

PENGARUH SPEKTRUM DAN INTENSITAS CAHAYA LED TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN *MICROGREENS* PAKCOY (*Brassica Rapa L. subsp.chinensis* (L))

Adellia Sartika Putri¹⁾, Yushardi¹⁾, Supeno¹⁾

¹⁾Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember, Jember, Jawa Timur, Indonesia

Corresponding author : Adellia Sartika Putri
E-mail : sadellia13@gmail.com

Diterima 13 November 2021, Direvisi 19 November 2021, Disetujui 19 November 2021

ABSTRAK

Spektrum dan intensitas cahaya sangat berpengaruh dalam proses pertumbuhan tanaman, karena spektrum warna dan intensitas cahaya membantu proses fotosintesis. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh spektrum warna merah dan biru serta intensitas lampu LED dengan daya 3 watt, 9 watt, dan 15 watt terhadap pertumbuhan tanaman *microgreens* yang meliputi banyak batang, banyak daun, dan tinggi. *Microgreens* adalah tanaman kecil dan lunak yang dapat dipanen dalam waktu singkat yaitu 7 – 14 hari setelah tanam biji. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen. Ada dua kelompok dalam penelitian ini, yaitu kelompok eksperimen kontrol yang hanya menggunakan cahaya langsung matahari tanpa bantuan LED dan kelompok eksperimen yang diberi spektrum LED dan pemaparan intensitas cahaya LED. Sampel yang digunakan sebanyak 140 sampel biji pakcoy yang dibagi menjadi 20 sampel untuk kelompok kontrol dan 120 sampel untuk kelompok eksperimen. Teknik analisis data yang digunakan menggunakan SPSS 23 dengan uji *Two Way Anova*. Hasil dari teknik analisis data tersebut yaitu spektrum dan intensitas cahaya LED berpengaruh terhadap pertumbuhan *microgreens* pakcoy.

Kata kunci: spektrum cahaya; *Light Emitting Diode* (LED); intensitas cahaya; *microgreens*.

ABSTRACT

The spectrum and intensity of light are very influential in the process of plant growth, because the spectrum of color and intensity of light helps the process of photosynthesis. This study aims to examine the effect of the red and blue color spectrum and the intensity of LED lamps with 3 watts, 9 watts, and 15 watts of power on the growth of *microgreens* which include many stems, many leaves, and height. *Microgreens* are small and soft plants that can be harvested in a short time of 7-14 days after planting seeds. This study uses the type of experimental research. There were two groups in this study, namely the control experimental group which only used direct sunlight without the aid of LEDs and the experimental group which was given the LED spectrum and LED light intensity exposure. The samples used were 140 samples of pakcoy seeds which were divided into 20 samples for the control group and 120 samples for the experimental group. The data analysis technique used was SPSS 23 with Two Way Anova test. The results of the data analysis technique, namely the spectrum and intensity of LED light affect the growth of *microgreens* pakcoy.

Keywords: light spectrum; *Light Emitting Diode* (LED); light intensity; *microgreens*.

PENDAHULUAN

Pada masa pandemi COVID-19 sistem imun pada tubuh manusia perlu dijaga dengan memanfaatkan sayur sebagai salah satu sumber yang baik dalam sistem metabolisme dan antibodi. Tetapi untuk menghindari penyebaran virus aktivitas masyarakat dibatasi untuk diluar rumah, sehingga budidaya tanaman dilakukan secara *indoor* dengan memanfaatkan konsep pertanian kota atau *urban farming* dengan lahan terbatas. Salah satu budidaya tanaman secara *indoor* yang

menjadi tren urban farming saat ini yaitu *microgreens*.

Tanaman yang cocok digunakan untuk bertanam menggunakan *microgreens* salah satunya adalah tanaman jenis Sawi yaitu Pakcoy. Pakcoy merupakan tanaman yang termasuk dalam famili *Brassicaceae*. Pakcoy dapat tumbuh di daerah dataran rendah maupun di dataran tinggi (Wahyuni, 2016). Tanaman ini jarang dikonsumsi dalam bentuk mentah, tetapi biasa digunakan sebagai bahan sup, bahan tumis, tambahan jus dan hiasan

atau *garnish* (Edi dan Bobihoe, 2010). Tanaman Sawi Pakcoy sangat diminati masyarakat khususnya di Indonesia, karena tanaman tersebut memiliki banyak manfaat, diantaranya mengandung vitamin dan mineral. Kandungan vitamin K, A, C, E dan asam folat tergolong sangat tinggi. Sementara kandungan mineral pada tanaman sawi diantaranya vitamin dan mineral juga sangat tinggi (Andarwulan dan Haryadi, 2005).

Indonesia merupakan wilayah yang beriklim tropis dan memiliki curah hujan yang tinggi sehingga seringkali menjadi kendala umum bagi petani Indonesia. Dengan curah hujan yang tinggi mengakibatkan kurangnya penyinaran matahari sehingga proses fotosintesis tidak sempurna. Seiring perkembangan teknologi pemanfaatan media penerangan merupakan salah satu alternatif yang baik agar pertumbuhan tanaman dapat berlangsung lebih cepat, bermutu tinggi dan meningkatkan jumlahnya. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk memanipulasi cahaya matahari adalah dengan menggunakan lampu LED atau Growing Light. Lampu LED sangat tepat untuk menaikkan produksi tanaman sayur-sayuran maupun buah-buahan. Pagi hari hingga sore hari mendapat cahaya oleh sinar matahari sedangkan malam memperoleh dari cahaya dari lampu LED. Dengan semakin lama proses fotosintesis tanaman akan semakin produktif secara ekonomi. Akan tetapi agar tumbuhan sehat, sebaiknya disinari lampu LED tidak melampaui 14 – 16 jam setiap harinya (Indisari, 2019). Sumber cahaya harus memiliki kualitas cahaya yang tepat untuk memulai dan mempertahankan fotosintesis. Klorofil dapat menyerap panjang gelombang merah (600-700 nm) sampai biru (400-500 nm), sehingga lampu yang dirancang untuk pertumbuhan tanaman harus memancarkan panjang gelombang ini. Lampu LED dapat memancarkan warna cahaya yang dapat mempercepat proses fotosintesis. Warna biru untuk fase vegetatif dan warna merah untuk fase generatif (Soeleman dan Donor, 2013).

