

**Pengaruh Penambahan Pupuk Organik dan Mikoriza Terhadap Kadar  
Klorofil dan Antosianin Daun Ubi Jalar Ungu  
(*Ipomoea batatas* var. Ayamurasaki)**

*(The Effect of Organic Fertilizer and Mycorrhiza Supplementation on Chlorophyll and  
Anthocyanin Levels in Leaves of Purple Sweet Potato  
(Ipomoea batatas var. Ayamurasaki))*

**Indah A. Suwignya, Johanis Julian Pelealu, Trina Ekawati Tallei\***

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sam Ratulangi,  
Manado 95115, Sulawesi Utara, Indonesia

\*Korespondensi: trina\_tallei@unsrat.ac.id

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan pupuk organik dan mikoriza terhadap kadar klorofil dan antosianin pada daun ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* var. Ayamurasaki) yang ditanam di lahan marjinal. Penelitian ini menggunakan desain faktorial dalam Rancangan Acak Kelompok dengan tiga ulangan untuk setiap perlakuan. Pengukuran kandungan klorofil a, b, dan total, serta antosianin dilakukan menggunakan metode spektrofotometri. Analisis data dilakukan dengan uji Analisis Varian (ANOVA) dua arah pada tingkat signifikansi  $\alpha = 5\%$ . Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap kandungan klorofil a dan klorofil b. Namun, penggunaan mikoriza dan pupuk organik menunjukkan perbedaan signifikan dalam kandungan klorofil total. Perlakuan dengan pemberian mikoriza 10 g dan pupuk organik 50 gr per lubang tanam (MOP0) memberikan kandungan klorofil total tertinggi. Meskipun tidak ada perbedaan signifikan dalam kadar antosianin antara perlakuan yang berbeda, penggunaan mikoriza 10 g per lubang tanam dan pupuk organik cenderung meningkatkan kadar antosianin. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi penggunaan mikoriza dan pupuk organik dengan dosis yang tepat dapat meningkatkan kadar antosianin pada daun ubi jalar ungu.

**Kata-kata Kunci:** ubi jalar ungu; klorofil; antosianin; mikoriza; pupuk organik

**ABSTRACT**

This study aimed to evaluate the effects of organic fertilizer and mycorrhiza addition on the chlorophyll and anthocyanin content of purple sweet potato leaves (*Ipomoea batatas* var. Ayamurasaki) grown in marginal land. The study employed a factorial design within a Randomized Complete Block Design with three replications for each treatment. Chlorophyll a, b, and total content, as well as anthocyanin levels, were measured using spectrophotometric methods. Data analysis was performed using a two-way Analysis of Variance (ANOVA) test at a significance level of  $\alpha = 5\%$ . The results revealed that the treatments did not have a significant impact on chlorophyll a and chlorophyll b content. However, the use of mycorrhiza and organic fertilizer showed a significant difference in total chlorophyll content. The treatment with 10 g mycorrhiza and 50 g organic fertilizer per planting hole (MOP0) exhibited the highest total chlorophyll content. Although there were no significant differences in anthocyanin levels among the different treatments, the application of 10 g mycorrhiza per planting hole and organic fertilizer tended to increase anthocyanin content. These findings suggest that the appropriate combination of mycorrhiza and organic fertilizer can enhance the anthocyanin levels in purple sweet potato leaves.

**Keywords:** purple sweet potato; chlorophyll; anthocyanin; mycorrhiza; organic fertilizer

**PENDAHULUAN**

Lahan marjinal adalah jenis lahan pertanian yang umumnya memiliki kesuburan tanah rendah, kandungan hara yang terbatas, dan terpapar oleh tantangan lingkungan yang signifikan (Csikós and Tóth, 2023). Lahan seperti ini sering dianggap tidak produktif dan tidak layak untuk kegiatan pertanian (Kang *et al.*, 2013). Namun, dalam upaya memanfaatkan potensi lahan marjinal dan

mengembangkan pertanian berkelanjutan, penting untuk mencari cara inovatif dalam memanfaatkan lahan ini secara optimal. Salah satu tanaman yang menunjukkan potensi besar dalam tumbuh di lahan marjinal adalah ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* var. Ayamurasaki). Ubi jalar ungu memiliki adaptasi yang baik terhadap kondisi tanah yang kurang subur dan mampu bertahan dalam kondisi lingkungan yang tidak ideal (Sukma *et al.*, 2021). Selain itu, ubi jalar ungu juga memiliki kandungan nutrisi yang tinggi dan manfaat kesehatan yang signifikan (Ekoningtyas *et al.*, 2016).

