

Substitution Effect Nutrient Hydroponic with POC Against Plant Growth mustard (*Brassica rapa* L.) in Hydroponics Wick System in Green House

**Wensislaus Arman Ndau¹, Tatuk Tojibatus Sa'adah¹, Indarwati¹,
Anindya Prastiwi Setiawati^{2*}, Medita Johana Pakula Bafiqi¹**

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

²Program Studi Magister Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Email: anindyaprastiwi@uwks.ac.id

ABSTRACT

Hydroponics wick system is a hydroponic system by utilizing the wick to absorb water and nutrients by utilizing capillarity power. This axis serves to connect the nutrient solution in the tub with planting medium. This study aims to: (1) determine the effect of the mix AB nutrient on plant growth in hydroponic lettuce; (2) determine the effect of Liquid Organic Fertilizer on plant growth in hydroponic lettuce; (3) the effect of substitution of hydroponic nutrient with a liquid organic fertilizer on plant growth in hydroponic lettuce. This study uses a completely randomized design with 5 treatments and repeated 4 times, resulting in 20 experimental units. The results showed: (1) administration of 5 ml/l A and 5 ml/l B gives the best results in growth of mustard plants; (2) provision of 3 ml/l A and 3 ml/l B + 100 ml/l POC also gave a good response to the growth of mustard plants; (3) administration of 2 ml/l A and 2 ml/l B + 150 ml/l POC also gave a good response to the growth of mustard.

Keywords: *Brassica rapa* L., green house, hydroponic, pakcoy growth, substitution nutrient.

1. Pendahuluan

Tanaman sawi (*Brassica rapa* L.) merupakan komoditas sayuran yang kaya akan nilai gizi dengan karakter fisiologis yang responsif terhadap kondisi budidaya. Tanaman ini dikenal sebagai sumber berbagai vitamin penting seperti vitamin A, C, dan K yang berperan dalam menjaga kesehatan mata, meningkatkan sistem imun, serta mendukung proses pembekuan darah dan kesehatan tulang (Wu et al., 2025). Sawi juga mengandung mineral esensial seperti kalsium, kalium, dan magnesium yang dibutuhkan untuk menjaga keseimbangan elektrolit serta fungsi metabolisme tubuh (Zahro et al., 2024). Selain nilai gizinya, sawi dikenal sebagai tanaman anggota famili *Brassicaceae* yang memiliki pertumbuhan cepat, kebutuhan hara tinggi, dan respons fisiologis yang sensitif terhadap perubahan komposisi nutrisi (Retta et al., 2024). Dalam sistem budidaya modern, khususnya hidroponik, tanaman ini sering dijadikan objek penelitian karena struktur perakarannya yang efisien dalam menyerap larutan mineral serta kemampuannya menampilkan perubahan morfologi secara jelas ketika mengalami ketidakseimbangan nutrisi (Yunindanova et al., 2020).

Salah satu sistem budidaya yang banyak digunakan dalam penelitian dan produksi tanaman daun seperti sawi adalah sistem hidroponik sumbu (*wick system*). Sistem ini termasuk jenis hidroponik pasif yang sederhana, di mana larutan nutrisi dialirkan ke zona perakaran melalui media tanam menggunakan sumbu kapiler tanpa bantuan pompa (Khodijah & Kusmiadi, 2021). Kelebihan utama sistem sumbu adalah efisiensi energi,

kemudahan perawatan, serta kestabilan kelembapan media, sehingga cocok digunakan dalam kondisi rumah kaca skala kecil. Namun demikian, ketergantungan sistem ini terhadap larutan nutrisi anorganik menjadi tantangan tersendiri, terutama dalam aspek keberlanjutan dan biaya produksi (Chávez-mejía et al., 2019). Oleh karena itu, upaya substitusi sebagian atau seluruh nutrisi hidroponik dengan pupuk organik cair (POC) menjadi alternatif yang potensial.

