

Respon selada merah (*Lactuca sativa* var. *Crispa*) akibat perlakuan daya led (*light-emitting diode*) dan posisi tanaman pada sistem hidroponik tower

(The growth and production responses of red lettuce (*Lactuca sativa* var. *Crispa*) to LED Power and Plant Position on the Tower Hydroponic System)

D. Anindyarasmi, S. Budiyanto dan E.D. Purbajanti
Program Studi Agroekoteknologi, Departemen Pertanian,
Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro
Corresponding email: anindyarasmi@gmail.com

ABSTRACT

This study aimed to examine the effect of LED Power and Plant Position on the Tower Hydroponic System on the growth and production of red lettuce (*Lactuca sativa* var. *Crispa*). Parameters observed were plant height, number and area of leaves, total fresh weight and consumption, and yield. Research data were analyzed by Analysis of Variance (ANOVA) and continued with Duncan Multiple Range Test (DMRT) at a 5% confidence level. The results showed LED power and plant position had significant effects on the observed parameters. LED power of 15W with Lower and Upper Middle Positions of the Plants give the best results for the growth and production of red lettuce.

Keywords: *hydroponic tower, LED power, plant position, red lettuce*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh Daya LED dan Posisi Tanaman pada Sistem Hidroponik Tower terhadap pertumbuhan dan produksi selada merah (*Lactuca sativa* var. *Crispa*). Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah dan luas daun, bobot segar total dan konsumsi, serta rendemen hasil. Data hasil penelitian dianalisis dengan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kepercayaan 5%. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan Daya LED dan Posisi Tanaman memberikan pengaruh nyata terhadap parameter yang diamati. Daya LED 15W dengan Posisi Tanaman Tengah Bawah dan Tengah Atas memberikan hasil terbaik bagi pertumbuhan dan produksi selada merah.

Kata kunci: *tower hidroponik, daya LED, posisi tanaman, selada merah*

PENDAHULUAN

Selada merah (*Lactuca sativa* var. *Crispa*) merupakan tanaman yang dimanfaatkan daunnya untuk konsumsi sayuran masyarakat. Sayuran selada merah sering dikonsumsi oleh masyarakat dikarenakan selain rasanya yang enak, tanaman tersebut juga kaya akan kandungan vitamin dan zat besi yang baik untuk kesehatan tubuh. Selain itu, nilai ekonomi selada merah juga tinggi dilihat dari permintaan pasar akan selada merah seperti di bidang perhotelan dan restoran serta selada merah juga merupakan salah satu komoditas ekspor. Umur panen selada merah relatif cepat, yakni

sekitar 1,5 – 2 bulan. Tanaman selada merah merupakan salah satu komoditas sayuran yang memiliki prospek dan nilai komersial yang tinggi serta dapat dibudidayakan secara hidroponik (Saroh *et al.*, 2016).

Sistem pertanian hidroponik merupakan kegiatan budidaya tanaman yang berbasis pada air dengan penambahan nutrisi yang menggantikan tanah sebagai pemenuh kebutuhan nutrisi dari tanaman (Perwitasari *et al.*, 2012). Hidroponik tower menggunakan pompa untuk memompa air secara vertikal ke atas sehingga tanaman dapat memperoleh asupan air dan nutrisi yang dibutuhkan. Budidaya tanaman selada merah

dengan sistem hidroponik tower dapat dilakukan di dalam ruangan (*indoor*). Permasalahannya sistem hidroponik tower secara *indoor* di saat tertentu akan mengalami kekurangan cahaya matahari, sehingga tanaman tidak mampu berfotosintesis dengan baik. Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut dapat ditambahkan lampu LED (*Light-Emitting Diode*) atau *grow light* (Lindawati *et al.*, 2015). LED *Grow light* merupakan sumber cahaya buatan yang dimanfaatkan untuk membantu pertumbuhan tanaman, baik dalam kondisi tanpa cahaya matahari, maupun sebagai suplemen saat cahaya matahari tidak mencukupi.

