

Penggunaan Berbagai Jenis Nutrisi dan Zat Pengatur Tumbuhan pada Tanaman Hidroponik

The Use of Various Types of Nutrients and Plants Regulatory Substances in Hydroponic Plants

Ismalida M. Samihah*, Ai Rohaeti, R. Susanti, Talitha Widiatningrum

Prodi Pendidikan IPA, Program Pascasarjana, Universitas Negeri Semarang, Jl Kelud Utara III Kampus Pascasarjana
Semarang 50237, Indonesia

* E-mail Penulis Korespondensi: ismalidams@students.unnes.ac.id

ABSTRACT

The narrowing of agricultural land, especially in urban areas, accompanied by consumer demand for plant products, requires innovation in the cultivation system. Hydroponics can be a solution because it can be applied to narrow land, not determined by conditions and places, and does not use soil. The provision of appropriate nutrients in hydroponic cultivation techniques can optimize plant growth. This research is a literature study on the provision of alternative nutrients and growth regulators in hydroponic plants. These nutrients include organic fertilizers from animals and plants, NPK fertilizers, plant catalysts, CaCl₂, nitrogen, fertimix, rice washing water, NPK phoska, KCl, growmore, vinasse, magnesium, azolla, and glycerides. There are also alternative growth regulators (ZPT), namely gibberellins, auxins, and 'Areta' cytokinins (young coconut water, bamboo shoot extract, and bamboo sprout extract). Some of these nutrients and PGRs have a real and positive effect on plants so that they can be used by farmers of hydroponic cultivation. It was concluded that there are many alternative nutrients and PGRs that have been used and played a role in hydroponic cultivation.

Keywords: hidroponics; lahan sempit; nutrisi; tanaman; zat pengatur tumbuhan.

ABSTRAK

Penyempitan lahan pertanian, terutama di wilayah perkotaan, yang diiringi dengan permintaan konsumen terhadap produk tanaman, menuntut adanya inovasi pada sistem kultivasi. Hidroponik dapat menjadi solusi karena dapat diterapkan pada lahan sempit, tidak ditentukan oleh kondisi dan tempat, serta tidak menggunakan tanah. Pemberian nutrisi yang sesuai pada budidaya dengan teknik hidroponik dapat mengoptimalkan pertumbuhan tanaman. Penelitian ini merupakan penelitian studi pustaka mengenai pemberian nutrisi alternatif dan zat pengatur tumbuh pada tanaman hidroponik. Nutrisi tersebut di antaranya adalah pupuk organik yang berasal dari hewan dan tumbuhan, pupuk NPK, *plant catalyst*, CaCl₂, nitrogen, *fertimix*, air cucian beras, NPK phoska, KCl, daun *growmore*, vinasse, magnesium, azolla dan gliserida. Ada juga zat pengatur tumbuh (ZPT) alternatif, yaitu giberelin, auksin, dan sitokinin 'Areta' (air kelapa muda, ekstrak rebung dan ekstrak tauge). Beberapa nutrisi dan ZPT tersebut memiliki pengaruh yang nyata dan positif terhadap tanaman sehingga dapat digunakan oleh para petani budidaya tanaman secara hidroponik. Disimpulkan bahwa terdapat banyak nutrisi alternatif dan ZPT yang telah digunakan dan berperan dalam budidaya hidroponik.

Kata kunci: hidroponik; lahan sempit; nutrisi; tanaman; zat pengatur tumbuhan.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris, dimana sebagian besar penduduknya berprofesi sebagai petani. Sehingga hampir secara keseluruhan wilayah digunakan sebagai lahan pertanian. Namun pertambahan penduduk terutama pada daerah perkotaan yang padat penduduk menjadikan lahan pertanian bergeser menjadi bangunan-bangunan yang digunakan sebagai tempat tinggal masyarakat, sehingga lahan untuk bercocok tanam menjadi berkurang (Gultom dan Harianto, 2022).

Berbanding lurus dengan pertambahan penduduk, maka tingkat konsumsi pangan juga meningkat. Berdasarkan laporan dari Badan Pusat Statistik (BPS) diketahui bahwa produksi tanaman sayuran selama 5 tahun terakhir mulai dari tahun 2015 – 2020 terutama untuk sayuran seperti kol, sawi, wortel dan beberapa tanaman lainnya terus bertambah setiap tahunnya. Hal ini dapat diartikan bahwa permintaan dan minat konsumen terhadap sayuran terus meningkat dan bertambah. Peningkatan permintaan ini menuntut para petani di Indonesia untuk meningkatkan produksinya.

Minimnya lahan dan tingginya permintaan terhadap sayuran menjadi salah satu faktor yang menjadikan penduduk harus berinovasi menemukan alternatif kultivasi. Seiring perkembangan zaman. Bidang pertanian mengalami kemajuan dalam proses pembudidayaannya. Teknik budidaya yang dirasa tepat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah hidroponik. Romala dan Sobari (2019) menyatakan bahwa hidroponik merupakan teknik budidaya tanaman yang menggunakan air sebagai medium tanamnya. Medium ini memiliki berbagai sistem manajemen untuk pengaturan nutrisi dan oksigen.

Faktor yang paling berpengaruh dalam sistem produksi tanaman hidroponik adalah nutrisi yang menentukan kualitas tanaman (Tripama dan Yahya, 2018). Nutrisi merupakan mekanisme utama karena sebagai pemasok utama kebutuhan air dan mineral bagi tanaman yang takarannya harus sesuai dengan kebutuhan, sehingga akan mempengaruhi kualitas hasil tanaman (Setiawan, 2018). Banyak penelitian yang telah dilakukan terkait nutrisi dan zat pengatur tumbuh pada tanaman hidroponik.

Nutrisi AB Mix merupakan bahan kajian yang umum digunakan pada kultivasi hidroponik. Salah satunya penelitian Tripama dan Yahya (2018) mengenai tanaman sawi yang diberikan nutrisi AB Mix. Tanaman ini mengalami peningkatan tinggi, jumlah daun dan bobot tanaman. Sementara itu, penelitian Romalasari dan Sobari (2019) menemukan bahwa tanaman selada yang diberi nutrisi AB Mix mengalami peningkatan kualitas pada tinggi tanaman dan jumlah daun. Selanjutnya hasil penelitian Narulita *et al.* (2019) menunjukkan tanaman sawi yang diberikan nutrisi AB Mix mengalami peningkatan tinggi, jumlah daun, kandungan klorofil, dan berat basah tanaman. Begitu pula penelitian Zamriety *et al.* (2019) tentang tanaman sawi yang diberikan nutrisi AB Mix juga menunjukkan peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, produksi sampel, produksi tanaman terbanyak. Selain itu, penelitian Manullang *et al.* (2019) pada tanaman selada yang diberikan nutrisi AB Mix mengalami peningkatan kualitas pada tinggi dan berat basah tanaman. Penelitian Lestari *et al.* (2020) tentang tanaman seledri yang diberikan nutrisi AB Mix juga menunjukkan terjadinya peningkatan pada tinggi tanaman, jumlah tangkai daun utama, jumlah daun, berat segar dan berat akar. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan kajian literatur mengenai nutrisi alternatif selain nutrisi AB Mix dan zat pengatur tumbuhan pada tanaman hidroponik.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sistem kajian literatur (*literature review*). Ini merupakan prosedur tinjauan literatur yang disarankan oleh Cooper (1988) mengenai sintesis literatur. Kajian literatur pada penelitian ini difokuskan kepada mengkaji terkait penelitian sebelumnya mengenai nutrisi alternatif dan zat pengatur tumbuhan pada tanaman hidroponik.

