



Perbedaan Warna Cahaya Lampu LED dan Unsur Molibdenum terhadap Kandungan Antosianin Selada Merah (*Lactuca Sativa* Var. Crispa)

Differences of LED Light Color and Molybdenum on Anthocyanin Content of Red Lettuce (Lactuca sativa Var. Crispa)

Author(s): Tri Handoyo^{1)*}; Helti Anggiana Pratiwi¹⁾; Denna Eriani Munandar¹⁾

⁽¹⁾ Program Studi Magister Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember 68121

* Corresponding author: trihandoyo.faperta@unej.ac.id

Submitted: 13 Mar 2023

Accepted: 28 Sep 2023

Published: 30 Mar 2024

ABSTRAK

Selada merah merupakan sayuran berdaun merah, mengandung antosianin sebagai sumber antioksidan serta bermanfaat bagi kesehatan. Selada merah kaya antosianin menjadi sayur yang menyehatkan, dimana kandungannya dapat ditingkatkan melalui cekaman abiotik, sehingga akumulasi antosianin pada daun lebih tinggi. Penelitian ini memodifikasi kualitas cahaya dengan memberikan warna cahaya lampu LED (merah, kuning, hijau dan biru) dan variasi konsentrasi media dengan penambahan molybdenum (0; 0,01; 0,02; 0,03 mg/L). Hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan warna lampu LED biru dan merah menyebabkan meningkatnya kandungan antosianin dan klorofil pada semua media tanaman yang mengandung molibdenum (Mo), dan sebaliknya dengan pemberian paparan warna kuning dan hijau. Kombinasi paparan cahaya lampu LED warna biru dan 0,03 mg/L Mo mampu meningkatkan kandungan antosianin pada daun selada merah mencapai 676,22 µg/g berat segar daun, sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam meningkatkan kualitas selada merah dengan pemilihan warna cahaya dan media tanaman yang optimal.

Kata Kunci:

Antosianin;
LED;
Molibdenum;
Selada Merah.

Keywords:

Anthocyanin;
LED;
Molybdenum;
Red Lettuce.

ABSTRACT

Red lettuce is a red vegetable that contains anthocyanin as a source of antioxidants and has many health benefits. Red lettuce which is rich in anthocyanins is a healthy vegetable, where its content can be increased through abiotic stress, so that the accumulation of anthocyanins in the leaves is higher. This research modified the quality of light by giving exposure to the different colors of LED light (red, yellow, green, and blue) and varying the concentration of media with the addition of molybdenum (0; 0.01; 0.02; 0.03 mg/L). The results of the study showed that exposure to blue and red LED lights caused an increase in anthocyanin and chlorophyll content in all plant media containing molybdenum (Mo), and contradicted the exposure to yellow and green. The combination of exposure to blue LED light and 0.03 mg/L Mo was able to increase the anthocyanin content in red lettuce leaves to 676.22 µg/g fresh weight of leaves so that it can be used as a reference in improving the quality of red lettuce. lettuce with a selection of bright colors and suitable planting media.

PENDAHULUAN

Sayuran merupakan salah satu sumber pangan yang banyak mengandung vitamin, mineral, dan antioksidan yang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi dan bermanfaat untuk kesehatan (Mannino et al., 2020). Antioksidan memiliki peran penting dalam menangkal radikal bebas yang berdampak negatif bagi tubuh dan mampu mencegah terjadinya stres oksidatif yang merangsang timbulnya berbagai penyakit degeneratif, sehingga kadar antioksidan di dalam tubuh dapat ditingkatkan dengan mengonsumsi banyak sayuran yang mengandung antioksidan.