Pigmen klorofil dan antosianin, yang terdapat dalam daun ubi jalar, memiliki peran penting dalam hubungannya dengan kandungan nutrisi dalam umbi ubi jalar. Klorofil adalah pigmen hijau yang berperan dalam fotosintesis, proses di mana tanaman menghasilkan energi dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi bahan organik, termasuk nutrisi (Ai and Banyo, 2011). Kadar klorofil pada daun ubi jalar dapat mencerminkan tingkat aktivitas fotosintesis dan kemampuan tanaman dalam menyerap dan mengakumulasi nutrisi. Klorofil yang tinggi dalam daun dapat menunjukkan peningkatan ketersediaan nutrisi penting seperti karbohidrat, vitamin, dan mineral dalam umbi ubi jalar (Garfansa *et al.*, 2021). Sementara itu, kandungan antosianin pada daun dapat memberikan petunjuk adanya senyawa fitokimia bermanfaat. Pada daun ubi jalar ungu, terdapat sedikitnya tiga senyawa antosianin yaitu cyanidin 3-p-coumarylsophoroside-5-glucoside, peonidin 3-p-coumarylsophoroside-5-glucoside, dan cyanidin 3-caffeoyl-p-coumarylsophoroside-5-glucoside (Li *et al.*, 2019).

Terdapat dua varietas ubi jalar dengan kandungan antosianin yang tinggi, yakni Ayamurasaki dan Yamagawa Murasaki, yang berasal dari Jepang. Kedua varietas ini ditandai dengan umbi yang memiliki daging berwarna ungu yang sangat pekat (Firgianti and Sunyoto, 2018). Permintaan masyarakat terhadap umbi ubi jalar semakin meningkat karena kandungan mineral dan nutrisi yang penting. Namun, kualitas umbi ubi jalar yang dihasilkan belum seimbang dengan permintaan tersebut. Penggunaan pupuk anorganik dan pestisida masih dominan dalam praktik pertanian, namun hal ini dapat diatasi dengan penggunaan pupuk organik sebagai solusi untuk menghasilkan umbi ubi jalar yang sehat dan bebas dari bahan kimia (Yatoo *et al.*, 2021). Selain itu, penggunaan mikoriza sebagai agen hayati juga dapat meningkatkan pertumbuhan dan penyerapan hara tanaman, serta melindungi tanaman dari cekaman kekeringan (Pelealu *et al.*, 2019; Tallei *et al.*, 2016). Oleh sebab itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kandungan klorofil dan antosianin pada daun ubi jalar ungu yang tumbuh di lahan marjinal setelah diberikan perlakuan mikoriza dan pupuk organik. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang respons tanaman ubi jalar ungu terhadap perlakuan tersebut, sehingga dapat memberikan dasar untuk pengembangan strategi pertanian yang tepat di lahan marjinal. Di samping itu, kombinasi pemberian pupuk organik dan mikoriza diharapkan dapat meningkatkan karakter agronomi dan produktivitas umbi ubi jalar ungu.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di lahan marjinal kebun percobaan Universitas Sam Ratulangi. Varietas ubi yang digunakan yaitu Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas* var. Ayamurasaki). Penelitian ini menggunakan rancangan faktorial yang disusun dalam Rancangan Acak Kelompok dengan 3 ulangan untuk setiap perlakuan (Pealeu *et al.*, 2019). Perlakuan-perlakuan yang diuji dalam penelitian ini meliputi:

M0: Tanpa mikoriza, dengan penambahan 50 gr pupuk organik per lubang tanam.