Pemanfaatan POC sebagai pengganti sebagian atau seluruh nutrisi anorganik membawa implikasi terhadap ketersediaan unsur hara. Nutrisi sintetis seperti AB-mix memiliki kelarutan tinggi dan komposisi ion yang konsisten, sedangkan POC memiliki karakter organik yang lebih heterogen bergantung sumber bahan pembuatnya (Chowdhury et al., 2025). Pada sistem wick, perbedaan sifat fisik dan kimia antara kedua jenis larutan tersebut dapat memengaruhi efisiensi kapilaritas sumbu dan ketersediaan hara di zona perakaran (Rajendran et al., 2024). Unsur N, P, dan K yang sering menjadi komponen utama dalam POC memiliki fungsi penting bagi tanaman, yaitu nitrogen berperan dalam pembentukan jaringan vegetatif dan klorofil, fosfor mendukung transfer energi dan perkembangan akar, sedangkan kalium mengatur keseimbangan osmotik serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres (Bafiqi et al., 2023).

Beberapa penelitian telah mengevaluasi pengaruh variasi konsentrasi larutan AB Mix serta POC terhadap pertumbuhan *Brassica rapa L.* pada sistem hidroponik *wick system*. Penelitian Oktafiani et al., (2023) terdahulu menggunakan konsentrasi AB Mix dan POC *Azolla pinata* menunjukkan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy, Sementara penelitian ini mengeksplorasi konsentrasi yang lebih rendah untuk menilai apakah substitusi sebagian AB-Mix dengan POC bonggol pisang dan tulang ikan dapat mempertahankan pertumbuhan optimal *Brassica rapa L.* dalam sistem hidroponik wick.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan berbagai substansi nutrisi dan setiap perlakuan diulang 4 kali. Kesetaraan substitusi dalam 5 liter media adalah 1 ml/l A + 1 ml/l B disubstitusi dengan 50 ml/l POC.

Perlakuan penelitian adalah sebagai berikut :

K0: 5 ml/l A dan 5 ml/l B + 0 ml/l POC

K1: 4 ml/l A dan 4 ml/l B + 50 ml/l POC

K2: 3 ml/l A dan 3 ml/l B + 100 ml/l POC

K3: 2 ml/l A dan 2 ml/l B + 150 ml/l POC

K4: 1 ml/l A dan 1 ml/l B + 200 ml/l POC

Perlakuan dalam penelitian ini masing – masing dilakukan dengan 4 ulangan,

sehingga secara keseluruhan menghasilkan 20 unit percobaan.

Tabel 1. Kombinasi perlakuan substansi nutrisi hidroponik.

Konsentrasi (K)	Ulangan (U)			
	U1	U2	U3	U4
K0	K0U1	K0U2	K0U3	K0U4
K1	K1U1	K1U2	K1U3	K1U4
K2	K2U1	K2U2	K2U3	K2U4
K3	K3U1	K3U2	K3U3	K3U4
K4	K4U1	K4U2	K4U3	K4U4

3. Hasil

Data Hasil penelitian pengaruh pemberian substansi nutrisi terhadap pertumbuhan tanaman sawi (pakcoy) secara hidroponik (*wick system*) diamati pada parameter pertumbuhan dan hasil. Untuk parameter pertumbuhan terdiri atas parameter panjang tanaman, jumlah daun, luas daun dan panjang akar tanaman. Sedangkan untuk parameter produksi berupa berat basah tanaman.

Jumlah Daun (Helai)

Daun merupakan organ tanaman tempat mensintesis makanan untuk kebutuhan tanaman maupun sebagai cadangan makanan. Daun memiliki klorofil yang berfungsi untuk melakukan fotosintesis. Semakin banyak jumlah daun, maka tempat untuk melakukan proses fotosintesis juga lebih banyak. Pengamatan jumlah daun dilakukan setiap minggu sekali. Hasil pengamatan jumlah daun pada minggu pertama sampai minggu keempat kemudian dianalisis menggunakan ANOVA. Rata-rata jumlah daun pada minggu pertama sampai minggu keempat menunjukkan nilai F hitung lebih besar dari F tabel. Hal ini menunjukkan rata-rata jumlah daun pada minggu pertama sampai minggu keempat berpengaruh nyata dan dilakukan uji BNT 5%.