Antosianin merupakan salah satu jenis antioksidan yang banyak terkandung dalam sayuran berwarna merah dan diyakini memberikan efek antioksidan yang sangat baik (Alappat & Alappat, 2020). Zat warna antosianin dapat mengurangi resiko penyakit jantung koroner, resiko stroke, efek *anti-inflammatory*, aktifitas antikarsinogen, serta memperbaiki ketajaman mata (Newman & Cragg, 2020; Ożarowski et al., 2021). Selada merah adalah jenis sayur yang mengandung antosianin dan merupakan selada berdaun lebar dengan warna kemerahan yang dikonsumsi dalam bentuk segar. Selada merah kaya antosianin menjadi sayur pilihan yang menyehatkan, sehingga cara penanaman dengan teknologi *smart-hydroponic* sangat penting untuk meningkatkan kandungan antosianin. Teknik *smart-hydroponic* untuk meningkatkan kandungan antosianin daun selada merah dapat dilakukan dengan pemberian cekaman abiotik untuk memacu pembentukan dan akumulasi antosianin (Kachout et al., 2015). Cekaman abiotik mempengaruhi metabolisme pembentukan antosianin didalam tanaman. Peningkatan kandungan antosianin merupakan tanggapan tanaman dalam upaya mempertahankan diri dari cekaman, dengan meningkatkan jumlah antioksidan termasuk antosianin sebagai pigmen

pelindung organ tanaman. Cekaman cahaya dan penggunaan unsur mikro mampu memacu peningkatan kandungan antosianin pada tanaman.

Cahaya sangat berpengaruh terhadap akumulasi antosianin dan memiliki spektrum gelombang yang luas dengan kisaran panjang gelombang 280-800 nm, sehingga dapat mempengaruhi aktifitas biologis tanaman (semua proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman termasuk sintesis antosianin). Kualitas cahaya atau mutu cahaya yang diterima tanaman dapat meningkatkan akumulasi antosianin (Miao et al., 2016) cahaya biru meningkat konsentrasi antosianin sebesar 31% (Li & Kubota, 2009) dan cahaya merah juga merangsang peningkatan kandungan antosianin (Mizuno et al., 2011). Selain itu, penggunaan cahaya hijau dengan panjang gelombang 505 nm pada selada merah berpengaruh nyata terhadap peningkatan kandungan total fenol dan antosianin (Samuoliene et al., 2010). Sumber cahaya dengan kekuatan pancar yang tinggi dan serapan daya rendah adalah lampu LED (*Light Emitting Diode*). Beberapa peneliti menyatakan bahwa LED memiliki kemampuan mengendalikan komposisi spektral, panjang gelombang yang khusus memancarkan cahaya dingin ke permukaan serta memproduksi foton dalam jumlah yang linier yang besar (Chen et al., 2014).

Selain paparan warna cahaya, cekaman abiotik terhadap tanaman dapat dilakukan dengan memberikan unsur hara mikro untuk meningkatkan kandungan antosianin. Salah satu unsur mikro yang mampu merangsang pembentukan antosianin adalah molibdenum (Mo). Unsur Mo membantu pembentukan antosianin, dimana Mo berperan dalam menginduksi aktifitas enzim dan meningkatkan akumulasi antosianin, sehingga dengan meningkatkan konsentrasi unsur hara Mo pada media tanam mengakibatkan

peningkatan kandungan antosianin (Hale et al., 2001).

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, bahwa penanaman selada merah dengan perlakuan perbedaan cahaya atau nutrisi mampu meningkatkan kandungan antosianin, maka dalam penelitian ini kombinasi paparan warna cahaya dan unsur Mo sangat penting untuk dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan warna cahaya lampu LED dan unsur Mo terhadap kandungan antosianin tanaman selada merah (*Lactuca sativa* var *crispa*). Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai manfaat pemilihan warna cahaya lampu LED dan penambahan unsur mikro Mo untuk meningkatkan kualitas selada merah khususnya kandungan antosianin.

METODOLOGI

Bahan tanam yang digunakan dalam percobaan ini adalah benih selada merah varietas *New Red Fire*. Bahan kimia untuk pembuatan larutan Hoagland dan untuk analisis tanaman diperoleh dari perusahaan Sigma Aldrich-USA dan Merck-Jerman. Peralatan utama dalam percobaan ini meliputi lampu LED dengan 4 jenis warna sesuai perlakuan, timbangan analitik, oven, mortar, *spektrofotometer*, sentrifuse, *micropipet* dan alat pendukung lainnya.

Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari 2 faktor, yaitu warna cahaya lampu LED (biru, hijau, kuning dan merah) unsur hara Mo dengan konsentrasi yang berbeda (0 mg/L, 0,01 mg/L, 0,02 mg/L, dan 0,03 mg/L) sehingga diperoleh 16 kombinasi perlakuan dan diulang sebanyak 3 kali. Pelaksanaan percobaan meliputi beberapa tahapan, di antaranya:

Persemaian, penanaman, pemeliharaan dan pemanenan selada merah

Penanaman selada merah menggunakan hidroponik cair sistem *Wick* pada bak plastik (60 x 45 x 17 cm) dengan jumlah

lubang pada penyangga *netpot* sebanyak 12 lubang, disusun dalam rak yang masing-masing dilengkapi lampu LED sebanyak 6 buah lampu yang diletakan di atas bak tanam dengan jarak 50 cm dalam kondisi tertutup di sekeliling rak agar tidak terjadi pencampuran warna lampu.

Penyinaran dilakukan selama 16 jam per hari mulai pukul 6.00 hingga 22.00. Biji selada merah disemaikan pada media arang sekam dan pasir (2:1) pada bak plastik (30 x 25 x 5 cm) dan dilakukan penyemprotan setiap hari untuk menjaga kelembaban media tanam, kemudian setelah 14 hari bibit selada merah dipindahkan ke *netpot* yang berisi *rockwool* sebagai penyangga tanaman. Bibit yang sehat yang pertumbuhannya seragam dimasukkan ke dalam *netpot*, dan diletakan pada bak tanam yang berisi larutan Hoagland pH 6,5. Tanaman selada merah yang sudah berada dalam bak hidroponik yang berisi media cair, selanjutnya dipapar lampu LED dengan warna cahaya yang berbeda dan pemberian H_2MoO_4 pada media sesuai dengan perlakuan.

Pemeliharaan tanaman selada merah dilakukan dengan pengecekan pH dan TDS (*Total Dissolved Solid*) secara rutin terhadap media serta mengganti larutan nutrisi dan H_2MoO_4 sesuai perlakuan secara berkala apabila pH media < 6,5. Pemanenan dilakukan setelah tanaman berumur 45 hari, kemudian kandungan antosianin dan klorofil diamati menggunakan spektrofotometer Hitachi U-2900 Japan. Pengamatan daun selada merah diprotret menggunakan kamera Sony DLSR 3000.

Pengukuran Kandungan Antosianin

Analisis kandungan antosianin dilakukan dengan metode perbedaan pH (Lee et al., 2005). Sampel daun selada merah yang telah halus diekstraksi menggunakan pelarut etanol 96% dan HCl 0,1 M dengan perbandingan volume 8,5 : 1,5 sebanyak 40 ml. Ekstrak selada merah sebanyak 3 ml dilarutkan dalam dua larutan

buffer yang berbeda. Ekstrak selada merah pertama dilarutkan dengan 5 ml 0,025 M buffer KCl pH 1,0 dan ekstrak lainnya dilarutkan dalam 5 ml 0,4 M buffer Natrium Asetat Monohidrat pH 4,5. Sampel diinkubasi selama 30 menit sebelum diukur absorbansinya. Sampel diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 520 nm dan 700 nm. Perhitungan kandungan antosianin total menggunakan rumus:

$$\text{Total Antosianin } (\mu\text{g/g}) = \frac{A \times MW \times DF \times 106}{E \times 1}$$

Keterangan:

A = Selisih absorbansi (A520 nm – A700 nm) pH 1 – (A520 nm – A700 nm) pH 4,5

MW = Berat molekul (Cyanidin 3 glukosida sebesar 449,2 gr.mol⁻¹)

