

**PEMBUATAN PUPUK ORGANIK CAIR BERBAHAN UTAMA
LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT DENGAN
PENAMBAHAN *EFFECTIVE MICROORGANISM-4***

**Liquid Organic Fertilizer Made from Palm Oil Mill Liquid Waste
as Its Main Ingredient Added with Effective Microorganism-4**

RR Sitinjak¹⁾, I Kurniawan¹⁾, B Pratomo¹⁾, J Irni¹⁾

¹⁾Program Studi Agroteknologi, PUI-PT Agro Sustainable Center,
Universitas Prima Indonesia, Medan

E-mail : ramarianasitinjak@unprimdn.ac.id

Diterima: 18 Desember 2023, Revisi : 27 Maret 2024, Diterbitkan: April 2024

<https://doi.org/10.22487/agrolandnasional.v31i1.2022>

ABSTRACT

The objective of this study was to assess the effect of EM4 on the production of liquid organic fertilizer (LOF) derived from palm oil mill liquid waste, and to determine an optimal formulation for LOF production. Employing a non-factorial completely randomized design (CRD) with 6 replications, the study involved administering EM4 bio-activator at four levels: 0 ml (E0), 20 ml (E1), 40 ml (E2), and 60 ml (E3), resulting in 24 experimental units. EM4 at various doses was added to a mixture comprising 1 L of palm oil mill liquid waste, 500 g each of banana peel, pineapple peel, watermelon peel, and 500 ml of fermented cow urine, left to ferment for 10 days. Data analysis utilized analysis of variance, followed by the Tukey test at a significance level of 5%. Findings indicated that the addition of EM4 did increase the organic N, P, K, and C-Organic content in LOF derived from the fermented palm oil waste but the effect was not significant. A more effective formula for enhancing LOF quality from the palm oil mill waste involved adding 20 ml of EM4, resulting in C-organic 3.85%, nitrogen 0.09%, phosphorus 0.12%, potassium 0.17%, and pH 3.82. The acidity level of the LOF post-fermentation closely approached the minimum technical requirements for LOF as stipulated by the Decree of the Minister of Agriculture of the Republic of Indonesia No. 261/KPTS/S.R.310/M/4/2019.

Keywords : Effective Microorganism, Fermentation, Fertilizer and Waste.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh EM4 terhadap pembuatan pupuk organik cair (POC) berbahan utama limbah cair pabrik kelapa sawit, dan menemukan formulasi yang lebih baik dalam pembuatan POC. Metode yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) non factorial dengan 6 ulangan. Bioaktivator EM4

yang diberikan ada 4 taraf, yaitu 0 ml (E0), 20 ml (E1), 40 ml (E2), dan 60 ml (E3). Sehingga penelitian ini menggunakan 24 unit percobaan. Bahan EM4 dengan dosis yang berbeda ditambahkan ke dalam bahan baku campuran dari 1 L limbah cair pabrik kelapa sawit, 500 g kulit pisang, 500 g kulit nenas, 500 g kulit semangka, dan 500 ml urine sapi yang difermentasi selama 10 hari. Data dianalisis menggunakan analisis of variance dilanjutkan dengan uji Tukey pada taraf nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan EM4 berpengaruh tidak nyata terhadap kandungan N, P, K, C-organik pada POC berbahan utama limbah cair kelapa sawit, yang difermentasi selama 10 hari. Namun penambahan EM4 dapat meningkatkan kandungan N, P, K, dan C-organik pada POC tersebut. Formula yang lebih baik untuk meningkatkan kualitas POC dari limbah berbahan utama cairan pabrik kelapa sawit ini ditemukan pada penambahan 20 ml EM4 dengan nilai analisis yang diperoleh untuk C-organik 3,85%, Nitrogen 0,09%, Fosfor 0,12%, Kalium 0,17% dan pH 3,82. Derajat keasaman dari POC setelah fermentasi hampir mendekati syarat teknis minimal POC berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian RI No. 261/KPTS/S.R.310/M/4/2019.

Kata Kunci : Effective Microorganism, Fermentasi, Limbah, Pupuk.

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki area perkebunan kelapa sawit yang sangat luas. Tahun 2021 luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia mencapai 15,5 juta ha (BPS, 2021). Dengan luas lahan tersebut sangat dibutuhkan system pengelolaan yang lebih baik untuk memperoleh pertumbuhan dan produksi kelapa sawit yang maksimal, diantaranya adalah pemberian pupuk yang tepat. Perkebunan kelapa sawit yang sangat luas tentu membutuhkan pupuk yang banyak dan kontinu. Umumnya jenis pupuk yang digunakan di perkebunan kelapa sawit adalah pupuk anorganik. Nutrisi dalam pupuk anorganik lebih tinggi dan pelepasan nutrisi lebih cepat karena tidak mengalami proses dekomposisi. Namun apabila pemakaian pupuk ini secara terus-menerus dalam waktu lama dapat berdampak negative terhadap tanah, tanaman, dan lingkungan disekitar, terutama terhadap kesehatan manusia. Oleh karena itu, pemakaiannya perlu dikurangi dengan cara memanfaatkan limbah industry perkebunan dan ternak menjadi bahan organik yang dapat diolah menjadi pupuk organik melalui fermentasi.

Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari berbagai bahan pembuat pupuk alami seperti kotoran hewan, bagian tubuh hewan, tumbuhan, yang kaya akan mineral

serta baik untuk pemanfaatan penyuburan tanah (Leovani, 2012). Pupuk organik cair mengandung unsur hara, phosfor, nitrogen, dan kalium yang dibutuhkan oleh tanaman serta dapat memperbaiki unsur hara dalam tanah (Kurniawan, 2017). Pembuatan pupuk organik cair merupakan salah satu teknik alternatif yang dapat diandalkan selain dapat menanggulangi penumpukan limbah perkebunan dan ternak juga dapat digunakan sebagai pupuk yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Dalam pembuatan POC, selain membutuhkan bahan-bahan organik sebagai bahan yang akan diolah menjadi pupuk, juga membutuhkan EM4 dalam proses fermentasi. *Effective microorganism* terdiri dari campuran kultur mikroorganisme hidup alami yang diisolasi dari tanah subur, yang digunakan untuk meningkatkan produksi tanaman. *Effective microorganism* ini dapat meningkatkan kualitas dan hasil tanaman dengan mengurangi timbulnya hama dan penyakit, dan dengan melindungi dari gulma, sehingga berkontribusi pada pertanian berkelanjutan (Olle dan Williams, 2013). *Effective Microorganisms* (EM) merupakan kultur campuran mikroba menguntungkan yang hidup berdampingan terutama terdiri dari bakteri asam laktat, bakteri fotosintetik, ragi, jamur fermentasi dan actinomycetes yang bekerja sinergik dalam proses dekomposisi,

yang diklaim dapat meningkatkan pergantian mikroba di tanah, sehingga dapat meningkatkan makronutrien tanah dan meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman (Namasivayam dan Kirithiga, 2010). Produksi pertanian terutama tergantung pada kesehatan tanah, yang merupakan ukuran dari serangkaian interaksi biologis, kimia dan fisik yang kompleks yang digerakkan oleh mikroorganisme. Mikroorganisme efektif meningkatkan populasi mikroba yang menguntungkan di dalam tanah untuk produksi tanaman yang berkelanjutan (Joshi et al., 2019).

Effective Microorganisms-4 (EM4) ini bermanfaat sebagai bioaktivator dalam meningkatkan proses terjadinya fermentasi sehingga mampu mempercepat pembentukan pupuk organik cair, apabila semua factor pendukungnya terkendali. Menurut Meriatna et al. (2019), volume bioaktivator EM4 sangat berpengaruh terhadap kandungan N, P, dan K yang terdapat di dalam POC. Semakin banyak volume bioaktivator EM4 maka kadar N, P, dan K juga akan semakin tinggi. Kemudian bahan organik yang dapat dikelola menjadi POC juga dapat dengan mudah diperoleh dari berbagai jenis limbah industry perkebunan dan ternak, seperti limbah cair pabrik kelapa sawit yang sangat berlimpah dapat diperoleh dari pabrik-pabrik kelapa sawit, kulit buah-buahan (kulit pisang, kulit nenas, kulit semangka), serta limbah industry ternak seperti urine sapi, dll.

Beberapa penelitian telah berhasil membuat POC dari berbagai bahan organik campuran dengan pemberian bahan aktif EM4, diantaranya campuran kulit semangka, jeruk, dan papaya (Meriatna et al., 2019), dan campuran limbah cair pabrik kelapa sawit, molase, dan ragi (Lubis et al., 2014). Ada juga POC yang telah memenuhi baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 261 tahun 2019, seperti POC yang dibuat dari buah pisang (Putra & Ratnawati, 2019), dan POC dari campuran limbah kulit pisang, mangga, dan nenas (Widyabudiningsih et al., 2021). Kemudian POC dari kulit semangka (Christina et al., 2021) dan kulit pisang kapok (Anhar et al., 2021) juga

dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit di pre-nursery.