M1: 10 g mikoriza per lubang tanam.

M2: 20 g mikoriza per lubang tanam.

M3: 30 g mikoriza per lubang tanam.

M0P0: Tanpa mikoriza dan tanpa pupuk organik.

MP1: 10 g mikoriza + 50 gr pupuk organik per lubang tanam.

MP2: 20 g mikoriza + 50 gr pupuk organik per lubang tanam.

MP3: 30 g mikoriza + 50 gr pupuk organik per lubang tanam.

Dalam uji kadar klorofil pada daun ubi jalar ungu, dilakukan dengan mengikuti prosedur yang diadaptasi (Sasmitamihardja, 1990). Pertama, daun ubi jalar dewasa diambil dari bagian bawah tanaman. Kemudian, helaian daun setiap sampel seberat 1 gr dihaluskan dan diekstraksi menggunakan alkohol 95% sebanyak 50 ml hingga semua klorofil terlarut. Ekstrak tersebut kemudian disaring dan filtratnya ditampung dalam labu ukur berukuran 100 mL, lalu ditambahkan alkohol 95% hingga mencapai volume 100 ml. Kandungan klorofil diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang  $\lambda$  649 dan 665 nm. Untuk menghitung kadar klorofil a, klorofil b, dan klorofil total, digunakan rumus Wintermans dan de Mots. Klorofil a dihitung dengan rumus  $(13,7 \times OD\ 665) - (5,76 \times OD\ 649)$ , klorofil b dihitung dengan rumus  $(25,8 \times OD\ 649) - (7,7 \times OD\ 665)$ , dan klorofil total dihitung dengan rumus  $20 (OD\ 649) + 6,1 (OD\ 665)$ , di mana OD (optical density) merupakan nilai absorbansi klorofil.

Metode pengujian kadar antosianin pada daun ubi jalar ungu juga melibatkan serangkaian langkah, seperti penelitian sebelumnya (Maulid and Laily, 2015). Pertama, sampel daun yang telah dikeringkan dipilih untuk analisis. Sampel daun dibersihkan dari kotoran dan dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 24 jam. Kemudian, serbuk daun seberat 2 gr direndam dalam 200 ml pelarut etanol 70% selama 24 jam pada suhu 25°C. Setelah proses rendaman selesai, ekstrak disaring dan filtratnya diambil. Nilai absorbansi ekstrak diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 510 nm dan 700 nm. Untuk menentukan total kadar antosianin, dilakukan perhitungan menggunakan persamaan berikut: Total antosianin (mg/L) =  $(\text{absorbansi} \times DF \times 1000) / (55,9 \times 1)$ , di mana DF merupakan faktor pengenceran sebesar 10x.

Analisis data dilakukan menggunakan uji ANOVA (Analysis of Variance) dua arah dengan tingkat signifikansi  $\alpha = 5\%$ . Selanjutnya, jika ditemukan perbedaan

yang signifikan, dilakukan uji beda nyata terkecil (BNT) untuk menentukan perlakuan mana yang secara statistik berbeda satu sama lain. Seluruh perhitungan statistik dilakukan menggunakan program SPSS versi 21.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kandungan Klorofil a, Klorofil b, dan Klorofil Total

