



## ANALISIS KANDUNGAN NITROGEN, FOSFOR, DAN KALIUM (NPK) PADA PUPUK ORGANIK CAIR (POC) DARI LIMBAH SAYURAN DI KOTA CILEGON

***ANALYSIS OF NITROGEN, PHOSPHOR, AND POTASSIUM (NPK) CONTENT IN LIQUID ORGANIC FERTILIZER (LOF) FROM VEGETABLE WASTE IN CILEGON CITY***

Adi Wahyudi<sup>1</sup>, Ahmad Muktafa Fillah<sup>2</sup>, Devi Lestariningsih<sup>3</sup>, Muhammad Ihsan<sup>4</sup>

Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UNIVERSITAS AL-KHAIRIYAH Jl. Kh. Enggus Arja No.1,  
Citangkil, Kec. Citangkil, Kota Cilegon, Banten 42441

Email: adiwhyd1810@gmail.com

### Abstrak

Kota-kota besar di Indonesia menghasilkan puluhan ton sampah setiap harinya, terutama sampah organik dari rumah tangga. Produksi sampah ini diperkirakan akan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Hal ini juga terjadi di Kota Cilegon, dengan semakin banyaknya sampah organik, maka diperlukan suatu proses pengolahan untuk meningkatkan efisiensi produk yang dihasilkan dari sampah sayur. Salah satu alternatifnya adalah dengan mengolah sampah organik menjadi pupuk organik cair dengan penambahan bioaktivator, misalnya EM4. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi sampah sayur organik dengan mengolahnya menjadi pupuk organik cair. Analisis kualitas nutrisi POC meliputi pH dan warna serta analisis Nitrogen, Fosfor, dan Kalium dengan metode Kjehdal, spektrofotometri UV-Vis, dan spektroskopi serapan atom. Dalam pembuatan POC ini, volume EM4 dan lama waktu fermentasi akan divariasikan. Hasil penelitian menunjukkan efektivitas penggunaan EM4 yang tepat yaitu EM4 sebanyak 15 mL dengan lama fermentasi 15 hari menghasilkan kadar N, P, dan K masing-masing sebesar 0,174%, 0,110%, dan 0,314%.

**Kata kunci:** Effective Microorganism 4, Fermentasi, Pupuk Organik Cair, Sampah Sayuran

### Abstract

Large cities in Indonesia produce tens of tons of waste daily, especially organic waste from households. This waste production is expected to increase with an increasing population. This also occurs in Cilegon City. With an increasing amount of organic waste, a processing process is required to increase the efficiency of products produced from vegetable waste. One alternative is to process organic waste into liquid organic fertilizer with the addition of bioactivators, for example EM4. This study aims to reduce organic vegetable waste by processing it into liquid organic fertilizer. Analysis of the quality of LOF includes pH and color as well as analysis of Nitrogen, Phosphor, and Potassium using the Kjehdal method, UV-Vis spectrophotometry, and atomic absorption spectroscopy. In making this LOF, the volume of EM4 and the length of the fermentation time will vary. The results of the study showed the effectiveness of the correct use of EM4, namely, 15 mL of EM4 with a fermentation period of 15 days, producing N, P, and K levels of 0.174%, 0.110%, and 0.314%, respectively.

**Keywords:** Effective Microorganism 4, Fermentation, Liquid Organic Fertilizer, Vegetable Waste

### Pendahuluan

Sampah merupakan salah satu permasalahan kompleks yang harus diatasi oleh setiap negara, baik negara-negara berkembang maupun negara-negara maju di dunia, termasuk Indonesia (Damanhuri dan Padmi, 2010). Kota-kota besar di Indonesia mampu menghasilkan puluhan ton sampah setiap harinya. Menurut data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), timbulan sampah di Indonesia

pada tahun 2023 sebesar 69,9 juta ton. Berdasarkan komposisi sampah yang ada di Indonesia, didominasi oleh sampah sisa makanan sebesar 41,60% dan sampah plastik sebesar 18,71%. Sedangkan dari sisi sumber sampah, sampah terbanyak berasal dari Rumah Tangga dengan persentasi sekitar 44,37% (Rahmat, 2024).

Pupuk organik cair (POC) adalah jenis pupuk berupa cairan yang diperoleh dari fermentasi bahan

organik dengan menambahkan mikroorganisme. Pupuk organik cair ini mengandung unsur-unsur penting yang digunakan tanaman untuk pertumbuhannya dan dapat meningkatkan produksi pertanian. Unsur-unsur yang terkandung adalah unsur hara makro seperti Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K) (Maryani *et al.*, 2022)

Adapun rumusan masalah pada penelitian kali ini yaitu sebagai berikut: Apakah terdapat pengaruh penambahan EM4 sebagai bioaktivator terhadap kandungan NPK pada POC yang dihasilkan? Apakah terdapat pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar nutrisi (kandungan NPK) pada POC yang dihasilkan? Berapa banyak penambahan EM4 dan lama fermentasi yang harus dilakukan untuk secara efektif menghasilkan pupuk organic cair yang dapat dikomersilkan.

