



**PENGARUH WARNA CAHAYA LAMPU LED DAN UNSUR
HARA M_0 TERHADAP KANDUNGAN ANTOSIANIN
SELADA MERAH (*Lactuca sativa* var. *crispa*)**

SKRIPSI

Oleh

**Helti Anggiana Pratiwi
NIM 131510501064**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**



**PENGARUH WARNA CAHAYA LAMPU LED DAN UNSUR
HARA M_0 TERHADAP KANDUNGAN ANTOSIANIN
SELADA MERAH (*Lactuca sativa* var. *crispa*)**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Agroteknologi (S1) dan
mencapai gelar Sarjana Pertanian

Oleh

**Helti Anggiana Pratiwi
NIM 131510501064**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT atas segala karunia ini dan limpahan rahmat dalam penyelesaian karya ilmiah ini sehingga dapat terselesaikan dengan lancar.
2. Ayahanda Heri Pujianto, Ibunda Sunarti, adikku Maharani Dwi Kusuma Ningrum serta keluarga besar atas kasih sayang dan motivasi yang selalu diberikan.
3. Dosen-dosen saya di Fakultas Pertanian, yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran.
4. Almamater Fakultas Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

“Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus asa dari rahmat Allah melainkan orang-orang yang kufur (terhadap karunia Allah).”
(Q.S. Yusuf: 87)

“Sesungguhnya seelah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila telah selesai dengan suatu urusan, kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain.”
(Q.S Al Insyirah : 6-8)

“Orang-orang hebat di bidang apapun bukan baru bekerja karena mereka terinspirasi, namun mereka menjadi terinspirasi karena mereka lebih suka bekerja. Mereka tidak menyia-nyiakan waktu untuk menunggu inspirasi.”
(Martin Vanbee)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Helti Anggiana Pratiwi

NIM : 131510501064

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul **“Pengaruh Warna Cahaya Lampu LED dan Unsur Hara Mo terhadap Kandungan Antosianin Selada Merah (*Lactuca sativa* var. *crispa*)”** Adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus saya junjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 25 Juli 2017

Yang menyatakan,

Helti Anggiana Pratiwi

NIM. 131510501064

SKRIPSI

**PENGARUH WARNA CAHAYA LAMPU LED DAN UNSUR
HARA Mo TERHADAP KANDUNGAN ANTOSIANIN
SELADA MERAH (*Lactuca sativa* var. *crispa*)**

Oleh

Helti Anggiana Pratiwi

NIM 131510501064

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Tri Handoyo, SP., M.Agr., Ph.D

NIP : 197112021998021001

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Denna Eriani Munandar, M.P.

NIP : 196004091988022001

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “**Pengaruh Warna Cahaya Lampu LED dan Unsur Hara Mo terhadap Kandungan Antosianin Selada Merah (*Lactuca sativa var. crispa*)**” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Selasa

Tanggal : 25 Juli 2017

Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Tri Handoyo, SP., M.Agr., Ph.D
NIP. 197112021998021001

Dr. Ir. Denna Eriani Munandar, M.P.
NIP. 196004091988022001

Dosen Penguji Utama,

Dosen Penguji Anggota,

Prof. Tri Agus Siswoyo, SP., M.Agr., Ph.D
NIP. 197008101998031001

Ir. Didik Pudji Restanto, M.S., Ph.D
NIP. '196504261994031001

Mengesahkan

Dekan,

Ir. Sigit Soeparjono, M.S., Ph.D.
NIP. 196005061987021001

RINGKASAN

Pengaruh Warna Cahaya Lampu LED dan Unsur Hara Mo terhadap Kandungan Antosianin Selada Merah (*Lactuca sativa* var. *crispa*); Helti Anggiana Pratiwi; 131510501064; 2017; 31 halaman; Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

Selada merah merupakan salah satu sayuran yang mengandung pigmen antosianin sebagai sumber antioksidan serta memiliki banyak manfaat bagi kesehatan. Selada merah dengan kandungan antosianin yang tinggi akan menjadi pilihan sayur yang menyehatkan sehingga diperlukan upaya untuk meningkatkan kandungan antosianin pada selada merah. Cekaman abiotik akan memicu pembentukan dan akumulasi antosianin. Kualitas cahaya dan konsentrasi unsur hara Mo berlebih diduga mampu meningkatkan kandungan antosianin pada selada merah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh warna cahaya lampu LED dan unsur hara Mo terhadap kandungan antosianin pada selada merah. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial. Faktor pertama adalah warna cahaya lampu LED yang terdiri 4 taraf yaitu C1 = biru, C2 = hijau, C3 = kuning dan C4 = merah. Faktor kedua adalah pemberian unsur hara Mo dengan konsentrasi yang berbeda yang terdiri dari 3 taraf yaitu : M0 = 0 mg/l, M1 = 0,01 mg/l, M2 = 0,02 mg/l dan M3 = 0,03 mg/l. Adapun variabel yang diamati meliputi kandungan antosianin, klorofil, tinggi tanaman dan berat kering.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara warna cahaya lampu LED dan unsur hara Mo terhadap kandungan antosianin selada merah. Warna cahaya LED biru dan merah mengakibatkan kandungan antosianin, klorofil dan berat kering lebih tinggi, sementara warna cahaya LED hijau mengakibatkan tinggi tanaman lebih tinggi. Konsentrasi Mo 0,03 mg/l memberikan pengaruh positif terhadap semua variabel pengamatan.

SUMMARY

Effect of LED Colour and Molybdenum on Anthocyanin Content in Red Lettuce (*Lactuca sativa var crispa*); Helti Anggiana Pratiwi; 131510501064; 2017; 31 pages; Agrotechnology, Faculty of Agriculture, University of Jember.

Red lettuce is one of the vegetables that contain anthocyanin pigments as a source of antioxidants and has many health benefits. Red lettuce with high anthocyanin content will be a healthy choice of vegetables, so efforts are needed to increase the anthocyanin content of red lettuce. Abiotic stress will trigger the formation and accumulation of anthocyanins. The light quality and excessive concentration of Mo nutrients are thought to increase the anthocyanin content of red lettuce.

This study aims to determine the effect of light color LED light and Mo nutrients to anthocyanin content on red lettuce. The experimental design used in this study was a Factorial Randomized Complete Design. The first factor is the color of LED light that consists of 4 levels ie C1 = blue, C2 = green, C3 = yellow and C4 = red. The second factor is the provision of Mo nutrients with different concentrations consisting of 3 levels: M0 = 0 mg/l, M1 = 0.01 mg/l, M2 = 0.02 mg/l and M3 = 0.03 mg/l. The observed variables include anthocyanin content, chlorophyll, plant height and dry weight.

The results showed that there was no interaction between the light color of the LED light and the Mo nutrient to the anthocyanin content of red lettuce. The blue and red LED light colors result in higher anthocyanin content, chlorophyll and dry weight, while green LED light colors result in higher plant height. Mo concentration of 0.03 mg/l has a positive effect on all observation variables

PRAKATA

Puji syukur saya haturkan pada kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, serta hidayah-Nya atas terselesaikannya Karya Ilmiah Tertulis yang berjudul “Pengaruh Warna Cahaya Lampu LED & Unsur Hara Mo terhadap Kandungan Antosianin Selada Merah (*Lactuca sativa* var. *crispa*)” sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Studi Agroteknologi (S1) dan mencapai gelar Sarjana Pertanian.

Penyelesaian Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih atas semua dukungan dan bantuan kepada :

1. Dr. Ir. Sigit Soeparjono, MS, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember;
2. Ir. Hari Purnomo, M.Si., Ph.D, DIC., selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember;
3. Ir. Raden Soedradjad, MT. selaku Ketua Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.
4. Tri Handoyo, SP., M. Agr., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, ilmu, pengalaman serta dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Dr. Ir. Denna Eriani Munandar, M.P. selaku Dosen Pembimbing Anggota, Prof. Tri Agus Siswoyo, SP., M.Agr., Ph.D dan Ir. Didik Pudji Restanto, M.S., Ph.D selaku Dosen Penguji yang memberikan bimbingan, pengarahan dalam penulisan, saran, dan masukan selama penyelesaian skripsi ini.
6. Dr. Ir. Mohammad Setyo Poerwoko, M.S. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dan memberikan nasehat selama masa studi.
7. Prof. Dr. Ir. Bambang Sugiharto, M. Agr., Sc., selaku Kepala Laboratorium CDAST (*Center for Development of Advanced Science and Technology*) yang telah memberikan kesempatan berkarya, tempat belajar, tempat penelitian.

8. Sahabat-sahabat saya (Aidatun Nisa Firdaus, Dini Regita, Intan Nirmalasari) dan kakak-kakak saya (Nur Meili Zakiyah, Ari Isanti, Tirto Wahyu Widodo).
9. Tim Asisten Statistika dan Perancangan Percobaan yang selalu memberikan semangat serta dukungan.
10. Teman-teman seangkatan 2013 Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember yang telah banyak membantu penulis selama studi.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang turut serta membantu dalam penyelesaian penulisan skripsi ini.

Karya Ilmiah Tertulis ini masih sangat jauh dari sempurna, oleh karena itu segala bentuk kritik dan saran untuk perbaikan karya ilmiah ini sangat penulis harapkan.

