


TEST THE POTENTIAL GROWTH AND YIELD OF PLANTS PAK CHOI (*Brassica rapa* Subsp. *chinensis* (L.) Hanelt Var. *Green*) THROUGH HYDROPONICS SYSTEM-NUTRIENT FILM TECHNIQUE AT THE LEVEL OF THE CONCENTRATION OF NUTRIENTS @AB MIX

*Uji Potensi Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pak Choi (*Brassica rapa* Subsp. *chinensis* (L.) Hanelt Var. *Green*) Melalui Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique Pada Taraf Konsentrasi Nutrisi @AB Mix*

Frisky Rembet ¹⁾
Frangky J. Paat ²⁾ 
Jemmy Najoan ²⁾

¹⁾Program Studi Agroteknologi Universitas Sam Ratulangi Manado,

²⁾Dosen Program Studi Agroteknologi Universitas Sam Ratulangi, Manado.

*Corresponding author:
friskyfermandorembet@gmail.com

Abstract

This study aims to obtain the results of the growth and production of pak choi plants. The level of nutrient concentration of @AB Mix in this treatment is the independent variable, while the dependent variable is the pak choi plant. This study was arranged in a Randomized Block Design with 4 treatments and 3 replications, the factors studied were the concentration of AB mix nutrients with the following treatments: (P0) (Control), (P1) 900ppm, (P2) 1100 ppm and (P3) 1300 ppm. The results showed that the best plant height was produced at the nutrient concentration level of @AB Mix in the treatment of 1100 ppm (P2) with an average of 15.35 ppm and 1300 ppm (P3) 16.23 cm. The growth parameters on the longest plant roots were produced at the level of nutrient concentration @AB Mix 1100 ppm (P2) with an average of 25.536 cm and 1300 ppm (P3) with an average of 26,097 (P3) cm. The best fresh weight of plants was produced at the level of nutrient concentration @AB Mix in the treatment of 1100 ppm (P2) 196.67 gr and 1300 ppm (P3) with an average of 236.67 gr (P3). Environmental variables with an average morning temperature of 28°C, 32°C during the day, 26°C at night, 60% humidity in the morning, 30% humidity during the day and 89% humidity at night for 42 days after planting.

Keywords: *Hydroponic; Agroecotechnology; Pak Choi.*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil pertumbuhan dan produksi tanaman pak choi. Taraf konsentrasi nutrisi @AB Mix pada perlakuan ini sebagai variabel bebas (*independent variable*) sedangkan variabel terikat (*dependent variable*) adalah tanaman pak choi. Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Kelompok dengan 4perlakuan dan 3 ulangan, faktor yang diteliti adalah konsentrasi nutrisi AB mix dengan perlakuan : (P0) (Kontrol), (P1) 900ppm, (P2) 1100 ppm dan (P3) 1300 ppm. Hasil penelitian didapatkan bahwa tinggi tanaman terbaik dihasilkan pada taraf konsentrasi nutrisi @AB Mix pada perlakuan 1100 ppm (P2) dengan rata-rata 15,35 ppm dan 1300 ppm (P3) 16,23 cm. Parameter pertumbuhan pada akar tanaman terpanjang dihasilkan pada taraf konsentrasi nutrisi @AB Mix 1100 ppm (P2) dengan rata-rata 25,536 cm dan 1300 ppm (P3) dengan rata-rata 26,097 (P3) cm. Bobot segar tanaman terbaik dihasilkan pada taraf konsentrasi nutrisi @AB Mix pada perlakuan 1100 ppm (P2) 196,67 gr dan 1300 ppm (P3) dengan rata-rata 236,67 gr (P3). Variabel lingkungan dengan rata-rata suhu pagi hari 28°C, Siang hari 32°C, malam hari 26°C, rata-rata kelembaban 60% pada pagi hari, kelembaban 30% pada siang hari dan kelembaban 89% pada malam hari selama 42 hari setelah tanam.

Kata kunci: Hidroponik; Agroekoteknologi; Pak Choi.

