

Perbandingan Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) di dalam dan di Luar Greenhouse Yang Dibudidayakan Secara Hidroponik (Studi Kasus We Farm Hidroponik)

Aufa Rafiqi¹, Resti Fevria², Violita³, Dezi Handayani⁴, Wanda Arjulis⁵

¹²³⁴Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Padang

⁵We Farm Hidroponik Padang Panjang
e-mail: restifevria@fmipa.unp.ac.id

Abstrak

Pakcoy (*B. rapa* L.) merupakan salah satu sayuran yang digemari karena rasanya enak, renyah, kaya akan vitamin serta memiliki nilai komersial. Produksi pakcoy mengalami peningkatan beberapa tahun terakhir. Peningkatan produksi pakcoy ini harus diimbangi dengan ketersediaan lahan. Hidroponik merupakan salah satu solusi dalam mengatasi keterbatasan lahan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pertumbuhan pakcoy yang ditanam di dalam dan di luar *greenhouse*. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 2 perlakuan, yaitu budidaya pakcoy di dalam *greenhouse* dan di luar *greenhouse*. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 2 kali, dan setiap ulangan terdiri dari 9 sampel tanaman pakcoy. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat segar, dan berat kering. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan pada tinggi, luas daun, berat basah, dan berat kering antar perlakuan. Sedangkan jumlah daun tidak memiliki perbedaan signifikan. Rata-rata tertinggi pengukuran pada tanaman pakcoy di luar *greenhouse*.

Kata kunci: *Hidroponik, Pakcoy, Greenhouse.*

Abstract

Pakcoy (*B. rapa* L.) is one of the most popular vegetables. Pakcoy production has increased in recent years. This increase in pak choy production must be balanced with land availability. Hydroponics is one solution to overcome land limitations. This study aims to compare the growth of pak choy grown inside and outside the greenhouse. This research used a completely randomized design (CRD) with 2 treatments, namely pak choy cultivation in the greenhouse and outside the greenhouse. Each treatment was repeated 2 times, and each replication consisted of 9 samples of pak choy plants. The parameters observed included plant height, number of leaves, leaf area, wet weight and dry weight. The results showed that there were significant differences in

height, leaf area, wet weight and dry weight between treatments. Meanwhile, the number of leaves did not have a significant difference. The highest average measurements were on pak choy plants outside the greenhouse.

Keywords : *Hydroponics, Pakcoy, Greenhouse.*

PENDAHULUAN

Pakcoy (*B. rapa* L.) merupakan salah satu sayuran yang digemari oleh masyarakat Indonesia. Menurut Yuniarti *et al.* (2017) pakcoy digemari karena rasanya enak, renyah, dan segar serta memiliki nilai komersial, sehingga dapat menjadi peluang bisnis. Selain itu pakcoy juga digemari karena kaya akan vitamin seperti vitamin K, A, C, E dan asam folat yang bermanfaat bagi tubuh (Rizal, 2017). Produksi sayuran di Indonesia setiap tahunnya meningkat dan konsumsinya tercatat sebesar 44 kg/kapita/tahun, laju pertumbuhan produksi sayuran di Indonesia berkisar antara 7,7-24,2%/tahun (Fevria *et al.*, 2021). Berdasarkan data BPS (2023) dalam tiga tahun terakhir produksi pakcoy mengalami peningkatan yaitu 667.473 ton pada tahun 2020, menjadi 727.467 ton pada tahun 2021, dan 760.608 ton pada tahun 2022. Peningkatan produksi pakcoy ini harus seimbang dengan ketersediaan lahan karena lahan merupakan salah satu faktor produksi budidaya. Keterbatasan lahan pertanian dapat menghambat peningkatan produksi pakcoy.