Bahan kajian dalam penelitian ini adalah jurnal yang sesuai dengan topik sebagai referensi dalam *literature review* dengan kata kunci ‘nutrisi tanaman hidroponik’. Berdasarkan pencarian yang telah dilakukan maka jumlah jurnal secara keseluruhan yang diperoleh adalah 78 jurnal, tetapi hanya 51 jurnal saja yang digunakan karena dianggap paling sesuai dengan topik. Artikel yang sesuai meliputi artikel penelitian sebelumnya dengan menggunakan metode eksperimen penggunaan nutrisi alternatif selain nutrisi AB Mix, serta zat pengatur tumbuhan pada tanaman hidroponik. Artikel yang dikaji diperoleh dari *Google scholar* dengan rentang 10 tahun terakhir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan Nutrisi Alternatif

Hasil kajian literatur mengenai penggunaan nutrisi alternatif pada tanaman hidroponik, diperoleh hasil sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Hidroponik merupakan teknik menanam yang tidak membutuhkan lahan yang banyak, sehingga masyarakat dari perkotaan tetap dapat menanam sayuran atau buah. Tayana *et al.* (2021) menanam menggunakan teknik hidroponik dapat dilakukan pada lahan sempit bahkan di dalam ruangan. Teknik hidroponik memiliki kelebihan dapat dilakukan sepanjang waktu, sehingga tidak bergantung pada musim, serta jenis komoditas yang ditanam tidak terbatas. Pada pembudidayaan hidroponik dibutuhkan tambahan nutrisi karena terdapat kandungan yang dapat mempengaruhi tanaman tumbuh dengan hasil optimal. Larutan nutrisi yang diberikan harus mengandung unsur makro dan mikro. Unsur makro terdiri atas N, P, K, Ca, Mg dan S sedangkan unsur mikro terdiri atas Fe, Cl, Mn, Cu, Zn, B dan Mo.

Berdasarkan studi pustaka yang telah dilakukan terhadap beberapa penelitian terdahulu, maka diperoleh hasil berupa beberapa jenis nutrisi alternatif yang dapat digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan vegetatif dari tanaman yang meliputi (tinggi tanaman, panjang akar dan luas daun) dan meningkatkan kualitas produksi tanaman yang meliputi (berat tanaman, jumlah daun atau buah). Tanaman tertentu memiliki respon terhadap beberapa nutrisi tertentu pula, dan hampir secara keseluruhan nutrisi yang berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman, dan kualitas produksi tanaman tersebut. Berikut beberapa kajian literatur yang telah dilakukan:

Sawi (pakcoy)

Tanaman sawi yang diberi nutrisi Air kolam lele dan urin kambing pada penelitian Kuswoyo dan Zein (2018) berpengaruh pada tinggi dan bobot tanaman; Limbah Cair Tahu pada penelitian Sutrisno *et al.* (2015) berpengaruh pada jumlah daun, tinggi tanaman dan biomassa basah; AB mix ditambah ekstrak paitan dan kotoran kelinci pada penelitian Nurrohman *et al.* (2014) berpengaruh pada tinggi dan bobot tanaman, jumlah, luas dan berat daun; teh kompos bulu ayam pada penelitian Rianti *et al.* (2019) berpengaruh berat basah, berat kering, dan warna daun. Nutrisi tersebut dapat meningkatkan massa, jumlah daun dan luas dari tanaman. Secara umum respon tumbuhan pada nutrisi yang diberikan terdapat peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot tanaman.

Tabel 1. Hasil Kajian Literatur Penggunaan Nutrisi

Jenis tanaman	Jenis sumber nutrisi	Sumber referensi
Sawi	Nutrisi air kolam lele Nutrisi air kolam lele dan urine kambing Nutrisi air kolam lele dan nutrisi AB Mix Nutrisi AB mix AB mix dan teh kompos bulu ayam AB mix Limbah cair tahu AB mix dan paitan dan kotoran kelinci cair Pupuk NPK dan pupuk mikro campuran Enza Alvesindo Elwindo Ekstrak daun kelor AB mix Cucian Air beras Nutrisi AB mix NPK phoska KCl Daun <i>growmore</i> AB mix Nitrogen <i>Plant catalyst</i> Interaksi pupuk cair <i>plant catalyst</i> dan konsentrasi nitrogen CaCl ₂ AB mix Limbah tahu Limbah tahu & kayu Apu Keong mas dan AB mix 3 EC AB mix Kompos sapi Fertimix Limbah cair tahu Nutrisi organik cair Kombinasi NPK majemuk, pupuk daun, POC urin sapi POC POC Limbah cair tahu Urin sapi Urin sapi dan fermentasi urin sapi POC selinci dan fermentasi urin sapi POC sapi POC kambing POC kelinci POC ayam POC Super Bionik Kombinasi nutrisi anorganik dan pupuk hayati Kombinasi AB mix, POC dan pupuk hayati Kombinan POC Vinasse + Feces Domba Feces Domba AB Mix	Kuswoyo dan Zein (2018) Rianti <i>et al.</i> (2019) Sutrisno <i>et al.</i> (2015) Nurrohman <i>et al.</i> (2014) Frasetya (2018) Gumelar <i>et al.</i> (2021) Sari <i>et al.</i> (2019) Astija dan Anita (2021) Sari (2018) Yunindanova <i>et al.</i> (2018) Warganegara <i>et al.</i> (2015) Kamalia <i>et al.</i> (2017) Yustiningsih <i>et al.</i> (2019) Ananda <i>et al.</i> (2021) Adimihardja <i>et al.</i> (2013) Raharjen <i>et al.</i> (2018) Trisnalindo <i>et al.</i> (2020) Laksono dan Sugiono (2018) Ahdiyanto <i>et al.</i> (2018) Ma'ruf <i>et al.</i> (2021) Mappanganro (2013) Mappango dan Baharudin (2021) Oktarina <i>et al.</i> (2017) Afrilandha dan Setiawan (2018) Wulansari <i>et al.</i> (2021) Putra <i>et al.</i> (2021) Yuwono dan Basri (2021) Hakim <i>et al.</i> (2020)
Mentimun		
Seledri		
Selada		
Bayam merah		
Kubis Bunga		
Stroberi		
Tomat		
Melon		

Selada

Beberapa nutrisi alternatif yang dapat digunakan dalam meningkatkan kualitas pertumbuhan dari selada di antaranya: CaCl_2 pada penelitian Kamalia *et al.* (2017) berpengaruh pada peningkatan volume daun, berat segar, dan laju pertumbuhan; nitrogen, *plant catalyst* pada penelitian Warganegara *et al.* (2015) berpengaruh pada tinggi tanaman, panjang akar, dan bobot segar tanaman. Nutrisi limbah tahu dan kayu apu pada penelitian Yustiningsih *et al.* (2019) berpengaruh pada tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar dan batang, dan biomassa dengan kategori rendah dan sedang. Nutrisi keong mas dan AB Mix pada penelitian Ananda *et al.* (2021) berpengaruh tinggi tanaman, jumlah dan luas daun, serta bobot segar tanaman; *fertimix*, dan kompos sapi pada penelitian Adimihardja *et al.* (2013) berpengaruh pada tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, bobot basah dan kering pucuk tanaman. Secara umum respon yang diperlihatkan selada terhadap pemberian beberapa nutrisi tersebut adalah meningkatnya pertumbuhan berupa tinggi tanaman, panjang akar, bobot segar tanaman, dan volume daun.