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, diperlukan suatu upaya menunjang pertumbuhan tanaman *microreens* Pakcoy. Salah satu yang sedang diteliti adalah menambah penerangan yang lebih intensif, yaitu menggunakan LED (*Light Emite Dioda*). Dimana lampu LED (*Light Emite Dioda*) mempunyai daya yang kecil dengan intensitas yang besar. Sesuai dengan konsep pertumbuhan tanaman, bahwa tanaman akan cepat tumbuh apabila terpapar cahaya dengan intensitas yang tinggi. Selain itu warna lampu LED (*Light Emite Dioda*) juga dapat mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen. Dilaksanakan di rumah peneliti yaitu Dusun Kalibaru. Penelitian ini menggunakan sampel bibit pakcoy yang berasal dari Andalas Seed yang diproduksi oleh CV Bumi Seed, Jember, Jawa Timur. Bibit ini memiliki kemurnian 98% dengan tingkat daya tumbuh 85%. Selanjutnya sampel dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok kontrol (kelompok yang tidak mendapat perlakuan) dengan kelompok eksperimen (kelompok yang mendapat perlakuan berupa pemaparan lampu LED merah dan biru serta kuat penyinaran 3 watt, 9 watt, 15 watt) dengan masing – masing sampel 20 biji pakcoy setiap pot. Sampel yang digunakan adalah sebanyak 140 sampel dengan masing pembagian berikut :

- a. K_1 (kontrol): 20 sampel biji pakcoy
- b. M_3 (Merah, 3 watt): 20 sampel biji pakcoy
- c. M_9 (Merah, 9 watt): 20 sampel biji pakcoy
- d. M_{15} (Merah, 15 watt): 20 sampel biji pakcoy
- e. B_3 (Biru, 3 watt): 20 sampel biji pakcoy
- f. B_9 (Biru, 9 watt): 20 sampel biji pakcoy
- g. B_{15} (Biru, 15 watt): 20 sampel biji pakcoy

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian yaitu lux meter untuk mengukur kuat penerangan pada suatu daerah tertentu, lampu LED sebagai sumber penerangan tambahan tanaman. pH meter tanah untuk mengukur tingkat asam dan basa tanah, hygrometer untuk mengukur kelembaban udara, penggaris untuk mengukur ketinggian tanaman. Pengamatan dilakukan setiap harinya dimulai pada hari kedua setelah penanaman pada jam yang sama. Pengamatan yang dilakukan meliputi banyak batang yang tumbuh, banyak daun, dan tinggi tanaman pakcoy.



Gambar 1. Greenhouse untuk menanam *microreens*

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan *Microsoft*

Excel dan Software SPSS 23. Microsoft Excel digunakan untuk membuat grafik untuk mengetahui adanya pengaruh antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Sedangkan software SPSS 23 digunakan untuk mengetahui hubungan pertumbuhan tanaman pakcoy terhadap pemberian warna cahaya LED (merah dan biru) serta intensitas cahaya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Banyak batang

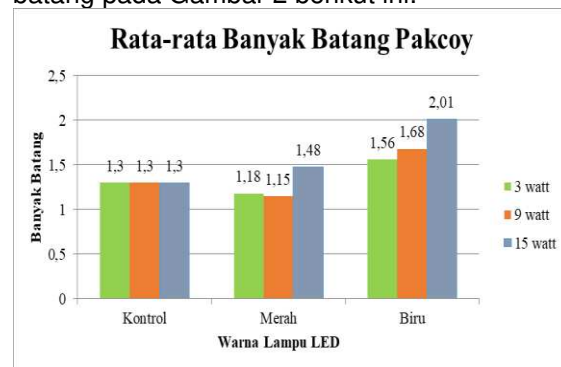
Data hasil penelitian banyak batang tumbuhan Pakcoy didapatkan dengan menggunakan bantuan indera manusia yaitu indera penglihatan untuk mengamati indikator banyaknya batang yang tumbuh. Pengukuran ini dilakukan pada hari ke-2 setelah bibit ditanam. Berikut adalah Tabel 1 adalah data rata-rata banyak batang Pakcoy:

Tabel 1. Data rata-rata banyak batang tumbuhan Pakcoy selama 9 hari

Banyak Batang Hari Ke-	Kelompok	Kelompok									
		LED Merah			LED Biru			Kontrol	3 watt	9 watt	15 watt
		3 wa tt	9 wa tt	15 wa tt	3 wa tt	9 wa tt	15 wa tt				
2	0,4	0,45	0,25	0,65	0,05	0,55	1,15	1,3	1,3	1,3	
3	0,55	0,85	0,95	0,85	0,8	0,85	1,15	1,3	1,3	1,3	
4	0,6	0,85	0,95	0,95	0,8	0,85	1,15	1,3	1,3	1,3	
5	0,8	0,9	0,95	1,25	1,9	0,9	1,15	1,3	1,3	1,3	
6	1,25	1,4	0,95	1,75	2,2	1,85	1,15	1,3	1,3	1,3	
7	1,8	1,4	0,95	1,95	2,2	1,9	1,15	1,3	1,3	1,3	
8	2,5	1,8	2,1	2,2	2,55	3,25	1,15	1,3	1,3	1,3	
9	2,5	1,8	2,1	2,4	2,55	3,25	1,15	1,3	1,3	1,3	
	1,3	1,18	1,15	1,48	1,58	1,68	1,15	1,3	1,3	1,3	

Dari hasil pengamatan dan perhitungan rata-rata jumlah banyak batang pada tanaman *microreens* pakcoy (*Brassica Rapa Subsp.chinensis*) selama 9 hari saat tanaman berumur 2 hari setelah tanam, diperoleh sampel pada kelompok kontrol rata-rata banyak batang sebanyak 1,3 batang, sedangkan untuk kelompok eksperimen yang diberi perlakuan warna merah rata-rata banyak batang yang dihasilkan pada intensitas lampu dengan daya 3 watt sebanyak 1,18 batang, kemudian untuk rata-rata banyak batang yang dihasilkan pada intensitas lampu dengan daya 9 watt sebanyak

1,15 batang, dan rata-rata banyak batang yang dihasilkan pada intensitas lampu dengan daya 15 watt sebanyak 1,48 batang. Untuk kelompok eksperimen yang diberi perlakuan warna biru rata-rata banyak daun pada intensitas dengan daya yang dihasilkan sebanyak 1,58 batang, kemudian untuk rata-rata banyak batang yang dihasilkan pada intensitas lampu dengan daya 9 watt 1,68, dan kemudian untuk rata-rata banyak batang yang dihasilkan pada intensitas lampu dengan daya 15 watt 2,01 batang. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1. yang menunjukkan bahwa ada perbedaan banyak batang antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan perlakuan pada masing-masing kelompok. Perbedaan banyaknya batang tersebut dapat digambarkan melalui diagram batang pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Diagram Nilai Rata-Rata Pengaruh Warna Lampu LED terhadap Banyak Batang Pakcoy Kelompok Kontrol Dan Eksperimen

