

KAJIAN FORMULASI NUTRISI TERHADAP PRODUKSI PAK CHOY (*Brassica rapa L.*) PADA BUDIDAYA HIDROPONIK

Andrik Marta¹, Nofrianil², Fedri Ibnu³, Fatardho Zudri^{4*}

1 Program Studi Agribisnis, Jurusan Tanaman Pangan, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh,
2,3 Program Studi Pengelolaan Agribisnis, Jurusan Tanaman Pangan, Politeknik Pertanian Negeri

Payakumbuh,

4 Program Studi Pengelolaan Perkebunan, Jurusan Tanaman Perkebunan, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh,

Email: fatardho@gmail.com

Abstrak

Lahan subur terbatas dengan meningkatnya konservasi lahan dan peruntukkan lahan untuk komoditi unggulan dari pangan dan perkebunan. Upaya mengatasi persoalan tersebut dengan budidaya tanaman secara hidroponik memanfaatkan ruang yang sempit, tanpa media tanah, dan efisiensi waktu proses budidaya. Budidaya hidroponik untuk menghasilkan produktivitas yang tinggi dibutuhkan nutrisi yang tepat. Nutrisi yang umumnya diberikan merupakan nutrisi sintetis disebut dengan nutrisi AB mix, nutrisi AB terbilang efektif untuk hidroponik namun menimbulkan biaya yang besar. Usaha yang dapat dilakukan yaitu membuat nutrisi agar tersedia saat dibutuhkan dengan harga yang murah, formulasi nutrisi yang digunakan adalah kadar 10% dan 25% kemudian dibandingkan dengan larutan AB mix. Hasil penelitian menunjukkan bahwa larutan AB mix masih memberikan hasil yang terbaik baik dari segi pertumbuhan serta hasil tanaman pakchoy yang dibudidayakan dengan sistem hidroponik, menurut uji DMRT penggunaan formula 10% dan 25% memberikan hasil yang sama.

Keywords : AB mix, nutrisi hidroponik, pak choy,

1. Pendahuluan

Kondisi lahan subur yang tersedia dalam budidaya tanaman diperkirakan akan semakin berkurang dengan alih fungsi lahan untuk kebutuhan di luar pertanian. (Barkatullah et al., 2016) menyatakan alih fungsi lahan merupakan kendala pengembangan komoditi pertanian, namun kendala lain yang tidak kalah besar adalah banyaknya lahan subur yang diperuntukkan untuk pengembangan komoditi unggulan baik untuk tanaman pangan ataupun tanaman hortikultura.

Pengembangan tanaman harus diarahkan pada pemanfaatan lahan sub optimal dengan berbagai permasalahan, oleh sebab itu dibutuhkan solusi lainnya yaitu memanfaatkan lahan pekarangan atau lahan sempit. Pemanfaatan lahan sempit tersebut dapat dioptimalkan dengan sistem budidaya tanaman secara hidroponik. Budidaya dengan hidroponik memiliki banyak keunggulan yaitu mampu budidaya tanaman dengan memanfaatkan ruang yang sempit, tanpa media tanah, dan efisiensi waktu proses budidaya. Berdasarkan penjelasan dari (Suharto et al., 2016) bahwa pengembangan

budidaya tanaman menggunakan sistem hidroponik sebagai alternatif cara budidaya tanaman dalam upaya konservasi lahan, meningkatkan produktivitas, menghasilkan produk yang berkualitas, sehat, bebas pestisida, seragam dan dapat dilakukan secara kontinyu.

Budidaya hidroponik untuk menghasilkan produktivitas yang tinggi dibutuhkan nutrisi yang tepat. Produksi tanaman secara hidroponik membutuhkan nutrisi sintetis atau pupuk kimia sehingga menambah biaya dalam proses produksi. Nutrisi yang diberikan dalam budidaya tanaman secara hidroponik umumnya berupa nutrisi AB Mix. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Aulia et al., 2015) nutrisi untuk tanaman hidroponik dapat dipenuhi dengan menggabungkan larutan A dengan larutan B, atau disebut juga dengan larutan AB mix.