E = Koefisien molar (Cyanidin 3 glukosida = 29.600 l.mol⁻¹.cm⁻¹)

D = Faktor pengenceran

1 = Tebal kuvet

Pengukuran Kandungan Klorofil

In conservation tillage, a combined tillage machine was used for land preparation, which entered the ground only once. After land preparation, the seedbed was formed using a row cutter for seed sowing. In the treatment without tillage, a direct seeding machine was used, which sowed the seeds into the soil using a direct seed drill without tilling the soil. Pengukuran kandungan klorofil menggunakan metode modifikasi Winternmans dan De Mots (Mardhiana *et al.*, 2018). Sebanyak 1 gram daun segar dihancurkan dalam cawan penggerus ditambah dengan nitrogen cair untuk memudahkan proses penghancuran sampai menjadi tepung halus. Setelah halus, ditambahkan larutan 10 mM H₃BO₃ sebanyak 0,5 ml, kemudian dikocok dan selanjutnya disentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 10.000 rpm dan suhu 10 °C. Setelah terjadi pemisahan antara endapan dan cairan. Cairan diambil menggunakan mikropipet sebanyak 40 µl untuk dipindahkan ke dalam 2 ml eppendorf tube

dan ditambahkan ethanol sebanyak 960 µl kemudian divortek hingga homogen, dan selanjutnya disentrifugasi sampai larutan jernih. Supernatan diambil dan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada dua panjang gelombang 649 nm dan 665 nm. Kandungan klorofil a dan b dihitung dengan rumus:

Klorofil a = (13,7 x Abs665) – (5,76 x Abs649) = µg klorofil a/g sampel

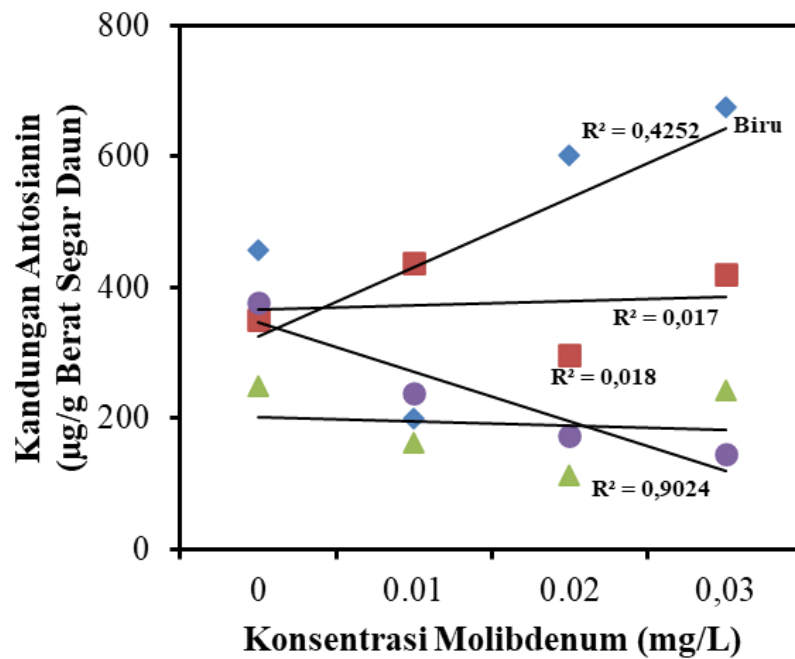
Klorofil b = (25,8 x Abs649) – (7,60 x Abs665) = µg klorofil b/g sampel

