Jurnal Pertanian Agros Vol. 28, No.4, Oktober 2026: 255–261

PENGARUH JENIS PUPUK CAIR LIMBAH BUAH PADA PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KANGKUNG (*Ipomoea reptans*)

EFFECT OF FRUIT WASTE LIQUID FERTILIZER TYPES ON THE GROWTH AND YIELD OF WATER SPINACH (Ipomoea reptans)

[1]Subeni[1] Kadarso[2], Farah Salwa Fauziyyah[3]
[1,2,3]Fakultas Pertanian, Universitas Janabadra

ABSTRACT

This study aimed to examine the effects of liquid fertilizers derived from orange, banana, and a mixture of pineapple and papaya waste on the growth and yield of water spinach. The research was conducted at the Faculty of Agriculture Experimental Garden in Trini, Trihanggo, Gamping, using a Completely Randomized Design (CRD) with three replications. The observed parameters included plant height, number of leaves, leaf length, leaf width, stem diameter, harvestable plants per m², fresh plant weight, and fresh edible weight. The results showed that fruit waste-based liquid fertilizers had no significant effects on vegetative growth, fresh plant weight, or fresh edible weight. However, the treatments significantly affected the number of harvestable plants per m². Banana, orange, and pineapple-papaya liquid fertilizers produced 92, 91, and 92 plants/m², respectively, compared with 77 plants/m² in the control treatment. These findings indicate that fruit waste-based liquid fertilizers have the potential to increase the number of harvestable water spinach plants.

Key-words: fruit waste, growth, liquid fertilizer, water spinach

INTISARI

Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh pupuk cair berbahan limbah buah jeruk, pisang, serta campuran nanas dan pepaya terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kangkung. Penelitian dilaksanakan di Kebun Fakultas Pertanian, Trini, Trihanggo, Gamping, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga kali ulangan. Parameter pengamatan meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, diameter batang, jumlah tanaman panen per m², bobot segar tanaman, dan bobot segar bagian yang dikonsumsi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis pupuk cair limbah buah tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan vegetatif, bobot segar tanaman, maupun bobot segar bagian yang dikonsumsi. Namun, perlakuan pupuk memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah tanaman yang dapat dipanen per m². Perlakuan pupuk pisang, jeruk, serta campuran nanas dan pepaya menghasilkan masing-masing 92, 91, dan 92 tanaman/m², lebih tinggi dibandingkan kontrol sebanyak 77 tanaman/m². Hasil ini menunjukkan bahwa pupuk cair limbah buah berpotensi meningkatkan jumlah tanaman kangkung yang dapat dipanen**.**

Kata kunci: kangkung, limbah buah, pertumbuhan, pupuk cair

[1]Correspondence author: Subeni. e-mail: subeni@janabadra.ac.id

PENDAHULUAN

Peningkatan penggunaan komoditas sayuran, termasuk kangkung (*Ipomoea reptans*), memiliki peran strategis dalam mendukung pemenuhan kebutuhan gizi masyarakat, khususnya dalam upaya peningkatan kualitas gizi dan ketahanan pangan. Dan telah dipahami pula bahwa sayuran merupakan sumber vitamin, mineral, dan serat yang sangat penting dalam menjaga kesehatan dan mencegah berbagai penyakit degeneratif.

Kangkung merupakan salah satu sayuran daun yang mudah dibudidayakan, memiliki masa panen singkat, serta kandungan gizi yang cukup lengkap seperti vitamin A, vitamin C, zat besi, dan serat (Vanesa A, 2023). Kandungan nutrisi tersebut sangat penting dalam menunjang kebutuhan gizi seimbang, terutama bagi kelompok rentan seperti anak-anak, ibu hamil, dan lansia (Hardinsyah & Supariasa, I.D.N (2017). Oleh karena itu, peningkatan konsumsi kangkung dapat menjadi solusi praktis dan ekonomis dalam program peningkatan gizi masyarakat.

