



APLIKASI BIOAKTIVATOR LIMBAH TAHU DALAM PEMBUATAN PUPUK CAIR ORGANIK DARI SAMPAH PASAR DAN DAUN KERING

Application of tofu waste bioactivation in making organic liquid fertilizer from market waste and dry leaves

Hernowo Widodo^{1}, Laras Andria Wardani², Vicky Anderesta Kuswoyo³*

^{1,2,3}Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Jl. Raya Perjuangan Bekasi Utara, Kota Bekasi, Jawa Barat 17121, Indonesia
^{*}email korespondensi : hernowo.widodo@dsn.ubharajaya.ac.id

Info artikel : Diterima 26 September 2021, Diperbaiki 20 November 2021 , Disetujui 23 November 2021

ABSTRACT

Organic fertilizers contain a lot of residual organic matter that has been decomposed and is ready for consumption by plants. The raw materials for organic liquid fertilizer used in this study were market waste, dry leaves, and the addition of three bio activators (tofu wastewater, Stardec, and EM4). The selection of tofu liquid waste is done because it is easy to obtain, cheap, and reduces environmental pollution. Therefore, the purpose of this study was to analyze the quality and quality of the manufacture of liquid fertilizer using the tofu industry's liquid waste bio activator compared to other bio activators. The method used in this research is the experimental manufacture of liquid fertilizer with anaerobic fermentation, which is then applied to the growth of kale. The results of this study are the quality and quality of the manufacture of liquid fertilizer using a liquid waste bio activator tofu industry is quite good, although it still does not meet the minimum Technical Requirements for Organic Fertilizer standards issued by the Decree of the Minister of Agriculture of the Republic of Indonesia Number 261/KPTS/SR.310/M /4/2019. This can be seen from the average height of the kale plant which is not much different from the use of popular bio activators on the market (EM4 and Stardec), where the average height yield is 6.72 cm on the seventh day.

Keywords : *Organic fertilizers, tofu wastewater, fermentation, solid bioactivator, EM4*

ABSTRAK

Pupuk organik mengandung banyak sisa bahan organik yang telah terurai dan siap untuk dikonsumsi oleh tanaman. Bahan baku pupuk cair organik yang digunakan pada penelitian ini adalah sampah pasar, daun kering, dan penambahan tiga bioaktivator (air limbah

tahu, Stardec, dan EM4). Pemilihan limbah cair tahu dilakukan karena mudah didapat, murah, dan mengurangi polusi lingkungan. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kualitas dan mutu dari pembuatan pupuk cair dengan penggunaan bioaktivator limbah cair industri tahu yang dibandingkan dengan bioaktivator lainnya. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimen pembuatan pupuk cair dengan fermentasi anaerob, yang selanjutnya diaplikasikan pada pertumbuhan tanaman kangkung. Hasil dari penelitian ini adalah Kualitas dan mutu dari pembuatan pupuk cair yang menggunakan bioaktivator limbah cair industri tahu cukup baik, walaupun masih belum memenuhi standar Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik yang dikeluarkan oleh Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019. Hal ini dapat dilihat dari ketinggian rata-rata tanaman kangkung tidak jauh berbeda dengan penggunaan bioaktivator yang populer dipasaran (EM4 dan Stardec), dimana hasil ketinggian rata-rata yaitu sebesar 6,72 cm pada hari ke tujuh.

Kata kunci : pupuk organik, air limbah tahu, fermentasi, bioaktivator padat, EM4

PENDAHULUAN

Sampah pasar dan daun kering sangat sering kita jumpai dikehidupan sehari-hari dan dalam jumlah yang cukup banyak, namun tidak termanfaatkan. Jika limbah-limbah tersebut tidak dapat tertangani dengan baik, maka dapat menimbulkan gangguan dan pencemaran lingkungan. Bahan-bahan tersebut memiliki kandungan bahan organik yang cukup tinggi, sehingga dengan mudah menghasilkan gas emisi rumah kaca dari proses pembusukannya. Disisi lain, jika bahan-bahan tersebut jika diolah dengan baik maka akan dapat menghasilkan keuntungan baik dari sisi lingkungan, maupun ekonomi. Berdasarkan sudut pandang pengolahan sumber daya, penanganan pengolahan limbah perlu diatasi dengan suatu metode penanganan yang baik dan berkelanjutan.

