

PENGARUH NUTRISI LIMBAH RUMAH TANGGA TERHADAP PERTUMBUHAN KANGKUNG (*Ipomoea aquatica*) PADA MEDIA HIDROPONIK

Nadratun Nikmah^{1)*}, Jannatun Aliyah²⁾

¹⁾ Fakultas Pertanian, Universitas Samawa

Jalan Raya bypass Sering, Kecamatan Unter Iwes, Kabupaten Sumbawa

²⁾ Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Teknologi Sumbawa

Jalan Raya Olat Maras, Kecamatan Moyo Hulu, Kabupaten Sumbawa

*e-mail korespondensi: n.nikmah1990@gmail.com

ABSTRAK

Pemanfaatan sampah organik dari limbah rumah tangga merupakan upaya untuk meningkatkan kualitas lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh variasi nutrisi AB mix + pupuk organik cair (POC) pada media hidroponik dengan metode wick system untuk tanaman kangkung. Variabel yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat basah tanaman menggunakan rancangan acak kelompok 6 ulangan dengan satu faktor penelitian yaitu variasi nutrisi. Variasi nutrisi yang dilakukan yaitu K_0 = dosis AB mix; K_1 = dosis AB mix + 25 % POC; K_2 = dosis AB mix + 50% POC; dan K_3 = dosis AB mix + 75 % POC. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa perlakuan K_1 dengan variasi nutrisi dosis AB mix + 25% POC memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman kangkung. Hal ini juga dapat digunakan sebagai variasi penggunaan pupuk dengan sistem hidroponik untuk mengurangi penggunaan pupuk kimia.

Kata kunci: nutrisi, limbah rumah tangga, kangkung, hidroponik

ABSTRACT

Using organic waste from household waste is an effort to improve environmental quality. This study aims to obtain variations in AB mix nutrients + liquid organic fertilizer (LOF) in hydroponic media with the wick system method for water spinach plants. The variables observed included plant height, number of leaves, and wet weight of plants using a randomized block design with 6 replications with one research factor, namely nutrient variation. The nutrient variations carried out were K_0 = AB mix dose; K_1 = AB mix dose + 25% LOF; K_2 = AB mix dose + 50% LOF; and K_3 = AB mix dose + 75% LOF. The study's results showed that the K_1 treatment with a nutrient variation of AB mix + 25% LOF dose significantly affected the growth of water spinach plants. This can also be used as a variation in the use of fertilizers with a hydroponic system to reduce the use of chemical fertilizers.

Keywords: nutrition, household waste, water spinach, hydroponics

PENDAHULUAN

Limbah organik merupakan bahan organik yang mudah dimusnahkan oleh makhluk hidup, khususnya bakteri (Monita et al., 2017). Limbah berkontribusi terhadap degradasi lingkungan dengan mengeluarkan bau tidak sedap, mencemari air dan tanah, serta menurunkan keindahan lingkungan. Limbah sayuran dan buah-buahan sering kali dibuang ke tempat pembuangan sampah terbuka tanpa pengolahan tambahan, sehingga mencemari lingkungan dan mengeluarkan aroma (Fadlilla et al., 2023). Menurut Pramono (2004), sekitar 60% dari seluruh sampah organik merupakan sampah sayuran, dan 40% sisanya terdiri dari sampah daun, kulit buah, dan sampah makanan. Semakin banyak aktivitas rumah tangga yang dilakukan maka semakin banyak sampah yang dihasilkan menyebabkan tumpukan sampah yang menimbulkan bau tidak sedap, mencemari lingkungan dan menimbulkan penyakit yang merugikan kesehatan masyarakat (Ekawandani Nunik & Alvianingsih, 2018).

Sampah organik yang dihasilkan dari limbah sayuran, buah-buahan serta daun-daun yang berguguran di lingkungan memiliki kandungan nutrisi seperti protein sebesar 10,89 – 15,58%, lemak sebesar 7,77 – 9,70% dan serat kasar sebesar 4,88 – 9,13% (Andriani et al., 2021). Karena kandungan nutrisi yang dimiliki oleh limbah rumah tangga, maka dapat digunakan kembali menjadi berbagai macam produk seperti pupuk organik cair (Ariska et al., 2023), biogas, arang briket, pakan ikan, kerajinan tangan dan *eco enzyme* (Fadlilla et al., 2023). Pupuk organik cair yang dihasilkan dari limbah rumah tangga mengandung nitrogen, fosfor, dan kalium yang diperlukan oleh tanaman sebagai pengganti pupuk kimia.

Menurut Nur (2019) dalam (Bunari et al., 2022) pada penelitiannya melaporkan bahwa limbah buah mengandung Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), Vitamin, Kalsium (Ca), Zat Besi (Fe), Natrium (Na) dan Magnesium (Mg) yang merupakan unsur hara yang diperlukan untuk proses pertumbuhan tanaman serta bahan dasar pembuatan pupuk organik cair. Pupuk organik cair (POC) memiliki keunggulan sebagai defesiensi hara, memperbaiki sifat fisik dan kimia sehingga dapat meningkatkan hasil panen dan kualitas tanaman (Marlina, 2016).