Dari sisi produksi, kangkung memiliki keunggulan adaptasi yang luas baik di lahan kering maupun lahan basah, serta respons yang baik terhadap pemupukan organik (Rukmana, R. 2016). Hal ini memungkinkan peningkatan produksi secara berkelanjutan dengan memanfaatkan input lokal seperti pupuk organik cair berbasis limbah buah. Pemanfaatan limbah organik sebagai pupuk juga sejalan dengan prinsip pertanian berkelanjutan dan pengurangan limbah (Kurniawan, A., & Budiyono. 2019).

Kangkung (Ipomoea reptans) merupakan salah satu sayuran daun yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia karena kandungan gizinya yang baik serta siklus panennya yang relatif cepat. Permintaan pasar yang terus meningkat menuntut adanya upaya peningkatan produktivitas yang efisien dan berkelanjutan. Salah satu faktor penting dalam budidaya kangkung adalah pemupukan yang tepat, baik dari segi jenis maupun dosis (Vanesa A, 2023).

Penggunaan pupuk kimia secara terus-menerus dalam jangka panjang dapat menyebabkan degradasi kualitas tanah, menurunkan aktivitas mikroorganisme, serta menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan (Zhang, X. *At all*, 2015). Oleh karena itu, diperlukan alternatif pupuk yang ramah lingkungan, salah satunya adalah pupuk organik cair (POC). Pupuk cair memiliki keunggulan dalam hal kemudahan aplikasi dan penyerapan yang lebih cepat oleh tanaman melalui daun maupun akar (Sutedjo, M.M, 2018).

Limbah buah-buahan merupakan salah satu sumber bahan organik yang melimpah dan belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah ini mengandung berbagai unsur hara makro dan mikro, serta senyawa bioaktif yang berpotensi mendukung pertumbuhan tanaman (Lim, S.L. *At all*, 2016). Pemanfaatan limbah buah menjadi pupuk cair tidak hanya meningkatkan nilai guna limbah, tetapi juga mendukung konsep pertanian berkelanjutan dan pengelolaan limbah terpadu (Kurniawan, A.. & Budiyono, 2019).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pupuk organik cair dari limbah buah dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman hortikultura, namun efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh jenis bahan baku yang digunakan (Hidayati, Y.A. At. All., 2020). Setiap jenis limbah buah memiliki kandungan nutrisi dan karakteristik fermentasi yang berbeda, sehingga dapat memberikan respon pertumbuhan tanaman yang berbeda pula (Sari, D.P. & Prayitno, S. , 2021). Oleh karena itu, diperlukan kajian lebih lanjut mengenai pengaruh berbagai jenis pupuk cair limbah buah terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kangkung.

METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilaksanakan di kebun Fakultas Pertanian Trini Trihanggo Gamping Sleman. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan eksperimental dengan rancangan Acak Lengkap yang diulang 3 kali. Penelitian dilakukan dengan membanding-kan

beberapa jenis pupuk cair yang berasal dari limbah buah berbeda, yaitu limbah buah pisang, jeruk, pepaya + nanas, dan tanpa dipupuk yang diaplikasikan pada tanaman kangkung. Penanaman dilakukan pada lahan dengan ukuran per petak 1x3 meter, yang sebelumnya digemburkan dan diberi pupuk dasar berupa kompos. Pemberian pupuk cair dilakukan setelah tanaman tumbuh, kurang lebih umur 15 hari setelah tanam dengan konsentrasi 10% dan diberikan tiap minggu.

Parameter yang diamati meliputi pertumbuhan vegetatif, yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun dan diameter batang, yang dilakukan pada umur 21, 28 dan 34 hari setelah tanam. Pengamatan terhadap hasil tanaman yang dilakukan meliputi bobot segar tanaman, bobot segar bagian yang dikonsumsi dan jumlah tanaman per meter persegi. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis varian menurut Rancangan Acak Lengkap, dan jika hasil analisis ragam ada pengaruh yang nyata dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil pada taraf 5% (Gomez, K.A., & Gomez, A.A., 2015).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis ragam, pemberian pupuk cair limbah buah, yaitu kontrol, pisang, jeruk, dan nanas + pepaya, tidak memberikan pengaruh nyata terhadap seluruh parameter pertumbuhan tanaman kangkung yang diamati pada umur 21, 28, dan 34 hari setelah tanam (HST), seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1, 2 dan 3.