Salah satu metode penanganan limbah yang berkelanjutan adalah pengomposan.

Pengomposan adalah metode tradisional untuk mengubah limbah makanan menjadi pupuk organik (Nakasaki *et al.*, 2019, Liao *et al.*, 2019). Namun, pengomposan juga memiliki beberapa kekurangan yaitu, membutuhkan waktu reaksi yang lama, menghasilkan bau tak sedap, melepaskan CO₂ dan N₂O, sehingga membatasi pengembangan dan penerapannya secara luas (Mostafazadeh-Fard *et al.*, 2017).

Walaupun teknik pengomposan masih memiliki kekurangan, namun saat ini pengembangan pupuk organik semakin hari semakin populer di bidang pertanian untuk menggantikan pupuk kimia konvensional (Hai *et al.*, 2017). Hal ini dibuktikan dalam penelitian beberapa tahun terakhir, terdapat banyak metode yang telah dikembangkan untuk mengubah sampah menjadi pupuk organik. Seperti Ma *et al.*, (2017a, 2017b) yang mengubah sampah padat makanan yang tersisa menjadi pupuk hayati melalui proses hidrolisis. Paul *et al.*, (2017) yang

melakukan penelitian mengenai pembuatan pupuk hayati dan secara bersamaan menghasilkan biometana. Niu et al., (2017) mempelajari metode biokonversi baru untuk menghasilkan protein melalui pengembangbiakan maggot dan pupuk organik dari pemanfaatan sampah.

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti juga bermaksud memanfaatkan bahan- bahan tersebut menjadi pupuk organik yang ramah lingkungan. Peneliti menggunakan salah satu limbah organik yang berasal dari sampah pasar. dunia dan menjadi masalah mendesak di negara berkembang. Hal tersebut terjadi karena hampir setengah dari sampah yang dihasilkan saat ini dibuang secara terbuka. Seringkali, penanganan sampah dilakukan secara terpaksa yaitu dengan dibuang atau dibakar tanpa adanya layanan pengumpulan yang teratur dan efektif (Oteng-Ababio et al., 2013). Pendekatan ekonomi untuk pengolahan sampah organik dapat berkontribusi dalam pemecahan masalah pengelolaan sampah (Ellen Macarthur Foundation, 2014). Peningkatan daur ulang dan pengomposan disebut sebagai kunci untuk menangani sampah organik secara global (Boonrod et al., 2015). Proses pengomposan juga dapat mengurangi emisi metana dan karbon (McNicol et al., 2020). Oleh karena itu, berdasarkan pernyataan tersebut mendorong peneliti untuk dapat memanfaatkan sampah pasar sebagai pupuk

organik sehingga dapat berkontribusi mengurangi permasalahan sampah di Indonesia.

Di lain hal, pembuatan pupuk organik atau proses pengomposan dengan menggunakan daun juga telah banyak digunakan. Pemupukan dengan menggunakan daun memiliki keuntungan dari tingkat pengaplikasian yang sederhana serta mudah bagi tumbuhan untuk menyerap nutrisinya (Mengel, 2002). Nutrisi yang berasal dari Nitrogen (N) merupakan unsur hara makro dan paling banyak digunakan dalam pemupukan tanaman hortikultura (Fernandez-Escobar et al., 2008). Nutrisi Fosfor (P) memiliki peran penting dalam tanaman sebagai penyusun asam nukleat dan fosfolipid biomembran dan dalam reaksi transfer energi yang melibatkan adenosin trifosfat (ATP) (Havlin et al., 2014). Nutrisi Kalium (K) memiliki peran penting terhadap pertumbuhan dan efisiensi penggunaan air pada tanaman zaitun (Arquero et al., 2006). Makronutrien penting lainnya adalah kalsium (Ca) yang berperan dalam menjaga klorofil (Schmitz-Eiberger et al., 2002). Diantara unsur hara mikro, boron (B) adalah unnsur yang sangat penting untuk translokasi gula dan karbohidrat, dan diperlukan untuk pembelahan sel normal, metabolisme nitrogen, dan pembentukan protein (Karioti et al., 2006).