Menurut Rogayah (2021) Kegiatan budidaya pertanian mengalami kendala karena lahan yang digunakan untuk melakukan usaha pertanian berkurang, hal ini menyebabkan berkurangnya produksi pertanian untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat, jika dibandingkan antara jumlah penduduk dengan produksi bahan pangan yang dihasilkan oleh sektor pertanian maka hasilnya tidak sebanding. Menurut Lapatandau *et al.* (2017) lahan pertanian semakin sempit akibat perkembangan industri, pemukiman, dan tempat wisata. Adapun salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi keterbatasan lahan pertanian adalah dengan budidaya secara hidroponik (Roidah, 2014). Beberapa kelebihan bertanam secara hidroponik dibandingkan penanaman dengan menggunakan media tanah adalah masalah hama dan penyakit dapat dikurangi, sayuran yang dihasilkan berkualitas, sehat, dan bebas pestisida (Faradhilal *et al.* , 2022). Sayuran hidroponik memiliki keunggulan diantaranya pemakaian pupuk yang lebih hemat, menghasilkan kualitas sayur yang lebih baik, produksi tanaman lebih tinggi, perawatan lebih praktis, dan membutuhkan tenaga kerja yang lebih sedikit (Fevria *et al.*, 2021).

Pada metode penanaman secara hidroponik terdapat beberapa sistem, salah satu teknik hidroponik yang dapat digunakan yaitu teknologi hidroponik sistem NFT (Nutrient Film Technique). Model budidaya dengan menggunakan sistem hidroponik NFT yaitu dengan meletakkan perakaran tanaman pada lapisan air yang tipis. Penelitian yang dilakukan oleh Maulizar (2021) mendapatkan hasil tanaman pakcoy dengan sistem hidroponik NFT menghasilkan respon tanaman yang baik dibandingkan tanaman konvensional.

Pertanian hidroponik telah menjadi metode budidaya tanaman yang populer di Indonesia, salah satunya We Farm Hidroponik yang terletak di Kabupaten Tanah Datar, Provinsi Sumatera Barat. We Farm Hidroponik memiliki dua area lahan, yaitu *greenhouse* dan lahan terbuka. *Greenhouse* merupakan bangunan yang terbuat dari bahan transparan yang dirancang untuk memaksimalkan masuknya cahaya matahari dan menahan panas. Pada setiap sisinya, terdapat ventilasi yang dilapisi jala/jaring (*screens*), yang berfungsi untuk mengurangi serangan serangga dan hama (Edi, 2019). Telaumbanua (2014) menyatakan salah satu jenis tanaman hortikultura yang umum dibudidayakan ialah tanaman sawi (*Brassica rapa* L.). Sawi yang ditanam pada lahan terbuka memiliki banyak kendala sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tanaman selanjutnya. Budidaya tanaman di *greenhouse* merupakan alternatif yang baik untuk mengontrol kendala tersebut. Penelitian El-Sheikh *et al.* (2021) menunjukkan bahwa *greenhouse* dapat meningkatkan pertumbuhan selada hijau baik dalam hal tinggi tanaman, jumlah daun, maupun bobot tanaman.

Pakcoy merupakan salah satu jenis tanaman yang dibudidayakan dalam *greenhouse* di We Farm Hidroponik. Berdasarkan beberapa hasil penelitian tersebut, terlihat bahwa *greenhouse* memiliki potensi untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil produksi tanaman namun, biaya pembangunan *greenhouse* yang mahal menjadi salah satu tantangan untuk penerapannya. Selain itu menurut Hadiutomo (2012) penggunaan *greenhouse* sering menyebabkan efek negatif yaitu terjadinya peningkatan suhu dalam *greenhouse*. Peningkatan suhu dalam *greenhouse* dapat menyebabkan tanaman mengalami kelayuan. Berdasarkan uraian diatas maka akan dilakukan penelitian berjudul “Perbandingan Pertumbuhan Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Di Dalam Dan Di Luar *Greenhouse* Yang Dibudidayakan Secara Hidroponik (Studi Kasus We Farm Hidroponik)”.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juni hingga Agustus 2023 di We Farm Hidroponik Padang Panjang dan Laboratorium Penelitian Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *greenhouse*, sistem NFT (*Nutrient film engineering*), net pot, lidi, baki, TDS meter, PH meter, termometer, *hygrometer*, *luxmeter*, penggaris, oven, gunting, kamera, alat tulis, kertas label, timbangan digital, kertas HVS, kertas koran. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah nutrisi hidroponik AB mix, benih tanaman pakcoy Nauli F1, *rockwool*, dan air.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 2 perlakuan, yaitu budidaya pakcoy di dalam *greenhouse* dan di luar *greenhouse*. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 2 kali, dan setiap ulangan terdiri dari 9 sampel tanaman pakcoy. Tahapan penelitian yaitu sebagai berikut : (1) Penyemaian Benih Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). (2) Pemindahan Bibit. Pada hari ke-5 penyemaian bibit dipindahkan ke dalam sistem NFT dengan konsentrasi ppm