Jember, 25 Juli 2017

Penulis

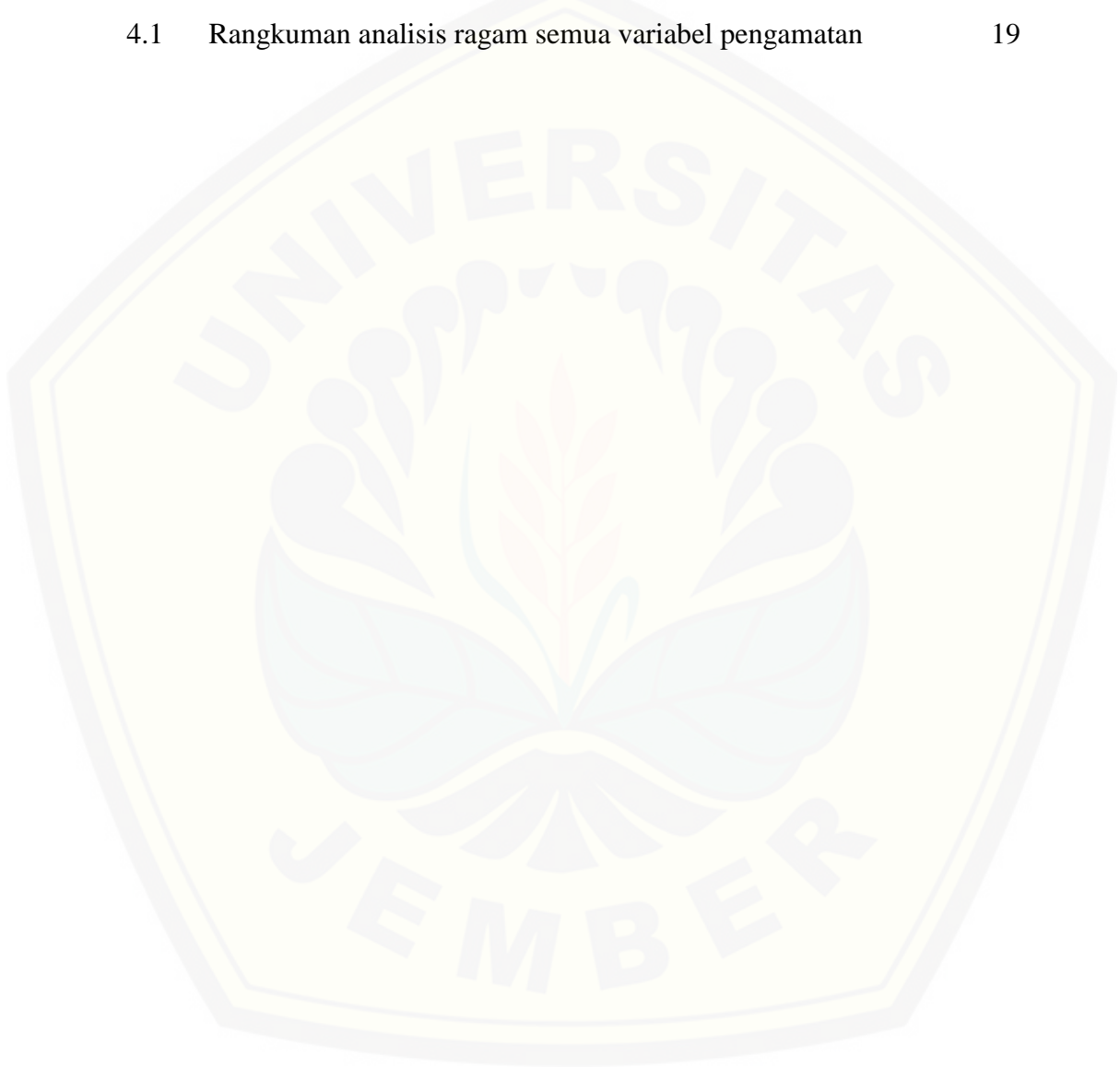
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN SAMPUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Gambaran Umum Tanaman Selada Merah	4
2.2 Karakteristik Antosianin	4
2.3 Lampu LED (<i>Light Emiting Diodes</i>) Berbagai Warna dengan Panjang Gelombang yang Berbeda.....	6
2.4 Peran Unsur hara Mo pada Tanaman	9
2.5 Hipotesis	12
BAB 3. METODE PENELITIAN	13
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.2 Bahan dan Alat	13

3.3 Rancangan Percobaan	13
3.4 Pelaksanaan Penelitian	15
3.5 Variabel Pengamatan	16
3.5.1 Kandungan Antosianin	16
3.5.2 Kandungan Klorofil	17
3.5.3 Tinggi Tanaman	18
3.5.4 Berat Kering	18
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Hasil Penelitian	19
4.2 Pembahasan	22
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	26
5.1 Kesimpulan	26
5.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
Lampiran-Lampiran	

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
3.1	Intensitas cahaya setiap warna LED	15
4.1	Rangkuman analisis ragam semua variabel pengamatan	19



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
2.1	Struktur kimia antosianidin	5
2.2	Jalur Biosintesis Antosianin	5
2.3	Spektrum elektromagnetik	7
2.4	Susunan enzim nitrat reduktase	9
2.5	Biosintesis Moco pada sel tanaman	10
3.1	Persiapan tempat penanaman	15
3.2	Persemaian bibit selada merah	16
3.3	Pindah tanam	16
3.4	Pengecekan pH dan TDS pada media	16
4.1	Kandungan antosianin selada merah terhadap warna cahaya LED dan konsentasi Mo yang berbeda	19
4.2	Kandungan klorofil selada merah terhadap warna cahaya LED dan konsentasi Mo yang berbeda	20
4.3	Tinggi tanaman selada merah terhadap warna cahaya LED dan konsentasi Mo yang berbeda	21
4.4	Berat kering selada merah terhadap warna cahaya LED dan konsentasi Mo yang berbeda	21
4.5	Selada merah yang diberikan perlakuan warna cahaya LED yang berbeda A) biru, B) hijau, C) kuning dan D) merah	22
4.6	Selada merah yang telah diberi perlakuan warna cahaya LED dan konsentrasi Mo yang berbeda	22

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sayuran merupakan salah satu sumber pangan yang mengandung banyak vitamin dan mineral. Supriatna (2007) menyebutkan bahwa sayuran umumnya mengandung berbagai vitamin, mineral dan zat gizi yang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi. Menurut Sekretaris Ditjen Hortikultura bahwa konsumsi sayur sebanyak 39,45 kg/kapita pada tahun 2008, 40,19 kg/kapita pada tahun 2009 dan pada tahun 2013 mencapai 40,35 kg/kapita (Latifah dkk., 2014). Peningkatan konsumsi sayur ini berkaitan dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya kesehatan. Muncul dan berkembangnya berbagai penyakit yang berbahaya menjadikan masyarakat lebih menjaga pola makan dengan mengkonsumsi makanan sehat seperti sayuran.

Sayuran merupakan bahan pangan yang kaya antioksidan. Antioksidan mampu menangkal radikal bebas yang berakibat negatif bagi tubuh. Werdhasari (2014) menyatakan bahwa antioksidan bermanfaat untuk mencegah terjadinya stres oksidatif, yang berperan penting dalam munculnya berbagai penyakit degeneratif. Sehingga kadar antioksidan di dalam tubuh perlu untuk ditingkatkan dan hal ini dapat dilakukan dengan meningkatkan konsumsi antioksidan alami seperti sayuran.

Sumber antioksidan pada sayuran salah satunya adalah antosianin. Menurut Robinson (1995), antosianin merupakan pigmen berwarna merah, ungu dan biru. Antosianin diyakini mempunyai efek antioksidan yang sangat baik (Winarno, 1997). Pigmen antosianin dapat mengurangi resiko penyakit jantung koroner, resiko stroke, aktivitas antikarsinogen, efek *anti-inflammatory* serta memperbaiki ketajaman mata (Ariviani, 2010).

Salah satu sayur yang mengandung antosianin adalah selada merah. Selada merah merupakan selada berdaun longgar dengan warna kemerahan yang umumnya dikonsumsi dalam bentuk segar. Selada merah dengan kandungan antosianin yang tinggi akan menjadi pilihan sayur yang menyehatkan sehingga diperlukan upaya untuk meningkatkan kandungan antosianinnya.

Upaya untuk meningkatkan kandungan antosianin pada selada merah dapat dilakukan dengan pemberian cekaman. Menurut Kachout *et al.* (2015) pembentukan dan akumulasi antosianin dapat dipicu oleh cekaman abiotik. Metabolisme pembentukan antosianin terjadi akibat tanggapan tanaman terhadap cekaman abiotik, karena peran antosianin sebagai pigmen yang melindungi organ tanaman dari cekaman.

Salah satu unsur abiotik yang berpengaruh terhadap akumulasi antosianin adalah cahaya. Menurut Salisbury dan Ross (1995), cahaya dapat memacu pembentukan pigmen antosianin dalam beberapa sel atau beberapa organ tanaman. Antosianin akan meningkatkan perlindungan dan mencegah kerusakan pada bagian yang berperan dalam fotosintesis terhadap efek negatif cahaya tanpa membatasi proses fotosintesis (Pietrini *et al.*, 2002). Cahaya memiliki sifat gelombang, panjang gelombang cahaya antara 280-800 nm dapat mempengaruhi aktifitas biologi tanaman. Menurut Miao *et al.* (2016) panjang gelombang atau kualitas cahaya tertentu akan meningkatkan akumulasi antosianin, sehingga perlu dilakukan penentuan panjang gelombang yang tepat untuk dapat meningkatkan kandungan antosianin. Sumber cahaya yang memiliki perbedaan panjang gelombang dapat menggunakan lampu LED dengan warna yang berbeda.