Berbagai jenis limbah industry perkebunan termasuk buah-buahan dan limbah cair pabrik kelapa sawit sangat banyak ditemukan di sekitar perkebunan, sehingga lebih cepat dan mudah diperoleh untuk diolah menjadi POC yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Namun belum ada POC yang diperoleh dari hasil fermentasi campuran limbah industry perkebunan dengan industry ternak seperti urine sapi. POC dari urine sapi sangat efektif dalam merangsang pertumbuhan tanaman, seperti bibit pinang (Hendriyatno, 2019) dan tunas *Cattleya labiate* (Sitinjak, 2023). Menurut Opaladu & Solihin (2021), limbah cair hewan ternak (urine) mengandung banyak unsur hara esensial seperti unsur N, P, K dan hormon IAA (*indole acetic acid*). Nitrogen, fosfor, dan kalium adalah tiga nutrisi utama yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman yang sehat. Dalam dunia pertanian urin sapi dapat berguna untuk pembuatan kascing, pupuk hayati, dan pestisida hayati (Kgasudi & Mantswe, 2020).

Dengan demikian perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh pemberian EM4 terhadap pembuatan POC dari pencampuran limbah cair pabrik kelapa sawit, kulit pisang, kulit semangka, kulit nenas, dan urine sapi, serta menemukan formula POC yang bisa dimanfaatkan ke area perkebunan kelapa sawit secara berkesinambungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Universitas Prima Indonesia, yang dimulai pada bulan April – Juli 2023.

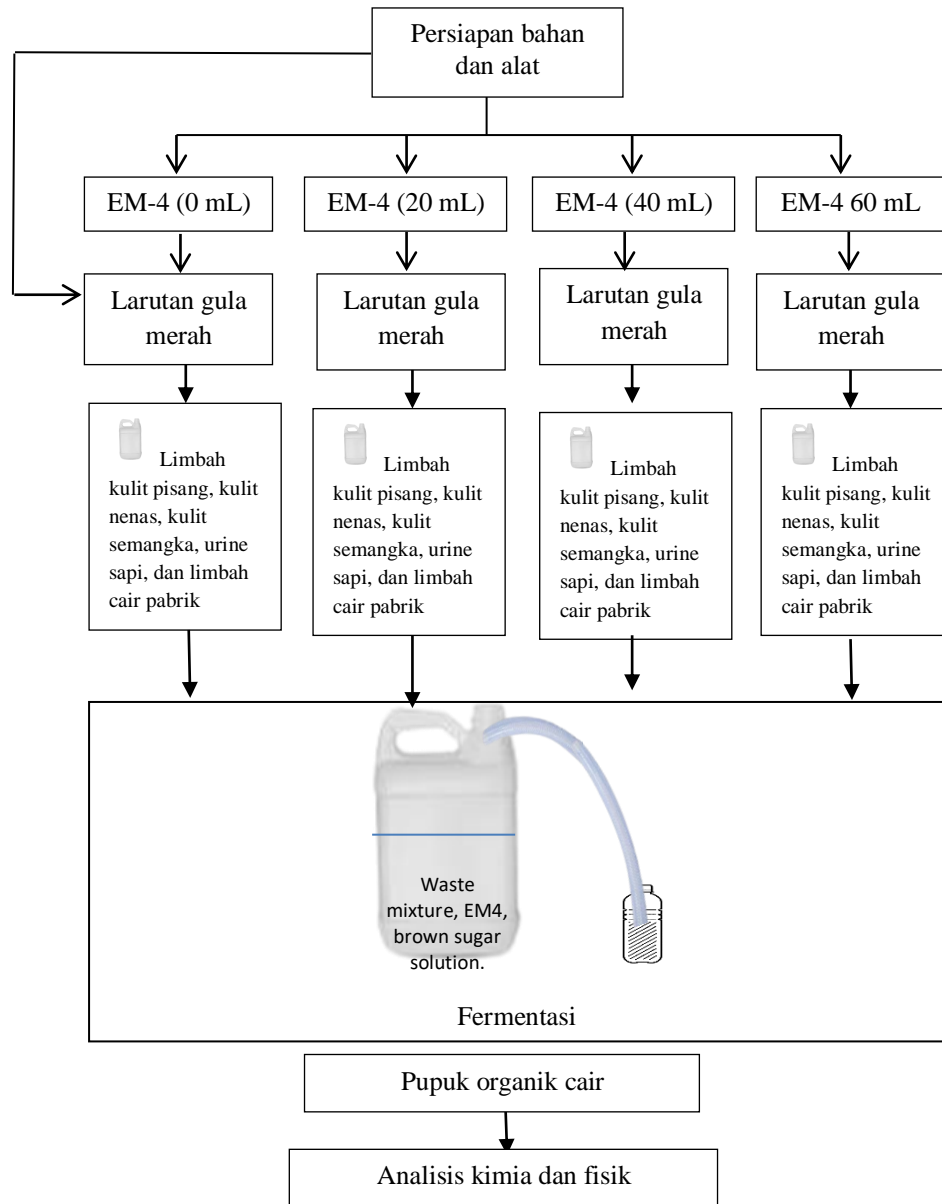
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisau, selang, corong, wadah pencampuran, jirigen tempat bahan organik yang difermentasi, pH meter. Sedangkan bahan yang digunakan adalah limbah cair pabrik kelapa sawit, kulit semangka, kulit nenas, kulit pisang kapok, urine sapi, EM4, gula merah.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen rancangan acak lengkap non-faktorial dengan 6 ulangan. Dosis EM4 yang diberikan ke dalam bahan organik berupa limbah campuran 1 L limbah cair pabrik kelapa sawit, 500 g kulit pisang kapok, 500 g kulit semangka, 500 g kulit nenas, dan 500 ml urine sapi, terdiri dari 4 taraf, yaitu 0 ml (E0), 20 ml (E1), 40 ml (E2), dan 60 ml (E3). Dengan demikian, dalam penelitian ini diperoleh 24 unit percobaan.