Dari diagram Gambar 2 dapat dianalisis bahwa dari kelompok kontrol dan kelompok eksperimen dengan variasi warna LED (*Light Emite Dioda*) berpengaruh terhadap menghasilkan banyak batang pada tanaman Pakcoy. Lampu LED dengan dengan warna biru menghasilkan pertumbuhan jumlah banyak batang banyak dibandingkan dengan kelompok kontrol dan kelompok eksperimen dengan pemaparan warna merah. Berdasarkan Gambar 2 tersebut dapat diketahui bahwa nilai rata-rata nilai banyak daun kelompok kontrol selama 9 hari sebesar 1,3. Sedangkan untuk rata-rata nilai banyak daun kelompok eksperimen M_3 sebesar 1,18, rata-rata nilai banyak daun kelompok eksperimen M_9 sebesar 2,28, rata-rata nilai banyak daun kelompok eksperimen M_{15} sebesar 1,48, rata-rata nilai banyak daun kelompok eksperimen B_3 1,58, rata-rata nilai banyak daun kelompok eksperimen B_9 1,68, dan nilai banyak daun kelompok eksperimen B_{15} 2,01.

Pada Gambar 2 grafik nilai rata-rata banyak batang kelompok eksperimen cenderung mengalami peningkatan

pertumbuhan batang jika dibandingkan dengan grafik nilai rata-rata banyak daun kelompok kontrol. Pada kelompok eksperimen dengan lampu LED warna merah dengan daya 9 watt jauh lebih banyak dibandingkan dengan kelompok kontrol maupun kelompok eksperimen lainnya. Sedangkan untuk kelompok eksperimen M_3 pertumbuhan batang sedikit lebih lambat dibandingkan kelompok kontrol yaitu dengan selisih rata-rata 0,12.

Untuk menjawab hipotesis atau rumusan masalah maka dapat dilihat pada output *Tests Of Between-Subjects Effects* dengan pengambilan keputusan nilai sign < 0,05 maka ada pengaruh pada variabel sedangkan jika sign > 0,05 maka tidak ada pengaruh pada variabel. Berikut adalah hasil output *Tests Of Between-Subjects Effects*:

Tabel 2. Output Uji *Two Way Anova* LED terhadap Banyak Batang Pakcoy

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Banyak Batang					
Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4.446 ^a	6	.741	1.100	.376
Intercept	108.928	1	108.928	161.685	.000
Warna	2.828	1	2.828	4.197	.046
Intensitas	1.268	2	.634	.941	.397
Warna * Intensitas	.044	2	.022	.033	.968
Error	33.0129	49	.674		
Total	160.328	56			
Corrected Total	37.458	55			

a. R Squared = .119 (Adjusted R Squared = .011)

Pada Tabel 2 yaitu *Tests Of Between-Subjects Effects* atau test *Anova Two Anova* diatas memberitahukan bahwa pada variable warna didapatkan nilai probabilitas atau nilai sig 0,046 < 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh warna LED terhadap banyak batang tanaman. Pada variabel intensitas nilai probabilitas sebesar 0,397 > 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat pengaruh intensitas terhadap banyak batang tanaman. F_{hitung} untuk interaksi warna dan intensitas (**warna*intensitas**) adalah 0,033 dengan probabilitas sebesar 0,968 adalah lebih besar dari 0,05 maka dikatakan

bahwa rata-rata hasil pertumbuhan tanaman Pakcoy untuk interaksi warna dan intensitas adalah tidak berbeda secara signifikan.

Banyak Daun

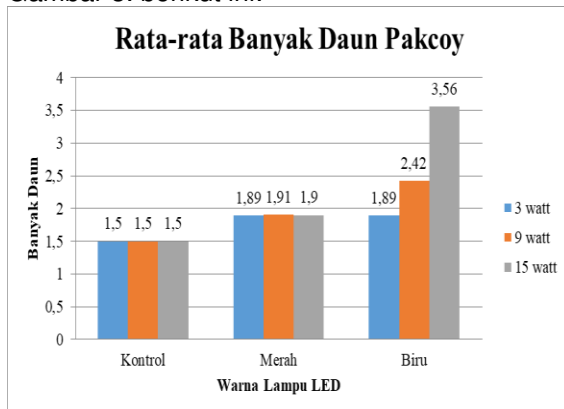
Data hasil penelitian banyak batang tumbuhan Pakcoy didapatkan dengan menggunakan bantuan indera manusia yaitu indera penglihatan untuk mengamati indikator banyaknya daun yang tumbuh. Pengukuran ini dilakukan pada hari ke-2 setelah bibit ditanam. Berikut adalah Tabel 3 adalah data rata-rata banyak daun Pakcoy:

Tabel 3. Tabel data rata-rata nilai banyak daun tumbuhan Pakcoy

Banyak Daun Hari Ke-	Kontrol	Kelompok					
		LED Merah			LED Biru		
		3 watt	9 watt	15 watt	3 watt	9 watt	15 watt
2	0,1	0,9	0,85	0,9	0,9	1	1,05
3	1,1	1,7	1,7	1,5	1,7	1,9	2,9
4	1,6	1,7	1,75	1,7	1,7	2	2,9
5	1,55	1,8	1,75	1,8	1,8	2	3,9
6	1,55	1,8	1,8	1,8	1,8	2	3,9
7	1,7	2,2	2,2	1,9	2,2	3,15	4,35
8	2,2	2,5	2,6	2,8	2,5	3,65	4,75
9	2,2	2,5	2,6	2,8	2,5	3,65	4,75
Total	1,5	1,89	1,91	1,9	1,89	2,42	3,56