Cekaman abiotik lainnya seperti unsur hara juga dapat meningkatkan kandungan antosianin. Menurut Stroud *et al.* (2010), unsur hara mikro khususnya Mo mampu meningkatkan akumulasi antosianin, apabila penyerapan Mo berlebihan menyebabkan gejala keracunan sehingga tanaman memberikan respon dengan menginduksi aktivitas enzim dan meningkatkan akumulasi antosianin. Menurut Hale *et al.* (2001), kandungan antosianin berkorelasi positif dengan akumulasi Mo. Pemberian unsur hara Mo menyebabkan peningkatan kandungan antosianin pada sawi. Penelitian perlakuan perbedaan warna cahaya lampu LED dan konsentrasi unsur hara Mo menarik dikaji untuk meningkatkan kualitas selada merah khususnya kandungan antosianin.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah terdapat interaksi antara perbedaan warna cahaya lampu LED dan konsentrasi unsur hara Mo terhadap kandungan antosianin tanaman selada merah (*Lactuca sativa* var *crispa*)?
2. Apakah perbedaan warna cahaya lampu LED berpengaruh terhadap kandungan antosianin selada merah (*Lactuca sativa* var *crispa*)?
3. Apakah konsentrasi unsur hara Mo berpengaruh terhadap kandungan antosianin selada merah (*Lactuca sativa* var *crispa*)?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui interaksi antara perbedaan warna cahaya lampu LED dan unsur Mo terhadap kandungan antosianin tanaman selada merah (*Lactuca sativa* var *crispa*).
2. Mengetahui pengaruh perbedaan warna cahaya lampu LED terhadap kandungan antosianin selada merah (*Lactuca sativa* var *crispa*).
3. Mengetahui pengaruh konsentrasi unsur hara Mo terhadap kandungan antosianin selada merah (*Lactuca sativa* var *crispa*).

1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah dapat memberikan teknologi dan informasi perlakuan warna cahaya lampu LED dan konsentrasi unsur hara Mo yang dapat digunakan untuk meningkatkan kandungan antosianin pada selada merah.

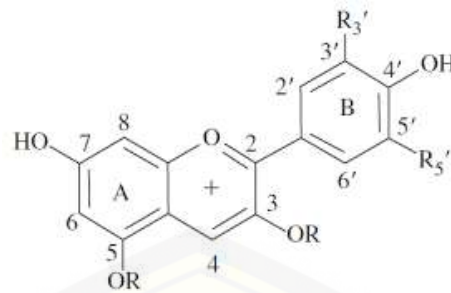
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Tanaman Selada Merah

Selada merah merupakan selada berdaun longgar sama seperti selada hijau pada umumnya. Selada merah memiliki morfologi yang tidak jauh berbeda dengan selada hijau. Menurut Saparinto (2013), selada mempunyai sistem perakaran tunggang dan serabut. Akar serabut menempel pada batang, tumbuh menyebar ke semua arah pada kedalaman 20-50 cm atau lebih. Tanaman selada memiliki batang sejati yang hampir tidak terlihat dan terletak pada bagian dasar yang berada di dalam tanah. Daun selada memiliki bentuk dan ukuran tergantung varietasnya. Daun selada umumnya memiliki ukuran panjang 20-25 cm dan lebar 15 cm. Tinggi tanaman selada berkisar antara 20-30 cm. Berbeda dengan selada hijau, sesuai dengan namanya selada merah memiliki daun yang berwarna kemerahan. Zulkarnain (2013) menyatakan sebagaimana kebanyakan tanaman sayuran lain, untuk pertumbuhan yang maksimal pH yang dikehendaki tanaman selada adalah 5,5-6,5 dengan suhu rata-rata 10-20°C. Selada dapat tumbuh dengan baik di dataran rendah maupun dataran tinggi.

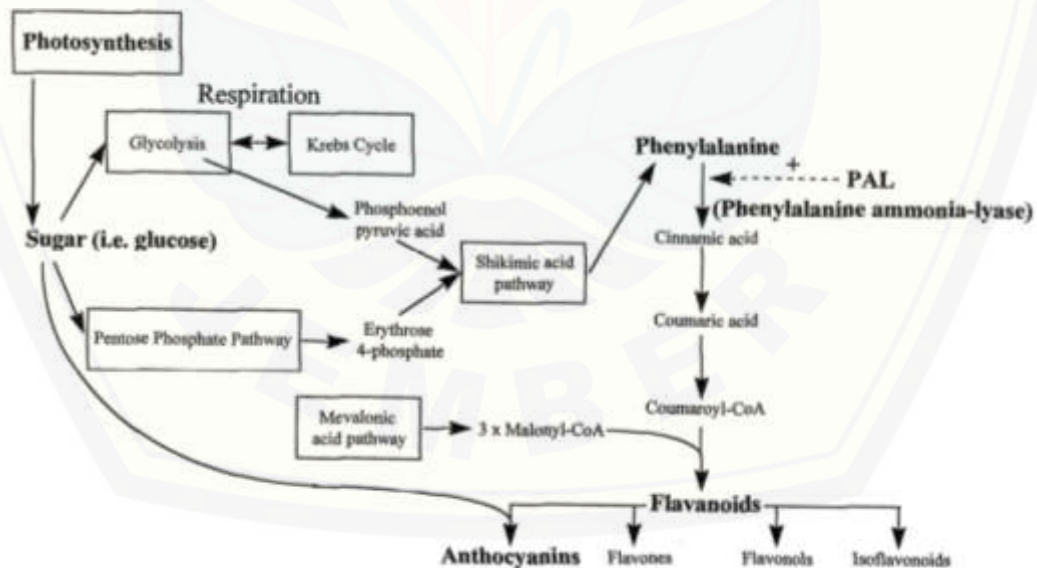
2.2 Karakteristik Antosianin

Menurut Salisbury dan Ross (1995), antosianin adalah pigmen berwarna yang larut dalam air umumnya menyebabkan warna merah, ungu dan biru pada buah dan bunga. Antosianin merupakan senyawa flavonoid yang secara alami berbentuk glikosida dari flavilium atau 2-fenil benzopirilium. Zat pewarna alami antosianin tergolong ke dalam turunan benzopiran. Struktur utama turunan benzopiran ditandai dengan adanya dua cincin aromatik benzena (C₆H₆) yang dihubungkan dengan tiga atom karbon yang membentuk cincin. Antosianin merupakan suatu gugus glikosida yang dibentuk dari gugus aglikon (antosianidin) dan glikon (Harborne, 1987). Apabila gugus glikon dihilangkan melalui proses hidrolisis maka akan dihasilkan antosianidin yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 2.1 Struktur kimia antosianidin (Harborne, 1987)

Menurut Harborne (1987), secara kimia semua antosianin merupakan turunan suatu struktur aromatik tunggal, yaitu sianidin dan semuanya terbentuk dari pigmen sianidin ini dengan penambahan atau pengurangan gugus hidroksil, metilasi serta glikosilasi. Terdapat enam antosianin yang umum yakni pelargonidin, sianidin, delphinidin, peonidin, petunidin dan malvidin. Masing-masing antosianin tersebut merupakan sederetan glikosida dengan berbagai gula yang terikat. Keragaman utama ialah sifat gulanya (glukosa, galaktosa, ramnosa, xilosa atau arabinosa), jumlah satuan gula (mono-, di- atau triglikosida) dan letak ikatan gula (biasanya pada 3-hidroksi atau pada 3- dan 5- hidroksi).



Gambar 2.2 Jalur Biosintesis Antosianin (Ritenour dan Khemira, 1997)

Antosianin merupakan pigmen yang terbentuk dari hasil metabolisme sekunder yang berasal dari metabolit primer dengan aktifitas enzim tertentu. Antosianin disintesis dari dua jalur utama yakni jalur fenilpropanoid melalui jalur

asam shikimat dan jalur asam malonat (Gambar 2). Jalur asam shikimat menghasilkan asam aromatik yang berasal dari prekursor karbohidrat sederhana dari glikolisis dan jalur pentosa fosfat. Ketersediaan gula dan aktivitas enzim fenilalanin amonia lyase (PAL) merupakan hal yang penting dalam sintesis antosianin (Ritenour dan Khemira, 1997).

Menurut Kim *et al.* (2007), lima gen yang terlibat dalam biosintesis antosianin yaitu fenilalanin amonia lyase (PAL), kalkon sintase (CHS), flavanon 3 β -hidroksilase (F3H), dihidroflavonol 4-reduktase (DFR), dan antosianidin sintase (ANS). PAL adalah enzim pertama dalam jalur fenilpropanoat yang mengkonversi fenilalanin menjadi asam sinamat dan tirosin menjadi asam p-kumarat. Enzim CHS selanjutnya akan mengkatalisis langkah awal jalur flavonoid. Tiga enzim yang dikode oleh gen lain yaitu F3H, DFR, dan ANS akan langsung mengkonversi naringenin menjadi dihidrokaemferol (dihidroflavonol), leukopelargonidin (leukoantosianidin), dan pelargonidin (antosianin).

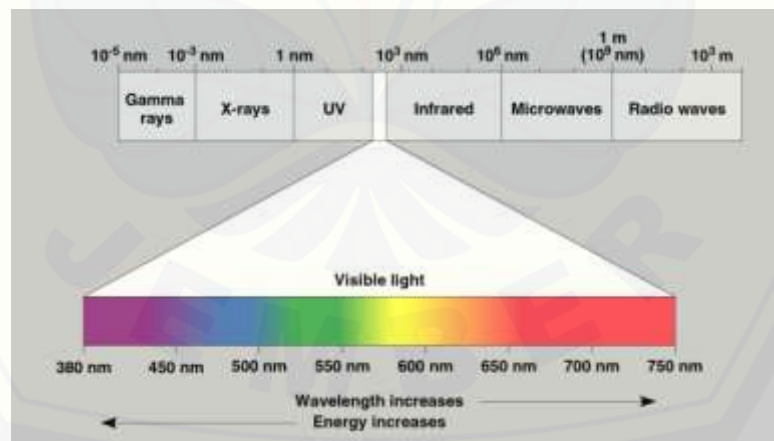
Fungsi antosianin secara ekofisiologis adalah sebagai zat terlarut yang kompatibel untuk penyesuaian osmotik dari cekaman kekeringan dan suhu rendah, sebagai antioksidan, proteksi dari sinar UV dan perlindungan dari cahaya tampak (Close dan Beadle, 2003). Antosianin merupakan pigmen yang terbentuk dari hasil metabolisme sekunder yang berasal dari metabolit primer dengan aktifitas enzim tertentu. Sedangkan unsur-unsur hara adalah prekursor dari metabolit sekunder oleh karena itu, pemupukan dapat berpengaruh pada terbentuknya pigmen dalam tanaman termasuk antosianin (Sumarno, 2010).

