

PENGARUH DAYA LAMPU NEON TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN PAK CHOI (*Brassica rapa* L.) PADA SISTEM HIDROPONIK INDOOR

THE INFLUENCE OF NEON LAMP ON THE GROWTH OF PAK CHOI (*Brassica rapa* L.) IN AN INDOOR HYDROPONIC SYSTEM

Ning Hartati Setiasih¹, Sugeng Triyono², Ahmad Tusi², Diding Suhandy²

¹ Mahasiswa Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

² Dosen Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

✉ komunikasi penulis, e-mail : ningsetiasih@yahoo.com

Naskah ini diterima pada 15 Mei 2016; revisi pada 2 Juni 2016;
disetujui untuk dipublikasikan pada 19 Juni 2016

ABSTRACT

The purpose of this research was to observe the influence of neon lamp power (watt) on the growth of Pak Choi in an indoor hydroponic system. This research was done by implementing several pots of Pak Choi planting under some different treatments of lighting. The treatment consisted of neon lamp 20 watt (N1), neon 2 x 20 watt (N2), neon 40 watt (N3), neon 2 x 40 watt (N4) in a growth chamber and one treatment under the sun lighting (N0). The result of the research showed that the treatment of 2 x 40 watt neon lamp (N4) turned out to have the best result at all variables measured. Then, it was followed by treatment of neon 40 watt (N3) and the lowest result was in neon 20 watt (N1). The highest biomass harvested was 35 g in N4, followed by 18 g in N3, then the 15 g in N2 and 4 g in N1. However, the highest ash content was in the treatment of 20 watt neon lamp (N1), and followed by N2 (neon 2 x 20 watt). Although, Pak Choi grown under the sun ray has the highest biomass harvested, but it had the lowest mineral content.

Keywords : Neon lamp, lamp power, Pak Choi, hydroponic wick system

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh daya (watt) lampu neon terhadap pertumbuhan tanaman Pak Choi pada sistem hidroponik *indoor*. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan beberapa pot tanaman Pak Choi di bawah perlakuan pencahayaan yang berbeda. Perlakuannya terdiri dari lampu neon 20 watt (N1), neon 2 x 20 watt (N2), neon 40 watt (N3), neon 2 x 40 watt (N4) di ruang tanam dan 1 perlakuan di bawah penyinaran matahari (N0).

Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa perlakuan lampu neon 2 x 40 watt (N4) memberikan hasil terbaik pada semua variabel pengukuran. Kemudian diikuti perlakuan neon 40 watt (N3) dan terendah pada perlakuan neon 20 watt (N1). Berat berangkasan tertinggi pada N4 sebesar 35 g, diikuti N3 sebesar 18 g, dan kemudian N2 sebesar 15 g dan N1 sebesar 4 g. Namun, kadar abu tertinggi pada perlakuan lampu neon 20 watt (N1), dan diikuti perlakuan N2 (neon 2 x 20 watt). Meskipun tanaman Pak Choi di bawah perlakuan sinar matahari memiliki berat berangkasan tertinggi, tetapi memiliki kandungan mineral terendah.

Kata kunci : Lampu neon, daya lampu, Pak Choi, hidroponik sistem sumbu

I. PENDAHULUAN

Ekspor Indonesia masih didominasi oleh produk – produk bahan baku alam yang belum memiliki nilai tambah. Indonesia sebagai salah satu Negara ASEAN (Asosiasi Perhimpunan Bangsa – Bangsa) akan menuju Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA) pada tahun 2015. MEA terbentuk pada bulan Desember 1997 pada saat

KTT ASEAN di Kuala Lumpur. Saat ini, tujuan Indonesia dalam menghadapi MEA belum tercapai dan perlu meningkatkan kualitas produksi terutama di bidang pertanian agar dapat menghasilkan produk yang bersih, aman, tidak berbahaya dan memiliki gizi yang tinggi (Lemhannas, 2013).