Dari hasil pengamatan dan perhitungan rata-rata jumlah banyak daun pada tanaman *microreens pakcoy (Brassica Rapa Subsp.chinensis)* selama 9 hari saat tanaman berumur 2 hari setelah tanam, diperoleh sampel pada kelompok kontrol rata-rata banyak banyak daun sebanyak 1,5 helai, sedangkan untuk kelompok eksperimen yang diberi perlakuan warna merah rata-rata banyak daun yang dihasilkan pada intensitas lampu dengan daya 3 watt sebanyak 1,89 helai, kemudian untuk rata-rata banyak daun yang dihasilkan pada intensitas lampu dengan daya 9 watt sebanyak 1,91 helai, dan rata-rata banyak daun yang dihasilkan pada intensitas lampu dengan daya 15 watt sebanyak 1,9 helai. Untuk kelompok eksperimen yang diberi perlakuan warna biru rata-rata banyak daun yang dihasilkan pada intensitas lampu dengan daya 3 watt sebanyak 1,89 helai, kemudian untuk rata-rata banyak

daun yang dihasilkan pada intensitas lampu dengan daya 9 watt 2,42 helai, dan kemudian untuk rata-rata banyak batang yang dihasilkan pada intensitas lampu dengan daya 15 watt 3,56 helai. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3 yang menunjukkan bahwa ada perbedaan banyak daun antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan perlakuan pada masing-masing kelompok. Perbedaan banyaknya batang tersebut dapat digambarkan melalui diagram batang pada Gambar 3. berikut ini:



Gambar 3. Diagram Nilai Rata-Rata Pengaruh Warna Lampu LED terhadap Banyak Daun Pakcoy Kelompok Kontrol Dan Eksperimen

Dari diagram Gambar 3 dapat dianalisis bahwa dari kelompok kontrol dan kelompok eksperimen dengan variasi warna LED (*Light Emitte Dioda*) berpengaruh terhadap menghasilkan banyak batang pada tanaman Pakcoy. Lampu LED dengan dengan warna biru menghasilkan pertumbuhan jumlah banyak daun dibandingkan dengan kelompok kontrol dan kelompok eksperimen dengan pemaparan warna merah. Berdasarkan Gambar 3 tersebut dapat diketahui bahwa nilai rata-rata nilai banyak daun kelompok kontrol selama 9 hari sebesar 1,5. Sedangkan untuk rata-rata nilai banyak daun kelompok eksperimen M_3 sebesar 1,89, rata-rata nilai banyak daun kelompok eksperimen M_9 sebesar 1,91, rata-rata nilai banyak daun kelompok eksperimen M_{15} sebesar 1,9, rata-rata nilai banyak daun kelompok eksperimen B_3 1,89, rata-rata nilai banyak daun kelompok eksperimen B_9 2,42, dan nilai banyak daun kelompok eksperimen B_{15} 3,56.

Pada gambar 3 grafik nilai rata-rata banyak daun kelompok eksperimen cenderung mengalami peningkatan pertumbuhan daun jika dibandingkan dengan grafik nilai rata-rata banyak daun kelompok kontrol. Pada kelompok eksperimen dengan lampu LED warna biru lebih banyak dibandingkan dengan kelompok kontrol maupun kelompok eksperimen lainnya.

Untuk menjawab hipotesis atau rumusan masalah maka dapat dilihat pada output *Tests Of Between-Subjects Effects* dengan pengambilan keputusan nilai sign < 0,05 maka ada pengaruh pada variabel sedangkan jika sign > 0,05 maka tidak ada pengaruh pada variabel. Berikut adalah hasil output *Tests Of Between-Subjects Effects*:

Tabel 4 Output Uji *Two Way Anova* LED terhadap Banyak Daun Pakcoy

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Banyak Daun					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	21.997 ^a	6	3.666	6.128	.000
Intercept	219.453	1	219.453	366.839	.000
Warna	6.308	1	6.308	10.544	.002
Intensitas	5.925	2	2.963	4.952	.011
Warna * Intensitas	5.799	2	2.899	4.847	.012
Error	29.3139	49	.598		
Total	310.600	55			
Corrected Total	51.3105	55			

a. R Squared = .429 (Adjusted R Squared = .359)

Pada Tabel 4 yaitu *Tests Of Between-Subjects Effects* atau test *Anova Two Anova* di atas memberitahukan bahwa pada variable warna didapatkan nilai probabilitas atau nilai sig $0,002 < 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh warna LED terhadap banyak batang tanaman. Pada variabel intensitas nilai probabilitas sebesar $0,011 > 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh intensitas terhadap banyak batang tanaman. F_{hitung} untuk interaksi warna dan intensitas (**warna*intensitas**) adalah 4,847 dengan probabilitas sebesar 0,012 adalah lebih kecil dari 0,05 maka dikatakan bahwa rata-rata hasil pertumbuhan tanaman Pakcoy untuk interaksi warna dan intensitas adalah berbeda secara signifikan.

Tinggi

Data hasil penelitian banyak batang tumbuhan Pakcoy didapatkan dengan menggunakan bantuan alat berupa penggaris untuk mengamati indikator tinggi tanaman yang tumbuh. Pengukuran ini dilakukan pada hari ke-

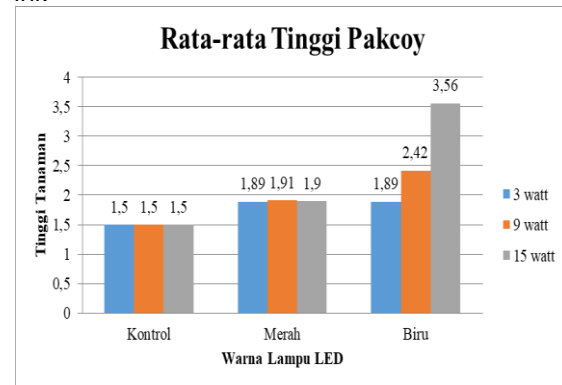
2 setelah bibit ditanam. Berikut adalah tabel 5 adalah data rata-rata tinggi Pakcoy:

Tabel 5. Data rata-rata nilai tinggi tumbuhan Pakcoy

Tinggi Hari Ke-	Kelompok	Kelompok					
		LED Merah			LED Biru		
	Kontrol	3 watt	9 watt	15 watt	3 watt	9 watt	15 watt
2	0,3	0,11	0,09	0,095	0,01	0,57	1,29
3	0,39	0,97	1,07	1,09	0,95	1,29	2,38
4	1,185	1,91	1,65	1,8	1,865	2,17	3,11
5	1,675	2,25	2,12	2,34	2,55	3,7	3,6
6	1,88	2,58	2,78	2,83	2,57	4,26	4,26
7	2,135	3,03	3,24	3,14	2,92	4,79	4,85
8	2,295	3,17	3,46	3,41	3,21	5,02	5,09
9	2,55	3,6	3,91	4,01	4,095	5,68	5,89
Tot al	1,55	2,20	2,39	2,45	2,23	3,44	3,81