Mentimun

Nutrisi alternatif yang dapat dimanfaatkan dalam meningkatkan kualitas pertumbuhan mentimun sekaligus kualitas produksi tanaman mentimun adalah pupuk NPK dikombinasikan dengan pupuk mikro campuran. Pada penelitian Frasetya (2018), respon yang ditunjukkan tanaman terhadap pemberian nutrisi ini adalah tinggi tanaman yang lebih baik, serta luas daun, jangka usia dan massa buah yang meningkat atau lebih baik meski belum secara optimum. Selain dengan menggunakan pupuk NPK, respon yang sama juga dapat dicapai dengan menggunakan nutrisi Enza, Alfasindo dan Ewindo. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Gumelar (2021) dapat diketahui bahwa penggunaan nutrisi Enza dan Ewindo dengan volume yang sama sama, yaitu 500 ml untuk 3-4 aplikasi, menghasilkan tinggi tanaman, bobot kering, panjang buah dan jumlah buah terbaik atau tertinggi dibandingkan dengan nutrisi Alfasindo. Namun untuk diameter buah, yang tertinggi diperoleh dari penggunaan nutrisi Alfasindo, dan bobot buah tertinggi hanya diperoleh dengan penggunaan nutrisi Ewindo.

Seledri

Ekstrak daun kelor pada penelitian Sari *et al.* (2019) menjadi jenis nutrisi alternatif yang dapat digunakan dalam upaya meningkatkan kualitas pertumbuhan dan kualitas produksi dari seledri meskipun belum secara optimal. Pengaruh atau respon yang diberikan berupa tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah cabang yang tidak nyata. Astiaji dan Anita (2021) melakukan penelitian mengenai penggunaan air cucian beras atau air leri dengan konsentrasi yang berbeda yaitu 0%, 25%, 50% dan 75%. Penerapan air cucian beras dengan konsentrasi 50% menghasilkan tinggi tanaman yang paling tinggi, dan penerapan air cucian beras dengan konsentrasi 25% menghasilkan jumlah helai daun seledri terbanyak atau tertinggi. Pada penelitian Yunandanovi (2018) pemberian pertumbuhan panjang akar terbaik diperoleh dengan perlakuan pemberian nutrisi AB Mix (10 g). Namun untuk tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah rumpun, diameter batang dan produktivitas didapatkan respon yang sama diantara penggunaan nutrisi AB mix, komposisi I (NPK Phoska (1 g) ditambah KCl (1 g) dan GrowMore (0,5g)), komposisi II (NPK Phoska (1 g dan Growmore (1,5)) dan Komposisi III (Growmore (2,5g)).

Bayam Merah

Pemberian limbah tahu cair pada penelitian Raharjen *et al.* (2018) dapat meningkatkan kualitas pertumbuhan dengan respon berupa pengaruh yang nyata terkait tinggi tanaman, panjang akar dan banyak cabang akar. Selain berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, limbah cair tahu juga berpengaruh terhadap kualitas produksi tanaman dengan respon berupa jumlah daun yang meningkat. Penelitian lain yang dilakukan Trisnalindo (2020) menunjukkan bahwa nutrisi organik cair dengan dosis 35 ml berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun dan berat tanaman. Penggunaan nutrisi alternatif lainnya seperti limbah cair tahu, dan nutrisi organik cair dapat berpengaruh nyata dan mendekati hasil sebagaimana yang dicapai dengan pemberian nutrisi AB Mix terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman.

Kubis bunga

Nutrisi alternatif untuk meningkatkan kualitas pertumbuhan dan kualitas produksi tanaman kubis bunga adalah kombinasi dari NPK majemuk, pupuk daun dan POC dari urin sapi sebagaimana pada penelitian Laksono dan Sugiono (2018). Respon kubis bunga terhadap nutrisi ini berupa adanya pengaruh nyata terhadap komponen pertumbuhan kubis bunga, meliputi tinggi tanaman, luas daun, panjang akar, diameter daun, dan jumlah daun, bobot bunga tanpa daun, bobot bunga dengan daun dan diameter bunga.

Penelitian penggunaan POC sebagai nutrisi pada tanaman kubis bunga yang dibudidayakan secara hidroponik telah dilakukan oleh Ahdiyanto *et al.* (2018) dengan penggunaan pupuk organik cair. Berdasarkan hasil penelitiannya

diperoleh respon berupa adanya pengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil kubis bunga. Penggunaan POC juga dapat memanfaatkan limbah cair tahu menjadi pupuk organik (Zulfa, 2019). Berdasarkan hal tersebut Ma'ruf *et al.* (2021) melakukan penelitian terkait pemanfaatan POC dari limbah cair tahu terhadap pertumbuhan dan hasil kubis bunga, dengan respon yang diperoleh berupa pengaruh nyata pada hasil produksi bobot bunga dengan daun, bobot bunga tanpa daun, dan diameter krop kubis bunga, tetapi tidak memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun tanaman kubis bunga.

Stroberi

Nutrisi dalam tanaman hidroponik stroberi yang telah diteliti meliputi urin sapi, urin sapi ditambahkan dengan fermentasi urine sapi, dan POC kelinci yang ditambahkan fermentasi urine sapi. Penelitian yang dilakukan oleh Mappanganro (2013) menunjukkan bahwa nutrisi urin sapi memberikan hasil terbaik terhadap pertumbuhan tanaman stroberi. Nutrisi urin sapi ditambahkan dengan fermentasi urine sapi memberikan hasil terbaik pada tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman stroberi dibandingkan pupuk organik cair dari kotoran ternak lainnya. Nutrisi POC kelinci yang ditambahkan fermentasi urine sapi memberikan hasil terbaik pada jumlah bunga.

Pada penelitian Mappanganro dan Burhanudin (2021) digunakan nutrisi alternatif berupa urin sapi, POC ayam, POC kambing, POC sapi dan POC kelinci. Respon yang diperoleh berdasarkan penelitiannya adalah bahwa usia menghasilkan buah paling cepat, menghasilkan buah terbanyak, diameter buah terlebar, menghasilkan rata-rata buah terpanjang, menghasilkan rata-rata buah terberat dan produksi per tanaman tertinggi, yang diperoleh dari perlakuan grup POC kelinci dengan penambahan urin sapi yang difermentasi.

Tomat

Kombinasi nutrisi anorganik dan pupuk hayati yang diberikan kepada tanaman tomat dengan sistem budidaya secara hidroponik pada penelitian Afrilandha dan Setiawati (2018) tidak berpengaruh nyata pengaruh terhadap tanaman tomat dimana pengkombinasian antara pupuk anorganik dengan pupuk hayati tidak mampu meningkatkan jumlah kandungan klorofil, serapan N terhadap tanaman, jumlah buah dan bobot buah. Hasil penelitian tersebut sedikit bertentangan dengan penelitian yang dilakukan oleh Wulansari *et al.* (2021) Berdasarkan penelitiannya 75% AB Mix ditambah POC dan pupuk hayati menunjukkan pertumbuhan dan hasil tanaman tomat ceri yang setara dengan formula nutrisi 100% AB Mix. Pernyataan tersebut mengartikan bahwa kombinan pupuk hayati dengan pupuk anorganik memiliki pengaruh meskipun tidak signifikan dan masih membutuhkan pupuk POC. Sehingga kombinan antara formulasi 75% AB Mix ditambah POC dan pupuk hayati dapat dijadikan alternatif dalam meminimalisir penggunaan nutrisi AB Mix.