Daun dianggap sebagai organ sumber karbohidrat untuk sisa organisme ketika mereka mencapai kematangan fisiologis (Naschitz et al., 2010). Karbohidrat telah dianggap sebagai penanda yang optimal karena merupakan produk langsung dari aktivitas fotosintesis dan merupakan sumber energi yang penting (Wiesman dan Lavee, 1995). Beberapa penulis meneliti pengaruh pemupukan daun pada karbohidrat terlarut dalam daun (Saadati et al., 2013; Tekaya et al., 2016). Hasilnya adalah bahwa pupuk merupakan biostimulan baru yang digunakan untuk merangsang tanaman secara alami sehingga dapat meningkatkan penyerapan nutrisi (Kunichki et al., 2010).

Pada proses pembuatan pupuk organik, tentunya ada zat tambahan yang digunakan yaitu bioaktivator. Menurut Balai Besar Pelatihan Perternakan Kupang (2021), arti dari bioaktivator adalah suatu bahan bioaktif yang memiliki kemampuan untuk merombak bahan-bahan organik yang mengandung serat selulosa. Manfaat yang paling penting dari bioaktivator adalah mempercepat waktu proses pembuatan kompos dan meningkatkan kualitas pupuk. Pada dasarnya tiap jenis bioaktivator memiliki keunggulan dan spesialisasi tersendiri, namun peneliti ingin menganalisis apakah limbah tahu dapat menjadi bioaktivator tanaman yang baik.

Limbah tahu dipilih karena limbah tahu mengandung banyak senyawa organik.

Limbah yang dihasilkan pada proses pembuatan tahu ini terbagi menjadi dua yaitu limbah padat yang biasa disebut sebagai ampas tahu dan limbah cair. limbah padat atau ampas tahu bernilai ekonomis dan dapat dijual sebagai bahan baku pakan ternak, sedangkan limbah cair yang dihasilkan biasanya tidak dimanfaatkan dan cenderung dibuang langsung ke lingkungan sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan. Limbah cair industri tahu biasanya dihasilkan dari sisa-sisa proses pencucian dan perendaman kedelai, proses pengepresan sari pati kedelai, serta proses pencetakan tahu. Limbah cair industri tahu mengandung banyak senyawa organik seperti kandungan protein 40-60%, karbohidrat 25-50% dan lemak 10% (Fitriyah, 2011). Tingginya kandungan organik yang terkandung pada limbah cair tersebut, yang jika diolah dengan baik maka dapat berpotensi untuk pupuk cair organik penyubur tanaman.

Pupuk cair organik merupakan zat penyubur tumbuhan yang berasal dari bahan-bahan organik. Menurut Simamora (2005) pupuk cair organik adalah pupuk yang berasal dari tumbuhan maupun hewan yang telah mengalami proses fermentasi dan produknya berupa cairan. Ketersediaan pupuk cair organik di pasaran masih relatif lebih sedikit dibandingkan dengan pupuk organik padat (Simamora dan Salundik, 2005). Pupuk cair ialah salah satu tipe

proses pupuk yang mengalami fermentasi atau hasil dari pembusukan bahan-bahan organik yang berasal dari hewan atau tumbuhan dan telah terurai sehingga siap untuk dicerna oleh tumbuhan.

Pupuk cair mempunyai khasiat yang sama semacam pupuk padat, namun karena bentuknya yang cair, sehingga pada aplikasinya pupuk cair ini dapat langsung disepatkan ke daun hingga ke bagian-bagian lain pada tumbuhan. Bagi Peraturan Menteri Pertanian Nomor: 2/Pert./HK.060/2/2006 tentang pupuk organik dan pembenah tanah, dinyatakan bahwa pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri dari bahan organik yang berasal dari tanaman dan atau hewan yang telah melalui proses rekayasa, dapat berbentuk padat dan cair yang digunakan untuk mensuplai bahan organik, memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kualitas dan mutu dari pembuatan pupuk cair dengan penggunaan bioaktivator limbah cair industri tahu yang dibandingkan dengan bioaktivator lainnya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di kelurahan Harapan Jaya, Bekasi Utara, Kota Bekasi dan diuji di Laboratorium Penguji Balai Penelitian Tanah, Cimanggu, Bogor. Penelitian ini menggunakan metode