tumbuhan remaja (650-1000 ppm) selama 7 hari. Setelah 7 hari (1 minggu setelah tanam), bibit dipindahkan dari sistem NFT konsentrasi ppm tumbuhan remaja ke sistem NFT konsentrasi tumbuhan dewasa (1.200-1.600 ppm) hingga panen atau 6 minggu setelah tanam (mst). (3) Pemeliharaan. Tahap pemeliharaan berupa pengontrolan pH dan konsnetrasi nutrisi. PH dan ppm (4) Parameter Pengukuran : (a). Tinggi Tanaman (cm). Tinggi tanaman diukur dari pangkal batang sampai ujung daun tertinggi pada 6 mst. (b) Jumlah Daun (helai). Jumlah daun dihitung saat 6 mst. Daun yang dihitung meliputi semua daun kecuali 2 daun pertama (c) Luas Daun (cm) dilakukan pada 6 mst (d) Berat Basah Tanaman (g). Pengamatan berat basah tanaman dilakukan dengan cara menimbang semua bagian tanaman meliputi akar, batang, dan daun. Dilakukan pada 6 mst. (f) Berat Kering Tanaman. Pengamatan berat kering dilakukan dengan cara menimbang semua bagian tanaman meliputi akar, batang, dan daun. Dilakukan pada 6 mst dengan oven pada suhu 60°C selama 48 jam hingga di dapat berat yang konstan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan membudidayakan tanaman pakcoy (*B. rapa* L.) secara hidroponik di dalam dan di luar *greenhouse* didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Tinggi Tanaman (cm)

Table 1. Tinggi tanaman pakcoy

Perlakuan	Mean	Sig. (2-tailed)
A	25.539	0,005
B	27.739	

Keterangan : A (dalam *greenhouse*), B (luar *greenhouse*)

2. Jumlah Daun (helai)

Table 2. Jumlah daun tanaman pakcoy

Perlakuan	Mean	Sig. (2-tailed)
A	16,83	0,204
B	17,50	

Keterangan : A (dalam *greenhouse*), B (luar *greenhouse*)

3. Luas Daun (cm²)

Table 3. Luas daun tanaman pakcoy

Perlakuan	Mean	Sig. (2-tailed)
A	790,006	0,000
B	1108,800	

Keterangan : A (dalam *greenhouse*), B (luar *greenhouse*)

4. Berat Basah (g)

Table 4. Berat basah tanaman pakcoy

Perlakuan	Mean	Sig. (2-tailed)
-----------	------	-----------------

A	102,100	
B	253,239	0,000

Keterangan : A (dalam *greenhouse*), B (luar *greenhouse*)

5. Berat Kering (g)

Table 5. Berat kering tanaman pakcoy

Perlakuan	Mean	Sig. (2-tailed)
A	4,628	
B	11,028	0,000

Keterangan : A (dalam *greenhouse*), B (luar *greenhouse*)

Pembahasan

1) Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman sering diamati sebagai indikator pertumbuhan maupun sebagai parameter untuk mengukur pengaruh lingkungan atau perlakuan yang ditetapkan. Tinggi tanaman dapat mengindikasikan produktivitas tanaman dan menggambarkan pertumbuhan serta perkembangan tanaman yang optimal (Rahmawati *et al.*, 2017). Berdasarkan olah data dengan uji-t tidak berpasangan (*independent t-test*), menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara tinggi tanaman pakcoy (*B. rapa* L.) yang dibudidayakan secara hidroponik di dalam dan di luar *greenhouse*. Adapun syarat penerimaan H0 adalah nilai sig-2 tailed > 0,05 atau jika t-hit < t-tabel maka H0 diterima. Terlihat bahwa nilai t-hitung (5,009) > t-tabel (2,064), maka Ha diterima. Pakcoy yang ditanam di luar *greenhouse* memiliki nilai rata-rata yang lebih besar dibandingkan dengan pakcoy yang ditanam di dalam *greenhouse* secara berurut sebesar 27,739 dan 25,539.