Klorofil total = Klorofil a + Klorofil b = µg klorofil/g sampel

HASIL

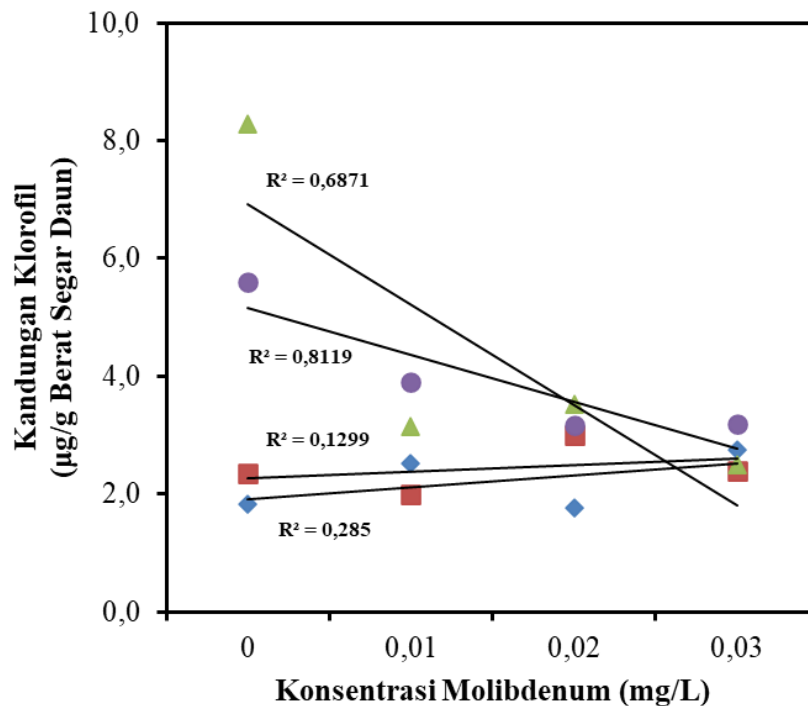
Warna cahaya lampu LED memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kandungan klorofil selada merah (Gambar 1). Warna cahaya lampu LED biru dan merah memberikan pengaruh peningkatan kandungan antosianin tertinggi mencapai 676,22 µg/g dan 419,17 µg/g berat segar daun apabila ditanam pada media yang mengandung Mo dengan konsentrasi 0,03 mg/L. Pada umumnya, tanaman selada merah yang ditanam pada media mengandung unsur mikro Mo mengalami peningkatan kandungan antosianin seiring dengan meningkatnya konsentrasi. Sebaliknya kandungan antosianin pada cahaya hijau dan kuning cenderung menurun. Pada gambar 2, kandungan klorofil cahaya hijau menurun sebesar 4,016 µg/g sampel dengan meningkatnya konsentrasi Mo. Kandungan klorofil cahaya kuning menurun sebesar 1,847 µg/g sampel dengan meningkatnya konsentrasi Mo.

Kombinasi paparan warna cahaya lampu LED dan konsentrasi Mo menunjukkan perubahan warna daun selada merah (Gambar 3). Selada merah dengan perlakuan warna LED biru dan merah menunjukkan pengaruh perubahan warna daun yang lebih baik jika dibandingkan dengan warna LED hijau dan kuning. Konsentrasi Mo memberikan pengaruh yang hampir sama pada setiap perlakuan warna cahaya LED.



















Gambar 1. Pengaruh warna cahaya LED dan konsentrasi Mo yang berbeda terhadap kandungan antosianin selada merah

Figure 1. Effect of LED light color and different Mo concentrations on the anthocyanin content of red lettuce



Gambar 2. Pengaruh warna cahaya LED dan konsentrasi Mo yang berbeda terhadap kandungan klorofil selada merah

Figure 2. Effect of LED light color and different Mo concentrations on the chlorophyll content of red lettuce

LED	Konsentrasi Mo			
	0 mg/l	0,01 mg/l	0,02 mg/l	0,03 mg/l
Biru				
Hijau				
Kuning				
Merah				

Gambar 2. Perubahan warna daun selada merah akibat perlakuan warna cahaya LED dan konsentrasi Mo yang berbeda

Figure 2. Changes in color of red lettuce leaves due to treatment with different LED light colors and Mo concentrations