PENDAHULUAN

Kementerian Pertanian Republik Indonesia meluncurkan Gerakan Ketahanan Pangan Nasional demi menjaga ketahanan pangan melalui program Family Farming. Gerakan ketahanan pangan nasional mengajak seluruh elemen masyarakat untuk berperan aktif melalui pelaksanaan konsep

pangan dari pekarangan atau family farming dalam tatanan kewirausahaan (entrepreneurships).

Konsep family farming bertujuan memanfaatkan pekarangan rumah untuk menghasilkan bahan makanan yang sehat sekaligus berkualitas, seperti sayur-mayur, umbi-umbian, dan buah-buahan. Hal

tersebut akan membantu memenuhi kebutuhan pangan keluarga. Upaya untuk mencapai tujuan pembangunan pertanian yang maju, mandiri, dan modern untuk peningkatan produksi melalui gerakan nasional peningkatan produktivitas, produksi, dan ekspor. Gerakan menurunkan biaya pertanian melalui peningkatan efisiensi dan pengembangan wilayah, baik sebelum maupun sesudah masa panen, serta melakukan akselerasi pemanfaatan inovasi teknologi melalui perluasan pemanfaatan lahan (Kementan RI, 2020).

Budidaya tanaman hidroponik menjadi alternatif bercocok tanam tanaman hortikultura terutama sayuran. Hidroponik yang telah berkembang di Indonesia antara lain NFT (Nutrient Film Technique), DFT (Deep Flow Technique), aeroponik dan hidroponik substrat. Tanaman pak choi merupakan sumber vitamin dan mineral seperti 2.3 mg karoten, 53 mg vitamin C dan 102 mg Ca dalam 100 g bobot segar.

Antioksidan bermanfaat untuk menangkal radikal bebas sehingga dapat mencegah berkembangnya sel kanker di dalam tubuh (Putera, 2016). Tanaman pak choi mengandung senyawa glucosinolate dan isothiocyanate yang berfungsi sebagai antioksidan (Belyakova et al, 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk menguji potensi pertumbuhan pada konsentrasi nutrisi @AB Mix terhadap tanaman Pak Choi melalui penerapan sistem agroteknologi hidroponik Nutrient Film Technique pada beberapa taraf konsentrasi nutrisi @AB Mix. Juga bermanfaat untuk mendapatkan nilai kepekatan konsentrasi nutrisi @AB Mix terbaik terhadap respons pertumbuhan dan hasil tanaman Pak Choi melalui penerapan sistem agroteknologi hidroponik Nutrient Film Technique.

METODOLOGI PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian ini di rumah kaca (green house) PPA ID- 0124 EKLESIA Kelurahan Pandu Kecamatan Bunaken Kota Manado. Waktu penelitian dimulai tanggal 18 Januari 2021 hingga 12

Maret 2021. Tanggal 18 Januari hingga 29 Januari 2021 dilakukan persemaian benih pak choi. Tanggal 30 Januari 2021 sampai 12 Maret 2021 dilakukan Pengukuran Variabel Respons.

Alat yang digunakan adalah sendok panjang, baki, pipa lateral, pipa emitter, tangki nutrisi, mesin pompa, Electric Conductivity (EC) meter, Total Dissolved Solute (TDS), pH meter, ember, mistar, spidol, papan tulis, kamera, selang, termometer. Bahan yang digunakan adalah benih pak choi varietas Green, media tanam berupa rockwool dan nutrisi @AB Mix.

Penelitian ini menggunakan metode (RAK) yaitu konsentrasi larutan (P) yang terdiri dari 4 taraf perlakuan yaitu ,P0 (kontrol/tanpa penambahan hara), P1 (900 ppm), P2 (1100 ppm) dan P3 (1300 ppm). Variabel respon yang diukur meliputi tinggi tanaman, panjang akar, dan bobot segar tanaman.