2) Jumlah Daun

Jumlah daun memegang peran yang sangat penting bagi pertumbuhan suatu tanaman, karena daun berkaitan dengan pertumbuhan vegetatif suatu tanaman, kemampuan tanaman untuk melakukan proses fotosintesis dan untuk melakukan berbagai metabolisme lainnya. Terdapat berbagai faktor yang mempengaruhi jumlah daun pada tanaman, antara lain faktor genotip dan faktor lingkungan. Hal ini sesuai dengan pendapat Gardner *et al.*, (1991) bahwa genotipe dan lingkungan dapat mempengaruhi jumlah dan ukuran daun. Berdasarkan olah data dengan uji-t tidak berpasangan (*independent t-test*), menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara jumlah daun tanaman pakcoy (*B. rapa* L.) yang dibudidayakan secara hidroponik di dalam dan di luar *greenhouse*. Terlihat bahwa nilai t-hitung (1,296) < t-tabel (2,032), maka Ha ditolak.

Terjadinya peningkatan jumlah daun pada tanaman juga berhubungan dengan pertambahan tinggi tanaman. Apabila tanaman semakin tinggi, maka jumlah titik tumbuh daun semakin banyak, sehingga daun semakin banyak (Parintak, 2018).

Penelitian Saleh *et al.* (2019) menunjukkan hasil bahwa jumlah daun *Eleutherine palmifolia* tidak dipengaruhi oleh naungan. Noviyanti *et al.* (2014) menyatakan bahwa naungan tidak berpengaruh nyata dan menurunkan jumlah daun tanaman stroberi. Dari

hasil penelitian sejalan dengan uraian diatas bahwa tidak ada perbedaan signifikan pada jumlah daun antar perlakuan.

3) Luas Daun

Menurut Sukawati (2010) luas daun menjadi salah satu parameter utama yang harus diamati pada pengamatan vegetatif tanaman karena laju fotosintesis dan pertumbuhan tanaman paling dominan dipengaruhi oleh luas daun, hal ini karena fungsi utama daun yaitu sebagai penerima cahaya dan juga sebagai tempat terjadinya proses fotosintesis, sehingga semakin banyak daun maka semakin lebar luas permukaan daun yang berarti tempat untuk melakukan menangkap cahaya dan melakukan proses fotosintesis juga akan menjadi semakin besar.

Berdasarkan olah data dengan uji-t tidak berpasangan (*independent t-test*), menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara luas daun tanaman pakcoy (*B. rapa* L.) yang dibudidayakan secara hidroponik di dalam dan di luar *greenhouse*. Terlihat bahwa nilai t-hitung (4,827) > t-tabel (2,032), maka H_a diterima.

4) Berat Basah

Berdasarkan olah data dengan uji-t tidak berpasangan (*independent t-test*), menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara berat basah tanaman pakcoy (*B. rapa* L.) yang dibudidayakan secara hidroponik di dalam dan di luar *greenhouse*. Terlihat bahwa nilai t-hitung (7,191) > t-tabel (2,101), maka H_a diterima.

Salah satu faktor yang mempengaruhi bobot tanaman adalah jumlah daun. Semakin banyak daun, maka semakin tinggi bobot segar tanaman karena proses fotosintesis meningkat. Hal ini didukung oleh pernyataan Buntoro dkk, (2014) yang menyatakan bahwa jumlah daun akan mempengaruhi perkembangan tanaman, semakin banyak daun maka semakin tinggi bobot segar tanaman karena banyaknya cahaya yang ditangkap sehingga proses fotosintesis meningkat. Adelia *et al.* (2022) juga mengemukakan bahwa berat basah tanaman juga dipengaruhi oleh jumlah daun. Tanaman dengan jumlah daun yang lebih banyak cenderung memiliki berat basah yang lebih tinggi, sedangkan tanaman dengan jumlah daun yang sedikit cenderung memiliki berat basah yang lebih rendah.