Terdapat kendala dalam penyediaannya yaitu ketersediaan nutrisi ini sedikit dan tidak banyak ditemukan di toko-toko pertanian dan merupakan bahan kimia sintetis (non-Organik). Usaha yang dapat dilakukan yaitu membuat nutrisi agar tersedia

saat dibutuhkan, bersumber dari mudah ditemukan di lingkungan sekitar dan mudah diperbaharui, sehingga proses produksi berjalan lancar dan menghasilkan produk yang murah dan berkualitas. formulasi nutrisi yang dibutuhkan dalam budidaya hidroponik berbeda untuk setiap jenis tanaman, secara umum tanaman yang menghasilkan produk atau bagian yang dipanen berupa daun maka dibutuhkan nitrogen yang tinggi, sedangkan tanaman yang dipanen bagian buahnya maka dibutuhkan nitrogen yang rendah dengan unsur hara lain seperti P, K dan Ca yang tinggi.

Tujuan Penelitian untuk mendapatkan formulasi nutrisi sebagai alternative nutrisi dalam budidaya sayur secara hidroponik, Pengujian formulasi nutrisi dibandingkan dengan nutrisi AB mix.

2. Kerangka Teoritis

Pembangunan semakin pesat seiring dengan berjalannya waktu, sehingga menyebabkan semakin sempit lahan untuk mengelola sumber daya alam terutama dibidang pertanian yang merupakan salah satu sektor penunjang ketersediaan pangan. Ketahanan pangan tercermin dengan terpenuhinya kebutuhan pangan setiap individu di suatu wilayah. Hal tersebut dapat dilihat dari tiga pilar yaitu ketersediaan pangan, akses pangan, dan pemanfaatan pangan. (Waluyo et al., 2021). Salah satu solusi dari keadaan tersebut adalah dengan pemanfaatan system hidropnik.

Hidroponik adalah Teknis budidaya tanpa menggunakan media tanah. Hidroponik merupakan pelaksanaan kegiatan pertanian yang dijalankan dengan menggunakan air sebagai medium untuk menggantikan tanah (Roidah, 2014). Hidroponik adalah pembudidayaan tanaman tanpa menggunakan tanah di mana teknik ini memanfaatkan pertumbuhan akar tanaman di dalam larutan nutrisi dengan kandungan nutrisi sesuai dengan kebutuhan mineral tanaman tersebut (Musa & M, 2018). Produktivitas serta kualitas tanaman hidroponik secara umum lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil pertanian konvensional, sehingga banyak diterapkan pada budidaya sayuran daun. (Musa & M, 2018).

Pakcoy merupakan salah satu tanaman yang peka terhadap perubahan larutan nutrisi. Penggunaan Nutrisi *AB Mix* merupakan larutan nutrisi sangat kompleks dalam kandungan unsur hara. Larutan hara hidroponik terdiri dari Larutan Stok A dan Stok B yang mengandung unsur hara

makro dan mikro yang penting bagi tanaman (Lestari et al., 2022). Salah satu kendala yang terjadi adalah jumlah ketersediaan nutrisi AB Mix dipasaran sangat terbatas. Sehingga diperlukan sebagai alternative yang bisa membantu proses jalannya hidroponik dengan biaya yang murah. nutrisi dan media tanam merupakan yang menyumbangkan biaya tertinggi dalam usaha budidaya secara hidroponik, sehingga perlu dilakukan efisiensi dengan pembuatan larutan hara sendiri. (Mas'ud, 2009) Pemberian nutrisi buatan sendiri dan media tanam pasir terbukti memberikan hasil terbaik bagi pertumbuhan dan hasil tanaman selada