PEMBAHASAN

Pengaturan warna cahaya dan penambahan Mo pada media tanam menyebabkan perubahan kandungan antosianin dan klorofil, khususnya pada cahaya biru dan merah cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi Mo, sebaliknya pada cahaya hijau dan kuning cenderung menurun. Cahaya biru dan merah memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan selada merah dan mampu merangsang daun untuk membentuk lebih banyak antosianin. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lakitan (2018) bahwa tanaman menunjukkan serapan cahaya tertinggi pada panjang gelombang cahaya merah dan cahaya biru, sehingga pada tanaman selada merah, warna cahaya merah dan biru merupakan cahaya yang paling efektif untuk meningkatkan proses fotosintesis. Peningkatan laju fotosintesis mengakibatkan peningkatan fotosintat yang dihasilkan

seiring dengan meningkatnya pembentukan korofil dan antosianin (Ritenour & Khemira, 1997). Hasil percobaan ini menunjukkan bahwa cahaya memberikan pengaruh secara tidak langsung terhadap pembentukan antosianin.

Peningkatan antosianin selada merah pada warna LED yang berbeda diduga juga disebabkan perbedaan energi yang dipancarkan oleh setiap warna. Warna biru dengan panjang gelombang rendah (470-500 nm) memiliki energi yang tinggi. Sachdev et al. (2021) menyatakan bahwa apabila tanaman menyerap lebih banyak energi daripada yang dibutuhkan untuk fotosintesis maka menyebabkan pembentukan radikal oksigen spesies sehingga merusak fotooksidatif pada organ fotosintesis. Untuk mempertahankan diri dari kondisi tersebut maka tanaman mensintesis fotoprotektif pigmen seperti antosianin yang memberikan perlindungan terhadap fotooksidatif dan mencegah kerusakan

pada bagian yang berperan penting dalam fotosintesis. Sementara warna merah dengan panjang gelombang lebih tinggi (650-700 nm) memiliki energi yang rendah. Kondisi tersebut akan memicu tanaman untuk mensintesis pigmen antosianin sebagai antena energik untuk memanen cahaya pada panjang gelombang yang tidak diserap oleh kloroplas sehingga kebutuhan energi fotosintesis terpenuhi. Haryanti (2008) menyebutkan bahwa pigmen antosianin berperan penting dalam mendukung kinerja klorofil untuk menangkap cahaya pada proses fotosintesis. Pigmen ini juga berfungsi melindungi klorofil dan protoklorofil dari kerusakannya akibat fotooksidasi.

Penambahan unsur hara Mo secara tidak langsung berperan dalam meningkatkan kandungan pigmen tanaman. Klorofil merupakan salah satu pigmen tanaman, berada dalam kloroplas dan berfungsi menangkap cahaya pada panjang gelombang tertentu dalam proses fotosintesis. Unsur hara nitrogen sangat diperlukan untuk sintesis klorofil, tetapi di sisi lain asimilasi nitrogen dalam jaringan tanaman yang melibatkan enzim nitrat reduktase membutuhkan molibdenum. Fungsi Mo adalah sebagai kofaktor yang berperan mengaktifkan enzim nitrat reduktase untuk mereduksi ion nitrat menjadi ion nitrit (Lakitan, 2018). Moco (molibdenum kofaktor) merupakan bentuk biologis atom molibdenum yang selanjutnya akan bergabung menjadi salah satu bagian dari enzim nitrat reduktase (Mendel, 2022). Keberadaan molibdenum dalam media tanam yang diserap oleh tanaman dapat mempengaruhi aktifitas enzim nitrat reduktase sebagai salah satu enzim kunci dalam serangkaian proses reaksi kimia pembentukan asam amino serta klorofil, karena berfungsi sebagai kofaktor logam yang sangat menentukan kecepatan reaksi dari enzim tersebut.