Dari hasil pengamatan dan perhitungan rata-rata jumlah banyak daun pada tanaman *microreens* pakcoy (*Brassica Rapa Subsp.chinensis*) selama 9 hari saat tanaman berumur 2 hari setelah tanam, diperoleh sampel pada kelompok kontrol rata-rata banyak banyak daun sebanyak 1,55 cm, sedangkan untuk kelompok eksperimen yang diberi perlakuan warna merah rata-rata banyak daun yang dihasilkan pada intensitas lampu dengan daya 3 watt sebanyak 2,20 cm, kemudian untuk rata-rata banyak daun yang dihasilkan pada intensitas lampu dengan daya 9 watt sebanyak 2,39 cm, dan rata-rata banyak daun yang dihasilkan pada intensitas lampu dengan daya 15 watt sebanyak 2,45 cm. Untuk kelompok eksperimen yang diberi perlakuan warna biru rata-rata banyak daun yang dihasilkan pada intensitas lampu dengan daya 3 watt sebanyak 2,23 cm, kemudian untuk rata-rata banyak daun yang dihasilkan pada intensitas lampu dengan daya 9 watt 3,44 cm, dan kemudian untuk rata-rata banyak batang yang dihasilkan pada intensitas lampu dengan daya 15 watt 3,81 cm. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.3 yang menunjukkan bahwa ada perbedaan banyak daun antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan perlakuan pada masing-masing kelompok. Perbedaan banyaknya batang tersebut dapat digambarkan

melalui diagram batang pada Gambar 4 berikut ini:



Gambar 4. Diagram Nilai Rata-Rata Pengaruh Warna Lampu LED terhadap Tinggi Pakcoy Kelompok Kontrol Dan Eksperimen

Dari diagram Gambar 4 dapat dianalisis bahwa dari kelompok kontrol dan kelompok eksperimen dengan variasi warna LED (*Light Emite Dioda*) berpengaruh terhadap menghasilkan banyak batang pada tanaman Pakcoy. Lampu LED dengan dengan warna biru menghasilkan pertumbuhan jumlah banyak daun banyak dibandingkan dengan kelompok kontrol dan kelompok eksperimen dengan pemaparan warna merah. Berdasarkan Gambar 4 tersebut dapat diketahui bahwa nilai rata-rata nilai banyak daun kelompok kontrol selama 9 hari sebesar 1,55. Sedangkan untuk rata-rata nilai tinggi kelompok eksperimen M_3 sebesar 2,20, rata-rata nilai tinggi kelompok eksperimen M_9 sebesar 2,39, rata-rata nilai tinggi kelompok eksperimen M_{15} sebesar 2,45, rata-rata nilai tinggi kelompok eksperimen B_3 2,23, rata-rata nilai tinggi kelompok eksperimen B_9 3,43, dan nilai tinggi kelompok eksperimen B_{15} 3,81.

Pada Gambar 4 grafik nilai rata-rata tinggi kelompok eksperimen cenderung mengalami peningkatan pertumbuhan tinggi tanaman jika dibandingkan dengan grafik nilai rata-rata tinggi tanaman kelompok kontrol. Pada kelompok eksperimen dengan lampu LED biru jauh lebih banyak dibandingkan dengan kelompok kontrol maupun kelompok eksperimen lainnya. Sedangkan untuk kelompok kontrol pertumbuhan tinggi sedikit lebih lambat dibandingkan kelompok eksperimen yaitu 1,55 cm.

Untuk menjawab hipotesis atau rumusan masalah maka dapat dilihat pada output *Tests Of Between-Subjects Effects* dengan pengambilan keputusan nilai sign < 0,05 maka ada pengaruh pada variabel sedangkan jika sign > 0,05 maka tidak ada pengaruh pada variabel. Berikut adalah hasil output *Tests Of Between-Subjects Effects*:

Tabel 6. Output Uji *Two Way Anova* LED terhadap Tinggi Pakcoy

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Tinggi					
Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	29.815 ^a	6	4.969	2.757	.022
Intercept	302.807	1	302.807	168.034	.000
Warna	8.592	1	8.592	4.768	.034
Intensitas	7.000	2	3.500	1.942	.154
Warna * Intensitas	4.058	2	2.029	1.126	.333
Error	88.301	49	1.802		
Total	485.796	56			
Corrected Total	118.116	55			

a. R Squared = .252 (Adjusted R Squared = .161)

Pada Tabel 6 yaitu *Tests Of Between-Subjects Effects* atau test *Anova Two Anova* di atas memberitahukan bahwa pada variable warna didapatkan nilai probabilitas atau nilai sig $0,034 < 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh warna LED terhadap tinggi tanaman. Pada variabel intensitas nilai probabilitas sebesar $0,115 > 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat pengaruh intensitas terhadap banyak tinggi tanaman. F_{hitung} untuk interaksi warna dan intensitas (**warna*intensitas**) adalah 1,126 dengan probabilitas sebesar 0,333 adalah lebih besar dari 0,05 maka dikatakan bahwa rata-rata hasil pertumbuhan tanaman Pakcoy untuk interaksi warna dan intensitas adalah tidak berbeda secara signifikan.

Pembahasan

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Agustus 2021 di rumah peneliti yaitu di Dusun Kalibaru, Banyuwangi. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah bibit tanaman Pakcoy yang diperoleh dari Andalas Seed yang diproduksi oleh CV Bumi Seed, Jember, Jawa Timur. Bibit ini memiliki kemurnian 98% dengan tingkat daya tumbuh 85%. Selanjutnya sampel dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok kontrol (kelompok yang tidak mendapat perlakuan) dengan kelompok eksperimen (kelompok yang mendapat perlakuan berupa pemaparan

lampu LED merah dan biru serta kuat penyinaran 3 watt, 9 watt, 15 watt) dengan masing – masing sampel 20 biji pakcoy setiap pot. Pengamatan dilakukan setiap harinya dimulai pada hari kedua setelah penanaman pada jam yang sama. Pengamatan yang dilakukan meliputi banyak batang yang tumbuh, banyak daun, dan tinggi tanaman pakcoy.

Sampel yang digunakan adalah sebanyak 140 sampel dengan 20 sampel biji pakcoy untuk kelompok kontrol, 60 sampel untuk kelompok eksperimen dengan pemaparan LED merah dengan masing-masing kuat daya lampu 3 watt, 9 watt, 15 watt, dan 60 sampel untuk kelompok eksperimen dengan pemaparan LED biru dengan masing-masing kuat daya lampu 3 watt, 9 watt, 15 watt. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh pemaparan lampu LED (merah dan biru) serta intensitas lampu dalam varian daya 3 watt, 9 watt, 15 watt terhadap banyaknya daun pakcoy. Intensitas cahaya yang digunakan dalam proses penanaman dari lampu LED yang digunakan untuk warna merah sekitar 312 – 709 lux, dan warna biru sekitar 367 – 1751 lux. Pengukuran banyak batang ini dilakukan pada hari ke-2 setelah biji ditanam tanggal 5 Agustus 2021 hingga pada hari kesembilan tanggal 13 Agustus 2021 dimana daun sejati pertama sudah tumbuh. Penelitian ini dilaksanakan di rumah peneliti yaitu Desa Kalibaru Wetan dengan ketinggian 428 mdpl yang cocok untuk menanam pakcoy.