LED *grow light* tersusun dari cahaya yang dapat mendukung proses fotosintesis tanaman. Sinar berwarna biru dapat meningkatkan proses vegetatif pada tanaman dan sinar merah dapat meningkatkan proses generatif pada tanaman (Soeleman dan Rahayu, 2013). Perpaduan warna merah dan biru pada LED *grow light* memberikan dampak yang sangat baik pada pertumbuhan tanaman, selain itu penggunaan LED cocok untuk agrikultur perkotaan dan vertikultur (Kobayashi *et al.*, 2013). Cahaya warna merah dan biru merupakan cahaya yang diserap oleh klorofil tumbuhan. Klorofil pada suatu tumbuhan banyak menyerap sinar dengan panjang gelombang antara 400-700 nm, terutama sinar berwarna merah dan biru (Ai dan Banyo, 2011). Cahaya merah dan biru adalah sumber energi utama untuk asimilasi CO₂ dalam proses fotosintesis (Han *et al.*, 2017).

Penggunaan LED *grow light* memiliki kelebihan dibandingkan dengan *grow light* yang lainnya. Penyinaran dengan LED *grow light* merah biru pada tanaman selada memberikan hasil lebih baik dibandingkan lampu neon (Johkan *et al.*, 2010). LED *grow light* memiliki efisiensi lebih baik dari lampu neon, daya yang diperlukan sepertiga daya lampu neon (Widjaja, 2013). LED memiliki efisiensi PAR maximum yakni 80% - 100%, dan spektrum cahaya LED sesuai dengan kebutuhan tanaman (Darko *et al.*, 2014). Pertumbuhan tanaman yang kurang optimal kemungkinan dapat disebabkan oleh faktor – faktor seperti intensitas cahaya, durasi penyinaran, jarak lampu, dan kualitas LED (Haryadi *et al.*, 2017).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh penerapan Daya LED *grow light* dan

Posisi Tanaman pada sistem hidroponik tower terhadap pertumbuhan dan produksi selada merah.

Manfaat hasil penelitian ini dalam bidang sains yakni untuk penambahan wawasan mengenai pengembangan aplikasi LED pada sistem hidroponik tower untuk kegiatan bercocok tanam secara *indoor*. Manfaat bidang lingkungan yakni sebagai alternatif mengatasi masalah kurangnya lahan pertanian dengan penerapan sistem hidroponik tower dalam ruangan.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 25 Februari – 11 Mei 2019 di Jalan Basudewo, Kelurahan Bulustalan, Kecamatan Semarang Selatan, Kota Semarang. Penelitian ini kemudian dilanjutkan dengan analisis laboratorium di Laboratorium Ekologi dan Produksi Tanaman, Program Studi Agroekoteknologi, Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang.

Materi Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi 6 sistem hidroponik tower, kertas manila hitam sebagai sekat pemisah, LED *grow light* dengan daya 5W, 10W, dan 15W, *rockwool* untuk menyemaikan bibit selada merah, TDS meter dan EC meter untuk mengukur konsentrasi nutrisi AB mix dalam larutan, serta Ph meter untuk mengukur nilai kemasaman larutan, *timer* untuk mengatur waktu penyinaran LED, aplikasi *Easy Leaf Area* untuk mengukur luas daun, dan timbangan. Bahan yang digunakan yakni air sebagai media hidroponik, benih selada merah, serta larutan AB mix untuk nutrisi tanaman selada merah.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap yaitu tahap persiapan penelitian, persiapan perlakuan, pengambilan data, dan pengolahan data. Tahap persiapan penelitian berupa penyiapan 6 sistem hidroponik tower untuk 6 kali ulangan/kelompok yang diletakkan di dalam ruangan. Setiap tower dipilah ke dalam 4 sisi untuk 3 taraf perlakuan LED, yakni L₅, L₁₀, dan L₁₅, dengan satu sisi kontrol tanpa LED. Keempat sisi tower tersebut kemudian dipisahkan satu sama lain oleh sekat berupa kertas manila hitam. Setiap

sisi memiliki 4 lubang, berbaris dari bawah ke atas, mewakili 4 taraf perlakuan posisi tanaman, yaitu P₁, P₂, P₃, dan P₄. Penyemaian 100 bibit tanaman selada merah pada *rockwool* hingga berumur 16 hari setelah semai (HSS). Bibit selada merah yang siap kemudian ditanam ke dalam sistem hidroponik tower yang sudah disiapkan dengan dosis AB mix yakni 5 ml larutan A dan 5 ml larutan B untuk setiap liter air.