3. Metode Penelitian

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian lapangan dilaksanakan dari September 2021-November 2021. Tempat pelaksanaan penelitian di Kenagarian Sarilamak, Kecamatan Harau, Kabupaten Limapuluh Kota.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman Pak Choy; bahan instalasi hidroponik berupa: kain flanel, media rock woll; bahan pembuatan nutrisi berupa: pupuk NPK, KCl dan pupuk daun Gandasil D; bahan nutrisi pembanding berupa AB mix.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain pembuatan instalasi hidroponik berupa: paralon 3 inci, penyambung L dan T 3 inci, tanki nutrisi, seal, baja ringan, bor, mata bor, gerinda, mata gerinda besi, net pot, dan pompa air mikro DC; dan peralatan penunjang berupa timbangan, pisau cutter, ember, meteran, tabung semprot, tabung takar, TDS, pH meter, tray penyemaian dan alat tulis.

3.3. Rancangan Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam bentuk Rancangan Acak Kelompok Lengkap dengan 3 kali ulangan. Perlakuan yang diuji nutrisi yang dibuat dan nutrisi pembanding AB mix, maka terdapat 3 perlakuan yaitu:

- Nutrisi AB mix sesuai rekomendasi
- Nutrisi yang dibuat (formulasi nutrisi) 10%
- Nutrisi yang dibuat (formulasi nutrisi) 25%

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan pengujian sidik ragam dengan uji F. Jika F hitung perlakuan lebih besar dari F tabel 5% dilanjutkan dengan Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf 5%.

3.4. Prosedur Penelitian

- a. Nutrisi AB mix sebagai nutrisi pembanding dilakukan pengenceran untuk larutan A dan larutan B, masing-masing 500 ml. Nutrisi yang dibuat merupakan campuran dari pupuk NPK, KCl dan Gandasil D. Takaran nutrisi 25% yaitu NPK 50 g, KCl 20 g dan Gandasil D 10 g yang dilarutkan ke dalam 20 liter air. Takaran nutrisi 10% yaitu NPK 25 g, KCl 10 g dan Gandasil D 5 g yang dilarutkan ke dalam 20 liter air. Takaran ini dapat berubah dengan melihat respon tanaman dan tingkat kelarutan dengan menggunakan TDS.
- b. Instalasi hidroponik yang digunakan yaitu hidroponik dengan sistem *Nutrient Film Technique (NFT)*. Sistem NFT yang diterapkan dengan mengatur daya tarik pompa yang mengalir terus-menerus dan mengalir tipis di dalam paralon. Rangka hidroponik yang digunakan berupa paralon yang disusun membentuk piramida dengan dua sisi. Setiap sisi terdapat tiga buah paralon berukuran 3 inci, rancangan ini untuk 1 set instalasi hidroponik. Penelitian dengan menggunakan 3 perlakuan dan 3 ulangan, maka dibutuhkan 9 set instalasi hidroponik.
- c. Benih disemai pada tray persemaian dengan menghitung kebutuhan bibit terlebih dahulu. Benih disemai menggunakan media rockwool sehingga memudahkan ketika pindah tanam ke net pot. Persemaian berlangsung lebih kurang 1 minggu atau sudah muncul perakaran muda dan tunas muda dengan 2 daun. Benih yang sudah tumbuh menjadi tanaman muda kemudian dipindahtanam pada net pot yang sudah disediakan pada instalasi hidroponik.
- d. Perlakuan berupa nutrisi diberikan mulai bibit dipindahtanamkan dari tempat persemaian ke net pot atau wadah tanam pada instalasi hidroponik. Perlakuan yang sudah ditakar sesuai dengan dosis perlakuan dilarutkan dalam wadah nutrisi. Nutrisi kemudian dialirkan ke dalam paralon hidroponik menggunakan tenaga pompa air yang sudah diatur daya tariknya.
- e. Pemeliharaan tanaman pada budidaya sayur secara hidroponik berupa pengaturan aliran air pada instalasi hidroponik, pemberian naungan dan pengendalian organisme pengganggu tanaman. Pengaturan aliran air dilakukan dengan cara melihat setiap hari daya tarik pompa apakah terjadi penyempatan atau tidak,