Selain nutrisi-nutrisi tersebut POC dari vinasse dan feses domba dalam penelitian Putra *et al.* (2021), pengaruh yang ditunjukkan oleh tanaman tomat cherry yang dibudidayakan secara hidroponik yaitu adanya kesamaan dalam bobot buah per tanaman antara perlakuan dengan memberikan nutrisi berupa AB Mix, POC dari vinasse atau pun feses domba. Perlakuan dengan pemberian kombinasi nutrisi POC dari vinasse dan feses domba ternyata dapat mempercepat waktu berbunga dari pada perlakuan lainnya. Sedangkan diameter paling besar dihasilkan dari perlakuan dengan memberikan nutrisi kontrol berupa AB Mix.

Melon

Penelitian yang dilakukan Yuwono dan Basri (2021) dengan menambahkan magnesium pada buah melon yang dibudidayakan secara hidroponik memperoleh hasil adanya pengaruh terhadap tinggi tanaman dan jumlah ruas buah melon, magnesium diperlukan tanaman untuk memproduksi klorofil sebagai sumber pertumbuhan tanaman. Pada penelitian Hakim *et al.* (2020) melakukan kombinasi POC dari vinase, azolla dan gliriside; POC dari vinasse dan feses kambing; dan AB Mix sebagai nutrisi kontrol dengan beberapa pengaruh terhadap perlakuan yang diberikan diantaranya adanya pengaruh nyata terhadap variabel tinggi tanaman, diameter buah pertama, bobot buah pertama dan bobot buah total dengan ketiga perlakuan tersebut.

Selain penambahan larutan nutrisi, konsentrasi dari penambahan konsentrasi dapat mempengaruhi hasil pada tanaman tumbuh dengan optimal. Pernyataan tersebut sejalan dengan Suhastyo dan Raditya (2021) bahwa pertumbuhan tanaman yang optimal dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya faktor eksternal (iklim, tanah, dan biologis) dan faktor internal (ketahanan tanaman, laju fotosintesis dan respirasi). Proses fotosintesis dipengaruhi oleh tersedianya nutrisi dan faktor lingkungan yang terpenuhi.

Penambahan nutrisi dapat menggunakan pupuk organik yang berasal dari hewan yang diperoleh dari sisa metabolisme yang memiliki kandungan ammonia sebagai unsur hara berperan sebagai pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Amonia didapatkan dari protein yang terkandung pada pakan ikan dan sisa metabolisme ikan berupa feses dan urin. Kandungan ammonia dipengaruhi oleh pH dan suhu air kolam. Amonia ini diserap oleh akar untuk mendukung pertumbuhan tanaman (Handayani *et al.*, 2020). Sisa-sisa makanan dari feses ikan memiliki kandungan nitrat dan ammonia yang dibutuhkan dalam proses pembentukan sel-sel tumbuhan (Wijaya, 2018). Kandungan nitrogen dalam air

kolam yang terlalu tinggi dapat menjadi racun bagi ikan, sehingga lebih baik limbah ini dimanfaatkan sebagai nutrisi pada tanaman hidroponik (Saleh, 2018).

Kotoran ternak yang dapat digunakan meliputi kotoran sapi, kambing, kelinci, ayam atau ternak lainnya. Kotoran sapi dapat dijadikan bahan utama untuk pupuk organik cair. Kotoran sapi (feses) bercampur dengan urine sapi melalui proses fermentasi menghasilkan hormon IAA (hormon jenis auksin). Hormon inilah yang memberikan respon tertinggi dengan dosis optimal bagi perkembangan sel-sel pada tinggi tanaman dan jumlah daun (Mappangarno, 2013). Ranchman dalam Laksono & Sugiono (2019) menyatakan bahwa POC urine sapi mengandung (1,1% N, 0,5% P, 0,9% K, 1,1% Ca, 1% Hg, 0,2% Na, 34 % Mn, 22% Zn, 20% Cu, dan 6% Cr) yang berarti telah sesuai dengan ketentuan kriteria penilaian sifat kimia pupuk organik. Unsur mikro esensial dibutuhkan tanaman dalam jumlah sedikit, jika berlebih menjadi bersifat racun yang menyebabkan tanaman mati (Laksono dan Sugiono, 2019). Semua pupuk organik cair berbahan urin ternak setelah fermentasi mengalami peningkatan unsur P, dan mengalami penurunan unsur K dan pH, sehingga mampu meningkatkan jumlah daun dan tinggi tanaman (Royadi *et al.*, 2021).

Keong mas (*Pomaceae caniculata* L.) juga dapat dijadikan sebagai pupuk cair alternatif tanaman hidroponik. Keong mas memiliki kandungan gizi seperti asam omega 3, 6 dan 9. Pupuk organik cair dengan bahan dasar keong mas mengandung mikroorganisme seperti: *Azotobacter*, *Azospirillum*, mikroba pelarut *phospat*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, serta auksin dan berbagai enzim (Ananda *et al.*, 2021). Kombinasi nutrisi dari fermentasi ekstrak paitan, fermentasi kotoran kelinci cair dan AB mix juga dapat dijadikan nutrisi hidropotik. Bahan organik seperti tanaman paitan (*Tithonia diversifolia* L.) adalah tumbuhan perdu dari golongan Asteraceae. Tumbuhan ini mempunyai kelebihan, yaitu waktu dekomposisi yang lebih cepat daripada tanaman lain, serta kandungan unsur hara dalam tajuk. Pupuk kandang berupa kotoran dan urine kelinci adalah pupuk organic yang memiliki kandungan unsur N 2.72%, P 1.1%, K 0.5% (Handayani, 2020). Oleh karena itu, kandungan unsur hara dalam kotoran kelinci dan ekstrak paitan dapat digunakan sebagai alternatif media dan nutrisi dalam produksi sawi (Nurrohman *et al.*, 2014).

Pupuk organik juga dapat diperoleh dari ekstrak tumbuhan. Dari hasil penelitian terdapat ekstrak kelor yang digunakan untuk pemberian nutrisi pada tanaman. Pada ekstrak kelor terdapat kandungan unsur nitrogen yang berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman dan berguna untuk proses fotosintesis tanaman. Selain nitrogen, terdapat fosfat pada kandungan ekstrak kelor yang berperan dalam pembentukan buah. Selain kedua unsur tersebut, ekstrak kelor juga mengandung senyawa magnesium, fosfor, zat besi, kalsium, dan sulfur. Senyawa tersebut dapat menyebabkan peningkatan efisiensi pada tanaman (Pelia, 2021). Ekstrak daun kelor mengandung unsur kalium yang berperan untuk mempertahankan tekanan turgor untuk pertumbuhan tanaman, yang berdampak pada peningkatan jumlah daun; serta mengandung hormon sitokin yang menyebabkan tanaman mengalami peningkatan pembelahan sel. Hormone IAA dihasilkan mikroba pada pupuk cair (Suwirmen *et al.*, 2022). Hal tersebut juga didukung oleh Suhastyo dan Raditya (2021) bahwa kelor mengandung unsur makro dan asam amino lengkap, dan ekstrak daun kelor ini mepercepat pertumbuhan tanaman secara alami karena terdapat kandungan zeatin, sitokin, askobat, fenolik, dan mineral. Nutrisi *growmore* memiliki pengaruh hampir sama dengan penggunaan AB Mix, karena memiliki komposisi unsur makro dan mikro lengkap yang dibutuhkan oleh tanaman (Yunandanova *et al.*, 2018).