eksperimen pembuatan pupuk cair dengan fermentasi anaerob yang dilakukan dalam wadah terpisah. Percobaan dilakukan dengan masing-masing menggunakan wadah ember tertutup berisikan sampah pasar, daun kering, dan penambahan bioaktivator serta didiamkan selama 14 hari. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan bioaktivator limbah tahu yang dibandingkan dengan bioaktivator yang sudah ada di pasaran yaitu bioaktivator EM4 dan bioaktivator padat atau Stardec. Pupuk cair yang dihasilkan dari ketiga bioaktivator tersebut, selanjutnya dibandingkan dengan Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik yang dikeluarkan oleh Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 dan diaplikasikan kepada bibit tanaman kangkung.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan antara lain: wadah toples sebagai drum komposter, pengaduk, saringan. Bahan yang digunakan adalah daun kering, sampah pasar, bioaktivator (limbah tahu, Stardec, EM4).

Prosedur Kerja

Cara kerja pembuatan pupuk organik cair:

1. Siapkan 3 wadah untuk tempat fermentasi
2. Masukkan limbah sayuran sebanyak 2,5 Kilogram dan daun kering 500 Gram

yang sudah dipilah kemudian dipotong-potong hingga halus

3. Kemudian masukkan bioaktivator, pada wadah 1 ditambahkan bioaktivator air limbah tahu sebanyak 1 Liter; pada wadah 2 ditambahkan bioaktivator dengan melarutkan 10 mL EM4 dalam 1 Liter air; dan pada wadah 3 ditambahkan bioaktivator padat (Stardec) sebanyak 2,5 Gram
4. Tambahkan 1 Kilogram limbah ampas tahu
5. Aduk dan tutup rapat komposter
6. Fermentasi dilakukan selama 14 hari pada suhu ruangan
7. Saring hingga terpisah antara padatan dan cairannya
8. Ambil cairan sebagai pupuk organik cair
9. Hasil akhir didapatkan 3 sample pupuk cair dengan bioaktivator yang berbeda-beda; yaitu: bioaktivator dari air limbah tahu, bioaktivator EM4 dan bioaktivator padat Stardec.
10. Pupuk cair selanjutnya digunakan untuk menanam kangkung dengan pengulangan masing-masing sebanyak 5 tanaman.
11. Bandingkan dan catat ketinggian tanaman kangkung dengan menggunakan ketiga bioaktivator tersebut selama 7 hari.
12. Hitung rata-rata ketinggian dari masing-masing tanaman kangkung tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pada hari ke-empat belas, ketiga wadah yang berisi pupuk cair siap dipanen, dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Fermentasi selama 14 hari (kiri) Pupuk organik cair setelah disaring (kanan)

Perbandingan hasil pupuk cair dari ketiga wadah tersebut (bioaktivator dari air limbah tahu, bioaktivator EM4 dan bioaktivator padat Stardec) pada hari ke-14 dengan Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik yang dikeluarkan oleh Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil uji laboratorium

No	Uji	Kepmen Pertanian	Stardec	Air Limbah Tahu	EM4	Satuan
1	C-organik	Min. 6	0,53	0,65	0,40	%
2	N-total	2-6	0,25	0,20	0,20	%
3	P2O5-total	2-6	0,02	0,03	0,02	%
4	K2O-total	2-6	0,09	0,08	0,05	%
5	Mn-total	25-500	1	4	5	ppm
6	Cu-total	25-500	Td	Td	Td	ppm
7	Zn-total	25-500	0,4	7	5	ppm
8	Pb-total	Maks. 12,5	2,7	2,8	17,1	ppm