Limbah sayuran dan buah-buahan umumnya mengekstrasi nutrient yang diperlukan tanaman seperti protein, bahan organik, lignin, hemiselulosa, selulosa dan pektin (Das et al., 2018; Lamba et al., 2016).

Lignin (19%), hemiselulosa (14%), selulosa (50%), dan pektin secara khusus diekstraksi dari limbah tomat (Fritsch et al., 2017). Limbah sayuran yang dikonversikan dengan mikroba menghasilkan berbagai macam produk seperti asam laktat dari limbah sayuran diperoleh dari konversi asam laktat dan bakteri *penicillium sp.* (Sabater et al., 2020). Limbah sayuran berdaun mengandung pigmen fotosintesis yang penting. Jiménez-Moreno et al., (2019) mengekstraksi beberapa zat bermanfaat dari limbah sayuran, termasuk antioksidan, minyak, ber, asam lemak, isoprenoid, lipid, protein, saponin, dan fitoestrogen. Saini et al., (2019) menciptakan nano-emulsi bahan kimia bermanfaat dari limbah sayuran, termasuk karotenoid dan polifenol. Bayram et al., (2021) menggunakan limbah sayuran untuk membuat biopolimer, biokomposit, film yang dapat dimakan, dan pelapis untuk kemasan makanan. Limbah sayuran dapat diubah menjadi produk bermanfaat seperti minuman fermentasi, protein sel tunggal, minyak, biocolor, perasa, parfum, polisakarida, biopestisida, dan zat pengatur tumbuh dengan menggunakan mikroba (Panda et al., 2017). Mikroba pada limbah sayuran menghasilkan sumber energi seperti bioetanol, biogas, metana, dan *biohydrogen* (Chakravarty & Mandavgane, 2020; Fritsch et al., 2017; Panda et al., 2017). *Trichoderma reesei* menggunakan limbah sayuran untuk memproduksi pupuk hayati. Selain itu, Fritsch et al., (2017) melaporkan konversi yang sama menggunakan limbah tomat (Mahish et al., 2024). Berdasarkan penelitian tersebut, limbah rumah tangga yang berasal dari sayuran maupun buah-buahan baik digunakan untuk bahan baku pupuk organik cair pada penanaman sayuran seperti bayam, selada, maupun kangkung.

Kangkung (*Ipomoea aquatica*) merupakan salah satu jenis sayuran yang populer di kalangan masyarakat Indonesia. Sayuran ini kaya akan nutrisi dalam jumlah yang cukup. Selain itu juga, kangkung termasuk tanaman yang mudah dibudidayakan dan dapat ditanam secara hidroponik pada lahan terbatas (Ariska et al., 2023). Sistem hidroponik merupakan teknik pertanian dengan menggunakan air, unsur hara, dan oksigen sebagai media tanamnya, bukan

menggunakan tanah sebagai media tanamnya (Ilhamdi et al., 2020). Sistem ini menjadi lebih efisien karena dapat mengontrol jumlah air dan pupuk yang digunakan sehingga lebih efektif dan tidak bergantung pada iklim tempat tanaman berada. Terdapat enam jenis sistem hidroponik, yaitu *wick system*, *drip system*, sistem rakit apung (*deep water culture*), sistem pasang surut *ebb and flow*, sistem *nutrient film technique*, sistem aeroponik dan *aquaponic* (Huda, 2020).

Pengembangan teknologi hidroponik menggunakan pupuk organik cair sebagai penyuplai unsur hara pada tanaman (Pradita & Koesriharti, 2019). Larutan nutrisi yang biasanya digunakan dalam sistem hidroponik terdiri dari pupuk anorganik yang terbuat dari AB mix standar garam anorganik (Utami Nugraha & Dinurrohman Susila, 2015). Untuk menjaga ketersediaan unsur hara, AB mix ditambahkan secara berkala untuk melakukan pemupukan secara berlebihan (Wijayanti & Susila, 2013 dalam Wulansari et al., 2021). Oleh karena itu, POC dapat digunakan untuk menghasilkan bahan organik sehingga mengurangi penggunaan pupuk anorganik. Studi penggunaan POC telah dilakukan pada tanaman selada (Muhadiansyah et al., 2016) dan tomat (Sofyan, 2017). Namun, belum banyak penelitian dilakukan pada tanaman kangkung.

Penelitian mengenai variasi AB-Mix + POC belum pernah dilakukan sebelumnya khususnya pada tanaman kangkung pada sistem hidroponik dalam hal ini sistem sumbu (*wick system*). Penggunaan POC mampu mendorong pertumbuhan dan perkembangan tanaman kangkung. Untuk itu, dalam penelitian ini bertujuan untuk memformulasi nutrisi AB-Mix dan POC pada media hidroponik menggunakan metode sistem sumbu (*wick system*) pada tanaman kangkung.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pertanian, Desa Sering Kecamatan Unter Iwis, Kabupaten Sumbawa. Penelitian dilakukan mulai bulan Maret hingga Mei 2024. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Kangkung, nutrisi AB-Mix, POC dari limbah rumah tangga, dan media tanam *wick system*. Alat yang digunakan adalah TDS meter, pH meter, dan gelas ukur.