Limbah cair tahu murni juga dapat menjadi nutrisi alternatif dan berpengaruh baik bagi tanaman hidroponik. Limbah cair tahu mengandung beberapa komponen zat organik seperti protein, lemak, karbohidrat, mineral, kalsium, fosfor zat besi dan nitrogen digunakan sebagai nutrisi (Hadiyanto, 2018). Kandungan dalam limbah cair tahu tersebut bermanfaat dalam pertumbuhan tanaman (Raharjeng *et al.*, 2018). Penggunaan EM4 pada fermentasi limbah cair tahu dapat mempercepat proses fermentasi sehingga kandungan unsur hara mudah terserap (Maulana *et al.*, 2017). Pada EM4 terdapat bakteri pengikat nitrogen seperti bakteri *Azobacter* dan *Actinomycetes* heterotrof yang mampu menghasilkan NO_3^- dari NH_4^+ untuk meningkatkan kandungan nitrogen. Pada EM4 juga terdapat bakteri pelarut fosfat seperti *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Pseudomonas* untuk memproses kandungan fosfat dan melepaskan unsur kalium (Achmad, 2021). Cucian air beras mengandung berbagai nutrisi yang berguna bagi pertumbuhan tanaman, seperti, merangsang pertumbuhan dan metabolisme pada akar. Air cucian beras mengandung karbohidrat, nitrogen, fosfor, kalium, magnesium, sulfur, besi dan vitamin B1 (Baning dan Rahmatan, 2016). Kandungan nutrisi tersebut termasuk dalam kandungan yang kompleks sehingga penggunaannya dengan konsentrasi tidak terlalu pekat (encer) bertujuan untuk memudahkan dalam proses penyerapan, viskositas cairan rendah, akar tanaman lebih mudah mengadsorpsi unsur hara dalam air cucian beras tersebut (Astiaji dan Anita, 2021).

Peningkatan pertumbuhan vegetatif dari tanaman hidroponik dapat dicapai dengan penambahan atau pemberian pupuk cair *plant catalyst*. *Plant catalyst* memiliki kandungan hara yang lengkap, sehingga mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman, panjang akar, dan bobot segar tanaman akan meningkat (Warganegara *et al.*, 2018). Nutrisi Enza, Elwindo, dan Alfesindo juga mengandung unsur nitrogen, tetapi nutrisi Enza dan Elwindo memiliki kandungan unsur nitrogen lebih tinggi dibandingkan nutrisi Alfesindo (Gumelar *et al.*, 2021). Penambahan nitrogen berperan dalam pembentukan senyawa penting, seperti klorofil, asam nukleat dan enzim, meningkatnya jumlah daun yang juga berpengaruh pada luas daun. Penambahan nitrogen yang cukup dapat mempercepat laju pembelahan, pemanjangan sel, pertumbuhan akar, batang, dan daun (Gustiar *et al.*, 2021).

Pupuk NPK dalam literatur yang dikaji merupakan pupuk yang berasal dari bahan organik yang mengandung unsur N, P, dan K. Peran dari unsur N adalah mempercepat laju pembelahan dan pemanjangan sel, pertumbuhan akar, batang, dan daun. Peran dari unsur P adalah mengatur metabolism agar berjalan dengan baik sehingga pembelahan,

pembesaran, dan diferensiasi sel berjalan baik. Peran K adalah sebagai aktivator enzim dalam proses fotosintesis dan respiration (Wahyuningsih *et al.*, 2016). Sedangkan menurut Anggraeni *et al.* (2021) NPK merupakan contoh dari NPK majemuk dengan kandungan 16% N, 16% P₂O₅, 16% K₂O, 0,5% Mg, 6% Ca. Nutrisi NPK ini dapat memenuhi kebutuhan unsur hara makro mikro tanaman, membantu pertumbuhan tanaman. Pemanfaatan pupuk NPK juga dapat dikombinasikan dengan pupuk daun dan urin sapi yang juga memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro bagi kelangsungan hidup tanaman, sehingga dapat dijadikan salah satu alternatif sumber nutrisi; pupuk daun dapat dengan mudah ditemukan di pasaran (Laksono dan Sugiono, 2018).

CaCl₂ juga dapat digunakan sebagai nutrisi pada tanaman hidroponik dengan konsentrasi yang sesuai dengan kebutuhan tanaman; dapat memberikan pengaruh yang sangat baik terhadap pertumbuhan dari tanaman. Namun jika konsentrasi yang diberikan terlalu tinggi dapat menurunkan tingkat produksi suatu tanaman. Hal tersebut dikarenakan tingginya kadar CaCl₂ berpengaruh terhadap tingkat pH media tanam yang semakin tinggi. Konsentrasi pH yang tinggi atau semakin meningkat menyebabkan hara mikro dalam keadaan tidak tersedia, dan kurangnya unsur hara mikro dapat mengganggu pertumbuhan tanaman (Kamalia *et al.*, 2017).

Fertimix adalah nutrisi hidroponik yang diramu dari bahan-bahan yang berkualitas tinggi sehingga memiliki beberapa kandungan unsur hara, seperti Ca (NO₃)₂, Fe-HEDTA 12 %, KNO₃, K₂PO₄, MgSO₄, K₂SO₄, MnSO₄, ZnSO₄, Borax CuSO₄, dan natrium molybdenum (Adimihardja *et al.*, 2013). Limbah tahu cair juga dapat dikombinasikan dengan kayu apu. Gregori dalam Yustiningsih (2019), mengungkapkan bahwa mikroorganisme pada akar kayu apu, yaitu bakteri *rhizosfer*, berperan dalam menyerap dan memecah senyawa organik pada limbah secara aerob sehingga dapat menurunkan kepekatan larutan dan menurunkan nilai EC. Kombinan antara vinasse, azolla dan glirisida mengandung unsur hara makro diantaranya N,P,K,Ca, Mg, Si, Fe, Zn dan Mn, sehingga kombinan nutrisi ini memiliki manfaat dan pengaruh yang hampir sama dengan nutrisi AB Mix (Hakim *et al.*, 2020).