Pengaruh Imapu LED terhadap pertumbuhan Pakcoy

Lampu LED dengan warna yang berbeda yang diberikan pada tanaman akan memberikan pengaruh yang berbeda juga. Sebab masing-masing dari warna cahaya memiliki rentang panjang gelombang tertentu yang dapat diserap oleh tanaman untuk fotosintesis dan proses pertumbuhan. Panjang gelombang yang dibutuhkan tanaman adalah pada cahaya tampak yaitu pada rentang 380 hingga 700 nm. Matahari mengandung semua warna spektrum cahaya tampak atau *visible light* jika diberi bantuan prisma maka cahaya akan mengalami peristiwa pembiasan (*refraksi*) sehingga cahaya dapat diuraikan menjadi pelangi yaitu merah, kuning, hijau, biru, nilai dan ungu. Dari semua spektrum cahaya tampak tidak semua dapat dimanfaatkan dalam proses fotosintesis dan proses pertumbuhan tanaman. Untuk spektrum warna biru berfungsi untuk proses pertumbuhan dalam fase vegetatif. Spektrum warna merah berfungsi untuk proses pertumbuhan dalam fase generatif. Spektrum warna kuning dan hijau tidak terlalu dibutuhkan oleh tanaman karena cahaya tersebut

dipantulkan kembali sehingga tanaman tampak berwarna hijau atau kuning.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dari pengaruh warna LED (*Light Emitte Dioda*) terhadap pertumbuhan tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa Subsp. Chinensis*) dengan parameter yang meliputi jumlah batang, jumlah banyak daun, dan tinggi tanaman diperoleh hasil bahwa warna lampu LED yang diberikan pada tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa Subsp. Chinensis*) memberikan pengaruh nyata. Lampu LED dapat memancarkan warna cahaya yang dapat mempercepat proses fotosintesis. Warna biru untuk vase vegetatif yaitu fase untuk pertumbuhan volume, jumlah, bentuk dan ukuran organ-organ vegetatif seperti daun, batang, dan akar yang dimulai dari terbentuknya daun pada proses perkecambahan hingga awal terbentuknya organ generatif. Sedangkan warna merah untuk fase generatif yaitu pertumbuhan organ bunga hingga buah masak.

Banyak Batang

Pada hasil analisis grafik yang dapat dilihat pada Gambar 2 bahwa lampu LED yang dipaparkan lampu dengan menggunakan biru mendapatkan hasil rata-rata banyak batang yang lebih banyak dibandingkan dengan tanaman yang diberi paparan lampu LED merah dan tanpa menggunakan lampu LED. Pertumbuhan pada kelompok kontrol lebih cepat dibandingkan dengan kelompok eksperimen dengan pemaparan lampu LED merah karena pada tanaman *microreens* pakcoy termasuk pada tanaman yang masih kecil berumur 9 hari hari dan termasuk dalam fase vegetatif oleh karena itu spektrum LED warna merah tidak terlalu dibutuhkan oleh tanaman. Kelompok eksperimen M_3 menghasilkan rata-rata banyak batang 1,18, untuk kelompok eksperimen M_9 menghasilkan rata-rata banyak batang 1,15, dan kelompok eksperimen M_{15} menghasilkan rata-rata banyak batang 1,68. Pada kelompok eksperimen M_9 menemukan rata-rata jumlah banyak batang lebih sedikit dibandingkan kelompok kontrol hal ini menunjukkan bahwa lampu LED warna merah belum berpengaruh pada saat fase vegetatif. Tanaman pakcoy pada intensitas 15 watt atau B_{15} mengalami pertumbuhan yang sangat pesat hingga 2,01 karena ketika awal masa pertumbuhan, tanaman lebih membutuhkan energi sehingga laju fotosintesis lebih cepat. Pada kelompok B_3 dengan rata-rata banyak batang 1,58 dan M_9 dengan rata-rata banyak batang 1,65.

Banyak Daun

Jumlah daun pada saat pertumbuhan tanaman sangat berperan dalam menangkap cahaya. Perkembangan daun akan semakin mempengaruhi berlangsungnya proses pertumbuhan tanaman dan semakin banyak jumlah daun maka semakin banyak cahaya yang ditangkap sehingga proses fotosintesis pun meningkat. Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa dengan menggunakan spektrum warna biru pada lampu LED dapat mempercepat jumlah banyak daun dibandingkan dengan kelompok kontrol maupun pada kelompok eksperimen dengan perlakuan diberi lampu LED warna merah. Pada kelompok eksperimen B_{15} rata-rata jumlah daun adalah 3,56 memiliki jumlah daun paling banyak diantara kelompok eksperimen lainnya. Pada kelompok kontrol atau tanpa bantuan lampu LED juga terjaga pertumbuhannya karena banyaknya jumlah daun muda yang tumbuh dan belum ada daun yang mati yaitu rata – rata pertumbuhannya 1,5. Pada kelompok eksperimen B_9 juga mengalami pertumbuhan daun yang pesat dengan rata – rata 2,42. Kelompok eksperimen B_3 rata - rata pertumbuhannya 1,89 tidak terdapat perbedaan yang nyata pada kelompok eksperimen dengan penambahan lampu LED merah. Karena pada fase ini pembungan belum terjadi hal ini mengakibatkan kelompok eksperimen menggunakan lampu LED pertumbuhan tanaman lebih lambat dibandingkan dengan LED biru. Pertumbuhan pada kelompok eksperimen M_3 rata – rata banyak daun yang tumbuh 1,89, pada kelompok M_9 rata – rata pertumbuhan banyak daun 1,91 dan pada kelompok M_{15} rata – rata pertumbuhan daun 1,9. Sesuai dengan penelitian milik Adriana (2019) menunjukkan pengaruh penggunaan warna biru pada lampu LED terhadap pertumbuhan bibit krisan menghasilkan pertumbuhan banyak daun yang tertinggi dibandingkan dengan lampu LED warna merah. Lampu warna biru bagus untuk pertumbuhan tanaman tanaman karena klorofil banyak menyerap cahaya biru sehingga fotosintesis berlangsung optimal.