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk meningkatkan produksi hasil pertanian adalah dengan hidroponik. Menurut Wibowo (2013), Hidroponik merupakan cara bercocok tanam tanpa menggunakan media tanah. Luas tanah yang sempit, kondisi tanah kritis, hama dan penyakit yang tak terkendali, keterbatasan jumlah air irigasi, bisa ditanggulangi dengan sistem hidroponik *indoor*. Namun hidroponik *indoor* memiliki kelemahan yaitu memerlukan cahaya buatan sebagai pengganti cahaya matahari. Kebutuhan akan sinar matahari pada hidroponik *indoor* dapat diganti dengan pemberian sinar khusus dari lampu sehingga meskipun tanaman dalam ruangan tertutup, proses fotosintesis dapat berlangsung. Dalam sistem hidroponik, cahaya untuk tanaman dapat diatur sesuai kebutuhan. Lampu Neon adalah salah satu lampu yang dapat digunakan dalam berkebun hidroponik *indoor* (Lingga, 2000).

Kobayashi dkk (2013), menyatakan total berat kering tanaman dan kandungan klorofil daun tanaman selada lebih besar pada pencahayaan lampu Neon dibandingkan pada lampu LED merah dan biru. Harga lampu LED sangat mahal, sehingga penggunaannya dapat digantikan dengan lampu neon. Namun, penggunaannya harus tetap memperhatikan intensitas cahaya yang dihasilkan (Tanny dan Amos, 2012).

Pemilihan daya lampu untuk tanaman juga sangat penting. Daya lampu yang besar akan mengeluarkan panas atau cahaya yang tinggi dan dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Tanaman yang mendapatkan cahaya berlebih akan mengakibatkan klorofil sedikit dan hasil fotosintesis akan rendah, hal yang sama juga terjadi jika tanaman kekurangan cahaya. Lampu Neon (TL) 20 watt memiliki daya yang hampir sama dengan lampu hemat energi 18 watt (Mukhlis, 2011). Tanaman yang cocok untuk ditanam secara hidroponik yaitu sayuran seperti sayuran Pak Choi. Sawi China atau yang sering dikenal dengan Pak Choi (*Brassica rapa* L.) merupakan tanaman yang banyak digemari masyarakat karena memiliki kandungan gizi yang diperlukan oleh tubuh.

II. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2015 – Juli 2015 di Laboratorium Rekayasa Sumber Daya Air dan Lahan Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung.

2.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu gelas ukur, triplek, pH meter, EC meter, termometer, luxmeter, alat tulis, kamera, penggaris, meteran, aqua gelas,

kalkulator, timbangan, kain hitam, kain flanel, toples, styrofoam, dan lampu Neon, dll.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu sumber air untuk penelitian, benih pak choi (*Brassica rapa* L.), *rockwool*, *cocopeat*, air, kapur, dan nutrisi hidroponik.

2.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan 5 taraf perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan terdiri dari lampu neon 20 watt (N1), neon 2 x 20 watt (N2), neon 40 watt (N3), neon 2 x 40 watt (N4) *indoor* dan perlakuan di luar (N0).

2.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian meliputi pembuatan rak, penyiapan media tanam, penyemaian dan penanaman, pemberian larutan nutrisi, dan panen.

2.5 Variabel Pengamatan

2.5.1 Pengamatan Lingkungan

Pengamatan lingkungan meliputi intensitas cahaya, suhu udara dan kelembaban. Pengamatan ini dilakukan setiap hari di area sekitar lampu.

2.5.2 Pengamatan Tanaman Pak Choi

Pengamatan tanaman Pak Choi meliputi evapotranspirasi, tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan berat berangkasan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengamatan Lingkungan

Pengamatan dilakukan di area antara tanaman dan lampu neon dengan jarak awal lampu dari tanaman sekitar 10 cm. Kemudian jarak lampu dinaikkan 3 cm jika ujung tanaman telah menyentuh lampu.

Pengukuran intensitas cahaya dilakukan dengan menggunakan alat luxmeter dengan akurasi 0-2000 lux. Rata-rata intensitas cahaya pada perlakuan neon 20 watt (N1) 2191 lux, setara dengan 3 watt/m². Perlakuan neon 2 x 20 watt (N2) 4018 lux, setara dengan 6 watt/m². Perlakuan neon 40 watt (N3) 2642 lux, setara dengan 4 watt/m² dan perlakuan neon 2 x 40 watt (N4) 4503 lux setara dengan 7 watt/m².