Berat Kering
Pertumbuhan tanaman dapat diketahui salah satunya dengan cara mengukur jumlah biomassa suatu tanaman, biomassa dapat diukur menggunakan bobot kering tanaman. Menurut Larcher (1975) bobot kering tanaman merupakan penimbunan hasil bersih asimilasi CO₂ yang dilakukan selama pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Semakin besar biomassa suatu tanaman maka proses metabolisme dalam tanaman berjalan dengan baik, begitu juga sebaliknya jika biomassa yang kecil menunjukkan adanya suatu hambatan dalam proses metabolisme tanaman (Fahrudin F., 2009). Semakin baik pertumbuhan tanaman maka bobot kering juga semakin meningkat. Sesuai pernyataan Gardner *et al.* (1991) hasil berat kering merupakan keseimbangan antara fotosintesis dan respirasi. Fotosintesis mengakibatkan peningkatan berat kering tanaman karena pengambilan CO₂ sedangkan respirasi mengakibatkan penurunan berat kering karena pengeluaran CO₂.

Berdasarkan hasil penelitian dan olah data dengan uji-t tidak berpasangan (*independent t-test*), menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara berat kering tanaman pakcoy (*B. rapa* L.) yang dibudidayakan secara hidroponik di dalam dan di luar *greenhouse*. Terlihat bahwa nilai t-hitung (3,243) > t-tabel (2,101), maka H_0 diterima.

Daun dengan permukaan yang lebih luas akan lebih maksimal dalam menyerap cahaya, dan membuat proses fotosintesis terjadi lebih cepat, kemudian hasil dari proses fotosintesis tersebut akan terakumulasi menjadi bobot kering tanaman, walaupun perluasan daun akan terhenti prosesnya pada saat tanaman memasuki fase pembungaan, tetapi massa tanaman tetap akan meningkat sejalan dengan penambahan umur tanaman (Amir *et al.*, 2012).

Pada hasil penelitian terlihat bahwa pakcoy yang ditanam di luar *greenhouse* memiliki bobot kering yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang ditanam dalam *greenhouse*. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan. Faktor internal maupun eksternal dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Faktor internal melibatkan aspek-aspek dalam tubuh tanaman seperti faktor genetik dan hormon, sedangkan faktor eksternal terkait dengan pengaruh dari lingkungan sekitar tanaman. Faktor eksternal sangat mempengaruhi kelangsungan hidup suatu tanaman, faktor tersebut diantaranya cahaya, nutrisi, air, kelembaban, dan suhu (Mustika Ningsih, 2019).

Widiningsih (1985) dalam Noorhadi (2003) menyatakan kelembaban dan suhu udara merupakan komponen iklim mikro yang sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Menurut ketut *et al.*, (2023) Tanaman dapat tumbuh secara optimal ketika mendapatkan sinar matahari yang cukup. Intensitas cahaya merupakan jumlah sinar matahari yang diserap atau diterima oleh tanaman. Lupitasari *et al.*, (2020) menyatakan bahwa semakin tinggi intensitas cahaya maka semakin cepat fotosintesis.

Menurut Buntoro *et al.* (2014) cahaya merupakan salah satu unsur yang memiliki pengaruh yang penting untuk pertumbuhan tanaman terutama karena perannya pada proses fotosintesis, sintesis klorofil dan membuka serta menutupnya stomata. Hal ini didukung dengan pernyataan Malik (2014) yang menyatakan bahwa intensitas cahaya matahari yang diterima tanaman sangat berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sehingga semakin tinggi intensitas cahaya yang diperoleh tanaman maka proses fotosintesis yang terjadi juga akan semakin tinggi.

Menurut Cahyono (2003) tanaman sawi putih memerlukan intensitas cahaya matahari yang tinggi dengan panjang penyinaran matahari (fotoperiodistas) selama 12 - 16 jam setiap hari untuk pertumbuhannya. Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa terdapat perbedaan signifikan antar perlakuan pada parameter tinggi tanaman, luas daun, berat basah, dan berat kering, sedangkan jumlah daun tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Dari hasil penelitian dapat terlihat bahwa rata-rata tinggi, jumlah daun, luas daun, berat basah dan berat kering tanaman memperlihatkan hasil bahwa di luar *greenhouse* lebih tinggi.