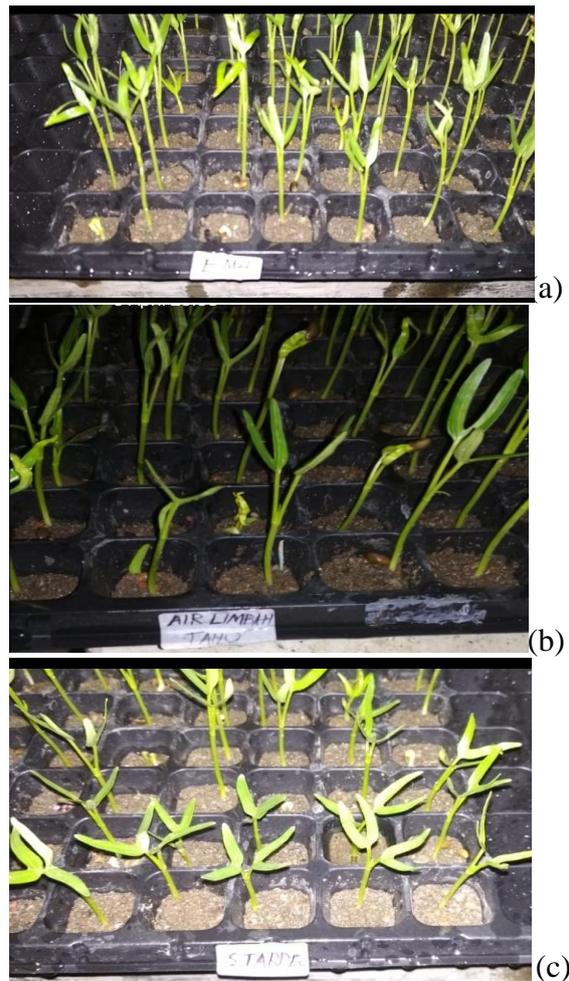
No	Uji	Kepmen Pertanian	Star dec	Air Limbah Tahu	EM4	Satuan
9	Cd-total	Maks.1	0,2	0,3	0,4	ppm
10	As-total	Maks. 5	Td	Td	Td	ppm
11	Hg-total	Maks. 0,2	Td	Td	Td	ppm
12	pH	4-9	7,01	5,62	5,70	

Keterangan: Td (Tidak terdeteksi)

Kandungan yang dihasilkan dari pupuk cair yang dihasilkan masih belum memenuhi standar pupuk cair yang ditetapkan oleh Keputusan Menteri Pertanian, namun jika dibandingkan dengan bioaktivator lain maka hasilnya tidak jauh berbeda dengan perlakuan bioaktivator lain. Hal ini membuktikan bahwa limbah cair tahu dapat digunakan sebagai bahan bioaktivator yang baik bagi tanaman.

Selanjutnya pupuk cair yang sudah jadi, langsung diaplikasikan kepada tanaman, dan tanaman yang digunakan pada penelitian ini adalah tanaman kangkung. Kangkung dipilih karena merupakan tanaman yang sangat populer di Indonesia, karena merupakan tanaman sangat banyak dijumpai hampir di manapun, serta sifatnya yang mudah ditanam dan menguntungkan.

Tanaman kangkung yang ditanam dengan menggunakan pupuk cair organik dengan bioaktivator berbeda pada hari ke tujuh dapat dilihat pada Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Tanaman kangkung dengan penambahan pupuk cair bioaktivator (a) EM4 (b) air limbah tahu (c) EM4

Perbandingan tinggi tanaman kangkung dari ketiga bioaktivator tersebut pada hari ke tujuh dengan pengulangan sebanyak 5 kali dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut.

Table 2. Ketinggian tanaman kangkung selama 7 hari

No	Stardec	Air Limbah Tahu	EM4
1	7,5 cm	6,2 cm	7,8 cm
2	4,0 cm	6,1 cm	8,2 cm
3	5,9 cm	6,7 cm	6,9 cm
4	5,5 cm	7,1 cm	7,1 cm
5	9,2 cm	7,5 cm	8,2 cm
rata	6,42 cm	6,72 cm	7,64 cm

Pada Tabel 2 terlihat bahwa tinggi tanaman kangkung dengan menggunakan bioaktivator limbah cair tahu berada diurutan kedua yaitu dengan perbandingan rata-rata ketinggian tanaman kangkung selama 7 hari sebesar 6,72 cm, sedangkan tinggi tanaman kangkung dengan menggunakan bioaktivator EM4 berada diurutan pertama yaitu sebesar 7,64 cm, dan selanjutnya bioaktivator Stardec menghasilkan tinggi sebesar 6,42 cm.

Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan bioaktivator air limbah tahu sangat menguntungkan karena selain mudah didapat, jika digunakan dapat mengurangi pencemaran pada lingkungan, dan biayanya cenderung lebih murah atau sama dengan nol rupiah, serta tentunya dapat menghasilkan ketinggian tanaman yang baik.