Tabel 2. Rata-rata jumlah daun pakcoy dengan pemberian substitusi nutrisi secara hidroponik (*Wick System*)

Perlakuan	Rata-Rata Jumlah Daun Pakcoy dengan Hidroponik sistem sumbu (Helai)			
	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4
K0	6,20 a	8,95 a	13,75 a	14,85 a
K1	3,95 c	4,80 d	7,60 c	8,95 cd
K2	5,60 ab	7,65 b	10,65 b	12,55 b
K3	4,75 b	6,65 c	10,15 b	11,85 bc
K4	3,45 c	5,35 d	8,50 c	10,25 c
BNT 5%	0,70	0,80	1,28	1,75

Panjang Tanaman (Cm)

Panjang tanaman merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui pertumbuhan vegetatif pada suatu tanaman. Tanaman setiap waktu terus tumbuh yang menunjukkan bahwa tanaman mengalami pembelahan dan pembesaran sel. Pengamatan panjang tanaman dilakukan setiap minggu sekali. Hasil pengamatan panjang tanaman pada minggu pertama sampai minggu keempat kemudian dianalisis

menggunakan ANOVA. Rata-rata panjang tanaman pada minggu pertama sampai minggu keempat menunjukkan nilai F hitung lebih besar dari F tabel. Hal ini menunjukkan rata-rata panjang tanaman pada minggu pertama sampai minggu keempat berpengaruh nyata dan dilakukan uji BNT 5%.

Tabel 3. Rata-Rata panjang tanaman pakcoy dengan pemberian substitusi nutrisi secara hidroponik (*Wick System*)

Perlakuan	Rata-Rata Panjang Tanaman Pakcoy dengan Hidroponik Sistem Sumbu (cm)			
	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4
K0	8,15 a	13,90 a	16,70 a	17,95 a
K1	1,90 d	4,05 d	8,70 c	10,60 b
K2	2,95 c	6,65 c	14,30 ab	16,50 a
K3	4,30 b	7,55 b	13,80 b	17,60 a
K4	1,28 e	3,95 d	6,65 c	7,30 c
BNT 5%	0,49	0,62	2,30	2,39

Luas Daun, Jumlah Akar dan Berat Basah Tanaman

Pengamatan luas daun dilakukan pada saat setelah panen. Hasil pengamatan luas daun kemudian dianalisis (ANOVA). Rata-rata luas daun menunjukkan nilai F hitung lebih besar dari F tabel. Hal ini menunjukkan rata-rata luas daun berpengaruh nyata dan dilakukan uji BNT 5%.

Pengamatan panjang akar tanaman pakcoy dilakukan pada saat setelah panen. Hasil pengamatan panjang akar tanaman kemudian dianalisis (ANOVA). Rata-rata panjang akar menunjukkan nilai F hitung lebih besar dari F tabel. Hal ini menunjukkan rata-rata panjang akar berpengaruh nyata dan dilakukan uji BNT 5%.

Pengamatan berat basah tanaman pakcoy dilakukan pada saat setelah panen. Hasil pengamatan berat basah tanaman pakcoy kemudian dianalisis (ANOVA). Rata-rata panjang akar tanaman menunjukkan nilai F hitung lebih besar dari F tabel. Hal ini menunjukkan rata-rata panjang akar berpengaruh nyata dan dilakukan uji BNT 5%.

Tabel 4. Rata-Rata Luas Daun, Panjang Akar Tanaman dan Berat Basah Tanaman Pakcoy dengan Pemberian Substitusi Nutrisi secara Hidroponik (*Wick System*)

Perlakuan	Luas Daun (cm ²)	Panjang Akar (cm)	Berat Basah (gram)
K0	505,80 a	8,10 b	61,83 a
K1	132,53 d	8,60 ab	22,47 d
K2	415,72 b	8,95 a	51,71 b
K3	365,41 b	8,60 ab	50,59 b
K4	266,99 c	6,90 c	29,20 c
BNT 5%	75,12	0,7	5,39

4. Pembahasan

Pada tabel 2, rata – rata jumlah daun pada minggu pertama yang paling banyak yaitu pada perlakuan K0 yaitu 5 ml/l A dan 5 ml/l B dengan K2 yaitu 3 ml/l A dan 3 ml/l B ditambah dengan 10% POC yaitu antara 6,20 helai dengan 5,60 helai. Pada K3 yaitu dengan pemberian nutrisi 2 ml/l A dan 2 ml/l B ditambah dengan 15 % POC, rata-rata jumlah daun yaitu 4,75 helai. Sedangkan pada K4 dengan pemberian nutrisi 1 ml/l A dan 1ml/l ditambah

dengan 20% POC dan K1 dengan pemberian nutrisi 4 ml/l A dan 4 ml/l B ditambah dengan 5% POC juga tidak berbeda nyata tapi jumlah daun lebih sedikit dibandingkan dengan perlakuan yang lain, yaitu 3,45 dan 3,95 helai. Pada minggu kedua, rata-rata jumlah daun pada perlakuan K0 semakin meningkat, yaitu menjadi 8,95 helai dan berbeda nyata dengan perlakuan yang lain. Pada perlakuan yang K2 rata-rata jumlah daun yaitu 7,65 helai, dan berbeda nyata dengan perlakuan K3 yaitu 6,65 helai. Sedangkan pada perlakuan K1 dan perlakuan K4 rata-rata jumlah daun tidak berbeda nyata yaitu 4,80 dan 5,35 helai.