2.3 Lampu LED (*Light Emitting Diodes*) Berbagai Warna dengan Panjang Gelombang yang Berbeda

Menurut Syafriyudin dkk.(2015), LED (*Light Emitting Diodes*) adalah suatu semikonduktor yang memancarkan cahaya monokromatik atau diode yang memancarkan cahaya bila dialirkan arus listrik. Semikonduktor adalah material yang dapat bertindak sebagai konduktor (pengantar arus listrik) dan isolator (penahan arus listrik). Menurut Precup dan Cosma (2013), LED sebagai pencahayaan di bidang ekologi pertanian memiliki banyak manfaat, budidaya

dengan pencahayaan lampu LED merupakan suatu alternatif yang layak dipertimbangkan untuk masa depan.

Chen *et al.* (2014) menyebutkan sistem pencahayaan menggunakan LED memiliki beberapa keunggulan diantaranya seperti mampu mengendalikan komposisi spektral, berukuran kecil, tahan lama, masa operasi yang panjang, panjang gelombang yang khusus, memancarkan cahaya yang relatif dingin ke permukaan serta menghasilkan foton dengan jumlah yang linier. Menurut Soeleman dan Rahayu (2013), lampu LED dapat memancarkan warna cahaya yang dapat mempercepat proses fotosintesis. Vastakaite dan Virsile (2015) menyatakan bahwa LED sebagai sumber cahaya utama atau tambahan dapat digunakan untuk memanipulasi respon metabolis target untuk mencapai produktivitas dan kualitas tanaman yang tinggi. LED sebagai sumber cahaya harus memiliki kualitas cahaya yang tepat untuk memulai dan mempertahankan fotosintesis karena klorofil dapat menyerap dan memanfaatkan panjang gelombang merah (600-700 nm) sampai biru (400-500 nm), sehingga sumber cahaya untuk pertumbuhan tanaman harus memancarkan panjang gelombang ini (Lindawati dkk., 2015).



Gambar 2.3 Spektrum elektromagnetik (Campbell dan Reece, 2010)

Menurut Campbell dan Reece (2010), segmen spektrum yang paling penting bagi kehidupan adalah pita sempit dengan panjang gelombang berkisar 380 – 750 nm. Radiasi ini dikenal sebagai cahaya tampak (*visible light*) karena dapat dideteksi oleh mata. Jika diurutkan dari yang bergelombang panjang maka

sinar-sinar itu adalah merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, ungu (Dwidjoseputro, 1994).

Menurut Lakitan (2013), semua tanaman memperlihatkan puncak serapan utama pada panjang gelombang cahaya merah dan puncak serapan kedua pada cahaya biru. Hal tersebut menunjukkan bahwa warna cahaya merah dan biru merupakan cahaya yang paling efektif untuk menggerakkan fotosintesis. Daun menyerap lebih dari 90% cahaya biru demikian pula pada cahaya merah. Klorofil berwarna hijau hal ini menunjukkan bahwa pigmen ini tidak efektif dalam menyerap cahaya hijau, cahaya hijau cenderung dipantulkan dan diteruskan. Klorofil sedikit sekali menyerap cahaya hijau atau hijau kekuningan (kisaran panjang gelombang 500-600nm), tetapi efektif menyerap cahaya ungu, biru merah dan jingga.

Kualitas cahaya memberikan pengaruh pada kandungan konsentrasi pigmen. Menurut Salisbury dan Ross (1995), cahaya dapat memacu pembentukan pigmen seperti antosianin dalam beberapa sel atau beberapa organ tanaman. Zoratti *et al.* (2014) menyatakan bahwa informasi spesifik mengenai panjang gelombang (kualitas cahaya) terhadap biosintesis flavonoid seperti antosianin belum diketahui. Xu *et al.* (2014) menyebutkan perlakuan kualitas cahaya menyebabkan meningkatnya aktivitas enzim yang terlibat dalam biosintesis flavonoid seperti PAL, C4H, 4CL, CHI, CHS dan ANS. PAL (*Phenylalanine Amonia Lyase*) merupakan enzim kunci dalam metabolit sekunder dan berfungsi mengkatalis fenilalanin menjadi asam sinamat. PAL berperan penting dalam mekanisme pertahanan tanaman terhadap cekaman. Hasil penelitian Kosyk *et al.* (2017) pada tanaman selada menunjukkan bahwa semakin meningkat aktivitas PAL maka kandungan antosianin juga akan meningkat.

Beberapa hasil penelitian mengenai warna cahaya terhadap selada merah cukup bervariasi. Li dan Kubota (2009) menunjukkan bahwa pemberian cahaya biru meningkatkan konsentrasi antosianin sebesar 31% pada tanaman selada merah Red Cross. Stute *et al.* (2009) juga menyebutkan bahwa cahaya biru dapat meningkatkan konsentrasi antosianin selada merah kultivar Outeredgeous. Miao *et al.* (2016) menyatakan bahwa merah dan kuning memberikan efek peningkatan

kandungan antosianin pada stroberi. Sementara Samuoliene *et al.* (2012) lampu hijau dengan panjang gelombang 505 nm memberikan efek terbaik pada kandungan total fenol dan antosianin.

2.4 Peran Unsur hara Mo (*Molybdenum*) pada Tanaman

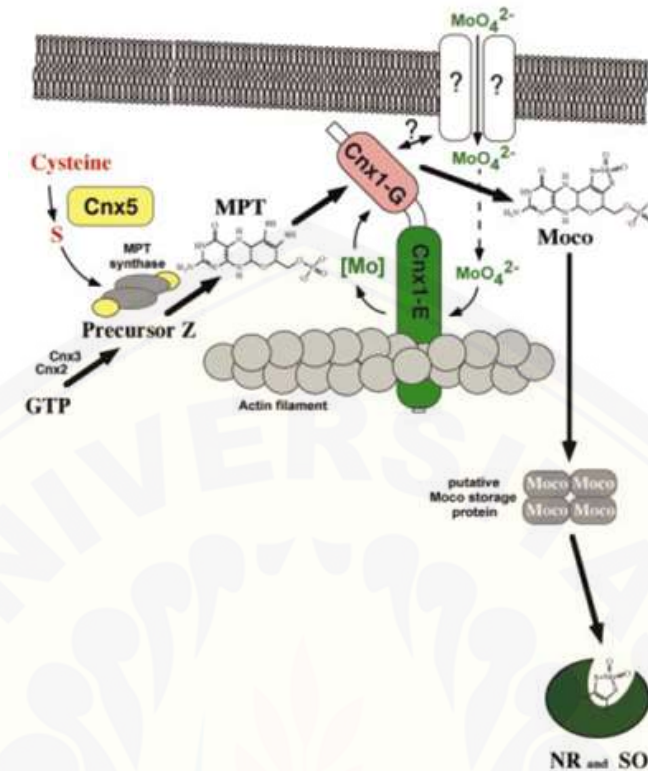
Mo merupakan unsur hara esensial bagi tumbuhan dan tergolong sebagai unsur hara mikro. Menurut Kaiser *et al.* (2005), unsur hara Mo merupakan unsur hara esensial untuk pertumbuhan tanaman. Molibdat merupakan bentuk dominan Mo yang tersedia untuk tanaman dan diperlukan sangat sedikit serta diketahui berpartisipasi dalam berbagai reaksi redoks pada tanaman. Fungsi Mo adalah sebagai bagian dari enzim nitrat reduktase yang mereduksi ion nitrat menjadi ion nitrit (Lakitan, 2013).

Armiadi (2009) menambahkan Mo merupakan bagian dari enzim nitrat reduktase yang esensial dalam proses penambatan nitrogen. Enzim nitrat reduktase merupakan enzim yang digolongkan sebagai molibdoflavoprotein karena mengandung molibdenum dan koenzim Flavin Adenin Dinukleotida yang berfungsi sebagai pembawa elektron. Menurut Mendel dan Hansch (2002), enzim nitrat reduktase tersusun atas 3 grup prostetik yakni flavin adenin dinukleotida (FAD), heme dan molibdenum kofaktor (Moco).



Gambar 2.4 Susunan enzim nitrat reduktase (Mendel dan Hansch, 2002)

Molibdenum kofaktor (Moco) merupakan bentuk biologis atom molibdenum. Biosintesis Moco dimulai dengan guanosin X fosfat (GTP) yang terkonversi menjadi precursor Z, penyisipan sulfur pada precursor Z membentuk molibdopterin (MPT) yang selanjutnya penyisipan molibdenum pada MPT akan membentuk Moco. Mo yang disisipkan pada MPT berasal dari MoO_4^{2-} yang diserap oleh tanaman. Moco yang terbentuk akan digunakan untuk menyusun enzim nitrat reduktase (Gambar 2.5) (Mendel dan Hansch, 2002).