Pada umur 21 HST, tinggi tanaman berkisar antara 9,8–12,2 cm, jumlah daun 4–5 helai, panjang daun 10,2–10,8 cm, lebar daun 1,5–1,9 cm, dan diameter batang sekitar 3,0 mm. Perlakuan jeruk memberikan nilai rata-rata tinggi tanaman tertinggi, yaitu 12,2 cm, sedangkan kontrol menghasilkan tinggi tanaman 9,8 cm. Meskipun secara angka terdapat perbedaan sebesar 2,4 cm, perbedaan tersebut belum menunjukkan perbedaan nyata secara statistik.

Pada umur 28 HST, kecenderungan yang sama masih terlihat. Tinggi tanaman berada pada kisaran 22,4–26,7 cm, dengan perlakuan jeruk menghasilkan nilai tertinggi sebesar 26,7 cm. Jumlah daun berkisar 8–9 helai, panjang daun 14,5–15,6 cm, lebar daun 2,5–3,1 cm, dan diameter batang 5–6 mm. Meskipun perlakuan jeruk cenderung menghasilkan pertumbuhan yang lebih tinggi pada beberapa parameter, perbedaan tersebut juga belum cukup kuat secara statistik.

Pada saat panen, yaitu umur 34 HST, tinggi tanaman berkisar 35,9–36,6 cm, jumlah daun seluruh perlakuan mencapai sekitar 10 helai, panjang daun 17,3–19,4 cm, lebar daun 2,8–3,1 cm, dan diameter batang 5–6 mm. Pada saat panen ini selisih tinggi tanaman antar perlakuan semakin kecil. Kontrol menghasilkan tinggi 35,9 cm, pisang 36,6 cm, jeruk 36,1 cm, dan nanas + pepaya 36,3 cm. Kondisi ini memperlihatkan bahwa tanaman kangkung pada akhir periode penelitian memiliki pertumbuhan yang relatif seragam.

Tidak adanya perbedaan nyata pada parameter pertumbuhan menunjukkan bahwa tanaman kangkung kemungkinan memperoleh kondisi tumbuh dan ketersediaan hara yang relatif mencukupi pada seluruh perlakuan.

Tabel 1. Rata-rata pertumbuhan tanaman kangkung umur 21 hari setelah tanam

Perlakuan jenis limbah buah	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun	Panjang daun (cm)	Lebar daun (cm)	Diameter batang (mm)
Kontrol	9,8 a	5,0 a	10,2 a	1,5 a	3,0 a
Pisang	11,0 a	5,0 a	10,4 a	1,5 a	3,0 a
Jeruk	12,2 a	5,0 a	10,8 a	1,8 a	3,0 a
Nanas + Pepaya	10,4 a	4,0 a	10,2 a	1,9 a	3,0 a

Keterangan: angka selajur yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Tabel 2. Rata-rata pertumbuhan tanaman kangkung umur 28 hari setelah tanam

Perlakuan jenis limbah buah	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun	Panjang daun (cm)	Lebar daun (cm)	Diameter batang (mm)
Kontrol	22,5 a	9,0 a	15,6 a	2,6 a	5,0 a
Pisang	23,6 a	9,0 a	14,5 a	2,5 a	5,0 a
Jeruk	26,7 a	8,0 a	15,2 a	3,1 a	6,0 a
Nanas + Pepaya	22,4 a	8,0 a	14,6 a	3,0 a	5,0 a

Keterangan: angka selajur yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Tabel 3. Rata-rata pertumbuhan tanaman kangkung umur 34 hari setelah tanam (saat panen)

Perlakuan jenis limbah buah	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun	Panjang daun (cm)	Lebar daun (cm)	Diameter batang (mm)
Kontrol	35,9 a	10,0 a	18,8 a	2,8 a	5,0 a
Pisang	36,6 a	10,0 a	18,2 a	2,8 a	5,0 a
Jeruk	36,1 a	10,0 a	19,4 a	3,1 a	6,0 a
Nanas + Pepaya	36,3 a	10,0 a	17,3 a	3,1 a	5,0 a

Keterangan: angka selajur yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Tanaman tidak hanya memperoleh unsur hara dari pupuk yang diberikan, tetapi juga dari media tanam. Oleh karena itu, apabila media tanam telah menyediakan unsur hara dalam jumlah yang cukup, tambahan unsur hara dari berbagai sumber pupuk organik cair belum tentu menghasilkan perbedaan pertumbuhan yang nyata.