Pada tabel 3. Rata-rata panjang tanaman pada minggu pertama yaitu pada perlakuan kontrol yaitu 8,15 cm dan berbeda nyata dengan perlakuan yang lain. Pada perlakuan K3, rata-rata panjang tanaman berbeda nyata dengan perlakuan yang lain yaitu 4,30 cm. Pada perlakuan K2, rata-rata panjang tanaman yaitu 2,95 cm. Pada perlakuan K1, rata-rata panjang tanaman berbeda nyata dengan perlakuan yang lain yaitu 1,90 cm. Sedangkan pada perlakuan K4, rata-rata panjang tanaman yaitu 1,28 cm. Pada minggu kedua rata-rata panjang tanaman pada perlakuan K0 yaitu 13,90 cm dan berbeda nyata dengan perlakuan yang lain. Pada perlakuan K3, rata-rata panjang tanaman yaitu 7,55 cm. Pada perlakuan K2, rata-rata panjang tanaman yaitu 6,65 cm. Sedangkan pada perlakuan K1 dan pada perlakuan K4, rata-rata panjang tanaman tidak berbeda nyata yaitu 4,05 cm dan 3,95 cm.

Pada tabel 4. Rata-rata luas daun pada perlakuan kontrol berbeda nyata dengan perlakuan yang lain. Rata-rata luas daun pada perlakuan K0 yaitu 505,80 cm². Pada perlakuan K2 dan pada perlakuan K3, rata-rata luas daun tidak berbeda nyata. Pada perlakuan K2, rata-rata luas daun yaitu 415,72 cm². Pada perlakuan K3, rata-rata luas daun yaitu 365,41 cm². Sedangkan pada perlakuan K4, rata-rata luas daun yaitu 266,99 cm². Dan pada perlakuan K1, rata-rata luas daun yaitu 132,53 cm².

Pada tabel 4. Rata-rata panjang akar tanaman pada perlakuan K1, K2 dan K3 tidak berbeda nyata. Namun perlakuan K2 cenderung lebih panjang. Pada perlakuan K0, rata-rata panjang akar tanaman pakcoy yaitu 8,10 cm. Pada perlakuan K1, rata-rata panjang akar tanaman pakcoy yaitu 8,60 cm. Pada perlakuan K2, rata-rata panjang akar tanaman pakcoy yaitu 8,95 cm. Pada perlakuan K3, rata-rata panjang akar tanaman pakcoy yaitu 8,60 cm. Sedangkan pada perlakuan K4, rata-rata panjang akar tanaman pakcoy yaitu 6,90 cm.

Pada tabel 4. Rata-rata berat basah tanaman pakcoy pada perlakuan K0 berbeda nyata dengan perlakuan yang lain. Pada perlakuan Kontrol, rata-rata berat basah tanaman pakcoy yaitu 61,83 gram. Pada perlakuan K2 dan pada perlakuan K3, rata-rata berat basah tanaman pakcoy tidak berbeda nyata. Pada perlakuan K2, rata-rata berat basah tanaman

pakcoy yaitu 51,71 gram, dan pada perlakuan K3, rata-rata berat basah tanaman pakcoy yaitu 50,59 gram. Pada perlakuan K4, rata-rata berat basah tanaman pakcoy yaitu 29,20 gram. Sedangkan pada perlakuan yang K1, rata-rata berat basah tanaman pakcoy yaitu 22,47 gram.

Kecenderungan ini sejalan dengan temuan Wahyuningsih et al., (2024), Bahtiar et al., (2021), Ramadhan dan Abror, (2022) bahwa kombinasi AB-Mix dengan pupuk organik cair mampu meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi tanpa menghambat pertumbuhan vegetatif. Penggunaan bahan organik seperti limbah ikan atau bonggol pisang sebagai sumber POC diketahui kaya akan unsur N, P, K, Ca, (Ramadhan dan Abror, 2022b) dan Mg yang penting untuk pertumbuhan vegetatif tanaman.