Pembahasan

Penelitian ini menunjukkan bahwa proses fermentasi bahan organik dari sampah pasar dan daun kering serta penambahan bioaktivator yang berbeda (air limbah tahu, Stardec, dan EM4) dapat menghasilkan pupuk cair organik dengan kualitas yang baik bagi pertumbuhan tanaman kangkung, dan dengan ketinggian yang tidak jauh berbeda. Hal ini terjadi karena sama-sama melewati proses fermentasi. Fermentasi akan terjadi karena adanya proses penguraian bahan organik

kompleks dari karbohidrat untuk menghasilkan energi melalui aktivasi enzim yang dihasilkan dari proses metabolisme mikroorganisme yang terjadi dalam keadaan tanpa kehadiran oksigen atau biasa disebut dengan fermentasi anaerob dan hasilnya selalu diiringi dengan pembentukan gas-gas yang bertujuan untuk menekan pertumbuhan bakteri patogen (Sungguh, 1993).

Unsur Hara Makro seperti C, N, P₂O₅ dan K₂O merupakan unsur-unsur hara yang dibutuhkan tumbuhan dalam jumlah yang relatif besar. Dari hasil penelitian kadar C (karbon) paling tinggi adalah Air Limbah Tahu yaitu sebesar 0,65%. Tingginya kandungan karbon pada air limbah tahu karena dipengaruhi langsung oleh bahan baku industri tahu yaitu kedelai atau bahan organik, sehingga mengakibatkan kandungan karbonnya relatif lebih tinggi daripada penggunaan bioaktivator lainnya. Karbon merupakan unsur penting dalam bahan organik. Unsur karbon sangat berperan penting bagi tanaman, karena karbon adalah bahan organik pembangun. Selain itu, unsur karbon juga dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme sebagai sumber energi (Susanto, 2002).

Selanjutnya kadar Nitrogen (N) tertinggi terdapat di Stardec sebesar 0,25%; sedangkan untuk bioaktivator air limbah tahu dan EM4 memiliki kandungan N sebesar 0,20%. Unsur nitrogen juga sangat penting bagi pertumbuhan tanaman, karena

nitrogen merupakan salah satu unsur penyusun protein. Protein adalah komponen dasar dalam makhluk hidup. Perbandingan kandungan unsur karbon dan nitrogen dapat mempengaruhi kualitas pupuk cair yang dihasilkan (Pancapalaga, 2011).

Setelah nitrogen, fosfor adalah unsur hara terpenting dalam tanaman, karena berperan aktif dalam mengendalikan pertumbuhan dan pembelahan sel, transport energi dalam sel, merangsang pertumbuhan akar, memproduksi biji, serta pemasakan buah (Yuliprianto, 2010). Unsur fosfor dapat dilihat pada uji kadar P_2O_5 , dimana Stardec memiliki kandungan fosfor yang lebih tinggi yaitu 0,009%, dibandingkan dengan air limbah tahu sebesar 0,08% dan EM4 sebesar 0,05%.

Selain karbon, nitrogen, dan fosfor, unsur kalium juga sangat berguna bagi tanaman muda (Mulyani, 1994) dan mempengaruhi rasa manis pada buah (Winata, 1998). Jika tanaman kekurangan unsur kalium akan berakibat pada kekeringan pada ujung daun. Selanjutnya pH adalah unsur yang tidak kalah penting pada pupuk cair juga sangat berpengaruh pada pertumbuhan tanaman karena mempengaruhi ketersediaan mineral yang dibutuhkan oleh tanaman (Campbell dan Reece, 2008).

Berdasarkan kandungan unsur-unsur hara tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa proses fermentasi menggunakan

bioaktivator limbah cair tahu layak digunakan sebagai pupuk cair penyubur tanaman.