Prosedur penelitian: 1) semua alat dan bahan dipersiapkan, 2) merakit bioreactor yang berhubungan dengan selang dimana alat ini digunakan untuk tempat fermentasi bahan organik yang telah disediakan, 3) mencampurkan EM-4 sesuai dengan dosis yang telah ditentukan ke dalam larutan gula merah yang telah disediakan, 4) semua bahan organik yang telah dihaluskan dimasukkan ke dalam reactor, 5) larutan

gula merah yang mengandung EM-4 yang telah diaduk secara merata dituangkan ke dalam reactor, 6) semua bahan organik yang ada di dalam bioreaktor diaduk secara perlahan-lahan hingga merata, lalu ditutup rapat, 7) dilakukan analisis fisik (warna, bau, tekstur) dan analisis kimia (pH, C-organik, N, P, dan K) pada POC yang telah difermentasi selama 10 hari. Prosedur ini dapat dilihat lebih jelas pada Gambar 1.

Data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan analisis varians, kemudian dilanjutkan dengan uji Tukey pada taraf signifikan 5% dengan menggunakan program SAS versi 9.4. Model persamaan linier dalam analisis data ini adalah: $\gamma_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$, dimana, γ_{ij} adalah nilai pengamatan dari perlakuan EM4 ke-i dalam kelompok ke-j, μ adalah nilai tengah populasi, α_i adalah pengaruh aditif dari perlakuan EM4 ke-i, ε_{ij} adalah pengaruh galat dari perlakuan EM4 ke-i pada ulangan ke-j.



Gambar 1. Prosedur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pupuk organik cair adalah formulasi larutan yang mengandung unsur hara yang diolah dari berbagai bahan organik berupa limbah industry tumbuhan dan ternak melalui proses fermentasi, yang mampu meningkatkan kesuburan tanah sehingga dapat merangsang pertumbuhan dan produksi tanaman yang dibudidayakan. Dalam pembuatan pupuk organik cair yang berkualitas atau yang dapat memenuhi syarat teknis minimal berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian

RI No. 261/KPTS/S.R.310/M/4/2019 adalah upaya yang tidak mudah. Dalam penelitian ini, berdasarkan analisis data diperoleh hasil bahwa pemberian EM4 berpengaruh tidak nyata terhadap kandungan C-organik, N, P, dan K yang terdapat di dalam POC yang telah difermentasi selama 10 hari. Meskipun demikian, penambahan bioaktivator EM4 dapat meningkatkan kandungan unsur hara N, P, K, dan C-organik di dalam POC yang berbahan utama limbah cair pabrik kelapa sawit setelah difermentasi selama 10 hari. Penambahan bioaktivator EM4 yang optimum

adalah perlakuan 20 ml EM4 (E1), yang dapat menghasilkan kandungan C-organik yang lebih baik yaitu sekitar 3,85%, Fosfor (P_2O_5) yang lebih baik sekitar 0,12%, Kalium (K_2O) yang lebih baik sekitar 1,17%. Sedangkan kandungan Nitrogen

