program Dosen Wajib Meneliti.

DAFTAR PUSTAKA

- Biswal, A. K., Pattanayak, G. K., Pandey, S. S., Leelavathi, S., Reddy, V. S., Govindjee, & Tripathy, B. C. (2012). Light Intensity-Dependent Modulation of Chlorophyll *b* Biosynthesis and Photosynthesis by Overexpression of Chlorophyllide *a* Oxygenase in Tobacco. *Plant Physiology*, 159(1), 433–449. <https://doi.org/10.1104/pp.112.195859>
- Chaniad, P., Tewtrakul, S., Sudsai, T., Langyanai, S., & Kaewdana, K. (2020). Anti-inflammatory, wound healing and antioxidant potential of compounds from *Dioscorea bulbifera* L. bulbils. *PLOS ONE*, 15(12), e0243632. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243632>
- Fauziah, F., Mas'udah, S., Hapsari, L., & Nurfadilah, S. (2020). Biochemical Composition and Nutritional Value of Fresh Tuber of Water Yam (*Dioscorea alata* L.) Local Accessions from East Java, Indonesia. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, 42(2). <https://doi.org/10.17503/agrivita.v0i0.2552>
- Freschet, G. T., Dias, A. T. C., Ackerly, D. D., Aerts, R., Van Bodegom, P. M., Cornwell, W. K., Dong, M., Kurokawa, H., Liu, G., Onipchenko, V. G., Ordoñez, J. C., Peltzer, D. A., Richardson, S. J., Shidakov, I. I., Soudzilovskaia, N. A., Tao, J., & Cornelissen, J. H. C. (2011). Global to community scale differences in the prevalence of convergent over divergent leaf trait distributions in plant assemblages: Global patterns in plant species assembly. *Global Ecology and Biogeography*, 20(5), 755–765. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2011.00651.x>
- Gitelson, A. A., Peng, Y., Viña, A., Arkebauer, T., & Schepers, J. S. (2016). Efficiency of chlorophyll in gross primary productivity: A proof of concept and application in crops. *Journal of Plant Physiology*, 201, 101–110. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2016.05.019>
- Jia, T., Ito, H., & Tanaka, A. (2016). Simultaneous regulation of antenna size and photosystem I/II stoichiometry in *Arabidopsis thaliana*. *Planta*, 244(5), 1041–1053. <https://doi.org/10.1007/s00425-016-2568-5>
- Kinasih, N. A., & Saptadi, D. (2017). Variasi Karakter Morfologi Tanaman Uwi (*Dioscorea Alata* L.) Di Kabupaten Tuban Dan Malang. 5.
- Kume, A., Akitsu, T., & Nasahara, K. N. (2018). Why is chlorophyll b only used in light-harvesting systems? *Journal of Plant Research*, 131(6), 961–972. <https://doi.org/10.1007/s10265-018-1052-7>
- Lestari, A. P. (2009). Pengembangan Pertanian Berkelanjutan Melalui Substitusi Pupuk Anorganik Dengan Pupuk Organik. 13(1).
- Lestari, M., Sholihah, A., & Sugianto, A. (2022). Pistia Stratiotes Utilization to Improve the Straw Compost Quality. *Journal of Ecological Engineering*, 23(9), 78–87. <https://doi.org/10.12911/22998993/151764>

- Mulyawan, R., & Apriani, R. R. (2023). Total Mikroba Tanah Di Lahan Rawa Lebak Dengan Aplikasi Variasi Pupuk Hijau. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah* (Vol. 8)
- Ni'mah, G. K., & Hidayatullah, A. (2018). Pemanfaatan Kompos Pupuk Hijau Tanaman Pakis Lahan Gambut Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Sawi (*Brassica juncea*). *Prosiding Hasil-Hasil Penelitian Tahun 2018 Dosen-Dosen Universitas Islam Kalimantan*.
- Sudiarto, S. I. A., Renggaman, A., & Choi, H. L. (2019). Floating aquatic plants for total nitrogen and phosphorus removal from treated swine wastewater and their biomass characteristics. *Journal of Environmental Management*, 231, 763–769. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.10.070>
- Suryana, S., Noor, A., Galib, R., Yasin, M., Sabur, R., Ningsih, D., Rahman, T., Fatmadewi, & Sardjini. (2014). *Kajian pengembangan pertanian terpadu di lahan lebak Kalimantan Selatan*.
- Tanaka, A., & Tanaka, R. (2019). The biochemistry, physiology, and evolution of the chlorophyll cycle. In *Advances in Botanical Research* (Vol. 90, pp. 183–212). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.abr.2019.03.005>
- Tanaka, R., Koshino, Y., Sawa, S., Ishiguro, S., Okada, K., & Tanaka, A. (2001). Overexpression of chlorophyllide a oxygenase (CAO) enlarges the antenna size of photosystem II in *Arabidopsis thaliana*. *The Plant Journal*, 26(4), 365–373. <https://doi.org/10.1046/j.1365-313X.2001.2641034.x>
- Tao, X., Yin, L., Xu, L., & Peng, J. (2018). Dioscin: A diverse acting natural compound with therapeutic potential in metabolic diseases, cancer, inflammation and infections. *Pharmacological Research*, 137, 259–269. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2018.09.022>
- Wang, P., & Grimm, B. (2015). Organization of chlorophyll biosynthesis and insertion of chlorophyll into the chlorophyll-binding proteins in chloroplasts. *Photosynthesis Research*, 126(2–3), 189–202. <https://doi.org/10.1007/s11120-015-0154-5>
- Wu, Z.-G., Jiang, W., Nitin, M., Bao, X.-Q., Chen, S.-L., & Tao, Z.-M. (2016). Characterizing diversity based on nutritional and bioactive compositions of yam germplasm (*Dioscorea* spp.) commonly cultivated in China. *Journal of Food and Drug Analysis*, 24(2), 367–375. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2015.12.003>