Analisis data

Analisis data menggunakan analisis ragam dan jika terdapat pengaruh perlakuan dilanjutkan menggunakan Uji beda nyata terkecil (Steel and Torry, 1991) serta olah data menggunakan software SAS 6.12 windows (Suparno, 1998).

Prosedur kerja penelitian

1. Semai benih Pak Choi pada media rockwool yang sudah di basahi Taburkan benih Pak Choi dalam media rockwool sekitar 2 atau 3 benih lalu simpanlah persemaian ditempat yang tidak terkena sinar matahari secara langsung / ditutup menggunakan plastik hitam, Untuk menjaga kelembabannya siramlah secara teratur .
2. Setelah benih berkecambah di pindahkan ketempat yang terkena sinar matahari , Bibit pak choi yang siap di pindahkan di instalasi hidropoik sudah memiliki 4-5 helai daun Disiapkan 3 unit instalasi hidroponik yang memiliki 3 bak penampungan air sebagai wadah nutrisi.

3. Air yang digunakan adalah air PDAM, Hasil analisis kualitas air untuk metode pengukuran parameter kalium (K), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Mangan (Mn) dan suhu, didapatkan hasil adalah kalium (K) 2,45 mg/l, Kalsium (Ca) 6,08 mg/l, Magnesium (Mg) 10,68 mg/l, Mangan (Mn) 0,0023 mg/l dan suhu 28 °C.
4. Kemudian Larutkan nutrisi A dan B kedalam wadah secara terpisah dan tambahkan masing-masing air lalu aduk hingga rata.
5. Nutrisi A dan B yang telah dilarutkan kemudian di masukan sesuai konsentrasi yaitu 900, 1100 dan 1300 ppm yang di inginkan ke dalam bak panampung air dan diukur menggunakan TDS meter.
6. Alirkan nutrisi menggunakan aerator menuju instalasi hidroponik tersebut.
7. Bibit pak choi yang telah dipindahkan ke dalam media hidroponik dilakukan pemeliharaan dengan menggunakan nutrisi AB MIX.
8. Pemeliharaan tanaman meliputi, penambahan nutrisi, pengecekan PH larutan dan monitoring HPT.
9. Pengukuran pH (power of hydrogen) , pH (power of Hydrogen) adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Pengukuran pH air baku di angka sekitar 6. Jika air mencapai pH 8,5 maka dilakukan penambahan asam nitrat (HNO₃) atau asam sulfat (H₂SO₄).

HASIL DAN PEMBAHASAN

hasil analisis varians pada tabel 1 tanaman tertinggi didapatkan pada perlakuan 1300 ppm (P3) dan 1100 ppm (P2). Masing-masing dengan rata-rata 16,23 cm untuk perlakuan 1300 ppm (P3) dan rata-rata 15,35 cm untuk perlakuan 1100 ppm (P2) dan menunjukkan perbedaan yang nyata dengan perlakuan 900 ppm (P1). Tinggi tanaman pada kontrol (P0) dengan rata-rata 7,64 cm. Tinggi tanaman pada perlakuan 1300 ppm (P3) dan 1100 ppm (P2) mengandung unsur hara banyak dibandingkan dengan perlakuan- perlakuan lainnya.

Tabel 1. Pengaruh konsentrasi ®AB MIX terhadap tinggi tanaman pak choi.

Perlakuan Konsentrasi (ppm)	Tinggi Tanaman (Cm)
Kontrol (P0)	7,64 c
900 (P1)	14,15 b
1100 (P2)	15,35 a
1300 (P3)	16,23 a

Keterangan :

Notasi yang diikuti huruf yang sama pada kolom tinggi tanaman tidak berbeda nyata berdasarkan Uji BNT pada taraf 5%.