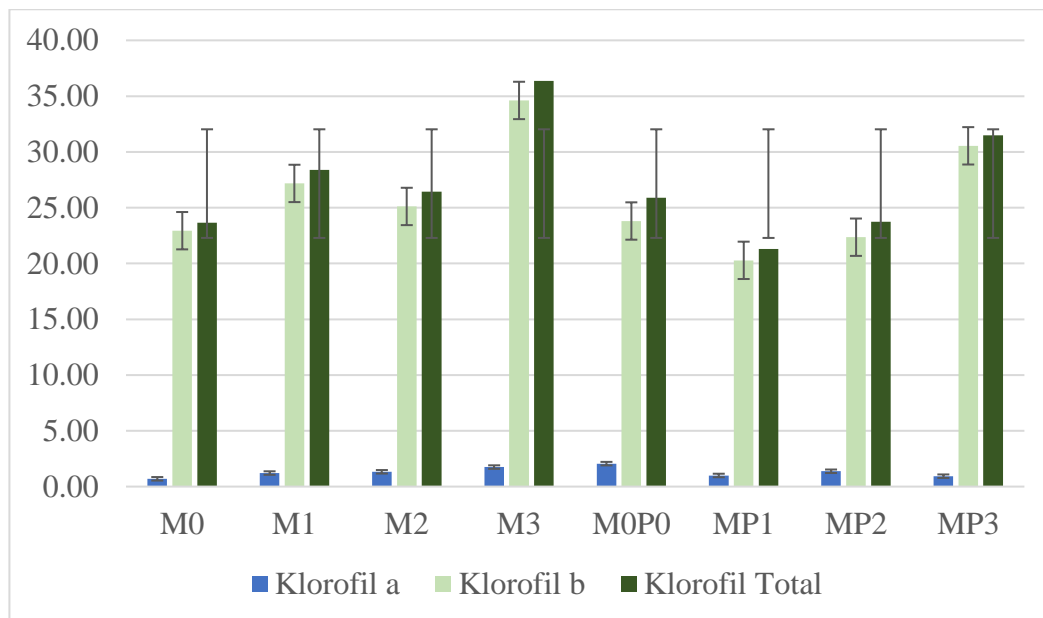
Tabel 1 dan Gambar 1 menampilkan kadar klorofil a, klorofil b, dan klorofil total untuk berbagai perlakuan. Hasil analisis deskriptif menunjukkan variasi yang signifikan antara perlakuan-perlakuan tersebut. Misalnya, perlakuan M3 memiliki kadar klorofil a yang paling tinggi (1,75), sementara perlakuan M1 memiliki kadar klorofil b tertinggi (27,18). Selain itu, klorofil total tertinggi tercatat pada perlakuan M3 dengan nilai 36,38. Perlakuan M0P0, MP1, dan MP3 juga menunjukkan nilai klorofil total yang cukup tinggi, masing-masing adalah 25,88, 21,29, dan 31,49.

Tabel 1. Kadar klorofil a, b, dan total pada daun ubi jalar ungu

Perlakuan	Klorofil a		Klorofil b		Klorofil Total	
	(mg/L)	SD	(mg/L)	SD	(mg/L)	SD
M0	0,70	0,22	22,94	4,06	23,64	4,18
M1	1,21	0,25	27,18	5,28	28,40	5,54
M2	1,33	0,22	25,11	2,81	26,45	3,03
M3	1,75	0,31	34,61	4,79	36,38	4,47
M0P0	1,54	0,30	23,81	3,81	25,88	3,72
MP1	1,00	0,41	20,28	0,25	21,29	0,17
MP2	1,38	0,46	22,35	2,47	23,74	2,77
MP3	0,93	0,50	30,54	4,29	31,49	4,76