Hal ini sesuai dengan konsep bahwa efektivitas pupuk organik tidak hanya ditentukan oleh kandungan total unsur hara, tetapi juga oleh jumlah unsur yang tersedia bagi tanaman dan kecepatan pelepasannya. Geisseler et al. (2021) menjelaskan bahwa ketersediaan nitrogen dari pupuk organik sangat bervariasi antar jenis bahan dan dipengaruhi oleh proses mineralisasi, sifat bahan organik, suhu, kadar air, sifat tanah, serta rasio C/N (Geisseler, R. At all., 2021). Dengan demikian, keberadaan unsur hara dalam bahan organik belum secara otomatis menunjukkan bahwa seluruh unsur tersebut langsung tersedia bagi tanaman.

Pupuk organik pada umumnya juga memiliki karakter pelepasan hara yang lebih bertahap dibandingkan sumber hara mineral yang mudah larut. Kondisi tersebut menyebabkan respons tanaman terhadap pupuk organik dapat berlangsung secara bertahap dan bergantung pada kondisi lingkungan serta aktivitas mikroorganisme dalam media (S. Syed, X. At all., 2021). Oleh karena itu, dalam penelitian ini sangat mungkin bahwa sebagian unsur hara dari pupuk limbah buah belum menghasilkan tambahan hara yang cukup besar untuk menyebabkan perbedaan pertumbuhan tanaman secara statistik.

Salah satu dugaan yang dapat dikemukakan untuk menjelaskan tidak adanya pengaruh nyata pada pertumbuhan adalah relatif singkatnya periode pertumbuhan tanaman kangkung dalam penelitian ini. Tanaman dipanen pada umur 34 HST sehingga kesempatan tanaman untuk merespons perbedaan ketersediaan unsur hara dari masing-masing jenis pupuk relatif terbatas.

Penelitian mengenai pemanfaatan limbah buah dan sayuran sebagai pupuk organik menunjukkan bahwa bahan tersebut memang dapat dikonversi menjadi pupuk yang mengandung unsur hara penting bagi tanaman dan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dalam percobaan tertentu (K. Ramamoorthy, R. At all, 2024).

Akan tetapi, respons tanaman terhadap pupuk limbah organik sangat dipengaruhi oleh jenis bahan, proses pengolahan, formulasi, dosis, kondisi media, dan lama aplikasi.

Dengan demikian, pada penelitian ini dapat diduga bahwa umur tanaman yang relatif pendek menyebabkan perbedaan pelepasan dan ketersediaan unsur hara dari masing-masing jenis pupuk limbah buah belum cukup lama untuk menghasilkan perbedaan pertumbuhan yang nyata.

Faktor lain yang penting adalah status kesuburan media tanam sebelum dan selama penelitian. Apabila media yang digunakan masih mempunyai cadangan unsur hara yang cukup, tanaman dapat memenuhi sebagian besar kebutuhan nutrisinya dari media tersebut. Dalam kondisi demikian, pengaruh perlakuan pupuk cair menjadi relatif kecil. Tanaman tetap dapat tumbuh dengan baik pada kontrol maupun perlakuan pupuk limbah buah karena kebutuhan hara minimum selama fase vegetatif telah terpenuhi.

Hal ini dapat dijelaskan bahwa pada umur 21 HST memang terdapat kecenderungan perlakuan jeruk menghasilkan tanaman lebih tinggi, tetapi pada umur 34 HST perbedaannya menjadi sangat kecil. Tinggi tanaman kontrol bahkan mencapai 35,9 cm, sedangkan perlakuan pisang 36,6 cm, jeruk 36,1 cm, dan nanas + pepaya 36,3 cm. Artinya, perbedaan angka yang terlihat pada awal pertumbuhan cenderung mengecil menjelang panen. Hal tersebut menunjukkan bahwa tanaman pada semua perlakuan akhirnya mencapai pertumbuhan yang relatif sama.