Perlakuan kontrol yang tidak diberi ®AB Mix , terkandung pada air PDAM yaitu unsur kalium(K) 2,45 mg/l, Kalsium(Ca) 6,08 mg/l, Magnesium(Mg) 10,68 mg/l, Mangan(Mn) 0,0023 mg/l pada suhu 28°C. Unsur hara nitrogen pada nutrisi ®AB Mix memacu tanaman pak choi dalam pembentukan asam-asam amino menjadi protein. Protein yang terbentuk digunakan untuk membentuk hormon pertumbuhan, yakni hormon auksin, giberelin, dan sitokinin sehingga

menyebabkan tanaman pada konsentrasi AB Mix 1300 lebih tinggi (Frede et al, 2020).

Sastro, et al (2016) menyatakan bahwa nutrisi tanaman terlarut dalam air yang digunakan dalam hidroponik sebagian besar anorganik dan dalam bentuk ion. Nutrisi utama dalam bentuk kation (ion bermuatan positif), yakni Ca²⁺ (kalsium), Mg²⁺ (magnesium), dan K⁺ (kalium); dalam bentuk anion adalah NO₃⁻(nitrat),

SO₂-(sulfat), dan H₂PO₄⁻ (dihidrogen fosfat).

Berdasarkan hasil analisis varians pada tabel 2 didapatkan akar terpanjang pada perlakuan 1300 ppm (P3) dan 1100 ppm (P2). Masing-masing dengan rata-rata 26,097 cm untuk perlakuan 1300 ppm (P3) dan rata-rata 25,563 untuk perlakuan (P2)

menunjukkan perbedaan dengan perlakuan 900 ppm (P1), rata-rata 19,973 cm dan kontrol (P0) dengan rata-rata 18,810 cm. Panjangnya akar berpengaruh terhadap ketersediaan larutan nutrisi yang diserap tanaman dan penyerapan air dari larutan nutrisi yang tersedia pada sistem hidroponik.

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi ®AB MIX terhadap panjang akar tanaman.

Perlakuan Konsentrasi (ppm)	Panjang Akar (Cm)
Kontrol (P0)	18,810 b
900 (P1)	19,973 b
1100 (P2)	25,563 a
1300 (P3)	26,097 a

Keterangan:

Notasi yang diikuti huruf yang sama pada kolom panjang akar tidak berbeda nyata berdasarkan Uji BNT pada taraf 5%.

Nutrisi yang diserap oleh perakaran menyebabkan akar menjadi panjang dan peningkatan bobot (Howard et al, 2019). Nutrisi yang diserap oleh perakaran ini akan digunakan untuk membentuk daun, dimana pada pertumbuhannya daun juga merupakan organ yang penting dalam pembentukan energi yang diutuhkan oleh tanaman melalui proses fotosintesis. Gardener et al, (1991) menyatakan bahwa akar sebagai organ vegetatif tanaman mempunyai fungsi dalam memasok air, mineral dan bahan-bahan yang penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Semakin banyak dan panjang akar tanaman maka akan semakin besar cakupan akar untuk menyerap unsur hara dalam media tanam, sehingga kebutuhan hara untuk pertumbuhan dan produksi tanaman tersedia (Lakitan, 2011).

Perlakuan taraf konsentrasi nutrisi ®AB MIX berpengaruh terhadap panjang akar total per tanaman, hal ini disebabkan oleh tekanan turgor yaitu tekanan yang mendorong membran sel terhadap dinding sel pada tanaman. Tekanan ini menyebabkan timbulnya aliran osmosis air dari bagian konsentrasi terlarut rendah (hipotonis) di luar sel ke dalam vakuola sel yang memiliki konsentrasi terlarut lebih tinggi (Salisbury et al, 1995).

Pak choi merupakan tanaman yang peka terhadap perubahan larutan nutrisi. Unsur hara makro yang sangat mempengaruhi larutan nutrisi hidroponik. Kekurangan unsur hara makro dapat menyebabkan penghambatan perkembangan akar di dalam sistem hidroponik sehingga mengganggu serapan nutrisi tanaman (Belyakova et al, 2020).