Setelah itu adalah tahap persiapan perlakuan, yakni penyiapan LED *grow light* dengan daya 5W, 10W, dan 15W, yang diposisikan sejauh 50 cm dari tanaman. Penyinaran berlangsung selama 12 jam yang dikontrol dengan *timer*. Adapun tahap pengambilan data atau pengamatan pertumbuhan selada merah, berupa tinggi tanaman dan jumlah daun, dilakukan setiap seminggu sekali; sedangkan pengamatan luas daun dilakukan setiap 2 minggu sekali. Pengambilan data pertumbuhan tanaman dilakukan hingga panen di umur pengamatan 6 minggu setelah tanam (MST). Pengamatan produksi tanaman, yakni bobot segar, hanya dilakukan pada saat panen yaitu pada saat tanaman berumur 6 MST. Selanjutnya, pada tahap pengolahan data dilakukan analisis data berdasarkan data yang diperoleh selama pengamatan.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan percobaan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial 3 x 4 dengan 6 ulangan. Faktor pertama adalah daya LED dengan 3 taraf perlakuan, yaitu daya LED 5 watt (L₅), daya LED 10 watt (L₁₀), dan daya LED 15 watt

(L₁₅). Faktor kedua adalah posisi tanaman dengan 4 taraf perlakuan, yaitu posisi bawah (P₁), posisi tengah bawah (P₂), posisi tengah atas (P₃), dan posisi atas (P₄). Kedua faktor tersebut dikombinasikan sehingga didapat (3 x 4) = 12 perlakuan, masing – masing perlakuan diulang enam (6) kali sehingga diperoleh 72 unit percobaan. Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah tinggi tanaman, jumlah dan luas daun, bobot segar total dan konsumsi, serta rendemen hasil. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan metode *Analysis of Variance* (ANOVA). Apabila ada pengaruh perlakuan, analisis dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (*Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi, Jumlah Daun, dan Luas Daun Selada Merah

Hasil pengamatan terhadap tinggi, jumlah daun, dan luas daun selada merah pada minggu ke-6, berikut hasil uji berganda Duncan (Duncan Multiple Range Test = DMRT) dengan taraf kepercayaan 5%, disajikan pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3 dapat diketahui bahwa Daya LED yang semakin besar akan berdampak pada semakin tinggi, semakin banyak jumlah daun, serta semakin besar luas daun selada merah. Perlakuan yakni daya LED 15 watt memberikan hasil yang terbaik dibanding daya LED 5 watt dan 10 watt, dengan tinggi, jumlah daun, dan luas daun terendah ada

Tabel 1. Tinggi Selada Merah akibat Perlakuan Daya LED dan Posisi Tanaman

Posisi Tanaman	Daya LED			Rerata
	L ₅	L ₁₀	L ₁₅	
	------(cm)-----			
P ₁	9,09	10,12	11,64	10,28 ^b
P ₂	9,73	11,83	14,31	11,96 ^a
P ₃	9,93	12,21	14,50	12,21 ^a
P ₄	8,97	9,92	11,83	10,24 ^b
Rerata	9,43 ^c	11,02 ^b	13,07 ^a	

Superskrip berbeda pada kolom atau baris rerata menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05)

Tabel 2. Jumlah Daun Selada Merah akibat Perlakuan Daya LED dan Posisi Tanaman

Posisi Tanaman	Daya LED			Rerata
	L ₅	L ₁₀	L ₁₅	
	------(helai)-----			
P ₁	7,50	8,33	9,83	8,55 ^b
P ₂	9,17	9,50	11,67	10,11 ^a
P ₃	9,00	9,67	11,50	10,06 ^a
P ₄	7,17	8,50	9,67	8,45 ^b
Rerata	8,21 ^c	9,00 ^b	10,67 ^a	

Superskrip berbeda pada kolom atau baris rerata menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05)

Tabel 3. Luas Daun Selada Merah akibat Perlakuan Daya LED dan Posisi Tanaman

Posisi Tanaman	Daya LED			Rerata
	L ₅	L ₁₀	L ₁₅	
	------(cm ²)-----			
P ₁	11,62	16,10	21,74	16,49 ^b
P ₂	12,89	21,03	23,23	19,05 ^a
P ₃	12,30	21,41	24,86	19,52 ^a
P ₄	11,93	20,31	22,39	18,21 ^a
Rerata	12,19 ^c	19,71 ^b	23,06 ^a	