Hasil pada Tabel 4 memberikan hal yang berbeda dibandingkan parameter pertumbuhan. Jenis pupuk limbah buah berpengaruh nyata terhadap jumlah tanaman yang dapat dipanen per m², tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap bobot segar per tanaman maupun bobot segar konsumsi per tanaman.

Jumlah tanaman panen pada kontrol sebesar 77 tanaman/m², sedangkan perlakuan pisang dan nanas + pepaya masing-masing mencapai 92 tanaman/m², dan jeruk mencapai 91 tanaman/m². Dan ketiga jenis pupuk limbah buah tersebut menghasilkan jumlah tanaman panen per m² yang berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan kontrol.

Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun jenis pupuk limbah buah tidak menyebabkan perbedaan nyata pada ukuran individual tanaman, keberadaan pupuk limbah buah kemungkinan memberikan kondisi yang lebih mendukung terhadap kelangsungan jumlah tanaman yang berhasil dipanen.

Tabel 4. Rata-rata hasil tanaman kangkung umur 34 hari setelah tanam (saat panen)

Perlakuan jenis limbah buah	Jumlah tan. panen per m^2	Bobot segar/ tan (g)	Bobot segar konsumsi/tan (g)
Kontrol	77,0 a	43,3 a	23,3 a
Pisang	92,0 b	46,7 a	28,0 a
Jeruk	91,0 b	55,3 a	30,0 a
Nanas + Pepaya	92,0 b	40,0 a	22,7 a

Keterangan: angka selajur yang diikuti yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Dengan kata lain, respons tanaman terhadap perlakuan lebih terlihat pada komponen populasi tanaman per satuan luas dari pada ukuran individual tanaman.

Hal lain menunjukkan bahwa peningkatan jumlah tanaman per m² tidak

diikuti oleh peningkatan bobot segar per tanaman secara nyata. Bobot segar per tanaman pada kontrol adalah 43,3 g, pisang 46,7 g, jeruk 55,3 g, dan nanas + pepaya 40,0 g. Meskipun secara angka perlakuan jeruk menghasilkan bobot segar per tanaman tertinggi, yaitu 55,3 g, namun tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Demikian pula, bobot segar konsumsi per tanaman berkisar antara 22,7–30,0 g, yang secara statistik tidak menunjukkan berbeda yang nyata. Hal ini menunjukkan bahwa jenis pupuk limbah buah tidak cukup kuat untuk mengubah ukuran atau biomassa individual tanaman, meskipun dapat meningkatkan jumlah tanaman yang berhasil dipanen per satuan luas.

Secara agronomis, kondisi ini penting karena hasil per satuan luas tidak hanya ditentukan oleh bobot individu tanaman, tetapi juga oleh jumlah tanaman yang tumbuh dan dapat dipanen. Oleh karena itu, peningkatan jumlah tanaman per m² pada perlakuan pupuk limbah buah merupakan respons yang perlu diperhatikan meskipun bobot individu tanaman tidak berbeda nyata.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis pupuk limbah buah belum memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan individual tanaman kangkung, baik pada umur 21, 28 maupun 34 HST. Namun, terdapat pengaruh nyata terhadap jumlah tanaman yang dapat dipanen per m². Hasil ini dapat diinterpretasikan bahwa perlakuan pupuk limbah buah belum cukup memberikan perbedaan dalam ukuran morfologis tanaman, tetapi kemungkinan memberikan kondisi yang lebih mendukung terhadap keberadaan tanaman sampai saat panen. Hal ini terlihat dari jumlah tanaman panen yang meningkat dari 77 tanaman/m² pada kontrol menjadi 91–92 tanaman/m² pada perlakuan pupuk limbah buah.