Upaya mendapatkan efisiensi pemberian nutrisi yang optimal, nutrisi harus diberikan dalam jumlah yang mencukupi kebutuhan tanaman. Bila tanaman diberikan nutrisi terlalu banyak dapat menyebabkan berkurangnya perkembangan vegetatif dan dapat menyebabkan keracunan bagi tanaman. Pemberian taraf konsentrasi nutrisi terlalu sedikit dapat menyebabkan penghambatan perkembangan akar, sehingga mengganggu serapan nutrisi tanaman, meskipun tanaman tersebut tidak menunjukkan gejala defisiensi secara visual (Guo et al, 2014).

Berdasarkan hasil analisis varians pada tabel 3 untuk bobot segar tanaman terbaik didapatkan pada perlakuan 1300 ppm (P3) dengan rata-rata 236,67 gr. Perlakuan 1100 ppm (P2) dengan rata-rata 196,67 gr dan menunjukkan perbedaan nyata dengan perlakuan 900 ppm (P1) dengan rata-rata 111,67 gr dan perlakuan

kontrol (P0) dengan rata-rata 8,33 gr. Bobot segar tanaman terbaik pada perlakuan 1300 ppm dan 1100 ppm menghasilkan tanaman yang tinggi hal ini disebabkan kemampuan tanaman untuk melakukan proses fotosintesis menghasilkan fotosintat yang

lebih baik. Berat segar akar menunjukkan kandungan air dan nutrisi pada jaringan akar. Penimbangan berat segar akar bertujuan untuk mengetahui serapan air dan nutrisi yang terkandung dalam akar.

Tabel 3. Pengaruh konsentrasi @AB MIX terhadap bobot segar tanaman.

Perlakuan Konsentrasi (ppm)	Bobot Segar (gr/tanaman)
Kontrol (P0)	8,33 c
900 (P1)	111,67 b
1100 (P2)	196,67 a
1300 (P3)	236,67 a

Keterangan:

Notasi yang diikuti huruf yang sama pada kolom bobot segar tidak berbeda nyata berdasarkan Uji BNT pada taraf 5%.

Berat segar akar menunjukkan banyaknya akar yang dihasilkan oleh tanaman untuk menyerap air dan unsur hara, dengan semakin banyaknya akar pada tanaman maka cakupan tanaman akan semakin tinggi. Penyerapan air dan mineral terutama terjadi melalui ujung akar dan bulu-bulu akar (Gardener dkk, 1991). Peningkatan tinggi tanaman dan pertumbuhan panjang akar tanaman maka akan secara otomatis meningkatkan berat segar tanaman. Peningkatan bobot segar tanaman linier dengan bertambahnya protoplasma, hal ini terjadi akibat ukuran dan jumlah selnya bertambah.

Pertumbuhan protoplasma berlangsung melalui peristiwa metabolisme dimana air, karbondioksida dan garam-garam anorganik diubah menjadi cadangan makanan dengan adanya proses fotosintesis (Salisbury et al, 1995). Peningkatan bobot segar tanaman berkorelasi dengan meningkatnya luas daun, berarti kemampuan daun untuk menerima dan menyerap cahaya matahari akan lebih tinggi sehingga fotosintat dan akumulasi bahan kering akan lebih tinggi.

Akumulasi penambahan luas daun merupakan efisiensi tiap satuan luas daun melakukan fotosintesis untuk menambah bobot segar tanaman (Salisbury et al, 1995). Hasil analisis kualitas air terhadap kontrol

(P0) untuk metode pengukuran parameter kalium (K) 2,45 mg/l, Kalsium (Ca) 6,08 mg/l, Magnesium (Mg) 10,68 mg/l, Mangan (Mn) 0,0023 mg/l dan suhu 28 °C.