Penggunaan Zat Pengatur Tumbuhan

Berdasarkan hasil kajian literatur mengenai penggunaan zat pengatur tumbuhan pada tanaman hidroponik diperoleh hasil sebagaimana disajika pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil kajian literatur penggunaan zat pengatur tumbuh (ZPT) dan hidroponik

Jenis tanaman	Jenis zat pengatur tumbuh	Sumber artikel
Stroberi	ZPT ARETA (Air Kelapa Muda 10%, Ekstrak Rebung 15%, dan Ekstrak Tauge 20%)	Sari <i>et al.</i> (2021)
	ZPT ARETA (Air Kelapa Muda 15%, Ekstrak Rebung 20%, dan Ekstrak Tauge 10%)	
	ZPT ARETA (Air Kelapa Muda 20%, Ekstrak Rebung 10%, dan Ekstrak Tauge 15%)	
Jenis Tanaman	Jenis Zat pengatur Tumbuhan	Sumber Artikel
Stroberi	ZPT Auksin ZPT Sitokinin ZPT Giberelin	Tikafebrianti dan Anggraeni (2021)
Melon	ZPT Giberelin	Jazuli <i>et al.</i> (2021)

Stroberi

Zat pengatur tumbuh (ZPT) juga berperan dalam meningkatkan hasil pada tanaman yang dibudidayakan secara hidroponik. Salah satu jenis ZPT yang diberikan adalah ZPT ARETA yang merupakan kombinasi dari air kelapa muda, ekstrak rebung atau bambu muda dan ekstrak tauge dengan konsentrasi yang berbeda. Pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun diperoleh pada konsentrasi 15% air kelapa dan 20% ekstrak rebung dan 10% ekstrak tauge; sedangkan jumlah bunga terbaik, jumlah buah terbanyak, bobot buah tertinggi, diameter dan produksi terbaik diperoleh dengan konsentrasi 20% air kelapa dan 10% ekstrak rebung dan 15% ekstrak tauge (Sari *et al.*, 2021). Pada penelitian Tikafebrianti dan Anggraeni (2021) yang menggunakan jenis ZPT auksin, sitokinin, dan giberelin dimana respon berupa hasil terbaik tinggi tanaman diperoleh dengan penerapan ZPT giberelin. Hasil terbaik dalam pertumbuhan sulur, jumlah anakan dan peningkatan jumlah klorofil pada tanaman stroberi diperoleh dengan penerapan ZPT sitokinin.

Melon

Pada penelitian Jazuli *et al.* (2021) didapatkan bahwa penambahan ZPT giberelin pada tanaman melon memberi pengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman melon, sehingga mengatasi masalah ukuran tanaman melon yang kecil.

Zat pengatur tumbuh, seperti auksin, sitokin dan giberelin adalah senyawa organik yang diproduksi tanaman dalam jumlah sedikit, berperan penting mengatur fisiologis tanaman (Tikafebrianti *et al.*, 2021). Giberelin merupakan ZPT yang berperan dalam mempengaruhi berbagai proses fisiologi tanaman (Maharani *et al.*, 2018). Pemberian giberelin mampu memacu pembelahan dan pembesaran sel sehingga merangsang perkecambahan benih dan merangsang pertumbuhan tanaman melalui peningkatan tinggi tanaman dan luas daun (Mulyani, 2020). Sitokin berpengaruh dalam proses pembentukan cabang dan pembelahan sel. Auksin berperan dalam proses pemanjangan sel dan sitokin berpengaruh terhadap terbentuknya tunas pada tanaman. ZPT ARETA merupakan kombinasi dari nutrisi alternatif berupa air kelapa muda yang mengandung hormon auksin, sitokin dan giberelin, ekstrak rebung yang mengandung hormon giberelin, serta ekstrak tauge yang mengandung hormon auksin. ZPT ARETA dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Hormon sitokin yang terdapat pada air kelapa muda mampu mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun (Sari *et al.*, 2021).

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian literature yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat banyak jenis nutrisi yang dapat digunakan dalam upaya meningkatkan kualitas pertumbuhan dan perkembangan pada beberapa jenis tanaman yang dibudidayakan secara hidroponik, dengan beberapa pengaruh positif. Nutrisinya meliputi air kolam lele, urine kambing, kotoran sapi, kotoran kelinci, ekstrak daun kelor, pupuk NPK, limbah cair tahu, ekstrak paitan, *plant catalyst*, CaCl₂, nitrogen, *fertimix*, kayu apu, keong mas, urin sapi, urin sapi ditambahkan dengan fermentasi urine sapi, dan POC kelinci yang ditambahkan fermentasi urine sapi, air cucian beras, NPK phoska, KCL, *growmore*, POC vinasse dan feses domba, Mg, kombinan POC vinasse, azolla dan gliseride serta kombinasi vinasse dan feses kambing. Selain nutrisi juga terdapat ZPT berupa giberelin, auksin, sitokin, dan areta (air kelapa muda, ekstrak rebung dan ekstrak tauge) yang mengatur atau mengontrol pertumbuhan tanaman hidroponik.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, C.A. 2021. Pengaruh penambahan bioaktivator terhadap peningkatan unsur hara pupuk kandang dan aplikasinya pada pertumbuhan tanaman salak pasca erupsi Merapi. *Life Science* 101: 76-82. DOI: <https://doi.org/10.15294/lifesci.v10i1.47175>.
- Afrilandha, N., & Setiawan, R.M. 2018. Pengaruh kombinasi nutrisi anorganik dan pupuk hayati terhadap populasi *Azotobacter* sp. kandungan klorofil, serapan N, dan hasil tanaman tomat pada sistem hidroponik. *Asosiasi Agroindustri Indonesia* 22(1): 66-75.
- Ahdiyanto, T., Jaenudin, A., & Faqih, A. 2019. Pengaruh pupuk organik cair terhadap pertumbuhan dan hasil pada tiga kultivar kubis bunga (*Brassica oleracea* L) dataran rendah. *Agroswagati Jurnal Agronomi* 62: 735-743.
- Ananda, S.R., Laksono, A.R., & Samaullah, Y. M. H. 2021. Uji efektivitas dosis nutrisi organik keong mas terhadap karakter agronomis dan produksi selada merah (*Lactuca sativa* L. var. *crispula*) varietas red rapid F1 pada sistem hidroponik rakit apung. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan* 74: 563-572. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5211561>.
- Astija, A., & Anita, A. 2021. Pengaruh penggunaan limbah air cucian beras terhadap pertumbuhan tanaman seledri (*Apium graveolens* L.) dengan sistem penanaman hidroponik. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi* 91: 105-113. <https://doi.org/10.33394/bjib.v9i1.3622>.
- Anggraeni, W. T., Laksono, R. A., & Agustini, R. Y. 2021. Uji efektivitas nutrisi organik air leri dan pupuk npk majemuk terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman *baby kailan* (*Brassica oleracea* var. *acephala* L.) Kultivar Kale F1. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan* 78: 742-752. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5808264>.
- Baning, C., & Rahmatan, H. 2016. Pengaruh pemberian air cucian beras merah terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman lada (*Piper nigrum* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi* 11: 1-9.
- Faisal, F., & Hayati, Z. 2021. Peran nutrisi AB mix-plus dan jenis media terhadap pertumbuhan tanaman selada merah (*Lactuca sativa*) pada sistem hidroponik substrat. *Jurnal Agrista* 253: 136-145.
- Frasetya, B., Harisman, K., Rohim, A., & Hidayat, C. 2018. Evaluasi nutrisi hidroponik alternatif terhadap pertumbuhan dan hasil mentimun Jepang varietas Roberto pada hidroponik irigasi tetes infus. In Seminar Nasional Dies Natalis UNS. 2018, Solo. pp 2(1). 230-238.
- Gultom, F., & Harianto, S. 2022. Lunturnya sektor pertanian di perkotaan. *Jurnal Analisa Sosiologi* 11(1): 49-72. <https://doi.org/10.20961/jas.v11i1.56324>.
- Gumelar, I.A., Kusnadi, E., & Lusiana. 2021. Respon pertumbuhan dan hasil tanaman mentimun (*Cucumis sativa* L.) varietes Zatavy F1 terhadap nutrisi berbeda pada sistem hidroponik. *PASPALM: Jurnal Ilmiah Pertanian* 91: 61-67. <http://dx.doi.org/10.35138/paspalum.v9i1.278>.
- Gustiar, F., Munandar, M., Aprilia, N. R., Hasmeda, M., Amar, M., & Arsi, A. 2021. Pertumbuhan dan hasil tanaman bayam (*Amaranthus* sp) pada berbagai komposisi nutrisi alternatif pengganti AB mix dengan sistem hidroponik deep flow technique. In Seminar Nasional Lahan Suboptimal. Juni 2021, Mataram. 91. pp. 931-940.
- Hakim, H. R., Sunaryo, Y., & Pamungkas, D. H. 2020. Pengaruh pupuk organik cair (POC) berbahan baku vinasse dan jumlah buah terhadap hasil tanaman melon (*Cucumis melo* L.) dengan sistem hidroponik substrat. *Jurnal Ilmiah Agroust* 41: 76-85.
- Handayani, T. 2020. Pengaruh aplikasi pupuk kandang, NPK dan urine kelinci terhadap pertumbuhan dan produksi dua macam varietas tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.). *AGRONISMA* 81: 12-21.
- Handayani, M., Vikasari, C., & Prasadi, O. 2020. Akuaponik sebagai sistem pemanfaatan limbah budidaya ikan lele di Desa Kalijaran. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Manufaktur* 21: 41-50. <https://doi.org/10.48182/jtrm.v2i1.21>.