- selain itu juga dicek kondisi nutrisi apakah terjadi penambahan atau pengurangan debit air/larutan nutrisi tersebut. Pemberian naungan dilakukan jika kondisi penelitian tidak memungkinkan instalasi hidroponik terhindar dari kondisi cuaca ekstrim seperti panas yang mengakibatkan berkurangnya debit air larutan nutrisi atau hujan yang mengakibatkan terjadi penambahan debit air larutan. Pengendalian OPT dilakukan dengan melihat gejala serangan dari hama dan penyakit tanaman, jika terjadi serangan maka dilakukan pengendalian.
- f. Panen dilakukan berdasarkan pada penilaian umur tanaman dan melihat ciri tanaman layak jual secara komersil. Panen dilakukan secara manual, dengan memisahkan tanaman dari media tanam rockwool. Tanaman dipanen secara keseluruhan bagian tanaman kemudian dilakukan penimbangan bobot panen
 - g. Variabel Pengamatan
Variabel yang diamati meliputi pertumbuhan, biomassa dan produksi. Pertumbuhan tanaman yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah daun dan lebar daun terlebar. Pengamatan biomassa meliputi antara lain: bobot segar tanaman baik bobot tajuk maupun akar, bobot kering tajuk, bobot kering akar, nisbah bobot kering akar dengan tajuk. Pengamatan produksi berupa bobot segar tanaman per sampel dan konversi produksi persatuan luas hektar.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Variabel pertumbuhan tanaman yang diamati dalam percobaan ini adalah tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, jumlah daun dan parameter hasil adalah bobot basah tajuk, bobot basah akar dan bobot basah total tanaman pak choy. Nilai tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun serta jumlah daun tersaji pada Tabel 1.

Perbedaan tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun dan jumlah daun tanaman pakchoy menunjukkan antara jenis formulasi yang digunakan. Larutan AB Mix mendapatkan nilai tertinggi dibandingkan dengan larutan Formulasi 10 % dan Formula 25%, sedangkan antara Formula 10% dan 25% tidak terdapat perbedaan. Hal ini diperkirakan bahwa jumlah unsur hara dalam kandungan masing-masing formulasi sudah berbeda, sehingga berpengaruh terhadap ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Selain dari Penelitian yang dilakukan Sarido & Junia, (2017)

Penggunaan POC pada sistem hidroponik rakit apung tidak memberikan dampak pada pertumbuhan tanaman. Perkembangan tanaman dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara dan media tanam yang digunakan. Hal ini sesuai dengan Ainina & Aini, (2018) Media tanam dan konsentrasi larutan yang digunakan hidroponik secara simultan memberikan pertumbuhan tanaman yang berbeda. Unsur hara merupakan faktor penentu pertumbuhan tanaman terutama ketersediaan unsur hara makro dan mikro. Ketersediaan unsur hara Nitrogen dan Fosfor serta unsur hara mikro seperti Zn, Mo, Fe, Mn, Co, dan B (Salisbury & Ross, 1995). Sejalan dengan Lakitan, (2015) pertumbuhan vegetatif tanaman bagian daun dan batang akan terpacu

dengan ketersediaan unsur hara Nitrogen dan fosfor. Marsono & Lingga, (2013) nitrogen berperan besar dalam merangsang pertumbuhan tanaman terutama pada daerah daun untuk pembentukan klorofil, pertumbuhan batang dan perkembangan cabang tanaman. Hal ini sejalan dengan yang disampaikan Yama & Kartiko, (2020) budidaya tanaman secara hidroponik ditentukan oleh media dan nutrisi yang diberikan. Muhadiansyah et al., (2016) Penggunaan POC tanpa menggunakan Larutan AB Mix memberikan pertumbuhan yang paling rendah, sehingga larutan POC tidak bisa digunakan sebagai larutan Primer pada tanaman.