Superskrip berbeda pada kolom atau baris rerata menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05)

pada daya LED 5 watt. Hal tersebut dikarenakan LED *grow light* daya 15 watt memiliki daya lebih besar dibanding perlakuan LED lainnya sehingga memungkinkan tanaman selada merah untuk dapat melakukan pertumbuhan dengan lebih baik. Sesuai dengan pernyataan Indrianasari (2016) bahwa pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh faktor dalam yakni hereditas dan hormon serta juga dipengaruhi oleh faktor luar seperti intensitas cahaya. Perlu diperhatikan bahwa pertumbuhan tanaman, akumulasi pigmen, dan kapasitas antioksidan juga dipengaruhi oleh rasio LED *grow light* merah dan biru (Kitazaki *et al.*, 2018; dan Naznin *et al.*, 2019). Pencahayaan suplemen dengan LED merah dan biru menstimulasi proses fotosintesis dengan efisiensi tinggi (Wojciechowska *et al.*, 2013).

Perlakuan Posisi Tanaman berpengaruh baik terhadap tinggi, jumlah daun, maupun luas daun,

selada merah. Posisi tanaman yang semakin ke atas menunjukkan hasil semakin tinggi, semakin banyak jumlah daun, dan semakin besar luas daun, selada merah; untuk kemudian sampai ketinggian tertentu akan menurun kembali. Posisi tanaman P₂ (Tengah Bawah) dan P₃ (Tengah Atas) menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan dengan pada posisi tanaman P₁ (Bawah) dan P₄ (Atas). Hal tersebut tidak sesuai dengan pernyataan Toulaitos *et al.*, (2016) bahwa sistem hidroponik tower menunjukkan hasil yang semakin menurun dari puncak tower hingga ke dasar tower. Hal ini dapat dikarenakan posisi tanaman Tengah Bawah (P₂) dan Tengah Atas (P₃) tercakup dalam sudut penyinaran LED yang lebih optimal dibandingkan dengan posisi tanaman Atas (P₁) dan Bawah (P₂). Dalam hal ini, sudut penyinaran LED *grow light* adalah sebesar 120 derajat; oleh karenanya posisi P₂ dan P₃ pada

tower hidroponik dapat memperoleh cahaya yang lebih banyak, sedangkan posisi P₁ dan P₄ memperoleh cahaya yang lebih sedikit. Semakin banyak cahaya yang diperoleh oleh tanaman akan mengakibatkan tanaman untuk dapat mempercepat laju fotosintesis, oleh karenanya fotosintat yang dihasilkan akan lebih banyak sehingga tanaman dapat meningkatkan pertumbuhannya. Intesitas cahaya dari LED sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan selada yang lebih baik (Lin *et al.*, 2013; Komala dan Sumarna, 2017).

Seluruh tanaman selada merah dengan perlakuan kontrol (L₀) mati pada minggu pertama. Hal ini disebabkan tanaman selada merah kekurangan cahaya, sehingga tidak mampu melakukan pertumbuhan. Kondisi kurangnya cahaya matahari dapat menyebabkan tanaman tidak dapat berfotosintesis dengan baik sehingga pertumbuhan tanaman pun terganggu, pada kondisi tersebutlah *grow light* LED relevan untuk digunakan pada kegiatan budidaya tanaman (Lindawati *et al.*, 2015). Selain itu, selada merah juga mengalami etiolasi karena kondisi kurangnya cahaya yang dapat menyebabkan selada merah kurang berwarna merah dan berbatang agak panjang karena mengalami etiolasi.

Bobot Segar Selada Merah

Hasil pengamatan bobot segar, bobot segar konsumsi dan rendemen tanaman selada merah pada minggu ke-6 dari hasil uji berganda Duncan (DMRT) dengan taraf kepercayaan 5% disajikan pada Tabel 4, Tabel 5 dan Tabel 6.