- Jazuli, M. I. 2021. Pemanfaatan giberelin untuk memaci pertumbuhan dan produksi melon menggunakan hidroponik sistem sumbu. *Jurnal Bioindustri* 41: 1-11. <https://doi.org/10.31326/jbio.v4i1.1220>.
- Kamalia, S., Dewanti, P., & Soedradjad, R. 2017. Teknologi hidroponik sistem sumbu pada produksi selada lollo rossa (*Lactuca sativa L.*) dengan penambahan CaCl₂ sebagai nutrisi hidroponik. *Jurnal Agroteknologi* 111: 96-104. <https://doi.org/10.19184/j-agt.v11i1.5451>.
- Kuswoyo, A., & Zein, M. 2018. Kajian pemanfaatan air kolam lele dengan substitusi urin kambing sebagai nutrisi hidroponik sayuran organik. *Agrisains: Jurnal Budidaya Tanaman Perkebunan Politeknik HASNUR* 41: 1-4.
- Laksono, R.A., & Sugiono, D. 2019. Optimasi pupuk NPK majemuk, pupuk daun dan POC urin sapi pada hidroponik sistem wick terhadap produksi tanaman kubis bunga (*Brasicca oleracea L. var. botrytis sub.var. cauliflora DC*) Kultivar PM 126 F1. *PASPALUM, Jurnal Ilmiah Pertanian* 71: 24-33. <http://dx.doi.org/10.35138/paspalum.v7i1.108>.
- Maharani, A., Suwirman, S., & Noli, Z. A. 2018. Pengaruh konsentrasi giberelin (GA3) terhadap pertumbuhan kailan (*Brassica oleracea L. var. alboglabra*) pada berbagai media tanam dengan hidroponik wick system. *J. Bio. UA: Jurnal Biologi Universitas Andalas* 62: 63-70. <https://doi.org/10.25077/jbioua.6.2.63-70.2018>.
- Manullang, I. F., Hasibuan, S., & Mawarni Ch., R. 2019. Pengaruh nutrisi mix dan media tanam berbeda terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman selada (*Lactuca Sativa*) secara hidroponik dengan sistem wick. *BERNAS Agricultural Research Journal* 153: 82-90.
- Mappanganro, N. 2013. Pertumbuhan tanaman stroberi pada berbagai jenis dan konsentrasi pupuk organik cair dan urine sapi dengan sistem hidroponik irigasi tetes. *BIOGENESIS: Jurnal Ilmiah Biologi* 12: 123-132. <https://doi.org/10.24252/bio.v1i2.458>.
- Mappanganro, N., & Burhanudin, B. 2021. Produksi tanaman stroberi pada berbagai jenis pupuk organik cair dengan sistem hidroponik irigasi tetes. *Jurnal Ganec Swara* 152: 1147-1158. <https://doi.org/10.35327/gara.v15i2.230>.
- Maulana, P. M., Karina, S., & Mellisa, S. 2017. Pemanfaatan fermentasi limbah cair tahu menggunakan em4 sebagai alternatif nutrisi bagi mikroalga *Spirulina* sp. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah* 21: 104-112.
- Mulyani, L., Khairani, L., & Susilawati, I. 2020. Pengaruh penambahan giberelin terhadap pertumbuhan dan persentase batang dan akar tanaman jagung dengan sistem hidroponik. *Jurnal Sumber Daya Hewan* 11: 6-8. <https://doi.org/10.24198/jsdh.v1i1.30991>.
- Narulita, N., Hasibuan, S., & Mawarni, R. 2019. Pengaruh sistem dan konsentrasi nutrisi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman pakcoy (*Brassica Rapa L.*) secara hidroponik. *Bernas: Jurnal Penelitian Pertanian* 153: 99-108.
- Nurrohman, M., Suryanto, A., & Wicaksono, K. P. 2014. Penggunaan fermentasi ekstrak paitan (*Tithonia diversifolia L.*) dan kotoran kelinci cair sebagai sumber hara pada budidaya sawi (*Brassica juncea L.*) secara hidroponik rakit apung. *Jurnal Produksi Tanaman* 28: 649-657. <https://doi.org/10.21176/protan.v2i8.156>.
- Pelia, L. 2021. Pengaruh pupuk organik cair daun kelor terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman terong ungu. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Pertanian* 13: 77-81. <https://doi.org/10.52045/jimfp.v1i3.193>.
- Purba, W.D., & Patimah S. 2020. Respon pertumbuhan dan produksi tanaman terung ungu (*Solanum melongena L*) secara hidroponik sistem wick terhadap pemberian nutrisi AB mix dan nutrisi ekstrak daun kelor. Prosiding Seminar Nasional Multidisiplin Ilmu Universitas Asahan. 19 September 2020, Sumatra Utara. pp. 986-977.
- Puspita, M., Laksono, A. R., & Syah. 2021. Respon pertumbuhan dan hasil bayam merah (*Aternatherra amoena Voss.*) akibat populasi dan konsentrasi AB mix pada hidroponik rakit apung. *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian* 192: 130-142. <https://doi.org/10.32528/agritrop.v19i2.6048>.
- Putra, I. M., Sunaryo, Y., & Darnawi, D. 2021. Pertumbuhan dan hasil hidroponik tomat cherry (*Solanum lycopersicum var cerasiforme*) dengan perlakuan POC berbahan baku vinasé dan feces domba dengan fertigasi sistem tetes. *Jurnal Ilmiah Agrousti* 51: 1-12.
- Raditya, F. T. 2021. Pengaruh pemberian pupuk cair daun kelor dan cangkang telur terhadap pertumbuhan sawi samhong (*Brassica juncea L.*). *Jurnal Agrosains Dan Teknologi* 61: 1-6. <https://doi.org/10.24853/jat.6.1.1-6>.
- Raharjeng, A. R. P., Fatiqin, A., & Sunarti, R. N. 2018. Sistem tanam hidroponik sayur bayam merah (*Amaranthus gangeticus*) dengan menggunakan limbah cair tahu sebagai nutrisi pertumbuhan. *Jurnal Biosilampari: Jurnal Biologi* 11: 1-9.
- Rianti, A., Kusmiadi, R., & Apriyadi, R. 2019. Respons pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa L.*) dengan pemberian teh kompos bulu ayam pada sistem hidroponik. *AGROSAINSTEK: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian* 32: 52-58. <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v3i2.51>.
- Romalasari, A., & Sobari, E. 2019. Produksi selada (*Lactuca sativa L.*) menggunakan sistem hidroponik dengan perbedaan sumber nutrisi. *Agripima, Journal of Applied Agricultural Sciences* 31: 36-41. <https://doi.org/10.25047/agripima.v3i1.158>.
- Rosyadi, I., Karmanah, K., & Sargo, S. 2021. Aplikasi pupuk organik cair berbahan baku urin ternak terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa L.*). *Agrisintech (Journal of Agribusiness and Agrotechnology)* 21: 29-36. <https://doi.org/10.31938/agrisintech.v2i1.313>.
- Saleh, K. 2021. Budidaya sayur secara hidroponik dan ikan lele (mix farming) dalam mempertahankan ketahanan pangan keluarga di desa jatiwaringan mauk tangerang. *Jurnal Pengabdian Dinamika* 81: 45-55.
- Sari, S. W., Safruddin, S., & Purba, D. W. (2019). Pengaruh pemberian ekstrak daun kelor dan nutrisi AB-mix terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman seledri (*Apium Graveolens L.*) secara hidroponik dengan sistem wick. *BERNAS Agricultural Research Journal* 153: 22-3.
- Sari, R. K. 2018. Pengaruh media tanaman pada berbagai konsentrasi nutrisi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman seledri (*Apium Graveolens L.*) dengan sistem tanam hidroponik nutrisi Film Teknik. *Jurnal Agrifor* 181: 115-122. <https://doi.org/10.33084/daun.v3i1.155>.
- Sari, W., & Amelia K. 2021. Peningkatan produksi strawberi (*Fragaria x Ananassa*) secara hidroponik dengan aplikasi ZPT ARETA. *Jurnal of Scientech and Development* 31: 187-194.
- Setiawan, N. D. 2018. Otomasi pencampur nutrisi hidroponik sistem NTF (Nutrient Film Technique) berbasis arduino mega 2560. *Jurnal Teknik Informatika UNIKA Santo Thomas* 32: 78-82. <https://doi.org/10.17605/jti.v3i2.292>.