Tabel 1. Tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun dan jumlah daun pak choy (*Brassica rapa L.*) pada beberapa nutrisi tanaman budidaya hidroponik

Nutrisi Tanaman	Tinggi Tanaman (cm)	Panjang Daun (cm)	Lebar Daun (cm)	Jumlah Daun (Helai)
AB Mix	22.98 a	19.58 a	10.17 a	17.33 a
Nutrisi Formula 10 %	12.06 b	10.08 b	5.33 b	8.83 b
Nutrisi Formula 25 %	14.03 b	9.88 b	6.13 b	10.33 b
KK	31.77 %	28.38 %	7.88 %	19.16 %

Keterangan: Angka-angka yang ditandai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda menurut uji DMRT pada taraf 5 %.

Selanjutnya adalah bobot basah tajuk, bobot basah akar dan bobot basah total, nilai masing-masing variabel dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 dapat dijabarkan penggunaan AB mix dan Nutrisi formula 10% dan 25% berpengaruh nyata terhadap bobot basah tajuk, bobot basah akar dan bobot basah total tanaman pakchoy, nilai tertinggi masih didapatkan dari penggunaan nutrisi AB mix, dari pengamatan dapat dilihat korelasi antara bobot basah tajuk dengan jumlah daun dan luas daun, semakin besar nilai

pengamatan pada daun maka bobot basah tajuk juga akan semakin tinggi. Pada nutrisi dengan formula 10% dan 25% menunjukkan huruf yang sama dan tidak berbeda menurut uji DMRT taraf 5%. Angka yang ditunjukkan pada bobot basah tajuk pada perlakuan AB mix terpaut sangat jauh dengan nutrisi formula yang digunakan, AB mix menunjukkan nilai rata-rata 106.3 gram/tan sedangkan formula nutrisi menunjukkan kisaran angka 20,57 – 25,62 gr/tan.

Tabel 2. Kajian formulasi nutrisi terhadap bobot basah tajuk, bobot basah akar dan bobot basah total pak choy (*Brassica rapa L.*) pada budidaya hidroponik

Nutrisi Tanaman	Bobot Basah Tajuk (gr/tan)	Bobot Basah Akar (gr/tan)	Bobot Basah Total (gr/tan)
AB Mix	106.30 a	9.95 a	116.25 a
Nutrisi Formula 10%	20.57 b	1.87 b	22.45 b
Nutrisi Formula 25 %	25.61 b	5.20 b	30.81 b
KK	5.85 %	3.53 %	5.78 %

Keterangan: Angka-angka yang ditandai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda menurut uji DMRT pada taraf 5 %.

Bobot basah tajuk, bobot basah akar dan bobot basah total menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan penggunaan AB MIX sebagai

larutan primer dibandingkan dengan penggunaan formulasi 10% dan 25%. Pertambahan bobot basah tajuk, bobot basah akar dan bobot basah total

berhubungan dengan pertambahan tinggi tanaman. Tinggi tanaman berkaitan erat dengan pertambahan jumlah daun dan mengakibatkan pertambahan berat akan semakin meningkat (Syahputra et al., 2014). Pertambahan bobot segar tanaman merupakan hasil dari akumulasi penyerapan unsur hara oleh tanaman. Unsur hara akan diproses oleh daun melalui proses fotosintesis. Ketersediaan unsur hara pada saat pertumbuhan tanaman dapat meningkatkan fotosintesis (Gardner et al., 1991).