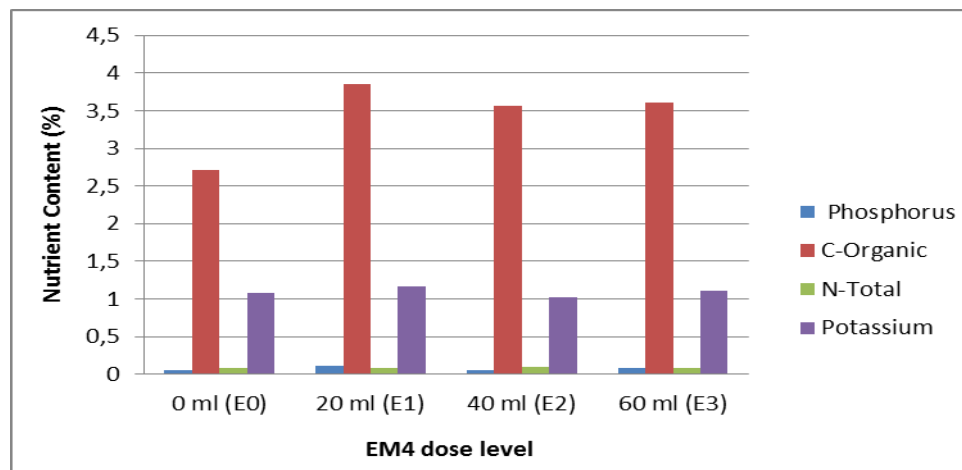
terbaik diperoleh pada perlakuan 40 ml EM4 (E2) yaitu sekitar 0,10%. Kemudian pH terbaik diperoleh pada POC yang tidak diberikan perlakuan EM4 (E0) yaitu sekitar 3,88. Hasil ini lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil rata-rata analisis kimia POC setelah difermentasi selama 10 hari

No.	Treatment	C-organik (%)	N total (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	pH
1	E0	2.71	0.09	0.06	1.08	3.88
2	E1	3.85	0.09	0.12	1.17	3.82
3	E2	3.56	0.10	0.05	1.02	3.76
4	E3	3.61	0.09	0.09	1.11	3.78

Kadar unsur hara C-organik, N, P, dan K di dalam POC yang diberikan perlakuan EM4 (E1, E2, dan E3) rata-rata meningkat bila dibandingkan dengan POC yang tidak diberikan perlakuan (E0). Kadar unsur hara C-organik lebih tinggi ditemukan di dalam POC

berbahan utama limbah cair pabrik kelapa sawit dibandingkan dengan semua unsur hara yang dianalisis, lalu diikuti oleh kadar unsur hara Kalium (K_2O), dan terakhir kadar unsur hara Nitrogen dan Fosfor (P_2O_5). Hal ini dapat lebih jelas dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kadar C-organik, N, P, dan K dalam POC yang difermentasi dengan EM4 selama 10 hari

Gambar 2 juga menunjukkan bahwa penambahan EM4 yang optimum untuk meningkatkan kandungan unsur hara pada POC yang dihasilkan selama 10 hari adalah 20 ml EM4 (perlakuan E1). Penambahan 20 ml EM4 ke dalam limbah organik campuran (1 L limbah cair pabrik kelapa sawit, 500 g kulit pisang kapok, 500 g kulit nenas, 500 g kulit semangka, dan 500 ml urine sapi) yang difermentasi selama 10 hari dapat menghasilkan

kandungan C-organik yang lebih tinggi sekitar 3,85%. Kadar unsur hara ini 42,07% lebih tinggi bila dibandingkan dengan POC yang tidak diberikan EM4 (E0). Kemudian kandungan Fosfor 100% dan Kalium 8,3% lebih tinggi ditemukan di dalam POC yang diberikan 20 ml EM4 dibandingkan dengan POC yang tidak diberikan EM4 (perlakuan E0). Derajat keasaman dalam pembuatan POC ini ditemukan mengalami perubahan,

dari awal hingga selama 10 hari fermentasi. Semua sampel pada awalnya memiliki rata-rata derajat keasamannya 6,05, kemudian setelah mengalami fermentasi selama 10 hari diperoleh pH sekitar 3,81 (Tabel 1).

Kemudian hasil analisis fisiknya menunjukkan bahwa semua POC campuran ini awalnya atau sebelum terjadi fermentasi berwarna gelap, mengeluarkan bau sangat

tidak sedap, dan bertekstur kasar. Namun setelah terjadi fermentasi selama 10 hari, diperoleh hasil bahwa POC campuran ini menunjukkan warna sedikit lebih cerah, mengeluarkan sedikit bau tidak sedap, dan bertekstur lebih halus (Tabel 2). Ini menunjukkan bahwa dalam pengomposan selama 10 hari terjadi perubahan secara fisik dalam pembuatan POC tersebut.

Tabel 2. Hasil analisis fisik POC yang telah difermentasi selama 10 hari

No.	Perlakuan	warna	bau	tekstur
1	Sebelum fermentasi	Hitam	Sangat tidak sedap	Cair kasar
2	Setelah fermentasi	Coklat tua	Sedikit Tidak sedap	Cair halus

Berdasarkan analisis kimia dan fisik POC limbah campuran berbahan utama cair pabrik kelapa sawit dapat diketahui bahwa penambahan EM4 pada dosis yang berbeda dapat meningkatkan kandungan unsur hara C-organik, N, P, dan K dalam POC melalui proses fermentasi. Pemberian EM4 sebagai bioaktivator secara efektif menjalankan fungsinya dalam proses fermentasi selama 10 hari atau dalam waktu yang sangat singkat mampu mendegradasi bahan-bahan organik campuran yang mendominasi dari limbah industry perkebunan (limbah cair pabrik kelapa sawit + kulit nenas + kulit pisang kepok + kulit semangka) dan ditambah dengan urine sapi. Oleh karena kemungkinan waktu fermentasinya yang begitu singkat sehingga hasil unsur hara yang terkandung di dalam POC campuran ini kurang maksimal. Dengan demikian kandungan C-organik, N, P, dan K belum memenuhi syarat minimal POC.