Intensitas cahaya yang dihasilkan oleh lampu neon masing-masing perlakuan pada ruang tanam kurang sesuai dengan besarnya intensitas cahaya yang dibutuhkan oleh tanaman untuk fotosintesis. Menurut Vandre (2008), intensitas cahaya yang dibutuhkan oleh tanaman sayur berkisar 15 sampai 20 W/ft² atau setara dengan 161 sampai 215 W/m², sehingga intensitas

cahaya di ruang tanam perlu dinaikkan dengan menambah daya lampu neon agar pertumbuhan tanaman Pak Choi lebih optimal.

Rata-rata temperatur (suhu udara) di dalam *greenhouse* pada siang hari 31,5 °C, perlakuan N1 30,7 °C, perlakuan N2 30,8 °C, perlakuan N3 30,8 °C dan perlakuan N4 30,8 °C. Pada hari ke 23 setelah tanam (HST) suhu udara semua perlakuan di ruang tanam mengalami peningkatan. Sedangkan intensitas cahaya di ruang tanam mengalami fluktuasi. Rata-rata kelembaban di dalam *greenhouse* pada siang hari berkisar 65,9 %RH, perlakuan N1 berkisar 68,6 %RH, perlakuan N2 berkisar 68,9 %RH, perlakuan N3 berkisar 68,4 %RH dan perlakuan N4 berkisar 68,7 %RH. Kelembaban memiliki kaitan yang erat dengan intensitas cahaya dan suhu udara. Pada hari ke 23 setelah tanam (HST), kelembaban semua perlakuan di ruang tanam mengalami penurunan drastis.

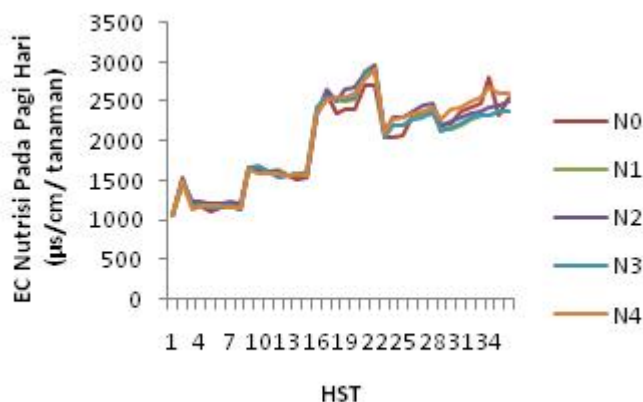
3.2 Pengamatan Larutan Nutrisi

Pengamatan larutan nutrisi yang dilakukan meliputi pengukuran EC larutan, pH nutrisi dan suhu nutrisi. Pada awal penanaman EC larutan yang digunakan yaitu 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, minggu kedua dinaikkan hingga 1600 $\mu\text{S}/\text{cm}$, minggu ketiga dinaikkan 2200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dan ditambahkan lagi hingga mencapai 2600 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Pada

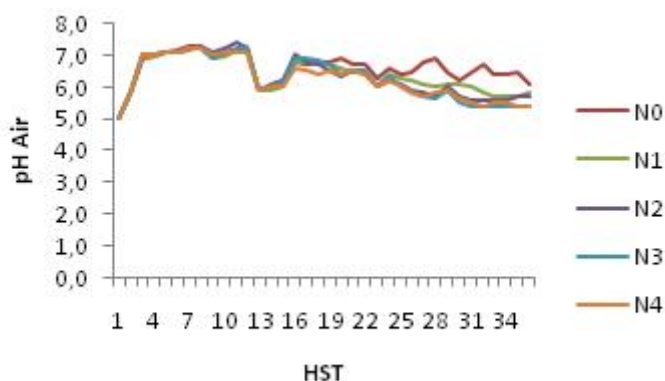
minggu keempat dan kelima, EC larutan nutrisi diturunkan hingga 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ karena daun tanaman Pak Choi menguning. Selanjutnya pada minggu keempat pertumbuhan tanaman Pak Choi mulai meningkat dan daunnya mulai berwarna hijau. Larutan nutrisi tanaman Pak Choi semua perlakuan diganti setiap 1 minggu sekali. Larutan nutrisi perlakuan N0 di minggu kelima diganti setiap 2 hari sekali. Hal ini karena pada minggu kelima, laju evapotranspirasi tanaman Pak Choi lebih besar.

pH yang optimum untuk pertumbuhan tanaman Pak Choi berkisar antara 5,5-6,5. Namun, pH larutan di minggu awal yaitu 5,0 dan minggu kedua pH larutan mencapai 7. Hal ini karena pada minggu kedua daun tanaman Pak Choi menguning sehingga pH dinaikkan dengan cara menambahkan kapur. Kemudian pH naik hingga mencapai 7 dan beberapa daun tanaman Pak Choi mulai mengering sehingga larutan nutrisi diganti dengan pH berkisar 5,5 – 6,5. Keadaan ini mempengaruhi pertumbuhan tanaman karena setiap hari daun tanaman Pak Choi terus mengering.