Nutrisi @AB Mix mengandung unsur hara makro (N, P, K, Mg, Ca, S, C, H dan O) dan unsur hara mikro (B, Cu, Fe, Mn, Zn, Mo). Unsur hara makro diserap tanaman dalam jumlah yang banyak dan unsur hara mikro diperlukan dalam jumlah sedikit tetapi harus ada (Sastro, et al, 2016). Unsur hara mikro berfungsi sebagai penyusun enzim dan vitamin sedangkan untuk unsur hara makro berfungsi untuk merangsang pertumbuhan, akar dan biji, meningkatkan daya tahan tanaman terhadap penyakit (Rao et al, 2021).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Tinggi tanaman terbaik dihasilkan pada taraf konsentrasi nutrisi @AB Mix pada perlakuan 1100 ppm (P2) dan 1300 ppm (P3) dengan masing-masing rata-rata 15,35 cm (P2) dan 16,23 cm (P3).

Akar tanaman terpanjang dihasilkan pada taraf konsentrasi nutrisi @AB Mix 1100 ppm (P2) dan 1300 ppm (P3) dengan rata-rata 25,536 cm (P2) dan rata-rata 26,097 cm (P3). Bobot segar tanaman terbaik dihasilkan pada taraf konsentrasi nutrisi @AB Mix pada perlakuan 1100 ppm (P2) dan 1300

ppm (P3) dengan masing-masing rata-rata 196,67 gr (P2) dan 236,67 gr (P3).

Saran

Pemberian konsentrasi kepekatan Nutrisi @AB Mix 900 ppm, 1100 ppm dan 1300 ppm sangat direkomendasikan bagi masyarakat umum dan pelaku usaha hidroponik tanaman Pak Choi (*Brassica rapa* subsp. *chinensis* (L.) Hanelt Var. *Green*) di wilayah Kota Manado berdasarkan pertimbangan ekonomi dan data ekologi yang diteliti.

Perlu penambahan nutrisi substitusi dengan menggunakan pupuk dengan unsur hara organik yang memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro serta unsur hara esensial yang telah divalidasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiimah, R.S.N., Fikri, K.I.M., Syafie, L.S., Azimi, F.H., Aw, R.S. 2020. Front- End Development of Nutrient Film Technique for Hydroponic Plant with IoT Monitoring System. University College TATI, Malaysia. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*. DOI: 10.30534/ijatcse/2020/0291.32020. ISSN 2278-3091. Vol 9. No. 1. pages 9 – 14.
- Asnawi, A. C., Laili, s., Rahayu, T. 2021. Metode Hidroponik secara DFT (*Deep Flow Technique*) dan NFT (*Nutrient Film Technique*) pada beberapa Media Tanam terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah (*Alternanthera amoena* Voss). Jurnal Ilmiah Sains Alami (*Known Nature*). Malang. Volume 3. No. 2. ISSN (e): 2657-1692. Halaman 40-45.
- Bussmann, R.W., Batsatsashvili, K., Kikvidze, Z., Zambrana, N.Y.P., Khutsishvili, M., Maisaia, M., Sikharulidze, S., Tchelidze, D. 2020. *Brassica rapa* subsp. *chinensis* (L.) *Department of Ethnobotany, Institute of Botany and Bakuriani Alpine Botanical Garden*. Iliia State University. Tbilisi. Georgia. 6 pages.
- Belyakova, T., Morozova, O., Antonceva, E., Zabodalova, L. 2020. Perspective processing of turnip root (*Brassica rapa*) as a source of sulforafan. Saint Petersburg National Research University of Information Technology, Mechanics and Optics. Lomonosova, Saint Petersburg, Russia. DOI:10.1051/e3sconf/2020164060. E3S Web of Conferences 164, 06028 (2020). 6 pages.
- Boonnoi, N., Nuntagij, I.S.S, Koohakan, P. 2017. Growth and Yield of Chinese Kale Grown in Dynamic Root Floating Technique (DRFT) by Reused Nutrient Solution. Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok. *International Journal of Agricultural Technology*. Vol. 13(7.1):1469-1477. ISSN 1686-9141.
- Costa, L.F., Soares, T.M.,Silva, M.G., Modesto, F.J.N., Quieroz, L.A., Pereira,J.S. 2020. Cauliflower Growth And Yield In A Hydroponic System With Brackish Water. Center of Exact and Technological Sciences, Universidade Federal do Reconcavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, Brazil. *Journal of Caatinga. Mossoro*. Vol. 33, No. 4, pages 1060 – 1070.
- Frede, K., Schreiner, M., Baldermann, S. 2019. Light quality-induced changes of carotenoid composition in pak choi *Brassica rapa* ssp. *Chinensis*. Leibniz Institute of Vegetable and Ornamental Crops, Plant Quality and Food Security, Theodor-Echtermeyer. Grosbeeren, Germany. *Journal of Photochemistry & Photobiology*. 193 (2019) 18–30.
- Guo,N., Cheng, F., Wu, J., Liu, B., Zheng, S., Liang, J., Wang, X. 2014.