Kondisi lingkungan di we farm hidroponik sesuai dengan kondisi lingkungan tumbuhan pakcoy. Menurut Galuh (2012) tanaman pakcoy dapat tumbuh baik di tempat yang bersuhu 20°C-28°C. Suhu di lokasi We Farm Hidroponik berkisar antara 23-32°C. Kelembaban udara berkisar antara 70-80% (BMKG, 2023). Selain itu pakcoy cocok ditanam pada daerah dengan ketinggian 5 meter sampai dengan 1.200 meter di atas permukaan laut. Lokasi We Farm Hidroponik berada pada ketinggian 700 meter di atas permukaan laut (dpl).

Greenhouse yang digunakan pada penelitian ini merupakan *greenhouse* konvensional atau sederhana yang terdiri atas atap dan jaring tanpa adanya teknologi yang canggih, seperti sistem kontrol iklim dan sistem otomatisasi. Jenis *greenhouse* konvensional lebih sering digunakan di daerah dengan suhu dan kelembaban lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman. Jenis *greenhouse* ini juga digunakan untuk melindungi tanaman dari kondisi iklim yang merugikan, seperti hujan lebat dan angin kencang. Penggunaan *greenhouse* konvensional di We Farm Hidroponik untuk budidaya pakcoy tidak berpengaruh pada hasil vegetatif tanaman.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa budidaya pakcoy di luar *greenhouse* menghasilkan nilai rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan dalam *greenhouse*. Hal ini berdasarkan analisis data menggunakan uji-t tidak berpasangan (*independent t-test*), ditemukan perbedaan signifikan antara tinggi, luas daun, bobot basah dan bobot kering sedangkan jumlah daun tidak terdapat perbedaan signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adelia, A., & Violita, V. (2022). Utilization of liquid organic fertilizer coffee (*Coffea arabica* L.) as a hydroponic nutrition in pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Bioscience*, 6(1), 25-32.
- Aini, M., S. Haryanto., & A. Setyanto. (2010). Pengaruh Penambahan Pupuk Kandang Sapi dan Pupuk Kandang Ayam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada (*Lactuca sativa* L.). *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 17(2), 107-112.
- Amir, L., Puspita Sari, A., Fatmah Hiola, S., & Jumadi, O. (2012). Ketersediaan Nitrogen Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Bayam (*Amaranthus tricolor* L.) yang Diperlakukan dengan Pemberian Pupuk Kompos Azolla. *Sainsmat*, 1(2), 167-180.
- Arief, M. D. (2019). Peranan greenhouse dalam peningkatan produksi pertanian di Indonesia. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 24(1), 27-35.
- Badan Pusat Statistik (2023). Produksi Tanaman Sayuran. <https://www.bps.go.id/indicator/55/61/1/produksi-tanaman-sayuran.html>. Diakses Pada 25 September 2023.