Secara umum suhu larutan pada neon 20 watt (N1), neon 2 x 20 watt (N2), neon 40 watt (N3), neon 2 x 40 watt (N4) hampir sama. Namun, suhu air pada perlakuan N0 berbeda dengan perlakuan di ruang tanam. Hal ini diduga karena tanaman Pak Choi di ruang tanam mendapat penyinaran selama 24 jam sehingga suhu



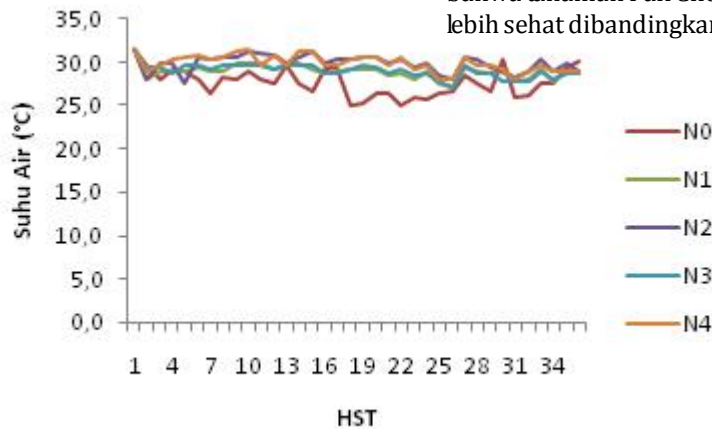
Gambar 1. EC larutan nutrisi pada pagi hari



Gambar 2. pH air harian

lingkungan (udara) dan suhu air relatif konstan baik pagi, siang maupun sore hari. Sedangkan perlakuan N0 dengan penyinaran matahari mendapat penyinaran ± 12 jam, sehingga suhu lingkungan dan suhu air pada pagi, siang dan sore hari relatif berbeda.

Larutan nutrisi yang pekat akan menyebabkan evapotranspirasi pada tanaman rendah. Pertumbuhan tanaman yang besar, baik dari tinggi tanaman, jumlah dan luas daun akan menyebabkan tingginya evapotranspirasi. Evapotranspirasi pada perlakuan N0 dan N4 lebih tinggi sehingga dapat menjadi indikator bahwa tanaman Pak Choi pada perlakuan N0 dan N4 lebih sehat dibandingkan dengan perlakuan lain.



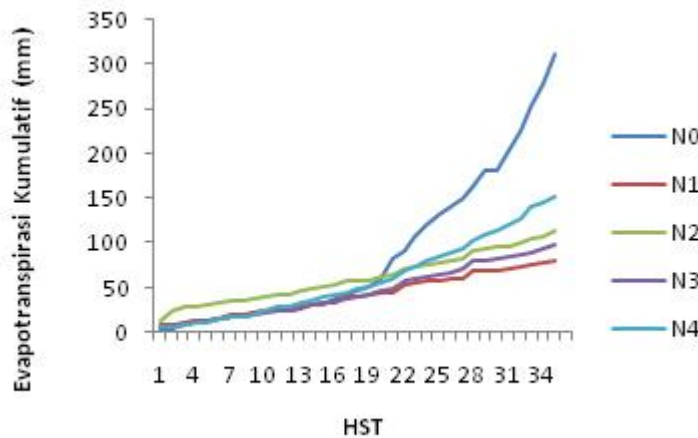
Gambar 3. Suhu air

3.3 Pertumbuhan Vegetatif

3.3.1 Evapotranspirasi

3.3.2 Tinggi Tanaman

Figur tanaman tertinggi yaitu pada perlakuan N0. Sedangkan untuk penanaman di dalam ruang tanam,



Gambar 4. Evapotranspirasi kumulatif harian

Evapotranspirasi kumulatif tertinggi di dalam ruang tanam yaitu pada perlakuan neon 2 x 40 watt (N4) dan evapotranspirasi terendah pada perlakuan neon 20 watt (N1). Besarnya evapotranspirasi tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor lingkungan, sistem, tanaman dan larutan nutrisi (Krisnawati, 2014).