Proses Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC)

a. Pembuatan bahan POC dari limbah rumah tangga yakni sayuran dan buah-buahan. Selanjutnya bahan dicuci dan dijemur hingga kering, kemudian limbah sayuran dan buah-buahan ditumbuk/dihaluskan/dicacah dan ditampung dalam wadah/baskom. Selanjutnya, limbah sayuran yang telah dicacah ditimbang sebanyak 2 kg.

b. Pembuatan Molase

Molase berfungsi untuk menghasilkan sumber energi dan nutrisi untuk bakteri. Cairan molase diproduksi dengan menambahkan gula pasir ke dalam air suling dengan perbandingan 1:1 (1 kg gula pasir dalam 1 liter air suling).

c. Pembuatan Pupuk Organik Cair

Pembuatan POC dalam penelitian ini dilakukan sebanyak 100 ml EM4, 100 ml molase, 5 L air sumur, dan 2 kg limbah rumah tangga. Semua bahan dimasukkan ke dalam wadah diaduk rata dan ditutup rapat dan biarkan terfermentasi selama 2 minggu. Pupuk organik yang sudah matang memiliki bau yang khas seperti bau asam atau bau harum fermentasi. Pupuk yang sudah matang kemudian diencerkan dalam 10 liter air sumur sehingga menjadi 1 liter POC limbah sayuran.

Penelitian ini menggunakan satu faktor penelitian yaitu variasi nutrisi. Variasi nutrisi yang dilakukan yaitu K_0 = dosis AB-Mix; K_1 = dosis AB-Mix + 25% POC; K_2 = dosis AB-Mix + 50% POC; K_3 = dosis AB-Mix + 75% POC. Dosis AB mix ditambahkan sebanyak 5 ml AB mix/liter dalam jumlah yang sama untuk semua variasi. Setiap variasi nutrisi dilarutkan dalam 5 liter air. Variabel yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot basah per tanaman dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) sebanyak 6 ulangan.

Penelitian dimulai dengan penyemaian bibit kangkung pada nampang. Bibit berumur 14 hari setelah tanam dipindahkan ke wadah persegi berukuran 30 x 25 cm. Setiap lubang netpot berisi 1 bibit tanaman kangkung sehingga jumlah tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah 24 tanaman. Variabel perlakuan dengan menambahkan unsur hara sesuai dosis yang ditentukan, dilakukan dengan interval 7 hari sejak

tanaman pindah tanam hingga 35 hari setelah tanam (HST). Penghitungan laju tinggi dan jumlah daun tanaman dilakukan menggunakan rumus yang merujuk pada Wulansari et al., (2021) dijabarkan sebagai berikut:

$$L = \frac{x_2 - x_1}{t}$$

dimana:

L = laju

X₁ = data pengukuran pertama

X₂ = data pengukuran kedua

t = jarak hari antara kedua pengukuran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Nutrisi Pupuk Organik Cair (POC)

Kandungan nutrisi dalam penelitian ini berupa pengamatan terhadap parameter derajat keasaman (pH), kandungan Nitrogen (N), Fosfor (P) dan Kalium (K). Pupuk organik cair diperoleh dari limbah rumah tangga berupa sayuran dan buah-buahan. Jumlah kandungan nutrisi setiap perlakuan bervariasi dikarenakan ketersediaan air dan jumlah nutrisi dari limbah itu sendiri. Hasil analisis pupuk organik cair setiap perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Pupuk Organik Cair

No	Parameter	K0	K1	K2	K3
1	pH	7,0	7,0	6,5	7,5
2	N (mg/l)	60	65	60	50
3	P (mg/l)	85	150	120	130
4	K (mg/l)	20	260	250	240

Derajat keasaman (pH) media disetiap perlakuan berbeda-beda. Terlihat pada tabel 1 bahwa perlakuan K0, K1, dan K2 memiliki pH sekitar 7,0 yang artinya memiliki pH yang paling baik diantara K3. Menurut Maksum & sukartono (2012) menyatakan bahwa pH 6,5 – 7 merupakan kondisi terbaik untuk mencapai titik tumbuh dan berkembang tanaman yang optimal. Hasil analisis Nitrogen (N) menunjukkan perlakuan K0 hingga K3 hampir memiliki nilai yang sama yakni 60-50 mg/l. Jumlah N dalam tanaman memiliki peranan penting dalam sintesis asam nukleat, protein yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan

tanaman. Hal tersebut dijelaskan oleh Wang et al., (2007) dan Homer (2008) bahwa Nitrogen berfungsi untuk menyuplai unsur P yang meningkatkan pertumbuhan akar serta memineralisasi fosfor melalui pembentukan enzim fosfatase.