Selain itu, bahan organik juga terbukti memberikan nutrisi esensial dan senyawa bioaktif pada tanaman (Ji et al., 2017; Phibunwatthanawong dan Riddech, 2019). POC berbasis bahan alami dapat meningkatkan aktivitas mikroba di media tanam dan memperbaiki ketersediaan hara makro (Putri et al., 2025; Aprina et al., 2023). Perlakuan kombinasi AB-Mix dengan POC pada sistem wick juga terbukti mampu menjaga kelembapan media serta meminimalkan stres tanaman serta meningkatkan hasil tanaman. (Pangaribuan et al., 2023; Hariri et al., 2016).

5. Kesimpulan

Hasil penelitian pengaruh substansi nutrisi terhadap pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica rapa L.*) secara hidroponik sistem sumbu dapat disimpulkan sebagai berikut: Pada perlakuan yang pertama yaitu dengan pemberian nutrisi 5 ml/l A dan 5 ml/l B memberikan respon yang terbaik pada pertumbuhan dan hasil tanaman sawi secara hidroponik sistem sumbu. Pada perlakuan yang ketiga yaitu dengan pemberian nutrisi 3 ml/l A dan 3 ml/l B ditambah dengan 100 ml/l POC juga memberikan respon baik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman Pakcoy secara hidroponik sistem sumbu. Pada perlakuan keempat yaitu dengan pemberian nutrisi 2 ml/l A dan 2 ml/l B ditambah dengan 150 ml/l POC juga memberikan respon yang baik dalam pertumbuhan dan hasil tanaman sawi secara hidroponik sistem sumbu.

Daftar Pustaka

- Aprina, M., Wagiono, W., Rahayu, Y. S., & Lestari, I. P. (2023). *Komposisi Jenis POC dengan Pupuk Hayati pada Pertumbuhan dan Hasil Sawi Keriting (Brassica juncea L. Var. Samhong) dengan Sistem Tanam Hidroponik Wick*. *Jurnal Agrotech*, 13(2), 71–80. <https://doi.org/10.31970/agrotech.v13i2.119>
- Bafiqi, M. J. P., Nurmala, T., & Kadapi, M. (2023). Interactive effects of NPK fertilizer and paclobutrazol concentration on growth and yield of hanjeli (*Coix lacryma-jobi L.*). *Kultivasi*, 22(3), 279–286.
- Bahtiar, A., Amalia, L., & Budiono, H. (2021). Growth Response and Yield of Pakchoy Plants (*Brassica rapa*) On the Wick System of Hydroponic Systems with Various