Analisis statistik menunjukkan model yang tidak signifikan untuk menjelaskan variasi klorofil a pada tanaman ubi jalar. Perlakuan dan ulangan tidak berpengaruh signifikan terhadap klorofil a. Terdapat variasi tinggi yang tidak dijelaskan oleh model dan nilai R-squared rendah. Tidak ada perbedaan signifikan dalam klorofil a antara perlakuan, kecuali untuk M3 dan M0P0 yang memiliki kandungan lebih rendah. Untuk klorofil b, model juga tidak signifikan dalam menjelaskan variasi. Perlakuan baseline berbeda secara signifikan dari perlakuan lainnya. Perlakuan dan ulangan tidak berpengaruh signifikan terhadap klorofil b. Variasi tinggi yang tidak dijelaskan oleh model. Perlakuan M3, M1, dan MP3 memiliki perbedaan signifikan dengan baseline. Analisis perbandingan ganda menunjukkan perbedaan signifikan dalam klorofil b dan klorofil total (a+b). Perlakuan M0P0 dan M3 memiliki perbedaan signifikan dengan perlakuan lainnya dalam klorofil total. Penggunaan mikoriza dan pupuk organik pada M0P0 dan dosis mikoriza yang lebih tinggi pada M3 berpengaruh signifikan terhadap kandungan klorofil total pada tanaman ubi jalar.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa respons tanaman terhadap inokulum mikoriza bervariasi tergantung pada status nutrisi tanah. Tanah mikoriza dari *Tamarindus indica* meningkatkan kandungan klorofil pada jagung di tanah kaya nutrisi, millet di tanah kurang nutrisi, dan kedelai di tanah medium dan kurang nutrisi. Namun, tanah di bawah *T. indica* dan *Parkia biglobosa* tidak memiliki efek yang signifikan pada kandungan klorofil pada tanaman lain seperti guinea corn, kacang, dan groundnut. Untuk memahami manfaat mikoriza secara maksimal dalam produksi tanaman di savana, diperlukan penelitian yang lebih komprehensif dan luas (Buba and Muhammad, 2020). Penelitian lain menyebutkan bahwa aplikasi mikoriza *Gigaspora margarita*, *Glomus etunicatum*, *Acaulospora tuberculata*, dan *G. manihotis* meningkatkan panjang tanaman, jumlah daun, dan jumlah bunga. Hasil ini menunjukkan bahwa inokulasi mikoriza mampu meningkatkan penyerapan nutrisi oleh tanaman (Tallei et al., 2016).



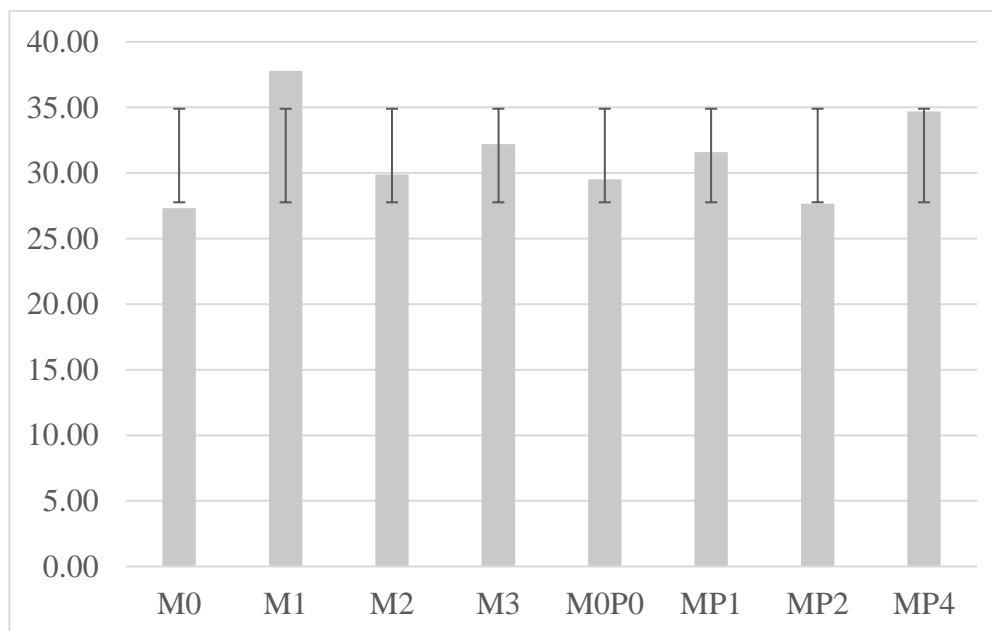
Gambar 1. Kadar klorofil a, b, dan total pada daun ubi jalar ungu

### Kandungan Antosianin

Tabel 2 dan Gambar 2 menampilkan kadar antosianin dalam daun ubi jalar ungu yang diberikan berbagai perlakuan. Secara deskriptif, data dalam tabel menunjukkan bahwa perlakuan M1 memiliki kadar antosianin tertinggi, diikuti oleh M3. Perlakuan M2 memiliki kadar antosianin yang sedikit lebih rendah, sedangkan M0 memiliki kadar antosianin terendah. Pada kelompok perlakuan MP, MP4 menunjukkan kadar antosianin tertinggi, diikuti oleh MP1. MP2 memiliki kadar antosianin yang sedikit lebih rendah, sementara MOP0 memiliki kadar antosianin terendah.