- Buntoro, B. H., Rogomulyo, R., Trisnowati. 2014. Pengaruh Takaran Pupuk Kandang dan Intensitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Temu Putih (*Curcuma zedoaria* L.), *Vegetalika*, 3 (4) : 29-39
- Cahyono, B. 2003. Sawi Putih Teknik Budidaya dan Analisis Usaha Tani. CV. Aneka Ilmu. Semarang.
- Daryanto, D. (2022). Perkembangan Teknologi Greenhouse Dalam Pertanian. Depok: Bibit Publisher.
- Duaja, M.D. 2012. Pengaruh Bahan dan Dosis Kompos Cair terhadap Pertumbuhan Selada (*Lactuca sativa* sp.). *J. Bioplantae*. Vol. 1(1).
- Edi, T. (2019). Pemanfaatan Teknologi Greenhouse dan Hidroponik sebagai Solusi Menghadapi Perubahan Iklim dalam budidaya Tanaman Hortikultura, *Jurnal Buana Sains*, 19 (1) : 91-102.
- Fadli, M., Nuryanti, A., & Yulianto, W. (2021). Pengaruh Konsentrasi Nutrisi AB Mix dan pH Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Selada Hijau (*Lactuca sativa* L.) dengan Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT). *Jurnal Agroteknologi*, 12(2), 243-250.
- Fahmi, K., Yusnizar, Y., & Sufardi, S. (2022). Pengaruh Konsentrasi Larutan Hara AB Mix Terhadap Pertumbuhan Sawi Hijau Pada Media Cocopeat. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(1), 677-686.
- Faradhilal, F., & Violita, R. P. (2022). Bioscience BIOSCIENCE. *Bioscience*, 6(2), 151-160.
- Fevria, R., Farma, S, A., Vauzia., Edwin., Purnamasari, D. (2021). Comparison of Nutritional Content of Spinach (*Amaranthus gangeticus* L.) Cultivated Hydroponically and Non-Hidroponically. *Eksakta*. 22(1).
- Fevria, R., & Aliciafarma, S. (2021, June). Comparison of Nutritional Content of Water Spinach (*Ipomoea aquatica*) Cultivated Hydroponically and Non-Hydroponically. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1940, No. 1, p. 012049). IOP Publishing.
- Galuh Iritani. (2012). *Vegetable Gardening: Menanam Sayuran di Pekarangan Rumah*. Yogyakarta: Indonesia Tera.
- Gardner FP, Pearce RB, and Mitchell RL. 1991. *Physiology of Crop Plants*. Di terjemahkan oleh H. Susilo. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Habibi, A.M. 2019. Respon Pertumbuhan dan Produksi Jenis Tanaman Sawi terhadap Berbagai Tingkat Konsentrasi Larutan Ab Mix Pada Metode Hidroponik Rakit Apung. Fakultas Pertanian. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Hadiutomo, K. 2012. *Mekanisasi Pertanian*. IPB Press. Bogor.
- Haryanto, E., Suhartini, T., Rahayu, E., & Hendro. (2007). *Sawi dan Selada*. Hasil Selada (*Lactuca sativa* L.). *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 17(2), 107-112.
- Irwan, A. W., & Wicaksono, F. Y. (2017). Perbandingan Pengukuran Luas Daun Kedelai Dengan Metode Gravimetri, Regresi Dan Scanner Comparations Of Soybean Leaf Area Measurement Using Gravimetry, Regression, And Scanning. *Jurnal Kultivasi*, 16(3), 425–429.

- Istiqomah. (2006). *Budidaya Tanaman Hidroponik*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Ketut Mahardika, I., Baktiarso, S., Nurul Qowasmi, F., Wulansari Agustin, A., & Listian Adelia, Y. (n.d.-a). Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Proses Perkecambahan Kacang Hijau Pada Media Tanam Kapas. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, Februari, 2023(3), 312–316. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7627199>.
- Lapatandau, Y. A., Rumagit, G. A., & Pakasi, C. B. (2017). Alih Fungsi Lahan Pertanian di Kabupaten Minahasa Utara. *Agri-Sosioekonomi*, 13(2A), 1-8.
- Larcher, W. 1975. *Physiological Plant Ecology : Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups*. Third Edition. Springer. New York.
- Lupitasari, D., & Kusumaningtyas, V. A. (2020). Pengaruh Cahaya dan Suhu Berdasarkan Karakter Fotosintesis *Ceratophyllum demersum* sebagai Agen Fitoremediasi. *Jurnal Kartika Kimia*, 3(1), 33-38.
- Malik, N. 2014. Pertumbuhan Tinggi Tanaman Sambiloto (*Andrographis paniculata* Ness) Hasil Pemberian Pupuk Dan Intensitas Cahaya Matahari Yang Berbeda, *Jurnal Agroteknos*, 4 (3) : 189-193.
- Maulizar, S., & Hidayat, M. (2021). Budidaya pakcoy (*Brassica rapa* L.) dengan menggunakan teknik hidroponik sistem nutrient films technique (NFT). *KENANGA Journal of Biological Sciences and Applied Biology*, 1(1), 50-56.
- Mustika Ningsih, Rs., & Negeri, S. (2019). Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan Dan Perkembangan Tanaman Kacang Merah. *Agros wagati*, 7(1). <https://doi.org/10.33603/agros wagati.v7i1>.
- Noorhadi, Sudadi. 2003. Kajian pemberian air dan mulsa terhadap iklim mikro pada tanaman cabai di tanah entisol. *J ilmu tanah dan lingkungan* Vol 4 (1): 41-49.
- Noviyanti, R., E. Ratnasari, H. Ashari. 2014. Pengaruh pemberian naungan terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman stroberi varietas Dorit dan varietas lokal Berastagi. *Lentera Bio*. 3(3):242–247.
- Parintak Reskyaningsih. 2018. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Dari Limbah Buah Pepaya Dan Kulit Nanas Terhadap Pertumbuhan Kangkung Darat (*Ipomoea reptans* Poir). Skripsi. Yogyakarta: FMIPA Universitas Sanata Dharma.
- Perwitasari, B., Mustika., Catur W. 2012. Pengaruh Media Tanam dan Nutrisi Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica juncea*) dengan Sistem Hidroponik. *Jurnal Argovigor*. Vol. 5(1): 15.
- Prastio, U. (2015). *Panen Sayuran Hidroponik Setiap Hari*. Yogyakarta: PT Agro Media Pustaka.
- Rahmawati, L., Salfina, & Agustina, E. (2017). Pengaruh Pupuk Organik Cair Kulit Pisang Terhadap Pertumbuhan Selada (*Lactuca sativa*). *Seminar Nasional Biotik*, 5(1), 296–301.
- Rizal, S. (2017). Pengaruh Nutrisi yang Diberikan Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Yang Ditanam Secara Hidroponik. *Jurnal Online Universitas PGRI Palembang*. 14(1).