Banyak Tinggi

Pertumbuhan tinggi pada tanaman *microreens* pakcoy yang yang tertinggi adalah menggunakan lampu Biru dengan perlakuan B_{15} (Biru, 15 Watt) dengan rata-rata pertumbuhan 3,81 cm. Perlakuan B_9 menghasilkan pertumbuhan tinggi juga cukup signifikan yaitu dengan rata-rata 3,44 cm, sedangkan pada perlakuan B_3 rata-rata pertumbuhan tinggi mencapai 2,23 cm. Pada proses ini lampu biru masih diperlukan karena tanaman masih dalam fase vegetatif.

Sedangkan pada perlakuan M_3 (Merah, 3 watt) rata-rata ketinggian mencapai 2,2 cm. Untuk perlakuan M_9 (Merah, 9 watt) rata-rata ketinggian mencapai 2,39 cm, dan perlakuan M_{15} (Merah, 15 watt) rata-rata ketinggian mencapai 2,45 cm. Pada perlakuan sampel kontrol ketinggian rata-rata pakcoy mengalami kelambatan dikarenakan tanaman pakcoy kekurangan cahaya sehingga proses fotosintesis juga terhambat, ketinggian rata-rata pakcoy dalam 9 hari setelah tanam biji mencapai 1,55 cm. Pada perlakuan B_{15} (Biru, 15 Watt) pertumbuhan tinggi tanaman sangat baik dan proses fotosintesis optimal tetapi mengalami perhambatan pertumbuhan batang sehingga tanaman tampak memanjang mengikuti arah cahaya. Menurut Silvikultur (2007) cahaya berpengaruh terhadap arah pertumbuhan dan luas daun. Tanaman akan terlihat lebih pendek karena proses pencahayaan yang diserap baik sehingga menghambat pertumbuhan tinggi tanaman tetapi tanaman yang kekurangan cahaya akan mengakibatkan tanaman tinggi dan tampak panjang karena mengikuti sumber cahaya.

Pengaruh Intensitas Cahaya LED terhadap pertumbuhan Pakcoy

Pertumbuhan *microreen* pakcoy dipengaruhi oleh berbagai faktor salah satunya intensitas cahaya dan warna cahaya yang diterima tumbuhan. Intensitas cahaya berperan penting dalam penerimaan energy bagi tanaman melalui fotosintesis dengan penyerapan foton oleh molekul-molekul pigmen seperti klorofil. Warna cahaya sendiri juga sangat penting dalam proses pertumbuhan tanaman. Maka dalam penanaman perlu dilakukan kontrol cahaya yang sesuai sehingga tanaman dapat mencapai pertumbuhan yang optimal. Sama halnya dengan pemilihan cahaya yang tepat pada saat tumbuhan berada pada fase vegetatif atau generatif.

Penelitian ini menggunakan enam perlakuan untuk mengetahui LED cahaya dan intensitas cahaya yang optimal untuk pertumbuhan tinggi tanaman. Intensitas yang digunakan dengan memakai lampu dengan daya 3 watt yang dapat menghasilkan daya pancar cahaya sebesar 316 lux untuk warna merah dan 367 lux untuk warna biru, 9 watt yang dapat menghasilkan daya pancar cahaya sebesar 312 lux untuk warna merah dan 528 lux untuk warna biru, dan 15 watt yang dapat menghasilkan daya pancar cahaya sebesar 325 lux untuk warna merah 1751 lux untuk warna biru. Walaupun dalam penelitian ini menggunakan intensitas terbesar mencapai 1751 lux tetapi dalam tahap wajar karena tanaman masih dapat tumbuh dengan baik dan

belum mengalami fotodeskraktif yaitu dimana tingginya intensitas cahaya yang mengakibatkan fotosintesis semakin tidak bertambah lagi dikarenakan tanaman mengalami batas jenuh cahaya sehingga bukan menjadi sumber energy melainkan sebagai perusak.

Banyak Batang

Hasil menunjukkan pada Gambar 2 dimana rata-rata banyak batang paling baik adalah dengan perlakuan pemaparan dengan intensitas tertinggi yaitu 15 watt baik pada warna LED merah maupun biru. Pada perlakuan kelompok eksperimen B_{15} rata-rata banyak batang adalah 2,01 batang. Selanjutnya pada kelompok eksperimen B_9 rata-rata banyak batang adalah 1,68 batang. Dan pada perlakuan kelompok eksperimen B_3 rata-rata banyak batang adalah 1,56 batang. Pada perlakuan kelompok eksperimen M_{15} rata-rata banyak batang adalah 1,48 batang. Selanjutnya pada kelompok eksperimen M_9 rata-rata banyak batang adalah 1,15 batang. Dan pada perlakuan kelompok eksperimen M_3 rata-rata banyak batang adalah 1,18 batang. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi intensitas cahaya yang diberikan pada tanaman maka semakin baik juga pertumbuhan banyak batang hal ini juga didukung oleh Hardine (2019) yang menyatakan bahwa semakin tinggi intensitas cahaya maka semakin banyak batang pada tanaman bayam merah yang membutuhkan cahaya penuh untuk fisiologi dan aktivitas fotosintesis. Tetapi pada lampu LED merah dengan intensitas daya lampu 9 watt dan 3 watt menghasilkan banyak batang lebih sedikit dibandingkan dengan kelompok kontrol yaitu dengan rata-rata 1,3 batang. Hal ini menunjukkan intensitas yang rendah dapat menghambat laju pembelahan sel dan pertumbuhan serta jaringan tidak dapat berjalan dengan baik karena meningkatnya kebutuhan karbohidrat tanaman sehingga pertumbuhan batang tidak berkembang dengan baik.

Banyak Daun

Jumlah daun merupakan faktor penting pada proses pertumbuhan tanaman pakcoy, karena tanaman pakcoy merupakan tanaman sayuran yang bagian daunnya saja yang dimanfaatkan. Daun merupakan tempat terjadinya proses fotosintesis. Semakin banyak jumlah daun, maka jumlah pigmen klorofil akan semakin banyak sehingga cahaya yang diserap akan semakin banyak pula. Jika cahaya yang diserap semakin banyak maka laju fotosintesis akan semakin cepat. Pada Gambar 3 menunjukkan pertumbuhan daun pada perlakuan dengan menggunakan Intensitas dengan daya 15 watt pada warna LED biru lebih banyak dibanding dengan perlakuan lainnya.