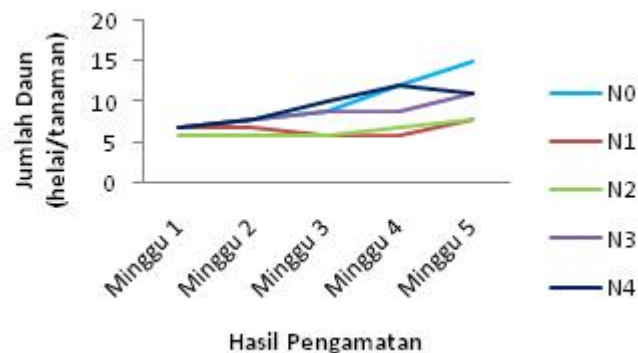
Faktor lingkungan mempengaruhi besarnya penguapan oleh media tanam dan tanaman. Faktor lingkungan tersebut diantaranya intensitas cahaya, suhu dan kelembaban. Kelembaban yang tinggi akan menyebabkan laju evapotranspirasi rendah dan sebaliknya. Larutan nutrisi juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya evapotranspirasi.

tanaman tertinggi pada perlakuan neon 2 x 40 watt (N4) dan perlakuan neon 40 watt (N3), kedua pada perlakuan neon 2 x 20 watt (N2) dan terendah pada perlakuan neon 20 watt (N1). Pada minggu awal setelah penanaman, tanaman tertinggi pada perlakuan neon 20 watt dan di minggu selanjutnya tanaman tertinggi pada perlakuan lain. Selain itu, dari minggu ke minggu tanaman Pak Choi banyak yang mengalami etiolasi. Etiolasi adalah pertumbuhan tanaman yang lebih cepat tetapi menjadi kurus dan tidak mengalami perkembangan daun sesuai dengan pengamatan luas daun dan berat berangkasan total.



Gambar 5. Hasil pengamatan tinggi tanaman (cm)

3.3.3 Jumlah Daun

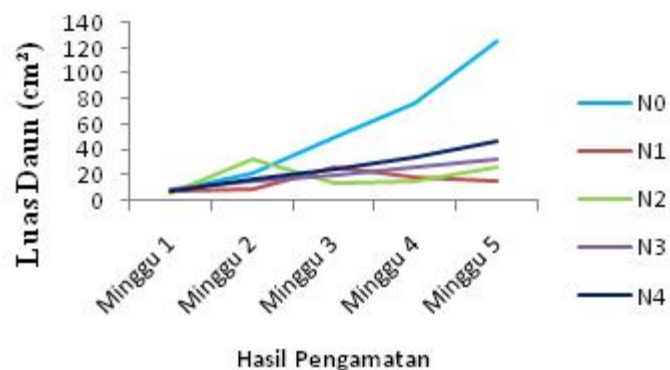


Gambar 6. Hasil pengamatan jumlah daun (helai)

Perlakuan neon 2 x 40 watt (N4) memiliki rata-rata jumlah daun yang lebih banyak dibandingkan perlakuan yang lain. Selanjutnya diikuti oleh perlakuan luar (N0) dan neon 40 watt (N3), dan terendah pada neon 20 watt (N1). Pada minggu kedua daun tanaman Pak Choi menguning dan layu. Hal ini karena tanaman Pak Choi mengalami defisiensi unsur hara. Defisiensi unsur hara adalah keadaan dimana tanaman kekurangan

unsur hara. Menurut Sitompul (2011), faktor-faktor yang mempengaruhi ketersediaan unsur hara di antaranya kuantitas unsur hara, air, suhu, dan pH. Dilihat dari gejalanya, tanaman Pak Choi kekurangan unsur K (kalium). Daun yang mengalami defisiensi K akan menunjukkan bercak-bercak kecil setempat dengan daun terbakar pada bagian tepi. Semakin banyak jumlah daun suatu tanaman, maka evapotranspirasi juga akan semakin meningkat.