Menurut Joshi *et al.* (2019), mikroorganisme efektif adalah kultur campuran dari organisme alami yang terutama terdiri dari bakteri fotosintesis, bakteri asam laktat, ragi, actinomycetes, dan jamur fermentasi yang menguntungkan, yang dapat mempercepat dekomposisi sampah organik, residu dan pengomposan, dan meningkatkan mineral bermanfaat dalam senyawa organik. Mikroorganisme efektif bekerja dengan menjadi dominan terhadap mikroba tanah lainnya, mendorong sebagian

besar mikroba lain di dalam tanah untuk mengikutinya sehingga menekan aktivitas kelompok mikroba negatif atau oportunistik yang lebih kecil. Mikroorganisme yang efektif dapat membantu memperbaiki dan mempertahankan sifat kimia dan sifat fisik tanah. Dengan demikian bahwa penambahan EM4 sangat berperan penting dalam pembuatan POC dari limbah campuran cairan pabrik kelapa sawit, kulit pisang kepok, kulit nenas, kulit semangka, dan urine sapi ini melalui proses fermentasi. Penambahan dosis EM4 yang tepat akan mampu mempercepat dekomposisi limbah organik dari limbah campuran tersebut sehingga dapat meningkatkan mineral bermanfaat dalam senyawa organik. Dalam penelitian ini penambahan 20 ml EM4 adalah dosis yang paling tepat dalam pembuatan POC dari limbah campuran yang difermentasi dalam waktu 10 hari dengan pH 3,82 dapat memperoleh kandungan C-organik, P₂O₅, dan K₂O yang lebih tinggi dari perlakuan yang tidak diberikan EM4, dan bahkan dibandingkan dengan perlakuan lain dengan dosis yang lebih tinggi (40 ml dan 60 ml EM4). Kemudian mikroorganisme yang efektif juga dapat membantu memperbaiki dan mempertahankan sifat kimia dan sifat fisik dari limbah organik yang didegradasi, sehingga pada saat terjadi produk POC akan menghasilkan unsur hara dan senyawa organik serta mengalami perubahan pH, warna, tekstur, dan bau. Apabila semua

factor dapat mendukung proses fermentasi tersebut maka akan memperoleh POC yang memenuhi atau mendekati standar baku SNI. Ada beberapa faktor berperan dalam keberhasilan proses fermentasi limbah organik dan kualitas produk yang dihasilkan untuk diubah menjadi pupuk organik cair, seperti waktu fermentasi, jenis dan konsentrasi mikroba yang dapat mempercepat dekomposisi limbah organik, substrat, model fermentasi, suplay udara, pH dan suhu (Olle & Williams, 2013; Andriani *et al.*, 2021; Mangesha *et al.*, 2022). Menurut Mangesha *et al.* (2022), komunitas mikroba yang bervariasi digunakan untuk membuat kultur starter dalam proses fermentasi sehingga dapat meningkatkan efisiensi proses. Proses degradasi pada pembuatan POC juga dipengaruhi oleh jumlah bakteri pendegradasi yang dapat mempengaruhi hasil akhir pupuk tersebut. Hal ini diperkuat pendapat Pradiksa *et al.* (2022), bahwa pemberian bioaktivator EM4 dapat meningkatkan jumlah bakteri sehingga proses degradasi bahan organik dapat berlangsung lebih cepat dan dapat mempengaruhi hasil akhir nilai C-organik, N, P, K, dan rasio C/N. Seperti pengomposan pupuk organik cair dari limbah buah-buahan dan sayuran dengan menggunakan system anaerobic dengan penambahan 50 ml EM4 selama 26 hari diperoleh kualitas POC sesuai syarat teknis minimal berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian RI No. 261/KPTS/S.R.310/M/4/2019). Selain itu, factor rasio bahan dan headspace dapat mempengaruhi laju pengomposan dan kualitas POC yang dihasilkan. Volume bahan berkaitan dengan volume headspace pada komposter atau bioreactor dalam pembuatan POC (Rahardi *et al.*, 2023). Headspace yang tidak sebanding dengan volume bahan yang didegradasi akan mengakibatkan suhu cepat meningkat akibat gas berkumpul di atas bahan organik. Suhu yang terlalu tinggi akan menghambat pertumbuhan sel sehingga akan memperlambat proses fermentasi (Samadi, 2022).