System hidroponik salah satu factor yang dapat mempengaruhi ketersediaan unsur hara komposisi larutan (formulasi). Semakin besar kandungan unsur hara dan lengkap yang tersedia pada saat tanaman tumbuh maka akan semakin meningkatkan berat total tanaman itu sendiri. Hal ini sejalan dengan (Sembiring & Maghfoer, 2018) terdapat interaksi antara komposisi nutrisi terhadap perkembangan tanaman pakcoy dengan pemberian pupuk daun. Selain dari itu yang perlu di perhatikan

pada hidroponik adalah suhu, pH dan EC (*electrical conductivity*) larutan hara (Utomo et al., 2014). Sebagai tamabahn Tingkat kepekatan larutan hara dapat mempengaruhi metabolisme tanaman seperti potensi penyerapan ion – ion dalam larutan oleh akar, aktivitas enzim, dan kecepatan fotosintesis (Ainina & Aini, 2018).

Larutan formula nutrisi 10% dan 25% terdiri dari pupuk NPK dan Gandasil D, pupuk NPK biasanya diberikan dalam bentuk butiran padat, sedangkan pupuk gandasil diberikan dalam bentuk cair. Diduga terjadi kehilangan nutrisi yang cepat pada penggunaan larutan formula nutrisi karena percobaan dilakukan pada ruangan terbuka, salah satu nutrisi atau hara yang mudah hilang adalah unsur nitrogen. Yang & Kim, (2020) penggunaan sistem hidroponik kehilangan unsur Nitrogen melalui denitrifikasi berkisar 69–78% dan air limbah 7–15%, dan biomassa yang berasal dari asimilasi hanya 14–24%.

Tabel 3. Bobot Kering Tajuk, Bobot Kering Akar, Bobot Kering Total dan Nisbah BK Tajuk/Akar pak choy (*Brassica rapa* L.) pada beberapa nutrisi tanaman budidaya hidroponik

Nutrisi Tanaman	Bobot kering Tajuk (gr)	Bobot Kering Akar (gr)	Bobot Kering Total (gr)	Nisbah BK Tajuk/akar
AB Mix	4.27a	1.49a	4.48a	0.14 ^{tn}
Nutrisi Formula 10 %	1.94b	0.26b	2.02b	0.13 ^{tn}
Nutrisi Formula 25 %	3.64ab	0.58b	2.41b	0.20 ^{tn}
KK	2.55 %	0.17 %	2.23 %	0.1 %

Keterangan: Angka-angka yang ditandai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda menurut uji DMRT pada taraf 5 %.

Pada Tabel 3 disajikan data rata-rata bobot kering tajuk, bobot kering akar, bobot kering total serta nisbah BK tajuk/akar, penggunaan AB mix dan nutrisi formula 10% dan 25% berpengaruh terhadap nilai bobot kering tajuk, bobot kering akar dan bobot kering total tanaman pakchoy yang dibudidayakan dengan sistem hidroponik, angka tertinggi didapatkan dari penggunaan nutrisi AB mix, angka ini berbanding lurus dengan nilai yang didapat pada variabel berat basah tanaman. Berat kering merupakan petunjuk besarnya fotosintat yang dihasilkan selama masa pertumbuhan (Pribadi et al., 2014) Berat kering tajuk menunjukkan tanaman dalam mengakumulasi hasil fotosintesis, semakin tinggi berat kering tanaman maka semakin baik juga pertumbuhannya (Zulkifli et al., 2022). Pertumbuhan dan perkembangan tanaman dapat

dilihat Bobot kering tanaman, karena berat kering mencerminkan akumulasi senyawa organik yang berhasil disintesis oleh tanaman (Sitorus et al., 2014) sehingga ketersediaan unsur hara sangat berpengaruh terhadap berat kering tanaman. Jika salah satu unsur hara yang mengalami kekurangan maka unsur hara tersebut menjadi pembatas dalam perkembangan dan pertumbuhan tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat (Morris & Blackwood, 2007) bahwa hukum liebig adalah hukum minimum.