Berdasarkan Tabel 4 dan Tabel 5 dapat

diketahui bahwa perlakuan Daya LED L₁₅ menghasilkan perolehan bobot segar terbesar dibandingkan dengan perlakuan Daya LED L₅ dan L₁₀. Sedangkan pada posisi tanaman P₂ dan P₃ memiliki perolehan bobot segar terbesar dibandingkan dengan perlakuan P₁ dan P₄.

Bobot segar total merupakan keseluruhan bobot segar dari tanaman selada merah sedangkan bobot segar konsumsi adalah bobot segar total dari selada merah dikurangi bobot akar. Dengan Daya LED yang semakin besar maka akan semakin berat pula bobot segar dari tanaman selada merah. Sementara itu pada Tabel 6 dapat diketahui bahwa rasio bobot segar konsumsi terhadap bobot segar total tidak berbeda nyata. Tetapi hasil rasio bobot segar konsumsi terhadap bobot segar total terbaik untuk perlakuan Daya LED sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 6 yakni perlakuan Daya LED L₁₅. Sedangkan pada Tabel 6 hasil terbaik untuk perlakuan Posisi Tanaman adalah Posisi Tanaman P₂ dan P₃.

Perlakuan L₁₅ memberikan hasil yang terbaik dibanding L₅ dan L₁₀, dengan bobot segar terkecil ada pada L₅. Hal tersebut dikarenakan LED *grow light* daya 15 watt dengan daya yang lebih besar memiliki intensitas cahaya yang lebih besar dibanding perlakuan LED lainnya sehingga memungkinkan tanaman selada merah untuk dapat melakukan pertumbuhan dengan lebih baik dibandingkan dengan daya LED yang lebih kecil. Intensitas cahaya yang tinggi pada LED sebagai sumber cahaya berpengaruh secara signifikan terhadap pertumbuhan tanaman selada, hal ini dapat dilihat dari nilai berat basah dan berat kering yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan

Tabel 4. Bobot Segar Total Selada Merah akibat Perlakuan Daya LED (L) dan Posisi Tanaman (P).

Posisi Tanaman	Daya LED			Rerata
	L ₅	L ₁₀	L ₁₅	
	-----(g)-----			
P ₁	2,13	2,64	3,20	2,66 ^b
P ₂	2,41	3,06	3,28	2,92 ^a
P ₃	2,52	3,02	3,29	2,94 ^a
P ₄	2,26	2,91	3,03	2,73 ^{ab}
Rerata	2,33 ^c	2,91 ^b	3,20 ^a	

Superskrip berbeda pada kolom atau baris rerata menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05)

Tabel 5. Bobot Segar Konsumsi Selada Merah akibat Perlakuan Daya LED dan Posisi Tanaman.

Posisi Tanaman	Daya LED			Rerata
	L ₅	L ₁₀	L ₁₅	
	------(g)-----			
P ₁	2,00	2,49	3,05	2,51 ^b
P ₂	2,28	2,91	3,11	2,77 ^a
P ₃	2,37	2,84	3,11	2,77 ^a
P ₄	2,13	2,76	2,86	2,58 ^{ab}
Rerata	2,20 ^c	2,75 ^b	3,03 ^a	

Superskrip berbeda pada kolom atau baris rerata menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05)

Tabel 6. Rendemen Selada Merah akibat Perlakuan Daya LED dan Posisi Tanaman

Posisi Tanaman	Daya LED			Rerata
	L ₅	L ₁₀	L ₁₅	
	------(%)-----			
P ₁	92,74	92,36	92,37	92,49
P ₂	93,19	93,48	96,01	94,23
P ₃	93,09	93,79	92,66	93,18
P ₄	92,91	91,96	91,65	92,17
Rerata	92,98	92,90	93,17	

cahaya dengan intensitas yang rendah (Kang *et al.*, 2013). Perlu diperhatikan bahwa pertumbuhan tanaman, akumulasi pigmen, dan kapasitas antioksidan juga dipengaruhi oleh rasio LED *grow light* merah dan biru (Cha *et al.*, 2013; Kitazaki *et al.*, 2018; dan Naznin *et al.*, 2019). Pencahayaan suplemen dengan LED merah dan biru menstimulasi proses fotosintesis dengan efisiensi tinggi. Semakin meningkatnya intensitas cahaya maka akan berpengaruh terhadap meningkatnya produktivitas tanaman (Touliatos *et al.*, 2016).