Dengan demikian, dalam pembuatan POC dari berbagai bahan organik campuran

harus diperhatikan kondisi lingkungan dari mikroorganisme effective agar dalam produk akhirnya mikroba tersebut bisa hidup aktif dan berlimpah sehingga didapatkan kondisi keasaman yang sesuai. Meskipun kondisi lingkungan dapat dikendalikan, namun pada volume tertentu aktivitas setiap mikroba dalam fermentasi kemungkinan berbeda, sehingga menghasilkan produk fermentasi yang berbeda. Dalam penelitian ini, kondisi lingkungan POC pada keasaman 3,82 yang diolah atau difermentasi selama 10 hari dari limbah organik campuran tersebut lebih sesuai pada penambahan 20 ml EM4, sehingga mikroba tersebut bekerja lebih maksimal hingga mampu meningkatkan kadar C-organik, N, P, dan K dibandingkan dengan tanpa diberikan EM4, bahkan dengan dosis EM4 yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa kerja EM4 dalam proses fermentasi untuk mengolah bahan organik dari limbah campuran membutuhkan kondisi lingkungan yang sangat spesifik. Jadi formula yang lebih efektif dalam pembuatan POC selama 10 hari dari 1 L limbah organik cair pabrik kelapa sawit, yang dicampur dengan 500 g kulit pisang kapok, 500 g kulit semangka, 500 g kulit nenas, dan 500 ml urine sapi adalah yang ditambahkan dengan 20 ml EM4. Kandungan unsur hara C-organik, N, P, dan K belum memenuhi syarat minimal SNI, sementara pH POC ini hampir mendekati syarat minimal SNI.

KESIMPULAN

Pemberian EM-4 terhadap pembuatan POC berbahan utama limbah cair kelapa sawit berpengaruh tidak nyata terhadap kandungan C-organik, N, P, dan K setelah difermentasi selama 10 hari. Perlakuan yang lebih baik untuk dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam degradasi bahan organik campuran dari limbah 1 L cair pabrik kelapa sawit, 500 g kulit pisang kapok, 500 g kulit nenas, 500 g kulit semangka, dan 500 ml urine sapi adalah penambahan 20 ml EM4. Perlakuan ini dapat meningkatkan kandungan C-organik, Fosfor (P_2O_5) dan Kalium (K_2O) lebih tinggi dalam produk POC yang

dihasilkan sekitar 3,85%, 0,12%, dan 1,17% secara berurutan. Sedangkan kandungan N total ditemukan lebih tinggi pada penambahan perlakuan 40 ml EM4 sekitar 0,10%. Pupuk organik cair berbahan utama limbah cair pabrik kelapa sawit ini mengalami perubahan fisik pada bagian warna, bau, dan teksturnya setelah fermentasi selama 10 hari. Sementara derajat keasaman dari POC setelah fermentasi hampir mendekati syarat teknis minimal POC berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian RI No. 261/KPTS/S.R.310/M/4/2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani Y., Hutapea A.A., Zidni I., Lili W., dan Wiyatna M.F. (2021). *Literature review on fermentation factors of restaurant organic waste affecting feed quality*. Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan, 10(3), 277-283.
DOI: 10.13170/depik.10.3.23163.
- Anhar, T. M. S., Sitinjak, R.R., Fachrial, E., dan Pratomo, B. (2021). *Respon Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit di Tahap Pre-Nursery dengan Aplikasi Pupuk Organik Cair Kulit Pisang Kepok*. Agrium, 24(1), 34-39.
DOI: <https://doi.org/10.30596/agrium.v21i3.2456>.
- BPS. (2021). *Statistik Perkebunan kelapa sawit Indonesia 2021*.
- Christina, C., Sitinjak, R. R., & Pratomo, B. (2021). *Pengaruh Tingkat Kematangan Pupuk Organik Cair (POC) Kulit Semangka (Citrullus vulgaris Schard.) terhadap Pembibitan Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) di pre nursery*. Jurnal Indonesia Sosial Teknologi, 2(7), 1123-1133.
<https://doi.org/10.59141/jist.v2i07.19>
- Hendriyatno, F., Okalia, D., & Mashadi, M. (2019). *Pengaruh pemberian POC urine sapi terhadap pertumbuhan bibit pinang betara (Areca Catechu L.)*. Agro Bali: Agricultural Journal, 2(2), 89-97.
<https://ejournal.unipas.ac.id/index.php/Agro/article/view/412>
- Joshi, H., Somduttand, Choudhary, P. and Mundra, S.L. (2019). *Role of Effective Microorganisms (EM) in Sustainable Agriculture*. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci, 8(3), 172-181.
<https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.803.024>
- Kgasudi, B.K., and Mantswe, M. (2020). *Cow Urine: A Plant Growth Enhancer, Bio Fertilizer, Pesticide and Antifungal Agent*. Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci, 9(2), 1294-1298.
<https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.902.152>
- Kurniawan, E., Dewi, R., & Jannah, R. (2022). *Pemanfaatan Limbah Cair Industri Kelapa Sawit Sebagai Pupuk Organik Cair dengan Penambahan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit*. Jurnal Teknologi Kimia Unimal, 11(1), 76-90.
<https://doi.org/10.29103/jtku.v11i1.7251>
- Lubis, F. S. I., Anwar, D., Harahap, B. A., & Trisakti, B. (2014). *Kajian awal pembuatan pupuk cair organik dari effluent pengolahan lanjut limbah cair pabrik kelapa sawit (lcpks) skala pilot*. Jurnal Teknik Kimia USU, 3(1), 32-37.
<https://doi.org/10.32734/jtk.v3i1.1499>
- Leovini, H. (2012). *Pemanfaatan Pupuk Organik Cair Pada Budidaya Tanaman Tomat (Solanum lycopersicum L.)*. Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada.