Rasio tajuk akar merupakan gambaran lingkungan terhadap tanaman. Semakin besar rasio tajuk akar, maka arah pertumbuhan akan lebih banyak ke akar tanaman. Kondisi ini melambangkan kalau tanaman dalam kondisi yang tercekam karena lingkungan. (Sari et al., 2021) pertumbuhan tajuk lebih tinggi daripada pertumbuhan akar akan

menghasilkan berat kering akar paling rendah. (Taiz & Zeiger, 2006) kekurangan air dan unsur hara akan meningkatkan pertumbuhan akar tanaman sebagai bentuk respon terhadap lingkungan

5. KESIMPULAN

Pertumbuhan tanaman pakchoy dengan penggunaan Nutrisi AB mix dan larutan nutrisi 10% dan 25% berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil panen tanaman. Larutan AB mix memberikan hasil yang terbaik baik dari segi pertumbuhan serta hasil tanaman pakchoy yang dibudidayakan dengan sistem hidroponik, Menurut uji DMRT penggunaan formula 10% dan 25% memberikan hasil yang sama baik dari segi pertumbuhan ataupun hasil tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainina, A., & Aini, N. (2018). Konsentrasi Nutrisi Ab Mix Dan Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Selada Merah (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) Dengan Sistem Hidroponik Substrat. *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(8), 1684–1693.
- Aulia, R., Lanya, B., Rosadi, R. A. B., & Kadir, M. Z. (2015). Pertumbuhan Tanaman Sawi Menggunakan Sistem Hidroponik Dan Akuaponik. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 4(4), 245–254.
- Barkatullah, A. H., Syahrída, & Ifrani. (2016). Perlindungan Lahan Pertanian Subur Dalam Kerangka Ketahanan Pangan Di Kabupaten Barito Kuala Provinsi Kalimantan Selatan. *Prosiding SNaPP*, 6(1), 260–266.
- Gardner, F. P., Pearce, R. B., & Mitchell, R. L. (1991). *Fisiologi tanaman budidaya* (Herawati Susilowati (trans.); 1st ed.). UI Press.
- Lakitan, B. (2015). *Dasar-dasar fisiologi tumbuhan* (Herawati Susilowati (trans.); 13th ed.). Raja Grafindo Persada.
- Lestari, I. A., Rahayu, A., & Mulyaningsih, Y. (2022). Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) Pada Berbagai Media Tanam Dan Konsentrasi Nutrisi Pada Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT). *Jurnal Agronida* ISSN, 8(1), 31.
- Marsono, & Lingga, P. (2013). *Petunjuk Penggunaan Pupuk (Revisi)*. Penebar Swadaya.
- Mas'ud, H. (2009). Sistem Hidroponik dengan Nutrisi dan Media Tanam Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada. *Media Litbang Sulteng*, 2(2), 131–136. <http://jurnal.untad.ac.id>
- Morris, S. J., & Blackwood, C. B. (2007). The Ecology Of Soil Organisms. In E. A. PAUL (Ed.), *Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry (Third Edition)* (Third Edition, pp. 195–229). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-047514-1.50012-3>
- Muhadiansyah, T. O., Setyono, & Adimihardja, S. A. (2016). Efektivitas Pencampuran Pupuk Organik Cair Dalam Nutrisi Hidroponik pada Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.). *J. Agronida*, 2(April), 37–46.
- Musa, P., & M, A. N. H. (2018). Penerapan Sistem Pemantauan Dan Pengaturan Cerdas Untuk Unsur Hara Pada Sistem Hidroponik NFT. *Jurnal Pertanian Presisi (Journal of Precision Agriculture)*, 2(1), 51–65. <https://doi.org/10.35760/jpp.2018.v2i1.2006>
- Pribadi, G. Y., Roviq, M., & Wardiyanti, T. (2014). Pertumbuhan dan Produktivitas Sawi Pak Choy (*Brassica rapa* L.) pada Umur Transplanting dan Pemberian Mulsa Organik. *Jurnal Produksi Tanaman*, 2(1), 41–49.
- Roidah, I. S. (2014). Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik. *Jurnal Universitas Tulungagung Bonorowo*, 1(2), 43–50.
- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (1995). *Fisiologi tumbuhan* (S. Niksolihin (ed.); D. R. Lukman & Sumaryono (trans.); Ed.4, Jil.). ITB.
- Sari, M. T. P., Susilawati, I., & Mustafa, H. K. (2021). Pengaruh Frekuensi Pemberian POC Hasil Biokonversi Lalat *Hermetia illucens* terhadap Produksi Hijauan, Rasio Daun Batang, dan Rasio Tajuk Akar Rumput Pennisetum purpureum cv. Mott. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 21(1), 66. <https://doi.org/10.24198/jit.v21i1.34390>