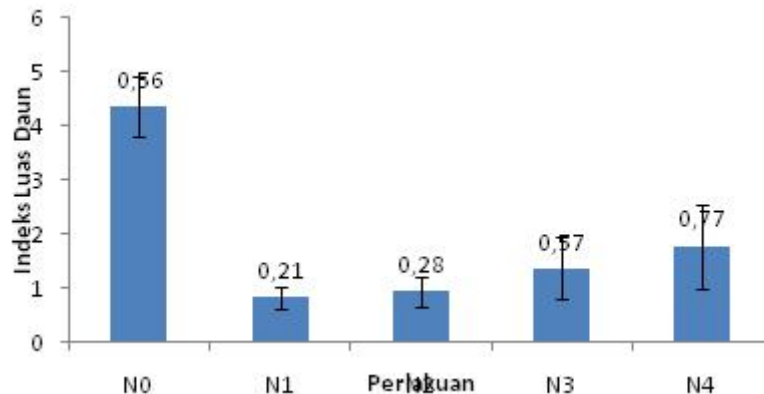
3.3.4 Luas Daun



Gambar 7. Luas daun

Luas daun terbesar pada perlakuan N0, sedangkan di dalam ruang tanam luas daun terbesar pada perlakuan neon 2 x 40 watt (N4) memiliki rata-rata jumlah daun yang lebih banyak dibandingkan perlakuan yang lain. Selanjutnya diikuti oleh perlakuan neon 40 watt (N3), neon 2 x 20 watt (N2) dan terendah pada neon 20 watt (N1). Semakin besar luas daun suatu tanaman, maka laju evapotranspirasi juga akan semakin meningkat.

3.3.5 Indeks Luas Daun

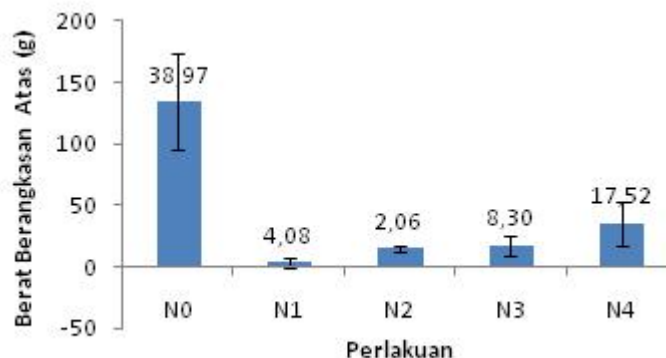


Gambar 8. Hasil pengamatan indeks luas daun (cm^2)

Indeks luas daun terbesar tanaman Pak Choi pada perlakuan luar (N0) sebesar 1,860. Sedangkan di ruang tanam indeks luas daun terbesar pada perlakuan N4 sebesar 1,1080, kedua pada perlakuan N3 dan terendah pada perlakuan N2. Pada minggu kedua sampai minggu kelima perlakuan N1 dan N2 mengalami pengurangan daun, sehingga rata-rata indeks luas daunnya lebih kecil dibandingkan pada perlakuan N3 dan N4 maupun di luar. Berdasarkan penelitian Pertamawati (2010), perlakuan suhu dan intensitas cahaya yang diberikan dalam percobaan berpengaruh terhadap pertumbuhan daun, baik jumlah, luas area maupun berat segarnya.

3.3 Hasil Panen

3.3.1 Berat Berangkasan Atas



Gambar 9. Berat berangkasan atas (g) tanaman Pak Choi

Berat berangkasan atas tanaman Pak Choi tertinggi pada perlakuan luar (N0) sebesar 134 g. Sedangkan di ruang tanam, berat berangkasan atas terbesar pada perlakuan N4 sebesar 35 g dan terendah pada perlakuan N1 sebesar 4 g. Berat berangkasan berbanding lurus dengan laju evapotranspirasi. Apabila tanaman lebih tinggi dan memiliki daun yang lebih banyak, laju evapotranspirasi akan meningkat dan berat