- Rogayah, R., & Alawiyah, W. (2021). Hubungan Persepsi Dengan Sikap Petani Sayur Hidroponik Terhadap System Pemasaran Online Di Kota Jambi. *MeA (Media Agribisnis)*, 6(2), 96–102. <https://doi.org/10.33087/mea.v6i2.99>
- Roidah S.I. 2014. Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik. *Jurnal Universitas Tulungagung*. (1) (2) : 43 – 50.
- Sarkar, S.S., Roy, S.K., & Das, K.K. (2019). Growth And Yield Of Lettuce (*Lactuca Sativa L.*) Cultivated In Nutrient Film Technique (NFT) Under Greenhouse And Open Conditions. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 89(9), 1297-1302.
- Setiawan, GP. (2014). *Pengaruh Dosis Vernikompos Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (Brassica Rapa L.) Dan Perubahan Beberapa Sifat Kimia Tanah Ultisol Tanaman Bogo*. Lampung: Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
- Setiawan, H. (2017). *Kiat Sukses Budidaya Cabai Hidroponik*. Yogyakarta: Bio Genesis.
- Setyaningrum, H.D & Saporinto C. (2011). *Panen Sayur Secara Rutin di Lahan Sempit*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sukawati, I. 2010. Pengaruh Kepekatan Larutan Nutrisi Organik Terhadap Pertumbuhan Hasil Baby Kailan (*Brassica oleraceae var alboglabra*) Paada Berbagai Komposisi Media Tanam Dengan Sistem Hidronik Substrat. SKRIPSI. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Sumenda, (2011). Analisis Kandungan Klorofil Daun Mangga (*Mangifera indica L.*) Pada Tingkat Perkembangan Daun Yang Berbeda. *Bioslogos*, 1(1).
- Sunarjono, H. (2014). *Budidaya Sayuran untuk Rumah Tangga*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Telaumbanua, M. Bambang, P. dan Lilik, S. 2014. Rancangbangun Aktuator Pengendali Iklim Mikro di dalam Greenhouse untuk Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica rapa var.parachinensis L.*). *Jurnal Agritech*. 34 (2) : 213-222.
- Widadi. (2003). *Pengaruh Inokulasi Ganda Cendawan Akar Ganda Plasmodiophora Meloidogynespp Terhadap Pertumbuhan pakcoy*. Surakarta:Pertanian Uns.
- Yati Supriati & Ersi Herliana. Bertanam 15 Sayuran Organik Dalam Pot. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Yuniarti, A., Suriadikusumah, A. & Gultom2, J. U. 2017. Pengaruh Pupuk Anorganik Dan Pupuk Organik Cair Terhadap Ph, N-Total, C-Organik, Dan Hasilpakcoy Pada Inceptisols. *Prosiding Pertanian Dan Tanaman Herbal Berkelanjutan Di Indonesia*. 213-219.Yulistiani, R., Rosida dan M. Nopriyanti. 2014. Evaluasi Proses Fermentasi Pada Kualitas Tempoyak. *Jurnal Reka Pangan*. 8(1): 84-103.
- Yusdiana, N. (2018). Pengaruh Penggunaan Greenhouse terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea L.*) pada Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT). *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 10(1), 1-10.