Hasil uji fosfor terlihat pada Tabel 1 dimana perlakuan K1 memiliki nilai paling tinggi diantara yang lain yaitu 150 mg/l. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa K1 yang merupakan kombinasi AB mix dan 25% POC dapat menyediakan unsur P di dalam tanaman yang berfungsi sebagai transfer energi dan penyusun fosfolipid nukleoprotein serta gula fosfat yang dibutuhkan oleh tanaman (Barker & Pilbeam, 2007). Kandungan Kalium menunjukkan perbedaan disetiap perlakuan. Untuk perlakuan K1, K2 dan K3 mempunyai nilai yang kurang lebih sama, sedangkan K0 jauh lebih rendah yaitu 20 mg/l. Hal ini dikarenakan K0 merupakan perlakuan yang hanya terdiri dari dosis AB mix sedangkan K1, K2 dan K3 mengandung tambahan POC dengan konsentrasi masing-masing 25%, 50%, dan 75 %. Namun demikian, kalium merupakan salah unsur penting yang diperlukan oleh tanaman (Almatsier, 2005).

Pengaruh Variasi Nutrisi terhadap Pertumbuhan Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun Kangkung

Tabel 2. Parameter tinggi, jumlah daun dan bobot basah tanaman kangkung dengan variasi pupuk AB mix + POC.

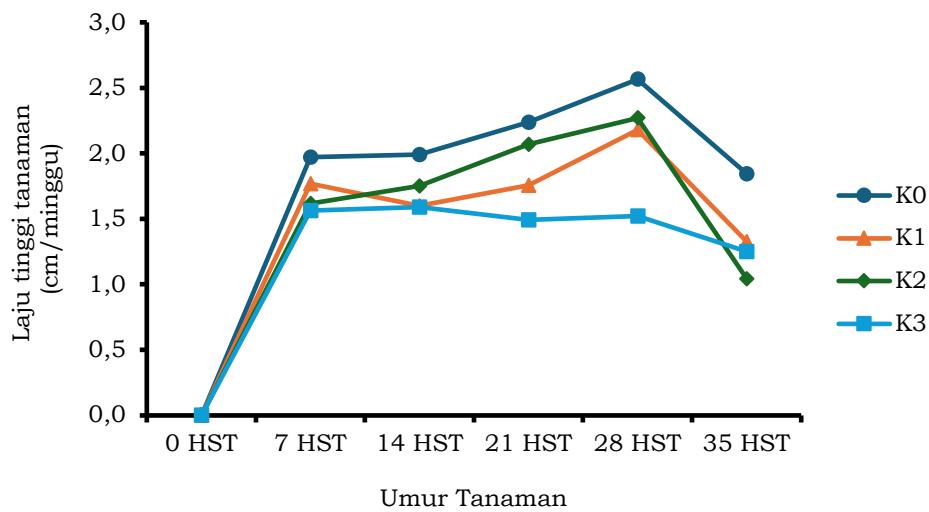
Parameter	HST	K0	K1	K2	K3
Tinggi tanaman (cm)	7	13,80 a	12,38 a	11,32 a	10,93 a
	14	27,73 a	23,58 b	23,57 b	22,07 b
	21	43,40 a	35,88 b	38,05 b	32,52 b
	28	55,25 a	51,15 a	53,95 a	43,17 b
	35	64,45 a	60,43 a	61,25 a	51,92 b
Jumlah daun (Helai)	7	5,67 a	5,67 a	5,17 a	4,50 b
	14	11,67 a	12,17 a	11,00 a	9,33 b
	21	18,00 a	17,50 a	16,00 a	12,83 b
	28	25,34 a	22,33 a	20,00 a	16,17 b
	35	26,75 a	24,67 b	23,00 b	19,33 c
Bobot basah tanaman (gram)		14,53 a	12,32 a	11,37 b	10,69 b

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada $p=0,05$ menurut uji UJGD

Pada tabel 2, variasi nutrisi berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun setiap perlakuan hingga umur 35 hari setelah tanam. Berdasarkan tabel 2 terlihat bahwa tinggi tanaman pada formulasi nutrisi perlakuan K0 tidak berbeda dengan perlakuan K1 dan K2. Tinggi tanaman dengan formulasi nutrisi yang lain berbeda dengan tinggi tanaman pada perlakuan K0 dimana hanya terdapat pupuk AB mix. Namun dengan menambahkan konsentrasi POC sebanyak 25% dan 50% mampu menggantikan pupuk AB mix.