- Concentrations of Abmix Fertilizer and Liquid Organic Fertilizer. *Fruitset Sains*, 10(1), 39–47.
- Chávez-mejía, A. C., Magaña-lópez, R., Durán-álvarez, J. C., & Jiménez-cisneros, B. E. (2019). Productivity and Cost Analysis of Chinese Cabbage (*Brassica rapa*) in Hydroponic Wick System Based on Formula. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 9(November), 51–60. <https://doi.org/10.22161/ijeab>
- Chowdhury, M., Watson, O., Samarakoon, U. C., Altland, J. E., & Moine, J. (2025). Evaluation of Liquid Organic Fertilizers for Containerized Production under Controlled Environment. *HortScience*, 60(5), 757–764. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI18466-25>
- Hariri, A. M., Saraswati, K. D., Suskandini Ratih Dirmawati, & Fitriana, Y. (2016). Jurnal Agrotek Tropika Jurnal Agrotek Tropika. *Jurnal Agrotek Tropika*, 12(2), 259–269.
- Ji, R., Dong, G., Shi, W., & Min, J. (2017). Effects of liquid organic fertilizers on plant growth and rhizosphere soil characteristics of chrysanthemum. *Sustainability (Switzerland)*, 9(5), 1–16. <https://doi.org/10.3390/su9050841>
- Khodijah, N. S., & Kusmiadi, R. (2021). The Growth Of Lettuce (*Lactuca sativa*) Hydroponically In Simple Wick System On Various Types Of Nutrient Composition. *Jurnal Agronomi Tanaman Tropika (Juatika)*, 3(2), 180–186. <https://doi.org/10.36378/juatika.v3i2.1366>
- Oktafiani, L., Rahmi, H., & Supriadi, D. R. (2023). Pengaruh Kombinasi Pupuk Ab Mix Dengan Poc Azolla Pinnata Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa L.*) Hidroponik Sistem Wick. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(13), 370–376.
- Pangaribuan, D. H., Widagdo, S., Ginting, Y. C., Saputri, I. P., & Fathulloh, M. (2023). Pengaruh POC Rumput Laut sebagai Substitusi Nutrisi AB Mix pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea L.*) dengan Sistem Hidroponik. *Agro Bali : Agricultural Journal*, 6(3), 608–620. <https://doi.org/10.37637/ab.v6i3.1069>
- Phibunwatthanawong, T., & Riddech, N. (2019). Liquid organic fertilizer production for growing vegetables under hydroponic condition. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8(4), 369–380. <https://doi.org/10.1007/s40093-019-0257-7>
- Putri, Z. P., Lestari, D. I., Putri, R. E. D., & Sari, D. A. (2025). Pengaruh Jenis Substrat Terhadap Karakteristik Pupuk Organik Cair (POC): Analisis pH dan Tinggi Endapan. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 14(1), 98–110. <https://doi.org/10.29103/jtku.v14i1.21717>
- Rajendran, S., Domalachenpa, T., Arora, H., Li, P., Sharma, A., & Rajauria, G. (2024). Hydroponics: Exploring innovative sustainable technologies and applications across crop production, with Emphasis on potato mini-tuber cultivation. *Heliyon*, 10(5), e26823. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26823>
- Ramadhan, J., & Abror, M. (2022a). The Effect of Concentration and Organic Fertilizer on Pakcoy Plant Growth and Yield with Wick Hydroponic System. *Procedia of Engineering and Life Science*, 2(2), 1–9. <https://doi.org/10.21070/pels.v2i2.1271>
- Ramadhan, J., & Abror, M. (2022b). The Effect of Concentration and Organic Fertilizer on Pakcoy Plant Growth and Yield with Wick Hydroponic System. *Procedia of Engineering and Life Science*, 2(2), 1–9. <https://doi.org/10.21070/pels.v2i2.1271>
- Retta, M. A., Van Doorselaer, L., Driever, S. M., Yin, X., de Ruijter, N. C. A., Verboven, P., Nicolaï, B. M., & Struik, P. C. (2024). High photosynthesis rates in Brassiceae species are mediated by leaf anatomy enabling high biochemical capacity, rapid CO₂ diffusion and efficient light use. *New Phytologist*, 244(5), 1824–1836. <https://doi.org/10.1111/nph.20136>
- Sa'adah, T. T., & Haryanta, D. (2025). Physicochemical Properties of Liquid Organic Fertilizer from a Mixture of Fish Waste and Coffee Grounds. *International Journal of*

- Multidisciplinary Research and Analysis*, 08(01), 148–155.
<https://doi.org/10.47191/ijmra/v8-i01-19>
- Wahyuningsih, M., Triani, N., & Tarigan, P. L. (2024). The Effect of AB Mix Nutrient Concentration and Liquid Organic Fertilizer on Growth And Yield of Pakcoy (*Brassica rapa* L.) in Hydroponic Wick System. *International Journal of Multidisciplinary Research and Literature*, 3(3), 292–299. <https://doi.org/10.53067/ijomral.v3i3.220>
- Wu, F., Liu, Z., Chen, C., & Niu, K. (2025). Green Pak Choi is better in suitable environment but the purple ones more resist to drought and shading. *BMC Plant Biology*, 25(1). <https://doi.org/10.1186/s12870-025-06354-8>
- Yunindanova, M. B., Pramono, S., & Ibrahim, M. H. (2020). Nutrient Uptake, Partitioning, and Production of Two Subspecies of Brassica using Different Solution Concentrates in Floating Hydroponics Systems. *Buletin Agroteknologi*, 1(2), 86. <https://doi.org/10.32663/ba.v1i2.1810>
- Zahro, R. S., Faozi, K., Ulinnuha, Z., & Sarjito, A. (2024). Agronomic biofortification of Calcium in Pak choy (*Brassica rapa* subsp. *chinensis*) via hydroponic nutrient film technique. *Kultivasi*, 23(3), 299–309. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v23i3.56760>