Tabel 2. Kadar antosianin daun ubi jalar ungu dengan berbagai perlakuan

Perlakuan	Kadar antosianin	
	(mg/L)	SD
M0	27,31	3,22
M1	37,81	14,53
M2	29,87	4,03
M3	32,20	12,33
M0P0	29,52	1,76
MP1	31,60	6,82
MP2	27,67	10,04
MP3	34,70	7,44



Gambar 2. Kadar antosianin daun ubi jalar ungu dengan berbagai perlakuan

Analisis statistik terhadap kandungan antosianin pada daun ubi jalar ungu menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara perlakuan-perlakuan yang berbeda. Meskipun demikian, terdapat kecenderungan bahwa pemberian mikoriza dengan dosis 10 g per lubang tanam dan penggunaan pupuk organik dapat meningkatkan kandungan antosianin pada daun ubi jalar ungu. Rentang kandungan antosianin yang diukur dalam semua perlakuan adalah 27,31-37,81 mg/L. Meskipun perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik, perlu diperhatikan perlakuan MP3 (40 g mikoriza + 50 gr pupuk organik per lubang tanam) yang menunjukkan kandungan antosianin yang lebih tinggi sebesar 30,70 mg/L. Perlakuan M1 memberikan kandungan antosianin tertinggi dengan nilai 37,81 mg/L. Penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa inokulasi AMF dapat

mempengaruhi jalur metabolisme antosianin pada ubi jalar (*Dioscorea* spp.), sehingga meningkatkan kandungan antosianin pada ubi tersebut (Lu *et al.*, 2015)

Penelitian ini menemukan bahwa penggunaan mikoriza dan pupuk organik pada dosis yang tepat dapat meningkatkan kandungan klorofil total pada daun ubi jalar ungu yang tumbuh di lahan marjinal. Meskipun tidak terdapat perbedaan signifikan dalam kandungan klorofil a, klorofil b, dan antosianin antara perlakuan-perlakuan yang berbeda, temuan ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang pengaruh perlakuan tersebut terhadap kualitas tanaman ubi jalar ungu di lahan marjinal. Hasil penelitian ini memiliki implikasi penting dalam pengembangan praktik pertanian yang berkelanjutan dan efektif di lahan marjinal. Penggunaan mikoriza dan pupuk organik pada dosis yang tepat dapat meningkatkan produksi klorofil total dalam tanaman ubi jalar ungu, yang pada gilirannya dapat berkontribusi pada peningkatan produktivitas dan nilai gizi tanaman tersebut (Pealeu *et al.*, 2019). Selain itu, temuan bahwa penggunaan mikoriza dan pupuk organik dapat mempengaruhi kandungan antosianin juga memberikan peluang untuk meningkatkan manfaat kesehatan dan nilai tambah produk ubi jalar ungu yang ditanam di lahan marjinal.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mendalami lebih lanjut mekanisme interaksi antara mikoriza, pupuk organik, kandungan klorofil, dan antosianin dalam tanaman ubi jalar ungu. Faktor-faktor lingkungan dan variasi varietas tanaman juga dapat dipertimbangkan dalam penelitian ini. Selain itu, penelitian lebih lanjut dapat mengeksplorasi interaksi antara pigmen klorofil dan antosianin serta mekanisme pengaruh mikoriza dan pupuk organik terhadap kandungan pigmen dalam tanaman. Hasil penelitian tersebut dapat memberikan wawasan yang lebih komprehensif dan aplikatif dalam pengembangan praktik pertanian untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas tanaman ubi jalar ungu.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan mikoriza dan pupuk organik dengan dosis yang tepat dapat meningkatkan kandungan klorofil total dan antosianin pada daun ubi jalar ungu. Meskipun perlakuan tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap klorofil a dan klorofil b, penggunaan mikoriza dan pupuk organik menunjukkan perbedaan signifikan dalam kandungan klorofil total. Selain itu, penggunaan mikoriza dan pupuk organik cenderung meningkatkan kadar antosianin pada daun ubi jalar ungu. Hasil ini menunjukkan potensi kombinasi penggunaan mikoriza dan pupuk organik untuk meningkatkan kualitas nutrisi pada tanaman ubi jalar ungu yang ditanam di lahan marjinal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ai, N.S., Banyo, Y. (2011). Konsentrasi Klorofil Daun Sebagai Indikator Kekurangan Air pada Tanaman. *J. Ilm. Sains* 11, 166–173.
- Buba, T., Muhammad, S.Y. (2020). Combine Effects of Soil Nutrient Levels and