Pertumbuhan pada tanaman akan terhambat apabila konsentrasi larutan pada pupuk yang berbeda menyebabkan penyerapan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman berkurang. Pada gambar 1, nilai laju tinggi tanaman perlakuan K0 menunjukkan angka tertinggi yaitu 2,57 cm pada umur ke 28 HST, diikuti oleh perlakuan K2, K1 dan K3. Menurut Tjitrosomo (1984) menjelaskan bahwa pertumbuhan ujung pucuk tanaman menyebabkan peningkatan tinggi tanaman yang berhubungan pertumbuhan *apical* dan aktivitas maristematik pada ujung batang tempat terbentuknya sel-sel baru untuk pertumbuhan yang cepat sehingga terjadinya pertumbuhan batang. Selain itu juga, pembelahan secara *anticlinal* dan *periclinal* terbelah pada ujung batang walaupun memiliki kecepatan yang berbeda-beda. Tanaman akan bertambah tinggi apabila nutrisi dalam pupuknya mengandung N, P, dan K yang mempercepat proses sintesis dan pembelahan dinding sel (Parman, 2007).

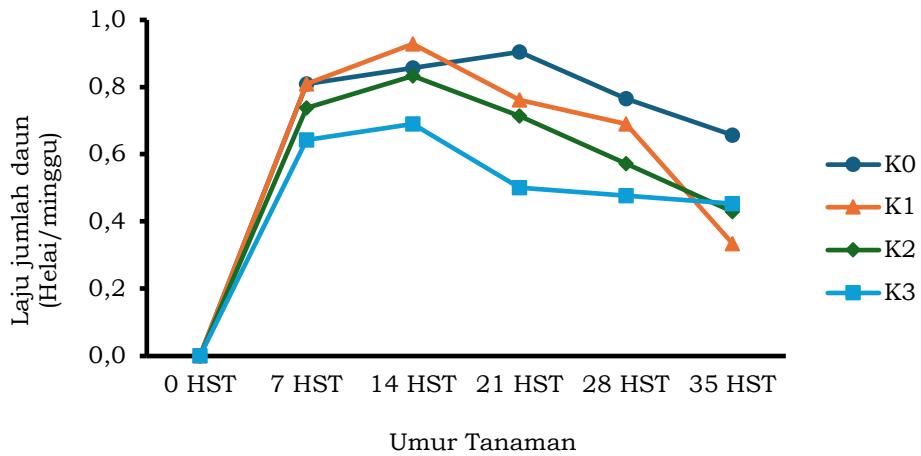
Pola laju tinggi tanaman pada Gambar 1 menunjukkan bahwa setiap perlakuan tinggi tanaman bertambah cepat hingga umur 28 HST pada K0, K1, K2 dan 14 HST pada K3 kemudian melandai dan turun. Hal ini dikarenakan pada unur ke 28 HST tanaman kangkung memasuki masa pembuangan sehingga nutrisi yang ada pada tanaman digunakan untuk proses pembuangan. Penelitian ini sejalan dengan penelitian (Wulansari et al., 2021) pada tomat ceri dimana setiap perlakuan memiliki respon yang berbeda terhadap tinggi tanaman.



Gambar 1. Laju Pertumbuhan Tinggi Tanaman Kangkung

Pada Gambar 2 dan Tabel 1 menunjukkan perlakuan nutrisi pada K1 dan K2 dalam pertumbuhan jumlah daun tanaman kangkung tidak berbeda nyata terhadap perlakuan K0. Hal ini disebabkan tersedianya unsur hara N dalam POC dapat meningkatkan laju pertumbuhan tanaman kangkung. Menurut Marlina, (2016) dalam penelitiannya melaporkan bahwa ketersediaan unsur N mampu mempercepat proses fotosintesis dan fotosintetat sehingga menambah panjang tanaman. Hasil fotosintesis berfungsi sebagai sumber energi untuk proses pertumbuhan seperti akar, batang dan daun serta disimpan dalam biji dan buah.

Laju jumlah daun tanaman kangkung menunjukkan perilaku yang sama kecuali pada perlakuan K3 yang artinya bahwa nilai kandungan pada K3 walaupun memiliki konsentrasi POC 75% namun karena masih ditambahkan dosis AB mix sehingga nutrisi yang ada dalam tanaman terlalu banyak sehingga mencapai titik jenuhnya yang mengakibatkan nutrisi yang diserap oleh tanaman sedikit. Daun memiliki peranan penting dalam proses fotosintesis yang mana jumlah daun menunjukkan fungsinya alat fotosintesis sebagai penerima cahaya matahari (Sitompul & Bambang, 1995). Berdasarkan hasil yang terlihat pada Gambar 2 bahwa perlakuan K1 dan K2 hampir memiliki hasil yang sama seperti pada perlakuan K0 yang terdiri dari dosis AB mix sehingga dalam hal ini dapat digunakan sebagai alternatif komposisi nutrisi tanaman kangkung hidroponik.