KESIMPULAN

Kualitas dan mutu dari pembuatan pupuk cair yang menggunakan bioaktivator limbah cair industri tahu cukup baik, walaupun masih belum memenuhi standar Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik yang dikeluarkan oleh Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019. Hal ini dapat dilihat dari ketinggian rata-rata tanaman kangkung tidak jauh berbeda dengan penggunaan bioaktivator yang populer dipasaran (EM4 dan Stardec), dimana hasil ketinggian rata-rata yaitu sebesar 6,72 cm pada hari ke tujuh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dan mendukung penulis selama penelitian ini, dan tidak lupa tentunya dengan Universitas Bhayangkara Jakarta Raya yang bersedia sebagai tempat afiliasi penulis dalam publikasi ilmiah.

DAFTAR PUSTAKA

Arquero, O., Barranco, D., Benlloch, M., 2006. Potassium starvation increases stomatal conductance in olive trees. American Society for Horticultural

- Science 41, 433–436.
<https://doi.org/10.21273/HORTSCI.41.2.433>.
- Boonrod, K., Towprayoon, S., Bonnet, S., & Tripetchkul, S. (2015). Enhancing organic waste separation at the source behavior: A case study of the application of motivation mechanisms in communities in Thailand. *Resources, Conservation and Recycling*, 95. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.12.002>
- Campbell, N. A. dan J.B. Reece. 2008. *Biologi edisi kedelapan Jilid 2*. Erlangga. Jakarta.
- Ellen Macarthur Foundation. (2014). *Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/towards-the-circular-economy-vol-3-accelerating-the-scale-up-across-global-supply-chains>. (Accessed 14 September 2021).
- Fernandez-Escobar, R., Ortiz-Urquiza, A., Prado, M., Rapoport, H.F., 2008. Nitrogen status influence on olive tree flower quality and olive longevity. *Environmental and Experimental Botany* 64, 113–119. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2008.04.007>.
- Fitriyah, N. R. (2011). *Studi Pemanfaatan Limbah Cair Tahu untuk Pupuk Cair Tanaman* (Studi Kasus Pabrik Tahu Kenjeran). Surabaya: Teknik Lingkungan.
- Fitriyah, N. R. (2011). *Studi Pemanfaatan Limbah Cair Tahu untuk Pupuk Cair Tanaman* (Studi Kasus Pabrik Tahu Kenjeran). Surabaya: Teknik Lingkungan.
- Hai, D.M., Qiu, X., Xu, H., Honda, M., Yabe, M., Kadokami, K., Shimasaki, Y., Oshima, Y., 2017. Contaminants in liquid organic fertilizers used for agriculture in Japan. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 99 (1), 131–137. <https://doi.org/10.1007/s00128-017-2081-y>.
- Havlin, J.L., Tisdale, S.L., Nelson, W.L., Beaton, J.D., 2014. *Soil Fertility and Fertilizers, an Introduction to Nutrient Management*, 8th edition Pearson, Boston, USA.
- Karioti, A., Chatzopoulou, A., Bilia, A.R., Liakopoulos, G., Stavriakou, S., Skaltsa, H., 2006. Novel secoiridoid glucosides in *Olea europaea* leaves suffering from boron deficiency. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* 70 (8), 1898–1903. <https://doi.org/10.1271/bbb.60059>.
- Kunicki, E., Grabowska, A., Sełkara, A., Wojciechowska, R., 2010. The effect of cultivar type, time of cultivation,

- and biostimulant treatment on the yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Folia Horticulturae* 22, 9–13. <https://doi.org/10.2478/fhort-2013-0153>.
- Liao, H., Friman, V.P., Geisen, S., Zhao, Q., Cui, P., Lu, X., Chen, Z., Yu, Z., Zhou, S., 2019. Horizontal gene transfer and shifts in linked bacterial community composition are associated with maintenance of antibiotic resistance genes during food waste composting. *Sci. Total Environ.* 660, 841–850. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.353>.
- Ma, Y.Q., Yin, Y., Liu, Y., 2017a. A holistic approach for food waste management towards zero-solid disposal and energy/resource recovery. *Bioresour. Technol.* 228, 56–61. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.12.090>.
- Ma, Y.Q., Yin, Y., Liu, Y., 2017b. New insights into co-digestion of activated sludge and food waste: biogas versus biofertilizer. *Bioresour. Technol.* 241, 448–453. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.05.154>.
- McNicol, G., Jeliazovski, J., François, J. J., Kramer, S., & Ryals, R. (2020). Climate change mitigation potential in sanitation via off-site composting of human waste. *Nature Climate Change*, 10, 1038/s41558-020-0782-4
- Mengel, K., 2002. Alternative or complementary role of foliar supply in mineral nutrition. *Acta Horticulturae* 594, 33–47. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.594.1>.
- Mostafazadeh-Fard, S., Samani, Z., Bandini, P., 2017. Production of liquid organic fertilizer through anaerobic digestion of grass clippings. *Waste Biomass Valor.* 10 (4), 771–781. <https://doi.org/10.1007/s12649-017-0095-7>.
- Mulyani, S. 1994. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Nakasaki, K., Hirai, H., Mimoto, H., Quyen, T.N.M., Koyama, M., Takeda, K., 2019. Succession of microbial community during vigorous organic matter degradation in the primary fermentation stage of food waste composting. *Sci. Total Environ.* 671, 1237–1244. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.341>.
- Naschitz, S., Naor, A., Genish, S., Wolf, S., Goldschmidt, E.E., 2010. Internal management of non-structural carbohydrate resources in apple leaves and branch wood under a broad range of sink and source manipulations. *Tree Physiology* 30, 715–727.