Gambar 2.5 Biosintesis Moco pada sel tanaman (Mendel dan Hansch, 2002)

Nitrat reduktase yang merupakan enzim yang berperan penting dalam serangkaian reaksi kimia pembentukan asam amino. Hal ini menjadikan enzim nitrat reduktase merupakan faktor pembatas proses asimilasi nitrat yang berperan penting terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Alnopri 2004). Defisiensi Mo hampir sama dengan nitrogen hal ini terkait fungsi Mo pada enzim nitrat reduktase. Defisiensi ditunjukkan dengan gejala klorosis pada daun tua yang menjalar ke daun muda. Sementara kelebihan unsur hara Mo akan menyebabkan keracunan. Menurut Nyakpa dkk. (1988) unsur hara Mo merupakan unsur hara mikro yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang relatif rendah, juga mempunyai kisaran optimum yang sempit, sehingga dalam jumlah yang sedikit berlebihan akan mengganggu proses fisiologis tanaman bahkan dapat mengakibatkan toksik. Menurut Hoagland dan Arnon (1950), jumlah unsur hara mikro Mo yang tepat pada media hidroponik adalah sebanyak 0,01 ppm.

Pengaturan pemberian unsur hara Mo dapat dijadikan sebagai cekaman abiotik pada tanaman untuk meningkatkan sintesis antosianin. Kachout *et al.*

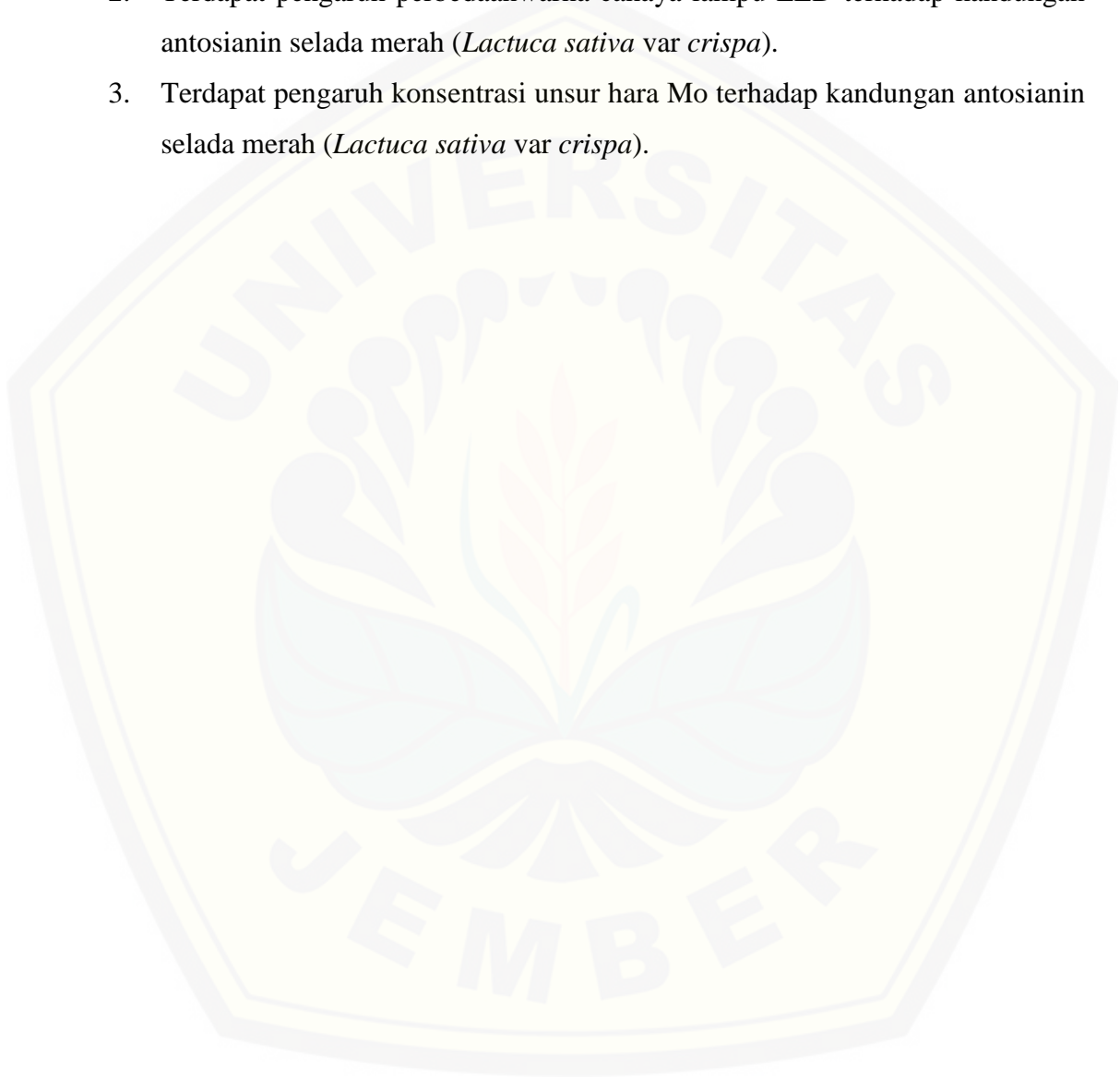
(2015) menyatakan antosianin dihasilkan sebagai tanggapan terhadap cekaman abiotik, antosianin merupakan pigmen yang diketahui melindungi organ tanaman dari cekaman. Menurut Sukartini dan Syah (2009), sintesis antosianin terjadi pada saat pertumbuhan daun, selama periode penuaan dan pada saat tanaman merespon cekaman abiotik.

Menurut Kumchai *et al.* (2013), tanaman membutuhkan keseimbangan unsur hara esensial yang diserap melalui akar, penyerapan unsur hara Mo yang lebih tinggi akan memunculkan gejala keracunan pada tanaman. Namun pada saat yang sama akan menginduksi aktivitas enzim antioksidan dan meningkatkan akumulasi antosianin dalam jaringan tanaman hal ini terjadi sebagai bentuk pertahanan untuk melindungi sel-sel tanaman dari toksisitas atau cekaman. Irani *et al.* (2009) menyatakan bahwa seiring dengan meningkatnya molibdenum enzim peroksidase juga akan meningkat, sehingga berbahaya bagi sel tanaman yang dapat menyebabkan kerusakan oksidatif pada organel fotosintesis. Sebagai upaya mengurangi dampak kerusakan sel akibat stres oksidatif maka tanaman membentuk enzim senyawa antioksidan. Cekaman Mo akan meregulasi beberapa enzim seperti *phenylalanine ammonia lyase* (PAL), *chalcone synthase* (CHS), *flavonone 3-hydroxylase* (F3H), *leucoanthocyanidin dioxygenase* (LDOX) dan *glutathione-S-transferase* (GST) yang berperan dalam biosintesis antosianin (Kumchai *et al.*, 2013).

Hale *et al.* (2001) dalam penelitiannya menyatakan tanaman sawi yang ditumbuhkan dengan molybdate menunjukkan akumulasi kristal biru yang larut dalam air pada vakuola sel lapisan epidermis. Analisis sinar X yang dilakukan menunjukkan bahwa kristal biru yang larut dalam air tersebut adalah Mo. Senyawa tersebut menunjukkan perubahan warna bergantung pH yang selanjutnya kristal biru tersebut diidentifikasi sebagai antosianin. Kandungan antosianin pada tiga varietas sawi berkorelasi positif dengan akumulasi Mo. Hasil penelitian Gupta (1997) dalam Kaiser *et al.* (2005) juga menunjukkan bahwa tanaman tomat dan kembang kol yang tumbuh dikonsentrasi Mo tinggi menunjukkan peningkatan akumulasi antosianin.

2.5 Hipotesis

1. Terdapat interaksi antara perbedaanwarna cahaya lampu LED dan unsur Mo terhadap kandungan antosianin tanaman selada merah (*Lactuca sativa* var *crispa*).
2. Terdapat pengaruh perbedaanwarna cahaya lampu LED terhadap kandungan antosianin selada merah (*Lactuca sativa* var *crispa*).
3. Terdapat pengaruh konsentrasi unsur hara Mo terhadap kandungan antosianin selada merah (*Lactuca sativa* var *crispa*).



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan Mei 2017 bertempat di *Green House* dan Laboratorium CDAST (*Center for Development of Advanced Sciences and Technology*) Universitas Jember.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan antara lain yakni benih selada merah varietas New Red Fire, H_2MoO_4 , H_3BO_3 10 mM, ethanol, buffer analisis antosianin (KCl pH 1 dan Natrium Asetat Monohidrat pH 4,5).

3.2.2 Alat

Alat yang digunakan lampu LED dengan warna sesuai perlakuan, timbangan analitik, oven, mortar alu, *spektrofotometer*, *ependorf*, *freezer*, *sentrifuge*, *micropipet* dan alat pendukung lainnya.

3.3 Rancangan Percobaan

Penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktorial dengan faktor pertama warna cahaya lampu LED (4 taraf) dan faktor kedua konsentrasi unsur hara Mo (4 taraf), sehingga terdapat 16 kombinasi perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali.