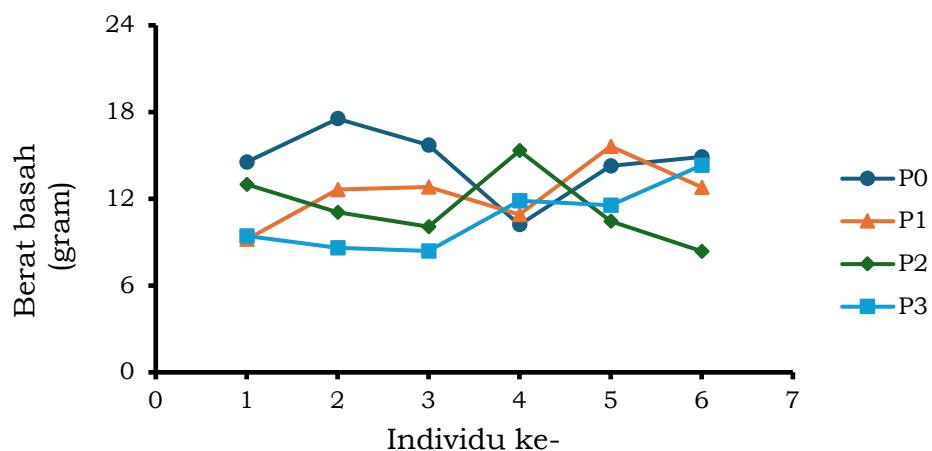
Gambar 2. Laju Pertumbuhan Jumlah Daun Tanaman Kangkung

Pengaruh Formulasi Nutrisi terhadap Bobot Basah Tanaman Kangkung

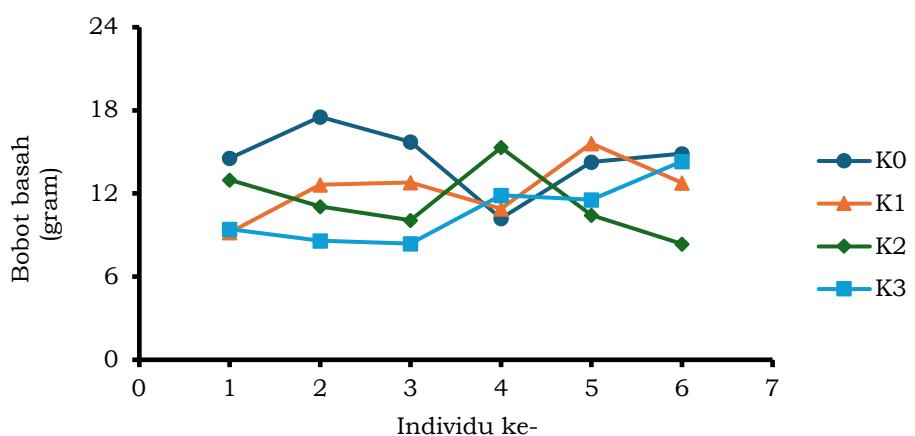
Ketersediaan nutrisi dalam tanaman berpengaruh terhadap bobot basah tanaman. Bobot basah yang dimaksud mengacu pada berat tanaman yang diukur setelah panen dan sebelum tanaman layu karena kekurangan air (Lakitan, 1996). Terlihat pada Gambar 3, jumlah bobot basah tanaman setiap individu berbeda-beda untuk setiap perlakuan. Hal ini dikarenakan kadar unsur hara pada media tanam akan berbeda-beda tergantung kadar POC yang digunakan. Menurut Setiyati (1979), melaporkan bahwa ketika unsur hara tersedia dalam jumlah seimbang untuk pertumbuhan tanaman, maka proses pembelahan sel, pembesaran dan pemanjangan sel terjadi dengan cepat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan K0 memiliki bobot rata-rata tertinggi diikuti oleh K1, K2 dan K3. Namun nilai bobot basah tanaman pada perlakuan K1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan K0. Hal ini dikarenakan tanaman kangkung dapat mencapai produksi yang baik dengan perlakuan 25% POC + AB mix, sedangkan pada penambahan konsentrasi 50% dan 75% POC mengakibatkan kelebihan jumlah kandungan nutrisi tanaman mengakibatkan produksi tanaman menjadi terhambat. Penelitian yang sama juga dilakukan oleh Rambe et al., (2019) pada tanaman bawang merah. Peningkatan bobot basah tanaman juga dipengaruhi oleh semakin tinggi tanaman dan semakin banyaknya jumlah daun maka jumlah bobot basah tanaman juga semakin besar (Susanawati et al., 2018). Berdasarkan hal tersebut, ketika membahas tinggi tanaman dan jumlah daun, diperoleh bahwa perlakuan K1 dan K2 memberikan nilai rata-rata

terbaik. Oleh karena itu, cukup tepat pengukuran bobot basah tertinggi pada perlakuan K1 dan nilai perlakuan K2 yang tidak jauh berbeda.



Gambar 3. Berat Basah Individu Tanaman Kangkung



Gambar 4. Bobot Basah Individu Tanaman Kangkung

SIMPULAN

Pengaplikasian dengan berbagai formulasi nutrisi menunjukkan bahwa perlakuan K1 dengan variasi dosis AB mix + 25% POC mengalami pertumbuhan yang setara dengan perlakuan K0 sehingga memberikan perilaku nyata terhadap pertumbuhan kangkung. Formulasi nutrisi tersebut dapat digunakan untuk variasi pupuk pada budidaya kangkung sistem hidroponik dengan menggunakan *wick system*. Hal ini juga merupakan upaya sebagai langkah pengurangan limbah rumah tangga yang bisa diolah kembali sebagai pupuk dalam sistem hidroponik dengan metode *wick system*.