- Anthocyanin biosynthetic genes in *Brassica rapa*. Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Zhongguancun Nandajie, Beijing, China. DOI:10.1186/1471-2164-15-426. *Journal of BMC Genomics* 15:426. 11 pages.
- Howard, A.H., Karlowsky, S., Schwarz, D., Hafner, F., Krause, A. 2019. Evaluating recycling fertilizers for tomato cultivation in hydroponics. *Leibniz Institute of Vegetable and Ornament Crops*. 2 pages.
- Herman, Adidrana, D., Surantha, N., Suharjito. 2019. Hydroponic Nutrient Control System Based on Internet of Things. Computer Science Department, BINUS Graduate Program - Master of Computer Science, Bina Nusantara University. Jakarta. Indonesia. *CommIT (Communication & Information Technology) Journal* Vol 13. No. 2, pages. 105–111.
- Hidayat, C., Pahlevi, M.R., Taufiqqurahman, B.F., Ramdhani. M.A. 2017. Growth and Yield of Chili in Nutrient Film Technique at Different Electrical Conductivity. *Agrotechnology Department, UIN Sunan Gunung Djati, Bandung. Materials Science and Engineering* 288 (2017) 012034 doi:10.1088/1757-899X/288/1/012034.
- Kim, M.J., Chiu, Y.C., Kim, N.K., Park, H.M., Lee, C.W., Juvik, J.A., Ku, K.M. 2017. Cultivar-Specific Changes in Primary and Secondary Metabolites in Pak Choi (*Brassica Rapa*, *Chinensis* Group) by Methyl Jasmonate. Division of Plant and Soil Sciences, West Virginia University, Morgantown, USA. Department of Bioscience and Biotechnology, Konkuk University, Seoul. Korea. *International Journal Molecular Sciences*. DOI:10.3390/ijms18051004. 17 pages.
- McAlvay, A.C., Ragsdale, A.P., Mabry, M.E., Qi, X., Bird, K.A., Velasco, P., An, H., Pires, J.C., Emshwiller, E. 2021. *Brassica rapa* domestication: untangling wild and feral forms and convergence of crop morphotypes. April 6, 2021. CC-BY-NC-ND 4.0 International a license doi: 10.1101/2021.04.05.438488. 33 pages.
- Nurmala, T., Irwan A.W. 2007. *Pangan Alternatif Berbasis Serealia Minor*. Bandung. Penerbit. Pustaka Giratuna
- Najoan, J., Harsono (1992). Periode kritis bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) karena adanya persaingan dengan gulma pada dua jarak tanam. Tesis. Universitas Gadjah Mada.
- Paat, F. J, Pakasi, S.E., Najoan, J. (2020). *Agroteknologi Buah-Buahan*. Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Unsrat. Manado: Penerbit. CV. Mineral Mutiara Bumi. ISBN 978-623-95524-0-4.
- Putra, R.P, Wulandari. S, Fauziah, Y (2016). Pengaruh Konsentrasi Nitrisi AB Mix Pada Pertumbuhan Tanaman Bayam (*Amaranthus tricolor* L.) Dengan Teknik Hidroponik Sistem Wick. *Skripsi*. Program Studi Biologi FKIP Universitas Riau.
- Rao, S.Q., Chen, X.Q., Wang, K.H., Zhu, Z.J., Yang, J., Zhu, B. 2021. Effect of short-term high temperature on the accumulation of glucosinolates in *Brassica rapa* Zhejiang Agricultural and Forestry University, School of Agriculture and Food Science, Hangzhou, Zhejiang, 311300, China. *Journal Plant Physiology and Biochemistry* Doi:10.1016/j.plaphy.2021.02.01. 161 (2021) 222–233.
- Ragasa, C.Y., Guardamano, J.D., Tan, M.C.S., Shen, C.C. 2016. Chemical