Faktor pertama adalah warna cahaya lampu LED yang diberi simbol C terdiri atas 4 taraf, yakni :

- a. C_1 : Cahaya lampu LED warna biru (panjang gelombang 470-500 nm)
- b. C_2 : Cahaya lampu LED warna hijau (panjang gelombang 500-560 nm)
- c. C_3 : Cahaya lampu LED warna kuning (panjang gelombang 560-600 nm)
- d. C_4 : Cahaya lampu LED warna merah (panjang gelombang 650-700 nm)

Faktor kedua adalah konsentrasi Mo yang diberi simbol M terdiri atas 4 taraf, yakni:

- a. M_0 : Mo 0 mg/l
- b. M_1 : Mo 0,01 mg/l (H_2MoO_4 0,017 mg/l)
- c. M_2 : Mo 0,02 mg/l (H_2MoO_4 0,034 mg/l)
- d. M_3 : Mo 0,03 mg/l (H_2MoO_4 0,051 mg/l)

Adapun kombinasi antara warna cahaya lampu LED dan konsentrasi Mo, yaitu :

C_1M_0	C_2M_0	C_3M_0	C_4M_0
C_1M_1	C_2M_1	C_3M_1	C_4M_1
C_1M_2	C_2M_2	C_3M_2	C_4M_2
C_1M_3	C_2M_3	C_3M_3	C_4M_3

Model linier RAL faktorial adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

$$i = 1, 2, 3, 4 ; j = 1, 2, 3, 4 ; k = 1, 2, 3$$

Y_{ij} : Pengamatan pada ulangan ke-k yang mendapat perlakuan faktor warna cahaya lampu LED taraf ke i dan faktor pemberian unsur Mo taraf ke j

μ : Rataan umum

α_i : Pengaruh faktor warna cahaya lampu LED taraf ke i

β_j : Pengaruh faktor pemberian unsur Mo taraf ke j

$\alpha\beta_{ij}$: Pengaruh interaksi faktor warna cahaya lampu LED taraf ke i dan faktor pemberian unsur Mo taraf ke j

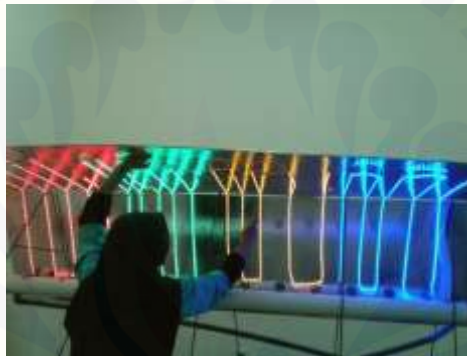
ε_{ijk} : Komponen galat oleh faktor warna cahaya lampu LED taraf ke i dan faktor pemberian unsur Mo taraf ke j dan ulangan ke k

Data yang diperoleh selanjutnya dilakukan analisis menggunakan analisis varian (ANOVA) yang dilanjutkan dengan *logarithmic regression*.

3.4 Pelaksanaan Percobaan

3.4.1 Persiapan Tempat Penanaman

Tempat penanaman hidroponik dibuat menggunakan rak besi segitiga yang disusun 4 buah pipa paralon sesuai banyaknya perlakuan Mo dengan panjang 2 meter. Setiap pipa diberi lubang untuk netpot sebanyak 12 lubang. Pada sisi atas dipasang lampu LED warna sesuai dengan perlakuan. Rak diberi sekat untuk perlakuan lampu LED, sekat diberikan setiap tiga lubang netpot sehingga dalam satu ruang terdapat 12 lubang. Penyekatan dilakukan untuk menghindari bercampurnya warna LED. Penyinaran dilakukan selama 16 jam per hari mulai pukul 6.00 hingga 22.00.



Gambar 3.1 Persiapan tempat penanaman

Suhu udara di dalam ruangan sekitar 20°C. Berikut merupakan intensitas cahaya setiap warna LED yang digunakan dalam penelitian :

Tabel 3.1 Intensitas cahaya setiap warna LED

Warna LED	Intensitas Cahaya (lux)
Merah	150,8
Hijau	248,6
Kuning	69
Biru	254,4

3.4.2 Persemaian

Persemaian dilakukan menggunakan *plot tray* dengan media arang sekam dan pasir perbandingan 2:1 yang di bagian bawahnya digenangi air setinggi 1 cm. Dilakukan penyemprotan menggunakan setiap hari guna menjaga kelembaban, setelah 14 hari bibit dapat dipindahkan.



Gambar 3.2 Persemaian bibit selada merah

3.4.3 Penanaman

Sebelum bibit dipindahkan ke ruang penanaman, bibit yang sehat dan seragam diganti medianya dengan *rockwool* yang kemudian dimasukkan ke dalam netpot. Larutan Hoagland dengan pH 6,5 diberikan sebagai sumber nutrisi. Tanaman selada merah selanjutnya siap mendapat perlakuan warna cahaya lampu LED dan pemberian H_2MoO_4 .



Gambar 3.3 Pindah tanam

3.4.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman selada merah meliputi pengecekan pH dan TDS, mengganti larutan nutrisi dan H_2MoO_4 sesuai dengan perlakuan secara berkala serta pengendalian hama dan penyakit.



Gambar 3.4 Pengecekan pH dan TDS pada media

3.4.5 Pemanenan

Pemanenan selada merah dilakukan pada 45 hst, selada merah yang telah dipanen dimasukkan ke dalam kantong plastik kemudian dimasukkan ke dalam es box. Selanjutnya disimpan dalam *freezer* sampai dilakukan analisis.

3.4 Variabel Pengamatan

1. Kandungan Antosianin

Sampel daun selada merah yang masih membeku dicairkan di suhu ruang kemudian digerus. Sampel yang telah digerus diekstraksi menggunakan 40 ml ethanol : 0,1 M HCl (85:15%, v:v). Penentuan kandungan antosianin total dalam ekstrak daun selada merah menggunakan metode perbedaan pH (Lee *et al.*, 2005). Diperlukan 2 larutan buffer, larutan pertama adalah larutan untuk pH 1,0 menggunakan buffer KCl dan larutan kedua untuk pH 4,5 menggunakan Natrium Asetat Monohidrat. Mengambil 5 ml buffer KCl pH 1,0 dan 5ml Natrium Asetat Monohidrat pH 4,5 di *ependorf* yang terpisah kemudian masing-masing buffer ditambah dengan ekstrak daun selada merah sebanyak 3 ml. Menginkubasi selama ± 30 menit lalu larutan pada kondisi pH yang berbeda tersebut diukur serapannya menggunakan Spektrofotometer pada panjang gelombang 520 nm dan 700 nm. Kandungan antosianin total dihitung menggunakan perhitungan

$$\text{Total antosianin (mg/L)} = \frac{A \times MW \times DF \times 10^3}{\epsilon \times l}$$

Keterangan :

- A : (A_{520 nm} – A_{700 nm}) pH 1 – (A_{520 nm} – A_{700 nm}) pH 4,5
 E : Koefisien ekstingsi molar (Cyanidin 3 glukosida = 29.600 l.mol⁻¹.cm⁻¹)
 MW : Bobot molekul (Cyanidin 3 glukosida = 449,2 gr.mol⁻¹)
 DF : Faktor pengenceran
 l : Tebal kuvet

2. Kandungan Klorofil

Pengukuran kandungan klorofil menggunakan metode yang dilakukan oleh Wintermans dan De Mots (1965). Ekstraksi kandungan klorofil daun

dilakukan dengan membekukan sampel daun selada merah menggunakan nitrogen cair. Kemudian mengambil sampel daun selada merah sebanyak 0,1 g dan menggerus menggunakan mortar alu hingga menjadi tepung. Tepung sampel disuspensikan dengan 0,5 ml 10 mM H_3BO_3 . Suspensi sebanyak 40 μ l ditambahkan ethanol sebanyak 960 μ l kemudian divortek hingga homogen, selanjutnya diinkubasi di dalam kulkas ($4^\circ C$ selama 30 menit). Suspensi disentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 8000 rpm dan suhu $10^\circ C$. Supernatan diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 649 nm dan 665 nm. Konsentrasi klorofil a dan b dihitung berdasarkan rumus berikut :

- a. Klorofil a = $(13,7 \times Abs_{665}) - (5,76 \times Abs_{649}) = \mu g \text{ klorofil/g sampel}$
- b. Klorofil b = $(25,8 \times Abs_{649}) - (7,60 \times Abs_{665}) = \mu g \text{ klorofil/g sampel}$
- c. Klorofil total = Klorofil a + Klorofil b = $\mu g \text{ klorofil/g sampel}$

3. Tinggi Tanaman

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan menggunakan penggaris di akhir penelitian.

4. Berat Kering

Sampel selada merah dikeringkan dalam oven pada suhu $80^\circ C$ sampai mencapai berat tetap selama kurang lebih 48 jam kemudian sampel ditimbang.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan data pembahasan pada bab sebelumnya, disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Tidak terdapat interaksi antara warna cahaya LED dan konsentrasi Mo terhadap semua variabel pengamatan.
2. Warna cahaya LED biru dan merah memberikan pengaruh positif terhadap kandungan antosianin, klorofil dan berat kering tinggi, sementara warna cahaya LED hijau memberikan pengaruh positif terhadap tinggi tanaman.
3. Konsentrasi Mo 0,03 mg/l memberikan pengaruh positif terhadap semua variabel pengamatan.

4.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut berkaitan dengan Mo yang ada di dalam jaringan pada semua pelakuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, M. E. S., A. A. Elzaawely & M. B. E. Sawy. 2011. Effect of the Foliar Spraying with Molybdenum and Magnesium on Vegetative Growth and Curd Yields in Cauliflower (*Brassica oleraceae* var. botrytis L.). *Agricultural Sciences*, 7 (2): 149-156
- Alnopri. 2004. Optimasi prosedur assay aktivitas nitrat reduktase daun manggis. Bengkulu. *Akta Agrosia*, 7 (2): 62-66.
- Ariviani, S. 2010. Kapasitas Anti Radikal Ekstrak Antosianin Buah Salam (*Syzygium polyanthum* [Wight.] Walp) Segar dengan Variasi Proporsi Pelarut. *Caraka Tani*, 25(1) : 43-49.
- Armiadi. 2009. Penambatan Nitrogen Secara Biologis pada Tanaman Leguminosa. *Wartazoa*, 19 (1): 23-30.
- Arreola, J. A., A. M. C. Gonzalez, L. A. V. Aguilar, M. T. C. Leon, J. P. Pineda & E. A. Garcia. 2008. Effect of Calcium, Boron and Molybdenum on Plant Growth and Bract Pigmentation In Poinsettia. *Rev. Fitotec. Mex.*, 31 (2): 165 – 172.
- Campbell, N. A. and J. B. Reece. 2008. *Biologi Edisi Kedelapan : Jilid 1*. Terjemahan oleh Wulandari, D. T. 2010. Jakarta : Erlangga.
- Chen, C. C., M. Y. Huang, K. H. Lin, S. L. Wong, W. D. Huang, W. D. Huang and C. M. Yang. 2014. Effects of Light Quality on the Growth, Development and Metabolism of Rice Seedlings (*Oryza sativa* L.). *Res. J. Biotech.*, 9(4) : 15-24.
- Close, D. C. and C. L. Beadle. 2003. The Ecophysiology of Foliar Anthocyanin. *The Botanical Review*, 69 (2): 149–161.
- Dwijoseputro. 1990. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Hale, K. L., S. P. McGrath, E. Lombi, S. M. Stack, N. Terry, I. J. Pickering, G. N. George and E. A.H. Pilon-Smits. 2001. Molybdenum Sequestration in Brassica Species A Role for Anthocyanins?. *Plant Physiology*, 126 :1391–1402.
- Harborne, J.B.1987. *Metode Fitokimia. Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Terbitan kedua. Penerbit ITB Bandung.