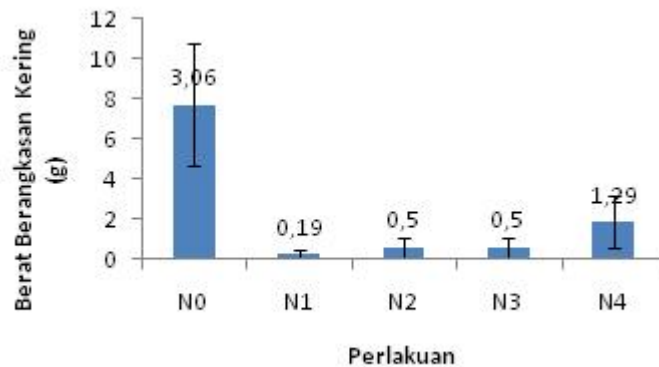
berangkasan yang dihasilkan lebih besar. Pada perlakuan N4, daya lampu yang digunakan lebih besar dari perlakuan lain sehingga berat berangkasan yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan perlakuan lain di ruang tanam. Karena semakin besar daya (watt) lampu neon yang digunakan, maka akan semakin besar pula hasil yang didapat.

3.3.2 Berat Kering Berangkasan

Berat kering berangkasan tanaman Pak Choi tertinggi pada perlakuan luar (N0) sebesar 7,72. Sedangkan di ruang tanam berat kering berangkasan tertinggi pada perlakuan N4 sebesar 1,89 g dan terendah pada perlakuan N1 sebesar 0,29 g. Perlakuan N2 memiliki berat kering berangkasan yang sama dengan N3 yaitu

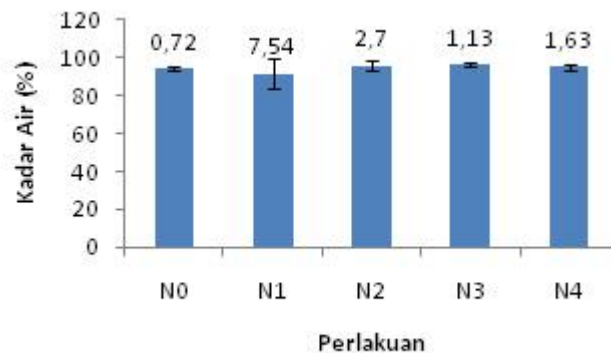
sebesar 0,64 g. Namun tanaman Pak Choi pada perlakuan N4 memiliki banyak variasi dari jumlah lampu yang digunakan dan ukuran tanaman yang dihasilkan, walaupun besarnya daya lampu yang digunakan sama.

Pak Choi di ruang tanam pada perlakuan N4 memberikan hasil terbaik pada semua variabel, namun tanaman Pak Choi di perlakuan N3 (gambar 8) memiliki kadar air yang tinggi dibandingkan dengan perlakuan lain.



Gambar 10. Berat kering berangkas (g) tanaman Pak Choi

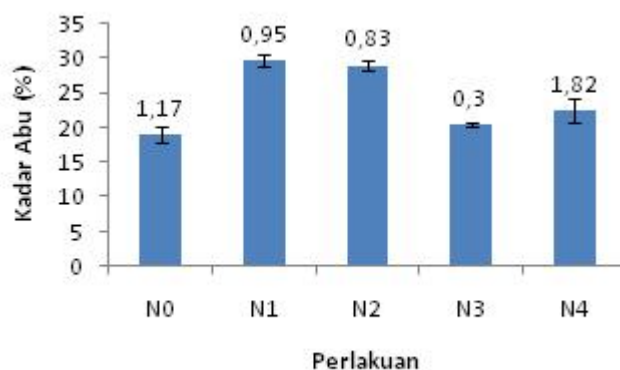
3.4.3 Kadar Air



Gambar 11. Kadar air tanaman Pak Choi (%)

Kadar air adalah banyaknya kandungan air dalam suatu bahan. Kadar air Pak Choi tertinggi pada perlakuan N3 sebesar 96,59 %, N2 sebesar 95,84 %, N4 sebesar 95,19 %, N0 sebesar 94,38 % dan terendah pada perlakuan N1 sebesar 91,69 %. Meskipun tanaman

3.4 4 Kadar Abu



Gambar 12. Kadar abu tanaman Pak Choi (%)