Peningkatan molibdenum dapat menyebabkan terakumulasinya antosianin

pada jaringan tanaman. Kelebihan penyerapan unsur hara Mo oleh tanaman menyebabkan meningkatnya sintesis antioksidan dan sebagai senyawa penghambat meningkatnya radikal bebas dalam sel tanaman. Unsur Mo menginduksi aktifitas enzim yang berperan penting dalam pembentukan antioksidan, seperti superoksida dismutase, ascorbat peroksidase, dan katalase. Unsur Mo juga meningkatkan peran enzim-enzim dalam proses sintesis antosianin antara lain: enzim *phenylalanine ammonia lyase* (PAL), enzim *flavonone 3-hydroxylase* (F₃H), *chalcone synthase* (CHS), *glutathione-S-transferase* (GST), dan *leucoanthocyanidin dioxygenase* (LDOX) dalam sel-sel jaringan tanaman. Peningkatan aktifitas enzim-enzim ini sebagai bentuk pertahanan untuk melindungi sel-sel tanaman akibat cekaman lingkungan (Kumchai et al., 2013).


Rendahnya kandungan pigmen penangkap cahaya yang terdapat pada daun akan mempengaruhi fotosintesis. Semakin rendah kandungan pigmen pada daun, maka semakin rendah pula kemampuan daun untuk menyerap cahaya yang digunakan untuk fotosintesis. Fotosintesis berpengaruh langsung terhadap pembentukan fotosintat. Glukosa hasil proses fotosintesis segera diubah menjadi sukrosa dan selanjutnya didistribusikan ke seluruh bagian tanaman (Aluko et al., 2021). Jumlah sukrosa yang didistribusikan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman.


KESIMPULAN


Kandungan antosianin selada merah meningkat apabila ditanam pada media tanam yang mengandung unsur mikro Mo dan paparan warna biru menggunakan lampu LED. Peningkatan konsentrasi Mo menyebabkan meningkatnya kandungan antosianin pada daun selada merah di bawah paparan lampu LED warna biru, dengan kandungan antosianin mencapai 676.22 µg/g berat segar daun. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, maka unsur mikro Mo


dan lampu LED warna biru dapat digunakan dalam budidaya selada merah secara hidroponik untuk mendapatkan kualitas daun yang baik.


DAFTAR PUSTAKA


 Alappat, B., & Alappat, J. (2020). Anthocyanin Pigments: Beyond Aesthetics. *Molecules*, 25(23), 5500. <https://doi.org/10.3390/molecules25235500>


 Aluko, O. O., Li, C., Wang, Q., & Liu, H. (2021). Sucrose Utilization for Improved Crop Yields: A Review Article. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(9), 4704. <https://doi.org/10.3390/ijms22094704>


 Chen, C. C., Huang, M. Y., Lin, K. H., Wong, S. L., Huang, W. D., & Yang, C. M. (2014). Effects of light quality on the growth, development, and metabolism of rice seedlings (*Oryza sativa* L.). *Research Journal of Biotechnology*, 9(4), 15–24. https://www.researchgate.net/publication/261988437_Effects_of_Light_Quality_on_the_Growth_Development_and_Metabolism_of_Rice_Seedlings_Oryza_sativa_L


 Hale, K. L., McGrath, S. P., Lombi, E., Stack, S. M., Terry, N., Pickering, I. J., George, G. N., & Pilon-Smits, E. A. H. (2001). Molybdenum Sequestration in Brassica Species. A Role for Anthocyanins? *Plant Physiology*, 126(4), 1391–1402. <https://doi.org/10.1104/pp.126.4.1391>


 Haryanti, S. (2008). Growth Response of Patchouli (*Pogostemon cablin* Benth) Leaf Number and Size on Different Levels of Shade. *Anatomy and Physiologi Bulletin*, 16(2), 20–26. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/janafis/article/view/2590>