- Haryanti, S. 2010. Respon Pertumbuhan Jumlah dan Luas Daun Nilam (*Pogostemon cablin* Benth) pada Tingkat Naungan yang Berbeda. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 18(1) : 20-26.
- Irani, M., M. Sarmadi, F. Bernard & H. Sh. Bazarno. 2009. Effect of Molybdenum Stress on Anthocyanin, Protein, Malonaldehyde Content And Peroxidase Activity in Two Varieties Of Licorice (*Glycyrrhiza Glabra*) In Vitro. *Pajouhesh-Va-Sazandegi*, 21 : 13-20.
- Johkan, M., K. Shoji, F. Goto, S. Hashida & T. Yoshihara. 2010. Blue Light-emitting Diode Light Irradiation of Seedlings Improves Seedling Quality and Growth after Transplanting in Red Leaf Lettuce. *Hortscience*, 45(12):1809–1814.
- Kachout, S. S., A. B. Mansoura, J. C. Leclerc, Z. Ouerghi and N. K. Bouraoui. 2015. Effect of Metal Toxicity on Growth and Pigment Contents of Annual Halophyte (*A. hortensis* and *A. rosea*). *Int. J. Environ. Res.*, 9(2) : 613-620.
- Kaiser, B. N., K. L. Gridley, J. N. Brady, T. Phillips and S. D. Tyerman. 2005. The Role of Molybdenum in Agricultural Plant Production. *Annals of Botany*, 96 : 745-754.
- Kim, B. G., J. H. Kim, S. Y. Min, K. H. Shin, J. H. Kim, H. Y. Kim, S. N. Ryu & J. H. Ahn. 2007. Anthocyanin Content in Rice Is Related to Expression Levels of Anthocyanin Biosynthetic Genes. *Plant Biology*, 50(2) : 156-160.
- Kosyk, O. I., I. M. Khomenko, L. M. Batsmanova & N. Yu. Taran. 2017. Phenylalanine Ammonia-Lyase Activity and Anthocyanin Content in Different Varieties of Lettuce under the Cadmium Influence. *Ukr. Biochem. J.*, 89 (2) : 85-91.
- Kumchai, J., J. Z. Huang, C. Y. Lee, F. C. Chen and S. W. Chin. 2013. Proline Partially Overcomes Excess Molybdenum Toxicity in Cabbage Seedlings Grown in Vitro. *Genetics and Molecular Research*, 12 (4): 5589-5601.
- Lakitan, B. 2013. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta : RajaGrafindo Persada.
- Latifah, E., K. Boga dan J. Maryono. 2014. Pengenalan Model Kebun Sayur Sekolah untuk Peningkatan Konsumsi Sayuran bagi para Siswa di Kediri - Jawa Timur. *Agriekonomika*, 3(1) : 34-44.
- Lee, J., R. W. Durst and R. E. Wrolstad. 2005. Determination of Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants, and Wines by the pH Differential Method: Collaborative Study. *AOAC International*, 88(5) : 1269-1278.

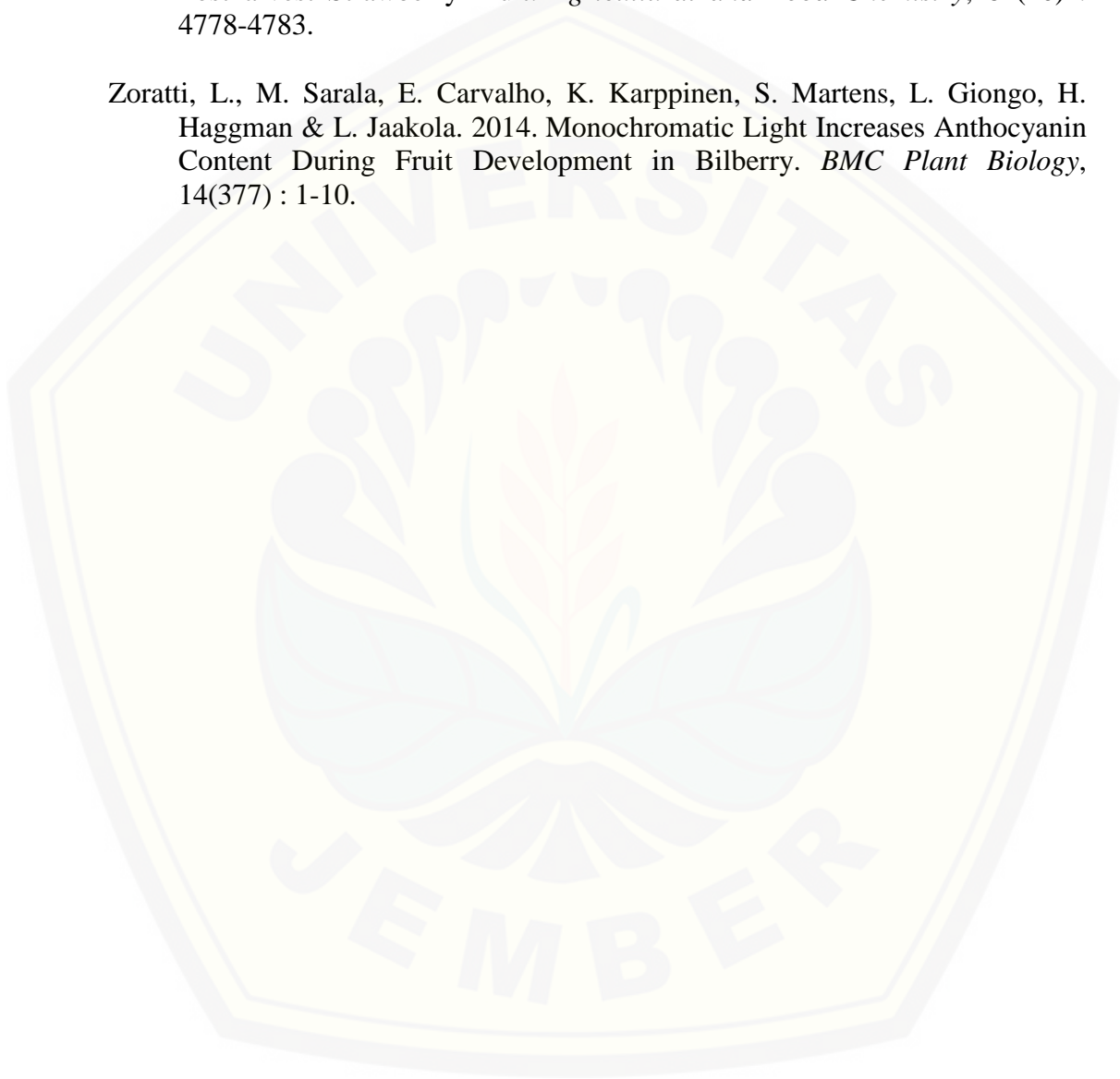
- Li, Q. & C. Kubota. 2009. Effects of Supplemental Light Quality on Growth and Phytochemicals of Baby Leaf Lettuce. *Environmental and Experiment Botany*, 67: 59–64.
- Lindawati, Y., S. Triyono dan D. Suhandy. 2015. Pengaruh Lama Penyinaran Kombinasi Lampu LED dan Lampu Neon terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa* L.) dengan Hidroponik Sistem Sumbu (*Wick System*). *Teknik Pertanian Lampung*, 4(3) : 191-200.
- Miao, L., Y. Zhang, X. Yang, J. Xiao, H. Zhang, Z. Zhang, Y. Wang and G. Jiang. 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.
- Mizuno, T., W. Amaki & H. Watanabe. 2011. Effects of Monochromatic Light Irradiation by LED on The Growth and Anthocyanin Contents in Leaves of Cabbage Seedlings. *Acta Horticulturae*, 907: 179–184.
- Nyakpa, M.Y. Lubis, A.M. Pulung, M.A. Amroh, A.G, Munawar, A. Hong, G.B & N. Hakim, 1988. Kesuburan Tanah. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Pardo, G. P., C. H. Aguilar, F. R. Martinez, A. D. Pacheco, C. M. Gonzalez & M. M. Canseco. 2014. Effects of Light Emitting Diode High Intensity on Growth of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) and Broccoli (*Brassica oleracea* L.) Seedlings. *Annual Research & Review in Biology*, 4(19): 2983-2994.
- Pietrini, F., M. A. Iannelli and A. Massacci. 2002. Anthocyanin Accumulation in The Illuminated Surface of Maize Leaves Enhances Protection from Photo-Inhibitory Risks at Low Temperature, Without Further Limitation to Photosynthesis. *Plant, Cell and Environment*, (25) : 1251–1259.
- Precup, M. M. M. and D. C. Cosma. 2013. The Content in Assimilating Pigments of The Cotyledons of The Red Cabbage Plantlets Illuminated with LEDs. *Seria Științele Vieții*, 23(1) : 45-48.
- Ritenour, M. & H. Khemira. 1997. *Red Color Development of Apple : A Literature Review*. Tree Fruit Research and Extension Center. Washington State University.
- Robinson, T. 1995. *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi Penerjemah: Padmawinata, K.* Bandung: Penerbit ITB
- Salisbury, F. B. dan C. W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan : Jilid 2*. Terjemahan oleh Lukman, D. R. dan Sumaryono. Bandung : ITB