- <https://doi.org/10.1093/treephys/tpq028>.
- Niu, Y., Zheng, D., Yao, B.H., Cai, Z.Z., Zhao, Z.M., Wu, S.Q., Cong, P.Q., Yang, D.P., 2017. A novel bioconversion for value-added products from food waste using *Musca domestica*. *Waste Manag.* 61, 455–460.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.10.054>.
- Oteng-Ababio, M., Melara Arguello, J. E., & Gabbay, O. (2013). Solid waste management in African cities: Sorting the facts from the fads in Accra, Ghana. *Habitat International*, 39. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2012.10.010>
- Pancapalaga, W. 2011. *Pengaruh Rasio Penggunaan Limbah Ternak dan Hijauan terhadap Kualitas Pupuk Cair*. *Gamma* 7(1), Hal 61-68.
- Paul, S., Dutta, A., Defersha, F., Dubey, B., 2017. Municipal food waste to biomethane and biofertilizer: a circular economy concept. *Waste Biomass Valori.* 9 (4), 601–611. <https://doi.org/10.1007/s12649-017-0014-y>.
- Peraturan Menteri Pertanian Nomor: 2/Pert./HK.060/2/2006 Tentang Pupuk Organik dan Pembenh Tanah.
- Saadati, S., Moallemi, N., Mortazavi, S.M.H., Seyyednejad, S.M., 2013. Effects of zinc and boron foliar application on soluble carbohydrate and oil contents of three olive cultivars during fruit ripening. *Scientia Horticulturae* 164, 30–34.
- Schmitz-Eiberger, M., Haefs, R., Noga, G., 2002. Calcium deficiency - Influence on the antioxidative defense system in tomato plants. *Journal of Plant Physiology* 159, 733–742. <https://doi.org/10.1078/0176-1617-0621>.
- Simamora, S., dan Salundik. (2005). *Meningkatkan Kualitas Kompos*. Agromedia Pustaka. Jakarta
- Sungguh A. 1993. *Kamus Lengkap Biologi*. Gaya Media Pratama. Jakarta.
- Sutanto, Rachman. 2002. *Penerapan Pertanian Organik : Pemasyarakatan & Penerapannya*. Karisius. Yogyakarta
- Tekaya, M., El Gharbi, S., Mechri, B., Chehab, H., Bechir, A., Cheraief, I., Ayachi, M., Boujnef, D., Attia, F., Hammami, M., 2016. Improving performance of olive trees by the enhancement of key physiological parameters of olive leaves in response to foliar fertilization. *Acta Physiologiae Plantarum* 38, 101. <https://doi.org/10.1007/s11738-016-2122-x>.
- Wiesman, Z., Lavee, S., 1995. Relationship of carbohydrate sources and indole-3-butyric acid in olive cuttings. *Plant*

Physiol 22, 811–816.

<https://doi.org/10.1071/PP9950811>.

Winata, L. 1998. *Budidaya Anggrek*.

Penebar Swadaya . Jakarta.

Yulipriyanto, H. 2010. *Biologi tanah dan*

strategi pengolahannya. Graha Ilmu.

Yogyakarta.