Selain itu laju pertumbuhan terjaga dengan baik karena belum ada daun yang mati. Pada kelompok eksperimen B_{15} rata-rata jumlah daun adalah 3,56 memiliki jumlah daun paling banyak diantara kelompok eksperimen lainnya. Pada kelompok kontrol atau tanpa bantuan lampu LED juga terjaga pertumbuhannya karena banyaknya jumlah daun muda yang tumbuh dan belum ada daun yang mati yaitu rata – rata pertumbuhannya 1,5. Pada kelompok eksperimen B_9 juga mengalami pertumbuhan daun yang pesat dengan rata – rata 2,42. Kelompok eksperimen B_3 rata - rata pertumbuhannya 1,89 tidak terdapat perbedaan yang nyata pada kelompok eksperimen dengan penambahan lampu LED merah. Karena pada fase ini pembungan belum terjadi hal ini mengakibatkan kelompok eksperimen menggunakan lampu LED pertumbuhan tanaman lebih lambat dibandingkan dengan LED biru. Pertumbuhan pada kelompok eksperimen M_3 rata – rata banyak daun yang tumbuh 1,89, pada kelompok M_9 rata – rata pertumbuhan banyak daun 1,91 dan pada kelompok M_{15} rata – rata pertumbuhan daun 1,9. Rata – rata pertumbuhan daun pada kelompok pemaparan lampu LED merah tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan meskipun telah diberi intensitas yang lebih tinggi, hal ini menunjukkan pertumbuhan tanaman pakcoy pada lampu LED merah kurang optimal karena intensitas cahaya kurang sesuai. Untuk jumlah rata-rata banyak daun yang paling sedikit adalah pada kelompok kontrol. Sesuai dengan penelitian khusni (2018) yang menyatakan bahwa daun yang kekurangan cahaya tidak dapat menyumbang fotosintat bersih sehingga laju pertumbuhan vegetatif terhambat dan jumlah daun akan semakin lambat berkembang.

Tinggi

Tinggi tanaman yang terbesar yang menggunakan pemaparan intensitas terbesar yaitu dengan daya 15 watt baik pada kelompok eksperimen merah maupun biru yang dapat dilihat pada gambar 4.6. Pada kelompok eksperimen 15 watt dengan lampu LED warna biru rata-rata pertumbuhan tinggi adalah 3,81 cm. Perlakuan B_9 menghasilkan pertumbuhan tinggi juga cukup signifikan yaitu dengan rata-rata 3,44 cm. sedangkan pada perlakuan B_3 rata-rata tinggi tanaman adalah 2,23 cm. Pada proses ini lampu biru masih diperlukan karena tanaman masih dalam fase vegetatif. Sedangkan pada perlakuan M_3 rata-rata ketinggian mencapai 2,2 cm. Untuk perlakuan M_9 rata-rata ketinggian mencapai 2,39 cm, dan perlakuan M_{15} rata-rata ketinggian mencapai

2,45 cm. Pada perlakuan sampel kontrol ketinggian rata-rata pakcoy mengalami kelambatan dikarenakan tanaman pakcoy kekurangan cahaya sehingga proses fotosintesis juga terhambat, ketinggian rata-rata pakcoy dalam 9 hari setelah tanam biji mencapai 1,55 cm. Hal ini sesuai dengan penelitian (Novianto, 2019) menyatakan bahwa semakin tinggi intensitas maka semakin tinggi tanaman tersebut juga semakin tinggi. Rendahnya intensitas cahaya dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi terhambat. Tanaman yang mendapat intensitas cahaya optimal akan menghasilkan karbohidrat dan protein dengan jumlah besar.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh warna LED dan kuat daya lampu pada morfologi tumbuhan Pakcoy, maka dapat disimpulkan sebagai berikut: 1). Pemaparan LED warna merah dan biru berpengaruh dalam terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy. Pemaparan LED warna biru lebih mempercepat pertumbuhan batang, banyak daun, dan tinggi tanaman dibandingkan pemaparan LED warna merah dan kelompok control; 2). Pemaparan LED dengan kuat daya 3 watt, 9 watt, 15 watt berpengaruh berpengaruh dalam terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy. Pemaparan LED dengan intensitas tertinggi yaitu 15 watt lebih mempercepat pertumbuhan batang, banyak daun, dan tinggi tanaman dibandingkan pemaparan intensitas daya dengan 9 watt dan 3 watt.

Saran

Berdasarkan data hasil penelitian dan pembahasan, maka saran yang dapat diberikan sebagai berikut:

- Perlu dilakukan variasi terhadap warna LED lainnya untuk mengetahui spektrum warna yang mempercepat pertumbuhan tanaman.
- Perlu mengkaji lebih lanjut mengenai media tanam atau menggunakan media tanam yang lebih mudah dalam mengukur kedalaman biji saat menanam agar hasil data penelitian tinggi tanaman yang didapat lebih akurat.

DAFTAR RUJUKAN

- Andarwulan, N dan P. Hariyadi. (2005). *Optimasi Produksi Antioksidan pada Proses Perkecambahan Biji-bijian dan Diversifikasi Produk Pangan Fungsional dari Kecambah Laporan*. Bogor: Penelitian, IPB.
- Campbell, N. A. (2010). *Biologi Edisi ke 8 Jilid 3 (diterjemahkan dari: Biology Eighth*

- Edition, Penerjemah Wulandari).*
Jakarta: Erlangga.
- Edi, S dan J. Bobihoe. (Jambi). Budidaya Tanaman Sayuran. *Balai Pengkaji Teknologi Pertanian*, 54 hal.
- Hammim. (2008). Fungsiologi Tumbuhan. in: Fungsi Air dan Perannya pada tingkat Selular dan Tumbuhan secara Utuh. *Universitas Terbuka*, 1-51.
- Indirasari, S. S. (2019). *The Linkages of Laboratory Facilities and Motivation to the Learning Outcomes of emarang Hight School*. Semarang: Students journal of Innovative Science Education.
- Restiani, Ag. Reni dkk. (2015). Pengaruh Jenis Lampu Terhadap Pertumbuhan dan Jasil Produks Tanaman Selada. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, Vol. 4, No. 3: 219-226.
- Soeleman, S dan D. Rahayu. (2013). *Halaman Organik: Mengubah Tanaman Rumah Menjadi Sayuran Organik untuk Gaya Hidup Sehat*. Jakarta Selatan: PT Agro Media Pustaka.
- Wahyuni, S,. Ernawati dan S. Rezeki. (2016). Kajian Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Raja (Musa Paradisiaca Var Raja) dalam Pembuatan Es Krim. *Fakulyas Teknologi Industri Pertanian. Universitas Halu Oleo*, 1 (1): 67-72.