- Sutrisno, A., Ratnasari, E., & Fitrihidajati, H. (2015). Fermentasi limbah cair tahu menggunakan em4 sebagai alternatif nutrisi hidroponik dan aplikasinya pada sawi hijau (*Brassica juncea* var. Tosakan). *LenteraBio* 41: 56-63.
- Suwirmen, S., Noli, Z. A., & Putri, F. J. 2021. Pengaruh cara aplikasi dan konsentrasi ekstrak kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap pertumbuhan kubis singgalang (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.). *Agro Bali: Agricultural Journal* 51: 20-29. <https://doi.org/10.37637/ab.v5i1.806>.
- Tayanan, B., Late, S., Salam, M., Batuwaal, T. A., Sanabuky, K., Tim, N. F. H., & Ritiauw, S. P. 2021. Pelatihan penggunaan nutrisi ab mix pada tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa* L) bagi kelompok hidroponik di dusun airlouw. *Pattimura MengabdI (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)* 11: 17-24.
- Tikafebrianti, L., & Anggraeni, G. 2021. Pengaruh zat pengatur tumbuhan dan jenis media hidropnik substrat terhadap pertumbuhan dan hasil stroberi di dataran medium. *Agro Bali: Agricultural Jurnal* 43: 379-390. <https://doi.org/10.37637/ab.v4i3.754>.
- Tripama, B., & Yahya, M. R. 2018. Respon konsentrasi nutrisi hidroponik terhadap tiga jenis tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science)* 162: 237-249. <https://doi.org/10.32528/agritrop.v16i2.1807>.
- Trisnalindo, O., Haris, A., & Aidawati, N. 2020. Pengaruh nutrisi organik cair terhadap pertumbuhan dan produksi bayam merah (*Althenanthera Amoena* Voss) dengan metode hidroponik Wick System. *AGROEKOTEK VIEW: Jurnal Tugas khir mahasiswa* 31: 62-65. <https://doi.org/10.20527/agtview.v3i1.1427>.
- Wahyuningsih, A., Fajriani, S., & Aini, N. 2016. The nutrition aand growth media composition on the growth and yield of pakcoy (*Brassica rapa* L.) using hydroponics system. *Jurnal Produksi Tanaman* 48: 595-601.
- Warganegara, G. R., Ginting, Y. C., & Kushendarto, K. 2015. pengaruh konsentrasi nitrogen dan plant catalyst terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) secara hidroponik. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* 152: 100-106. <https://doi.org/10.25181/jppt.v15i2.116>.
- Wijaya, R. (2018). Hasil Dan Pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) dalam sistem akuaponik ikan nila, ikan lele dan ikan pelangi. *Median: Jurnal Ilmu Ilmu Eksakta* 103: 14-22. <https://doi.org/10.33506/md.v10i3.178>.
- Wulansari, N. K., Windriyati, R. D. H., & Kurniawati, A. 2021. Pengaruh formulasi nutrisi terhadap pertumbuhan dan hasil tomat ceri pada sistem hidroponik tetes. *AGRIN: Asosiasi Agronustri Indonesia* 251: 36-47.
- Yunindanova, M. B., Darsana, L., & Putra, A. P. 2018. Respon pertumbuhan tanaman seledri terhadap nutrisi dan naungan menggunakan sistem hidroponik rakit apung. *Jurnal Agroteknologi* 91: 1-8. <http://dx.doi.org/10.24014/ja.v9i1.3622>.
- Yustiningsih, M., Naisumu, Y. G., & Berek, A. 2019. Deep Flow Technique (DFT) hidroponik menggunakan media nutrisi limbah cair tahu dan kayu apu (*Pistia Stratiotes* L) untuk peningkatan produktivitas tanaman. *Mangifera Edu: Jurnal Biologi and Pendidikan Biologi* 32: 110-121.
- Yuwono, S. S. & Basri, H. 2021. Kualitas melon hidroponik dengan penggunaan media tanam dan dosis pemberian unsur magnesium. *Jurnal of Agriculture and Human Resorce Development Studies* 21: 55-59. <https://doi.org/10.46575/agrihumanis.v2i1.92>.
- Zamriyetti, Z., Siregar, M., & Refnizuida, R. 2019. Pertumbuhan dan produksi tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) dengan aplikasi beberapa konsentrasi nutrisi ab mix dan monosodium glutamat pada sistem tanam hidroponik wick. *Agrium: Jurnal Ilmu Pertanian* 221: 56-61. <http://dx.doi.org/10.30596%2Fagrium.v22i1.3105>.