- Constituents of *Brassica rapa* Chinensis L. and *Brassica rapa* var. *Parachinensis* (Baily) Hanelt. Chemistry Department, De La Salle University, Manila, Philippines. *International Journal of Current Pharmaceutical Review and Research (IJCPR)*, Volume 7 Nomor 5. Pages 316-318.
- Samarakoon, U., Palmer, J. 2020. Effects of Electrical Conductivity, pH, and Foliar Application of Calcium Chloride on Yield and Tipburn of *Lactuca sativa* Grown Using the Nutrient-Film Technique. The Ohio State University Agricultural Technical Institute. *Journal Hortscience*. DOI: 10.21273/Hortsc115070-20. 7 pages.
- Stephanie, M., Sookoo, R. 2016. Nutrient Film Technique for Commercial Production. *Agricultural Science Research Journal. International Research Journals*. ISSN: 2026 – 6073. Vol. 6(11): 269 – 274.
- Suwandi, Hamidson, H., Suparman. 2017. Analisis Data Percobaan menggunakan SAS University Edition. Unsri Press. Palembang. ISBN : 979- 587-700-3. 100 hal.
- Steel, R.G.D., Torry, J.H (1991). *Prinsip dan Prosedur Statistika*. Penerbit. PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Suparno, A., Nusantara, A. (1998). *Perancangan Percobaan*. Aplikasi Mintab, SAS dan Co Stat dalam Analisis Data. Penerbit. Alfabeta. ISBN. 978-602- 7825-36-9.
- Salisbury, F.B., Ross, C.W. 1995. *Plant Physiology*. Terjemahan. Penerbit. ITB Bandung. ISBN 979-8591-20-8. Jilid 1. 341 hal.
- Souza, C.A., Silva, A.O., Santos, J.D.G., De Lacerda, C.F., da Silva, G. F. 2020. Production of watercress with brackish water and different circulation times for the nutrient solution. Universidade Federal do Ceara, Fortaleza, Brazil. *Revista Ciencia Agronomica*. Vol. 51, No. 3. ISSN 1806-6690. 9 pages.
- Salisbury, F.B., Ross, C.W. 1995. *Plant Physiology*. Terjemahan. Penerbit. ITB Bandung. ISBN 979-8591-37-2. Jilid 3. 581 hal.
- Sastro, Y., Rokhman, N.A. 2016. *Hidroponik Sayuran di Perkotaan*. 2016. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP). Kementerian Pertanian. Jakarta Selatan. ISBN : 978-979-3628-33-2.
- Son, J.E.K., Kim, H.J., Ahn, T.I., 2020. *Hydroponic Systems*. In Toyoki Kozai, Genhua Niu, Michiko Takagaki editors: Plant Factory, Burlington: Academic Press, 2016, pp. 213-221. ISBN: 978-0-12-801775-3 © Copyright 2016Elsevier Inc. Academic Press.
- Wardi,S, Paulus J. M., Najooan, J (2019) *Pengaruh konsentrasi AB mix terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman saledri (Apium graveolens L.) Dengan system hidroponik NFT*. Skripsi. Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Unsrat. Manado.
- Yusuk, P., Thumdee, S., Poonlarp, P., Boonyakiat, D. 2018. Effect of Season and Harvesting Time on Quality of Organic Pak Choi (*Brassica rapa* var. chinensis). Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Thailand. *Thailand Journal Agriculture Sciences*. Vol. 51(1): 18–31.