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, S. (2005). *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Gramedia Pustaka Utama.
- Andriani, Y., Lili, W., Sinurat, A. R., Gumilar, A. N., Noviyanti, A. R., Fauzi, M. R. N., & Gemilang, M. R. (2021). Pengolahan Limbah Organik Rumah Tangga Sebagai Bahan Baku Pakan Ikan. *Jurnal Penyuluhan Perikanan Dan Kelautan*, 15(3), 247–260. <https://doi.org/10.33378/jppik.v15i3.269>
- Ariska, N., Aswadi, W., & Fajri, M. (2023). Pemberian POC Limbah Rumah Tangga Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea reptans Poir.*). *Biofarm: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 19(1), 172. <https://doi.org/10.31941/biofarm.v19i1.3029>
- Barker, AV., & Pilbeam, D. (2007). *Hand Book of Plant Nutrition*. CRC Press.
- Bayram, B., Ozkan, G., Kostka, T., Capanoglu, E., & Esatbeyoglu, T. (2021). Valorization and Application of Fruit and Vegetable Wastes and By-Products for Food Packaging Materials. *Molecules*, 26(13), 4031. <https://doi.org/10.3390/molecules26134031>
- Bunari, B., Sari, R. P., Putri, D. A., Oktafiani, D., Puspita, D., Triananda, W., Putri, P. D., Istiqomah, I., Wildana, A., Reihan, M., & Aziz, M. (2022). Pemanfaatan Limbah Sayuran dan Buah-buahan sebagai Bahan Pupuk Organik Cair di Desa Pangkalan Batang melalui Program KUKERTA Universitas Riau. *Jurnal Pengabdian UNDIKMA*, 3(3), 453–462. <https://doi.org/10.33394/jpu.v3i3.5825>
- Chakravarty, I., & Mandavgane, S. A. (2020). Valorization of Fruit and Vegetable Waste for Biofertilizer and Biogas. *Journal of Food Process Engineering*, 44(2). <https://doi.org/10.1111/jfpe.13512>
- Das, N. G., Huque, K. S., Amanullah, S. M., Dharmapuri, S., & Makkar, H. P. S. (2018). Study of Chemical Composition and Nutritional Values of Vegetable Wastes in Bangladesh. *Veterinary and Animal Science*, 5(April 2017), 31–37. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2018.02.003>
- Ekawandani Nunik, & Alvianingsih. (2018). Efektifitas Kompos Daun menggunakan EM4 dan Kotoran Sapi. *Jurnal Politeknik TEDC*, 12(2), 154–149. <https://ejournal.poltektedc.ac.id/index.php/tedc/article/view/59>
- Fadlilla, T., Budiastuti, Mt. S., & Rosariastuti, M. R. (2023). Potential of Fruit and Vegetable Waste as Eco-enzyme Fertilizer for Plants. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(4), 2191–2200. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i4.3010>
- Fritsch, C., Staebler, A., Happel, A., Márquez, M. A. C., Aguiló-Aguayo, I., Abadias, M., Gallur, M., Cigognini, I. M., Montanari, A., López, M. J., Suárez-Estrella, F., Brunton, N., Luengo, E., Sisti, L., Ferri, M., & Belotti, G. (2017). Processing, Valorization and Application of Bio-Waste Derived Compounds