- Mengesha Y., Tebeje A., and Tilahun B. (2022). *A Review on Factors Influencing the Fermentation Process of Teff (Eragrostis teff) and Other Cereal-Based Ethiopian Injera*. *Int J Food Sci.*, 4419955. DOI: 10.1155/2022/4419955. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol11.is1.art4>
- Meriatna, M., Suryati, S., & Fahri, A. (2019). *Pengaruh waktu fermentasi dan volume bio aktivator EM4 (effective microorganism) pada pembuatan pupuk organik cair (POC) dari limbah buah-buahan*. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 7(1): 13-29. <https://doi.org/10.29103/jtku.v7i1.1172>
- Namasivayam K.R., and Kirithiga. (2010). *Effect of Formulation of Effective Microorganism (EM) on Posttreatment Persistence, Microbial Density and Soilmacronutrients*. *Recent Research in Science and Technology*, 2(5), 102-106
- Olle M., and I.H. Williams. (2013). *Effective microorganisms and their influence on vegetable production - A review*. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 88 (4), 380-386. DOI:[10.1080/14620316.2013.11512979](https://doi.org/10.1080/14620316.2013.11512979)
- Opaladu, F., Azis, M.A., & Solihin, A.P. (2021). *Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Hijau (Brassica juncea L.) terhadap Pemberian Pupuk Organik Cair (POC) dari Urin Sapi*. *Jurnal Agroteknotropika*, 10(2), 11-17.
- Putra, B. W. R. I. H., & Ratnawati, R. (2019). *Pembuatan pupuk organik cair dari limbah buah dengan penambahan bioaktivator EM4*. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 11(1), 44-56.
- Pradiksa O.L., Setyati W.A., dan Widianingsih. (2022). *Pengaruh Bioaktivator EM4 terhadap Proses Degradasi Pupuk Organik Cair Serasah Cymodecea serrulate*. *Journal of Marine Research*, 11(2), 136-144.
- Rahardi IPYK., Madrini IAGB., dan Wijaya IMAS. 2023. *Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) Berbahan Sampah Buah-buahan dan Sayuran pada Rasio Bahan dan Headspace yang Berbeda*. *Jurnal Beta (Biosistem dan Teknik Pertanian)*, 11(2), 334-345.
- Samadi, S. W., & Zulfahrizal, A. A. M. (2022). *Aplikasi Teknologi NIRS untuk Evaluasi Kualitas Bahan Pakan Fermentasi*. Syiah Kuala University Press.
- Sitinjak, R.R. (2023). *Potential of liquid organic fertilizer from horse and cow urine on shoot growth of Cattleya labiata Lindl.*. *Ornamental Horticuture*, 29(2), 126-134. <https://orcid.org/0000-0002-7228-5899>.
- Warsyidawati, R. 2017. *Kandungan Fosfor (P) Pupuk Organik Cair (POC) Asal Urin Sapi dengan Penambahan Akar Serai (Cymbopogon citratus) melalui Fermentasi*. Makassar.
- Widyabudiningsih, D., Troskialina, L., Fauziah, S., Shalihatunnisa, S., Riniati, R., Djenar, N. S., dan Abdilah, F. (2021). *Pembuatan dan pengujian pupuk organik cair dari limbah kulit buah-buahan dengan penambahan bioaktivator EM4 dan variasi waktu fermentasi*. *Indonesian Journal of Chemical Analysis (IJCA)*, 4(1), 30-39. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol4.iss1.art4>.