Tidak adanya perbedaan nyata pada sebagian besar parameter dapat diduga berkaitan dengan singkatnya umur tanaman kangkung hingga panen 34 HST dan masih tersedianya unsur hara dalam media tanam. Dalam kondisi tersebut, kebutuhan hara tanaman selama fase pertumbuhan kemungkinan masih dapat dipenuhi oleh media, sehingga perbedaan jenis pupuk cair belum menghasilkan perbedaan ketersediaan hara yang cukup besar untuk mengubah pertumbuhan tanaman secara nyata. Selain itu, sebagian unsur hara dari bahan organik memerlukan proses mineralisasi sebelum menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman..

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Jenis pupuk limbah buah tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman kangkung, yang meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, dan diameter batang kangkung pada umur 21, 28, dan 34 HST.
2. Pada saat panen, jenis pupuk limbah buah juga tidak memberikan pengaruh nyata terhadap bobot segar per tanaman dan bobot segar konsumsi per tanaman, tetapi memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah tanaman yang dapat dipanen per m², di mana jumlah tanaman panen pada perlakuan pisang, jeruk, dan nanas + pepaya masing-masing mencapai 92, 91, dan 92 tanaman/m², lebih tinggi dibandingkan kontrol sebesar 77 tanaman/m².

Dari hasil penelitian ini dapat disarankan perlunya penelitian lebih lanjut yang digabungkan dengan konsentrasi pemberian pupuk cair limbah buah dan dilakukan pada media tanam yang dapat memberikan respon terhadap pemupukan.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik. 2023. Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-buahan Semusim Indonesia. Jakarta: BPS.

D. Geisseler, R. Smith, M. Cahn, and J. Muramoto. 2021. Nitrogen mineralization from organic fertilizers and composts: Literature survey and model fitting. Journal of Environmental Quality, vol. 50, no. 6, pp. 1325–1338.

Gomez, K.A., & Gomez, A.A. 2015. Statistical Procedures for Agricultural Research (2nd ed.). New York: Wiley.

Hardinsyah & Supariasa, I.D.N. 2017. Ilmu Gizi: Teori dan Aplikasi. Jakarta: EGC.

Hidayati, Y.A., Marlina, N., & Winarso, S. 2020. Pengaruh pupuk organik cair terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sayuran daun. Jurnal Hortikultura Indonesia, 11(1): 45–52.

K. Ramamoorthy, R. Dhanraj, N. Vijayakumar, Y. Ma, S. Al Obaid, and M. Narayanan. 2024. Vegetable and fruit wastes: Valuable source for organic fertilizer for effective growth of short-term crops: Solanum lycopersicum and Capsicum annum," Environmental Research, vol. 251, pt. 2, Art. no. 118727.

Kurniawan, A., & Budiyono. 2019. Pengolahan limbah organik menjadi pupuk cair sebagai upaya pengurang- an limbah domestik. Jurnal Ilmu Lingkungan, 17(2): 224–232.

Lim, S.L., Wu, T.Y., Clarke, C. 2016. Treatment and biotransformation of highly polluted agro-industrial wastewater from a palm oil mill into biofertilizer using composting. Journal of Environmental Management, 180: 615–623.

S. Syed, X. Wang, T. N. V. K. V. Prasad, and B. Lian. 2021. Bio-organic mineral fertilizer for sustainable agriculture: Current trends and future perspectives. Minerals, vol. 11, no. 12, Art. no. 1336.

Rukmana, R. 2016. Budidaya Kangkung. Yogyakarta: Kanisius.

Sari, D.P., & Prayitno, S. 2021. Karakteristik pupuk organik cair dari berbagai bahan baku limbah buah. Jurnal Agroekoteknologi, 13(2): 98–107.

Sutedjo, M.M. 2018. Pupuk dan Cara Pemupukan. Jakarta: Rineka Cipta.

Vanesa A., 2023. Panduan lengkap budidaya kangkong. Pustaka Referensi. Yogyakarta.

Zhang, X., Davidson, E.A., Mauzerall, D.L., Searchinger, T.D., Dumas, P., & Shen, Y. 2015. Managing nitrogen for sustainable development. Nature, 528(7580): 51–59.