- Sarido, L., & Junia. (2017). Uji Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*) dengan Pemberian Pupuk Organik Cair pada Sistem Hidroponik. *J. Agrifor*, 16(1), 65–74.
- Sembiring, G. M., & Maghfoer, M. D. (2018). Pengaruh Komposisi Nutrisi Dan Pupuk Daun Pada Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa L.Var. Chinensis*) Sistem Hidroponik Rakit Apung. *Plantaropica: Journal of Agricultural Science*, 3(2), 103–109.
- Sitorus, U. K. P., Siagian, B., & Rahmawati, N. (2014). Respons Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma Cacao L.*) Terhadap Pemberian Abu Boiler Dan Pupuk Urea Pada Media Pembibitan. *Jurnal Agroekoteknologi*, 2(3), 1021–1029.
- Suharto, Y. B., Suhardiyanto, H., & Susila, A. D. (2016). Pengembangan Sistem Hidroponik untuk Budidaya Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum L.*). *Jurnal Keteknik Pertanian*, 4(2), 211–218. <https://doi.org/10.19028/jtep.04.2.211-218>
- Syahputra, E., Rahmawati, M., & Imran, D. S. (2014). Pengaruh Komposisi Media Tanam dan Konsentrasi Pupuk Daun Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca sativa L.*) Effects of Growth Media Composition and Foliar Fertilizer Concentration on Growth and Yield of Lettuce (*Lactuca sativa L.*). *J. Floratek*, 9, 39–45.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2006). *Plant physiology* (4Th ed., Vol. 34). Sinauer Associates : Sunderland.
- Utomo, W., Bayu, E., & Nuriadi, I. (2014). Keragaan Beberapa Varietas Pak Choi (*Brassica Rapa L. Ssp. Chinensis (L.)*) Pada Dua Jenis Larutan Hara Dengan Metode Hidroponik Terapung. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 2(4), 102333.
- Waluyo, M. R., Nurfajriah, Mariati, F. R. I., & Rohman, Q. A. H. H. (2021). Pemanfaatan Hidroponik Sebagai Sarana Pemanfaatan Lahan Terbatas Bagi Karang Taruna Desa Limo. *Ikraith-Abdimas*, 4(1), 61–64. <https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/IKRAITH-ABDIMAS/article/download/881/669>
- Yama, D. I., & Kartiko, H. (2020). Pertumbuhan dan Kandungan Klorofil Pakcoy (*Brassica rapa L*) Pada Beberapa Konsentrasi AB Mix Dengan Sistem Wick. *Jurnal Teknologi*, 12(1), 21–30.
- Yang, T., & Kim, H. J. (2020). Comparisons of nitrogen and phosphorus mass balance for tomato-, basil-, and lettuce-based aquaponic and hydroponic systems. *Journal of Cleaner Production*, 274, 122619. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122619>
- Zulkifli, Z., Mulyani, S., Saputra, R., & Pulungan, L. A. B. (2022). Hubungan Antara Panjang Dan Lebar Daun Nenas Terhadap Kualitas Serat Daun Nanas Berdasarkan Letak Daun Dan Lama Perendaman Daun. *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(2), 247. <https://doi.org/10.23960/jat.v10i2.5461>