Bobot segar tanaman selada merah pada posisi tanaman P₂ (Tengah Bawah) dan P₃ (Tengah Atas) memberikan hasil lebih baik dibandingkan pada posisi tanaman P₁ (Bawah) dan P₄ (Atas). Hal ini dapat disebabkan karena kedua posisi tersebut memiliki sudut penyinaran dari LED *grow light* yang lebih optimal dibandingkan dengan posisi P₁ dan P₄. Pertumbuhan tanaman selada merah yang lebih baik pada posisi

ketinggian tanaman P₂ dan P₃ tersebut tercakup dalam jangkauan dari penyinaran LED. Sudut penyinaran LED *grow light* yang digunakan yakni sebesar 120 derajat, oleh karenanya posisi P₂ dan P₃ pada tower hidroponik dapat memperoleh cahaya yang lebih banyak, sedangkan posisi P₁ dan P₄ memperoleh cahaya yang lebih sedikit. Semakin banyak cahaya yang diperoleh oleh tanaman akan mengakibatkan tanaman untuk dapat mempercepat laju fotosintesis, oleh karenanya fotosintat yang dihasilkan akan lebih banyak sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Muslim dan Soelistyono, 2017). Sistem hidroponik vertikal yang dilengkapi dengan LED merah dan biru serta sistem irigasi yang bersirkulasi dapat meningkatkan produktivitas tanaman (Keat dan Kannan, 2015). Intensitas cahaya yang cukup memungkinkan agar fotosintesis dapat berjalan dengan baik sehingga terjadi peningkatan hasil

fotosintesis yang akan meningkatkan cadangan makanan untuk disimpan tanaman, oleh karenanya hal tersebut pun dapat mempengaruhi berat segar dari tanaman selada (Rizal dan Soelistyono, 2018). Luas daun dan bobot segar yang merupakan elemen penting dari hasil produksi tanaman selada merah, tertinggi pada tanaman selada merah yang diberikan perlakuan LED *grow light* dengan perpaduan warna LED merah dan biru (Johkan *et al.*, 2010).

Perlu penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan nilai ekonomis terbaik dari ketiga Daya LED, sedangkan untuk Posisi Tanaman pada hidroponik tower yang diteliti hasil terbaik ditunjukkan pada posisi P₂ (Tengah bawah) dan P₃ (Tengah Atas). Dari sudut pandang nilai keekonomian, ketidakseragaman hasil panen dari sistem hidroponik tower dapat menjadi kelemahan bila selada dijual per unit, akan tetapi hal tersebut dapat diatasi jika selada dijual sebagai sayur potong dalam kemasan untuk salad (Touliatos *et al.*, 2016).

KESIMPULAN

Perlakuan daya LED dan perlakuan posisi tanaman berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi selada merah. Perlakuan daya LED yang menghasilkan pertumbuhan dan produksi paling tinggi terjadi pada daya LED 15 watt (L₁₅). Perlakuan posisi tanaman yang menghasilkan respon pertumbuhan dan produksi selada merah tertinggi terjadi pada perlakuan posisi tanaman di tengah bawah (P₂) dan tengah atas (P₃).

DAFTAR PUSTAKA

- Ai, N. S., dan Y. Banyo. 2011. Konsentrasi klorofil daun sebagai indikator kekurangan air pada tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains*. 11 (2): 166 – 173.
- Darko, E., P. Heydarizadeh, B. Schoefs, and M. R. Sabzalian. *Photosynthesis under artificial light: the shift in primary and secondary metabolism*. *Jurnal Philosophical Transactions of The Royal Society B*. 1-7.
- Han, T., V. Vaganov, S. Cao, Q. Li, L. Ling, X. Cheng, L. Peng, C. Zhang, A. N Yakolev, Y.

Zhong, and M. Tu. 2017. *Improving “color rendering” of LED lighting for the growth of lettuce*. *Jurnal Scientific Reports*. 1-7.

- Haryadi, R., D. Saputra, F. Wijayanti, D. A. Yusofa, N. N. Ferlis, U. Alizkan, W. T. Priane. 2017. Pengaruh cahaya lampu 15 watt terhadap pertumbuhan tanaman pandan (*Pandanus amaryllifolius*). *Jurnal Gravity*. 3 (2) : 100 – 109.