Kadar abu merupakan campuran dari komponen anorganik atau mineral yang terdapat pada suatu bahan dan dapat menunjukkan total mineral dari suatu bahan. Kadar abu tanaman Pak Choi tertinggi pada perlakuan N1 sebesar 29,76 %, selanjutnya N2 sebesar 28,99 %, N4 sebesar 22,48 %, N3 sebesar 20,52 % dan N0 sebesar 19,01 %. Dari gambar 23, dapat diketahui bahwa tanaman Pak Choi pada perlakuan N1 memiliki kandungan mineral dan kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lain diikuti oleh perlakuan N2 meskipun secara kuantitas hasil produksi pada perlakuan N1 dan N2 sangat rendah.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Hasil pengamatan yang diperoleh menunjukkan bahwa secara kuantitas perlakuan lampu neon 2 x 40 watt (N4) memberikan hasil terbaik pada semua variabel. Kemudian diikuti perlakuan neon 40 watt (N3) dan terendah pada perlakuan neon 20 watt (N1). Berat berangkasan tertinggi pada N4 sebesar 35 g, N3 sebesar 18 g, N2 sebesar 15 g dan N1 sebesar 4 g. Secara kualitas, perlakuan lampu neon 20 watt (N1) memiliki kandungan mineral yang tinggi, kemudian diikuti perlakuan lampu neon 2 x 20 watt (N2) dan terendah pada perlakuan N0. Tetapi, pertumbuhan dan hasil tanaman Pak Choi di ruang tanam belum optimal jika dibandingkan dengan Pak Choi di luar.

Secara umum, sinar yang lebih tinggi intensitasnya akan menghasilkan produksi tanaman yang lebih baik daripada sinar dengan intensitas yang lebih rendah karena laju fotosintesis akan berjalan optimal apabila daun yang menjadi tempat utama proses fotosintesis berlangsung semakin banyak jumlahnya dan semakin besar ukurannya.

4.2 Saran

Pada penelitian ini, tanaman Pak Choi yang ditanam di dalam rak menggunakan cahaya lampu Neon 20 watt, Neon 2 x 20 watt, Neon 40 watt dan Neon 2 x 40 watt belum optimal sehingga perlu dilakukan penelitian yang sama dengan daya lampu yang lebih besar dan dengan media tanam serta sistem hidroponik yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Kobayashi, K., A. Teresita, and M. Lazaro. 2013. Light-Emitting Diodes (LEDs) for Miniature Hydroponic Lettuce. *Optics and Photonics Journal*. Vol. 3: 74-77.
- Krisnawati, D. 2013. Pengaruh Aerasi Terhadap Pertumbuhan Tanaman Baby Kailan (*Brassica oleraceae* var. Achepala) pada Teknologi

Hidroponik Sistem Terapung di Dalam dan di Luar *Greenhouse*. Skripsi. Jurusan Teknik Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung

- Lemhannas RI. 2013. Peningkatan Peran Indonesia Dalam ASEAN Framework On Equitable Economic Development (EED) Dalam Rangka Ketahanan Nasional. *Jurnal Lemhannas RI Edisi* 16: 7.
- Lingga, P. 1999. *Hidroponik Bercocok Tanam Tanpa Tanah*. PT Penebar Swadaya. Jakarta. 116 hlm.
- Mukhlis. B. 2011. Penghematan Energi Melalui Penggantian Lampu Penerangan di Lingkungan UNTAD. *Jurnal Ilmiah Foristek*. Vol.1, No.2: 1-7.
- Pertamawati. 2010. Pengaruh Fotosintesis Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) dalam Lingkungan Fotoautotrof Secara Invitro. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. Pusat TFM-BPP [Teknologi.ejurnal.bpppt.go.id/index.php/jsti/article/download/694/643](http://teknologi.ejurnal.bpppt.go.id/index.php/jsti/article/download/694/643). 1 Maret 2015.
- Sitompul, S.M., 2011. *Nutrisi Tanaman: Diagnosis Defisiensi Nutrisi Tanaman*. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. 16 hlm.
- Tanny, dan S. Amos. 2012. Studi pembentukan Suasana Ruang Melalui Rekayasa Material Lampu Pijar, TL, LED, Spot Halogen Pada Gedung "Jogja Gallery". <http://ft.uajy.ac.id/wp-content/uploads/2015/12/12-Setiadi-23-32.pdf>. 10 September 2015.
- Vandre, W. 2011. Fluorescent Lights For Plant Growth. HGA-00432. Cooperative Extension Service, University of Alaska Fairbank.
- Wibowo, S, dan A.S. Asriyanti. 2013. Aplikasi Hidroponik NFT pada Budidaya Pakcoy (*Brassica rapa chinensis*). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* Vol. 13 (3): 159-167.