- from Potato, Tomato, Olive and Cereals: A Review. *Sustainability (Switzerland)*, 9(8), 1–46. <https://doi.org/10.3390/su9081492>
- Huda, N. (2020). *Efektivitas Pupuk Organik Cair Cangkang Telur Ayam Boiler Terhadap Pertumbuhan Selada (Lactuca sativa) secara Hidroponik sebagai Penunjang Praktikum Fisiologi* [Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darusallam-Banda Aceh]. <https://repository.arraniry.ac.id/id/eprint/13637/>
- Ilhamdi, M. L., Khairuddin, K., & Zubair, M. (2020). Pelatihan Penggunaan Pupuk Organik Cair (POC) sebagai Alternatif Pengganti Larutan Nutrisi AB Mix pada Pertanian Sistem Hidroponik di BON Farm Narmada. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Sains Indonesia*, 2(1), 11–15. <https://doi.org/10.29303/jpmisi.v2i1.20>
- Jiménez-Moreno, N., Esparza, I., Bimbel, F., Gandía, L. M., & Ancín-Azpilicueta, C. (2019). Valorization of Selected Fruit and Vegetable Wastes as Bioactive Compounds: Opportunities and Challenges. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 50(20), 2061–2108. <https://doi.org/10.1080/10643389.2019.1694819>
- Lakitan, B. (1996). *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Lamba, J. S., Wadhwa, M., & Bakshi, M. P. S. (2016). Methane Production Potential of Fruit and Vegetable Wastes in Vitro. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 16(2), 363–372. <https://doi.org/10.5958/0974-181X.2016.00032.9>
- Mahish, P. K., Verma, D. K., Ghritlahare, A., Arora, C., & Otero, P. (2024). Microbial Bioconversion of Food Waste to Bio-Fertilizers. *Sustainable Food Technology*, 2(3), 689–708. <https://doi.org/10.1039/d3fb00041a>
- Marlina, S. (2016). *Analisis N Dan P Pupuk Organik Cair Kombinasi Daun Lamtoro Limbah Tahu dan Feses Sapi*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Ma'sum, M., & Sukartono. (2012). *Pengelolaan Tanah*. Arga Puji Press.
- Monita, L., Sutjahjo, S. H., Amin, A. A., & Fahmi, M. R. (2017). Pengolahan Sampah Organik Perkotaan Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 7(3), 227–234. <https://doi.org/10.29244/jpsl.7.3.227-234>
- Muhadiansyah, Teuku Omaranda, Setyono, Adimihardja, & A., S. (2016). Efektivitas Pencampuran Pupuk Organik Cair dalam Nutrisi Hidroponik pada Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa L*). *Jurnal Agronida*, 2(1), 37–46. <https://doi.org/10.30997/jag.v2i1.749>

- Panda, S. K., Ray, R. C., Mishra, S. S., & Kayitesi, E. (2017). Microbial Processing of Fruit and Vegetable Wastes into Potential Biocommodities: A Review. *Critical Reviews in Biotechnology*, 38(1), 1–16. <https://doi.org/10.1080/07388551.2017.1311295>
- Parman, S. (2007). Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kentang (*Solanum tuberosum* L.). *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 15(2), 1–7. <https://doi.org/10.14710/baf.v15i2.2569>
- Pradita, N., & Koesriharti. (2019). Pengaruh Pupuk Organik Cair (POC) terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tiga Varietas Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) pada Sistem NFT. *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(14), 706–712. <https://doi.org/10.29103/agrium.v14i2.878>
- Rambe, B. S., Ningsih, S. S., & Gunawan, H. (2019). Pengaruh Pemberian Pupuk NPK Mutiara Dan Pupuk Organik Cair GDM terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum*). *Bernas Agricultural Research Journal*, 15(2), 64–73. <http://www.jurnal.una.ac.id/index.php/jb/article/view/773>
- Sabater, C., Ruiz, L., Delgado, S., Ruas-Madiedo, P., & Margolles, A. (2020). Valorization of Vegetable Food Waste and By-Products Through Fermentation Processes. *Frontiers in Microbiology*, 11(October), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.581997>
- Saini, A., Panesar, P. S., & Bera, M. B. (2019). Valorization of Fruits and Vegetables Waste through Green Extraction of Bioactive Compounds and Their Nanoemulsions-Based Delivery System. *Bioresources and Bioprocessing*, 6(26). <https://doi.org/10.1186/s40643-019-0261-9>
- Setyati, S. (1979). *Pengantar Agronomi*. Gramedia. Jakarta
- Sitompul, S. M. & Bambang Guritno. (1995). *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. hal 93.
- Sofyan. (2017). Teknologi Hidroponik dengan Menggunakan Limbah Ternak dan Ekstrak Tanaman sebagai POC pada Tanaman Tomat. *Jurnal Agrotan*, 3(1), 67–76. https://gain.fas.usda.gov/Recent_GAIN_Publications/Agricultural_BiotechnologyAnnual_Ottawa_Canada_11-202018.pdf <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101869> <http://www.oecd.org/gov/regulatory-poli>
- Susanawati, L. D., Wirosodarmo, R., & Santoso, G. A. (2018). Pemanfaatan Limbah Cair Greywater untuk Hidroponik Tanaman Sawi (*Brassica juncea*). *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 3(2), 14–20. <https://jsal.ub.ac.id/index.php/jsal/article/view/189>

- Tjitrosomo, S. S. (1984). *Botani Umum 1*. Angkasa. Bandung. hal 255
- Utami Nugraha, R., & Dinurrohman Susila, A. (2015). Sumber Sebagai Hara Pengganti AB mix pada Budidaya Sayuran Daun Secara Hidroponik. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 6(1), 11–19. <https://doi.org/10.29244/jhi.6.1.11-19>.
- Pramono, S. S. (2004). *Studi Mengenai Komposisi Sampah Perkotaan di Negara-negara Berkembang*. Jakarta: Universitas Gunadarma.
- Wulansari, N. K., Windriyati, R. D. H., & Kurniawati, A. (2021). Pengaruh Formulasi Nutrisi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tomat Ceri pada Sistem Hidroponik Tetes. *Agrin*, 25(1), 36–47. <http://dx.doi.org/10.20884/1.agrin.2021.25.1.557>