- Indrianasari, Y. 2016. Pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) secara hidroponik pada media pupuk organik cair dari kotoran kambing dan kotoran kelinci. *Publikasi Ilmiah*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- Johkan, M., K. Shoji, F. Goto, S. Hashida, and T. Yoshihara. 2010. *Blue light-emitting diode light irradiation of seedlings improves seedling quality and growth after transplanting in red leaf lettuce*. *Jurnal HortScience*. 45 (12) : 1809 – 1814.

- Kang, J. H., S. K. Kumar, S. L. S. Atulba, B. R. Jeong, dan S. J. Hwang. 2013. *Light intensity and photoperiod influence the growth and development of hydroponically grown leaf lettuce in a closed-type plant factory system*. *Horticulture, Environment, and Biotechnology Journal*. 54 (6) : 501 – 509.

- Keat, C. K., dan C. Kannan. 2015. *Development of a cylindrical hydroponics system for vertical farming*. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 93 – 100.

- Kitazaki, K., A. Fukushima, R. Nakabayashi, Y. Okazaki, M. Kobayashi, T. Mori, T. Nishizawa, S. Reyes-Chen-Wo, R. W. Michelmore, K. Saito, K. Shoji, dan M. Kusano. 2018. *Metabolic reprogramming in leaf lettuce grown under different light quality and intensity conditions using narrow-band LEDs*. *Scientific Reports*. 8 (7914) : 1 – 12.

- Kobayashi, K., T. Amore, and M. Lazaro. 2013.

- Light-Emitting Diodes (LEDs) for Miniature Hydroponic Lettuce*. Optics and Photonics Journal. Tropical Plant & Soil Sciences Department, University of Hawaii at Manoa. Honolulu, USA. 3: 74-77.
- Komala, D. F., dan Sumarna, 2017. Otomatisasi pengendalian pencahayaan untuk tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) dengan sistem tanam hidroponik di dalam *greenhouse*. Jurnal Fisika. 6 (3) : 159 – 165.
- 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*). Jurnal Teknik Pertanian Lampung. 4 (3): 191 – 200.
- Lin, K. H., M. Y. Huang, W. D. Huang, M. H. Hsu, Z. W. Yang, dan C. M. Yang. 2013. *The effects of red, blue, and white light-emitting diodes on the growth, development, and edible quality of hydroponically grown lettuce (Lactuca sativa L. var. capitata)*. Scientia Horticulturae. 150 : 86 – 91.
- Naznin, M. T., M. Lefsrud, V. Gravel, dan M. O. K. Azad. 2019. *Blue light added with red LED's enhance growth characteristics, pigments content, and antioxidant capacity in lettuce, spinach, kale, basil, and sweet pepper in a controlled environment*. Plants. 8 (93) : 1 – 12.
- Perwatasari, B., M. Tripatmasari, dan C. Wasonowati. 2012. Pengaruh media tanam dan nutrisi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakchoi (*Brassica juncea* L.) dengan sistem hidroponik. Jurnal Agrovigor. 5 (1): 14 – 25.
- Rizal, B. B., dan R. Soelistyono. 2018. Pengaruh kerapatan tanam dan arah bedengan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman selada krop (*Lactuca sativa* L.). Jurnal Produksi Tanaman. 6 (11) : 2798 – 2804.
- Saroh, M, Syawaluddin, dan I. S. Harahap. 2016. Pengaruh jenis media tanam dan larutan AB mix dengan konsentrasi berbeda pada pertumbuhan dan hasil produksi tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) dengan hidroponik sistem sumbu. Jurnal Agrohitia. 1 (1) : 29 – 37.
- Soeleman, S. dan D. Rahayu. 2013. Halaman Organik: Mengubah Taman Rumah Menjadi Taman Sayuran Organik Untuk Gaya Hidup Sehat. PT Agro Media Pustaka. Jakarta Selatan.
- Touliatos, D., I. C. Dodd, dan M. McAinsh. 2016. *Vertical farming increases lettuce yield per unit area compared to conventional horizontal hydroponics*. Food and Energy Security. 5 (3) : 184 – 191.
- Widjaja, T. 2013. *Aquascape: Pesona Taman dalam Aquarium*. PT AgroMedia Pustaka, Jakarta.