 Kachout, S., Ben Mansoura, A., Ennajah, A., Leclerc, J. C., Ouerghi, Z., & Karray Bouraoui, N. (2015). Effects of metal toxicity on growth and pigment contents of annual halophyte (*A. hortensis* and *A. rosea*). *International Journal of Environmental Research*, 9(2), 613–620. https://journals.ut.ac.ir/article_936_1c4e0fd934c64337f4c1ad3a661308f3.pdf

 Kumchai, J., Huang, J.-Z., Lee, C.-Y., Chen, F.-C., & Chin, S.-W. (2013). Proline partially overcomes excess molybdenum toxicity in cabbage seedlings grown in vitro. *Genetics and Molecular Research*, 12(4), 5589–5601. <https://doi.org/10.4238/2013.November.18.8>

 Lakitan, B. (2018). *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. PT Rajagrafindo Persada. <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=1170413>

 Li, Q., & Kubota, C. (2009). Effects of supplemental light quality on growth and phytochemicals of baby leaf lettuce. *Environmental and Experimental Botany*, 67(1), 59–64. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.06.011>

 Mannino, G., Perrone, A., Campobenedetto, C., Schittone, A., Margherita Berteà, C., & Gentile, C. (2020). Phytochemical profile and antioxidative properties of *Plinia trunciflora* fruits: A new source of nutraceuticals. *Food Chemistry*, 307, 125515. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125515>

- Mendel, R. R. (2022). The History of the  Molybdenum Cofactor—A Personal View. *Molecules*, 27(15), 4934. <https://doi.org/10.3390/molecules27154934>
- Miao, L., Zhang, Y., Yang, X., Xiao, J.,  Zhang, H., Zhang, Z., Wang, Y., & Jiang, G. (2016). Colored light-quality selective plastic films affect anthocyanin content, enzyme activities, and the expression of flavonoid genes in strawberry (*Fragaria×ananassa*) fruit. *Food Chemistry*, 207, 93–100. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.02.077>
- Mizuno, T., Amaki, W., & Watanabe, H.  (2011). EFFECTS OF MONOCHROMATIC LIGHT IRRADIATION BY LED ON THE GROWTH AND ANTHOCYANIN CONTENTS IN LEAVES OF CABBAGE SEEDLINGS. *Acta Horticulturae*, 907, 179–184. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.907.25>
- Newman, D. J., & Cragg, G. M. (2020).  Natural Products as Sources of New Drugs over the Nearly Four Decades from 01/1981 to 09/2019. *Journal of Natural Products*, 83(3), 770–803. <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.9b01285>
- Ożarowski, M., Karpiński, T. M., Szulc, M., Wielgus, K., Kujawski, R., Wolski, H., & Seremak-Mrozikiewicz, A. (2021). Plant Phenolics and Extracts in Animal Models of Preeclampsia and Clinical Trials—Review of Perspectives for Novel Therapies. *Pharmaceuticals*, 14(3), 269. <https://doi.org/10.3390/ph14030269>
- Ritenour, M., & Khemira, H. (1997).  *Red Color Development of Apple: A Literature Review*. Tree Fruit Research and Extension Center. Tree Fruit Research and Extension Center. Washington State University. <https://www.readkong.com/page/red-color-development-of-apple-a-literature-review-4787549>
- Sachdev, S., Ansari, S. A., Ansari, M. I.,  Fujita, M., & Hasanuzzaman, M. (2021). Abiotic Stress and Reactive Oxygen Species: Generation, Signaling, and Defense Mechanisms. *Antioxidants*, 10(2), 277. <https://doi.org/10.3390/antiox10020277>
- Samuoliene, G. A., Brazaityte, A.,  Urbonaviciute, A., Sabajeviene, G., & Duchovskis, P. (2010). The Effect of Red and Blue Light Component on The Growth and Development of Frigo Strawberries. *Zemdirbyste Agriculture*, 97(2), 99–104. [http://zemdirbyste-agriculture.lt/97\(2\)tomas/97_2_tomas_str11.pdf](http://zemdirbyste-agriculture.lt/97(2)tomas/97_2_tomas_str11.pdf)