- Mycorrhiza Inoculums from Soils under *Parkia Biglobosa* and *Tamarindus Indica* on Chlorophyll Content of Some Cereal and Legume Crops. *Sci. African* 8, e00369.
- Csikós, N., Tóth, G. (2023). Concepts of agricultural marginal lands and their utilisation: A review. *Agric. Syst.* 204, 103560.
- Ekoningtyas, E.A., Wiyatini, T., Nisa, F. (2016). Potensi Kandungan Kimiawi dari Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.) sebagai Bahan Identifikasi Keberadaan Plak pada Permukaan Gigi. *J. Kesehat. Gigi* 3.
- Firgianti, G., Sunyoto, M. (2018). Karakterisasi Fisik Dan Kimia Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L) Varietas Biang Untuk Mendukung Penyediaan Bahan Baku Tepung Ubi Jalar Ungu. In: *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian UNS*. p. F-104.
- Garfansa, M.P., Sudiarmo, Suminarti, N.E. (2021). Pengaruh Pemberian Pupuk Kalium terhadap Kualitas Dua Varietas Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.). *Agro Bali Agric. J.* 4, 170–176.
- Kang, S., Post, W.M., Nichols, J.A., Wang, D., West, T.O., Bandaru, V., Izaurralde, R.C. (2013). Marginal Lands: Concept, Assessment and Management. *J. Agric. Sci.* 5, 129–139.
- Li, G., Lin, Z., Zhang, H., Liu, Z., Xu, Y., Xu, G., Li, H., Ji, R., Luo, W., Qiu, Y., Qiu, S., Tang, H. (2019). Anthocyanin Accumulation in the Leaves of the Purple Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) Cultivars. *Molecules* 24.
- Lu, F.-C., Lee, C.-Y., Wang, C.-L. (2015). The influence of arbuscular mycorrhizal fungi inoculation on yam (*Dioscorea* spp.) tuber weights and secondary metabolite content. *PeerJ* 3, e1266.
- Maulid, R.R., Laily, A.N. (2015). Kadar Total Pigmen Klorofil dan Senyawa Antosianin Ekstrak Kastuba (*Euphorbia pulcherrima*) Berdasarkan Umur Daun. In: *Seminar Nasional Konservasi Dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam*. pp. 225–230.
- Pelealu, J.J., Wahyudi, L., Tallei, T.E. (2019). Growth Response and Production of Purple Sweet Potatoes after Provision of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Organic Fertilizer. *Asian J. Plant Sci.* 18, 123–130.
- Sasmitamihardja, D. (1990). *Penuntun Praktikum Fisiologi Tumbuhan*. ITB, Bandung.
- Sukma, F., Kesumawati, E., Syakur. (2021). Uji Daya Adaptasi Beberapa Varietas Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.) dan Produktivitas Akibat Pemberian Pupuk Organik pada Tanah Andisol di Saree. *Agrista* 1, 10–22.
- Tallei, T.E., Pelealu, J.J., Kandou, F.E. (2016). Effect of Arbuscular Mycorrhiza Inoculation on Length, Leaf Number, and Flowering of *Arachis pintoi*. *Asian J. Microbiol. Biotechnol. Environ. Sci.* 18, 255–258.
- Yatoo, A.M., Ali, M.N., Baba, Z.A., Hassan, B. (2021). Sustainable management of diseases and pests in crops by vermicompost and vermicompost tea. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 41, 7.