- Samuoliene, G., A. Brazaityte, A. Urbonaviciute, G. Sabajeviene & P. Duchovskis. 2010. The Effect of Red and Blue Light Component on The Growth and Development of Frigo Strawberries. *Zemdirbyste Agriculture*, 97(2) : 99-104.
- Saparinto, C. 2013. *Grow Your Own Vegetables Panduan Praktis Menanam 14 Sayuran Konsumsi Populer di Pekarangan*. Yogyakarta : Andi.
- Soeleman, S dan D. Rahayu. 2013. *Halaman Organik: Mengubah Taman Rumah Menjadi Taman Sayuran Organik Untuk Gaya Hidup Sehat*. Jakarta : PT AgroMedia Pustaka.
- Stroud, J. L., F. J. Zhao, P. Buchner, F. Shinmachi, S. P. McGrath, J. Abecassis, M. J. Hawkesford and P. R. Shewry. 2010. Impacts of Sulphur Nutrition on Selenium and Molybdenum Concentrations in Wheat Grain. *Cereal Science*, (52) : 111-113.
- Stutte, G. W., S. Edney and G. J. Newsham. 2010. Photoregulation of Anthocyanin Production in Red-Leaf Lettuce With Blue Leds is Affected by Timing and Leaf Age. 37 : 125-130.
- Sukartini dan M. J. A. Syah. 2009. Potensi Kandungan Antosianin pada Daun Muda Tanaman Mangga sebagai Kriteria Seleksi Dini Zuriat Mangga. *Hort.*, 19(1) : 23-27.
- Sumarno. 2010. Macam dan Dosis Pupuk Organik terhadap Hasil dan Kadar Antosianin Kelopak Bunga Rosela (*Hibiscus sabdariffa*). *Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*, 7(1): 25-30.
- Supriatna, N. 2007. *Bercocok Tanam Sayuran*. Jakarta : Azka Press.
- Syafriyudin, S. Priyambodo, S. Saudah, dan N. T. Ledhe. 2015. *Pengaruh Variabel Warna Lampu LED Terhadap Pertumbuhan Tanaman Krisan*. Proseding Seminar Nasional Teknik Industri “Sustainable Manufacturing”.
- Vastakaite, V. And A. Virsile. 2015. Light Emitting Diodes (LEDs) for Higher Nutritional Quality Of Brassicaceae Microgreens. *Research For Rural Development*, 1 : 111-117.
- Werdhasari, A. 2014. Peran Antioksidan bagi Kesehatan. *Biotek Medisiana Indonesia*, 3(2) : 59-68.
- Winarno, F.G., 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia.

Wintermans, J. F. G. H. and A. De Mots. 1965. Spectrophotometric Characteristics of Chlorophyll and Their Pheophytins in Ethanol. *Biochim.Biophys. Acta*, 109: 448-453.

Xu, F., S. Cao, L. Shi, W. Chen, X. Su, & Z. Yang. 2014. Blue Light Irradiation Affects Anthocyanin Content and Enzyme Activities Involved in Postharvest Strawberry Fruit. *Agricultural and Food Chemistry*, 62(20) : 4778-4783.

Zoratti, L., M. Sarala, E. Carvalho, K. Karppinen, S. Martens, L. Giongo, H. Haggman & L. Jaakola. 2014. Monochromatic Light Increases Anthocyanin Content During Fruit Development in Bilberry. *BMC Plant Biology*, 14(377) : 1-10.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil analisis ragam seluruh variabel percobaan

Kandungan Antosianin

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hit	F Tabel (5%)	F Tabel (1%)
Perlakuan	15	1,21	0,08	1,56	1,99	2,65
Warna LED	3	0,65	0,22	4,14	2,90	4,46
Konsentrasi Mo	3	0,10	0,03	0,64	2,90	4,46
LED x Mo	9	0,47	0,05	1,00	2,19	3,02
Error	32	1,28	0,04			
Total	47	2,49				

Kandungan Klorofil

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hit	F Tabel (5%)	F Tabel (1%)
Perlakuan	15	157,41	10,49	2,52	1,99	2,65
Warna LED	3	49,79	16,6	3,99	2,90	4,46
Konsentrasi Mo	3	35,2	11,73	2,82	2,90	4,46
LED x Mo	9	72,42	8,05	1,93	2,19	3,02
Error	32	133,23	4,16			
Total	47	290,65				

Tinggi Tanaman

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hit	F Tabel (5%)	F Tabel (1%)
Perlakuan	15	73,14	4,88	2,56	2,01	2,70
Warna LED	3	30,09	10,03	5,27	2,92	4,51
Konsentrasi Mo	3	16,95	5,65	2,97	2,92	4,51
LED x Mo	9	26,1	2,9	1,52	2,21	3,07
Error	32	60,86	1,9			
Total	47	134				

Berat Kering

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hit	F Tabel (5%)	F Tabel (1%)
Perlakuan	15	0,41	0,03	3,59	1,99	2,65
Warna LED	3	0,09	0,03	3,88	2,90	4,46
Konsentrasi Mo	3	0,20	0,07	8,55	2,90	4,46
LED x Mo	9	0,13	0,01	1,84	2,19	3,02
Error	32	0,24	0,01			
Total	47	0,65				

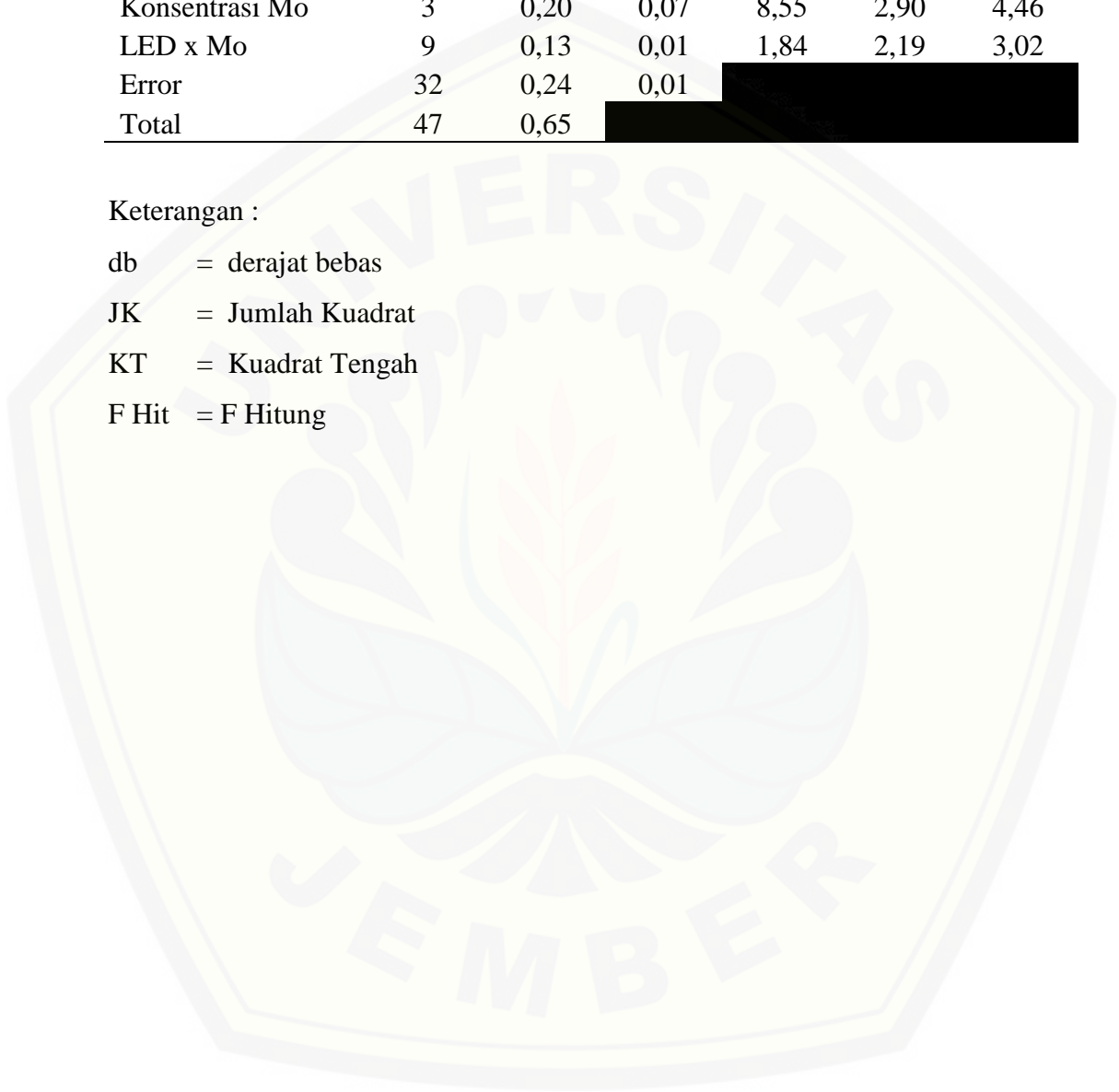
Keterangan :

db = derajat bebas

JK = Jumlah Kuadrat

KT = Kuadrat Tengah

F Hit = F Hitung



Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian



Pemindahan bibit ke ruang penanaman



Pengukuran intensitas cahaya menggunakan Luxmeter



Eksraksi sampel selada merah



Pemberian H_2MoO_4 ke dalam larutan nutrisi