Adapun tujuan pada penelitian kali ini yaitu sebagai berikut: Untuk mengetahui pengaruh penambahan EM4 sebagai bioaktivator terhadap kandungan NPK pada POC yang dihasilkan. Untuk mengetahui pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar nutrisi (kandungan NPK) pada POC yang dihasilkan. Untuk mengetahui volume EM4 dan lama fermentasi yang efektif untuk menghasilkan pupuk organik cair yang dapat dikomersialkan.

## Teori

Sampah organik merupakan barang yang dianggap sudah tidak terpakai dan dibuang oleh pemilik atau pemakai sebelumnya, tetapi masih bisa dipakai jika dikelola dengan prosedur yang benar. Sampah organik adalah sampah yang bisa mengalami pelapukan (dekomposisi) dan terurai menjadi bahan yang lebih kecil dan tidak berbau (Marsudi *et al.*, 2018).

Pupuk organik dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan cara pembuatannya yaitu pupuk organik padat dan pupuk organik cair. Pupuk organik padat (POP) adalah pupuk yang dibuat dari pembusukan bahan organik seperti kotoran hewan dan sisa tumbuhan yang dihasilkan dalam bentuk padat. Sedangkan pupuk organik cair (POC) merupakan pupuk yang berasal dari hasil pembusukan bahan organik yang berasal dari kotoran hewan, sisa tumbuhan dan sisa manusia oleh bantuan mikroorganisme yang dihasilkan dalam bentuk larutan (Sami *et al.*, 2022).

Proses fermentasi adalah proses dimana senyawa kompleks dipecah menjadi senyawa yang lebih sederhana. Dalam proses mikrobiologi, fermentasi dilakukan oleh mikroba yang menghasilkan atau memiliki enzim yang disesuaikan dengan proses tersebut. Effective Microorganism 4 (EM4) merupakan pengurai (mikroba) yang dapat membantu dalam penguraian sampah organik atau Fermentasi juga adalah sebuah proses perubahan kimia pada suatu substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan dari metabolisme mikroorganisme (Rahman *et al.*, 2018)

*Effective Microorganism 4* (EM4) adalah suatu larutan kultur (biakan) dari mikroorganisme yang hidup secara alami di tanah yang subur serta bermanfaat untuk peningkatan produksi. Sifat-sifat dari *Effective Microorganism 4* (EM4) adalah sebagai berikut:

1. *Effective Microorganism 4* (EM4) adalah suatu cairan berwarna coklat dengan bau yang enak. Apabila baunya busuk atau tidak enak, berarti mikroorganisme-mikroorganisme tersebut telah mati dan harus dicampur dengan air untuk menghentikan tumbuhnya gulma (rumput liar).
2. *Effective Microorganism 4* (EM4) harus disimpan di tempat teduh dalam wadah yang ditutup rapat.
3. Bahan-bahan organik dapat difermentasikan dalam waktu yang singkat oleh *Effective Microorganism 4* (EM4).
4. Makanan-makanan untuk EM4 termasuk bahan organik, molase, rabuk hijau, kotoran hewan, dan bekatul.
5. *Effective Microorganism 4* (EM4) mampu bekerja secara efisien tanpa bahan kimia (Suparman, 1994).

## Metodologi Penelitian

### Alat

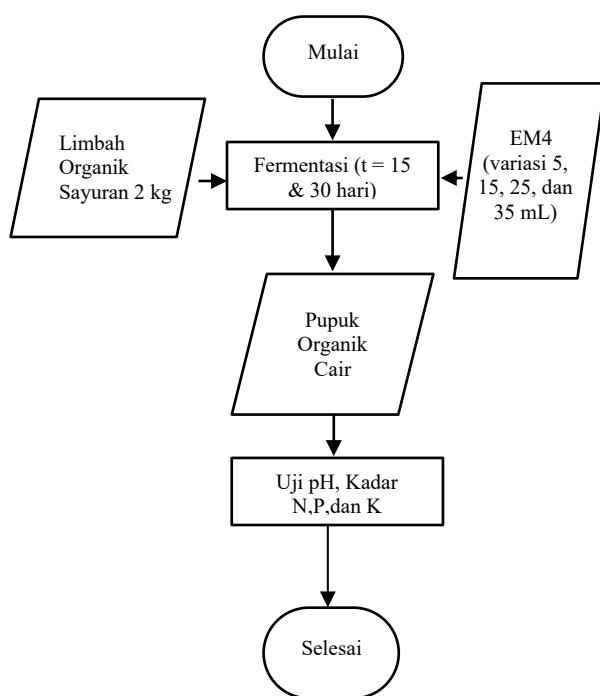
Adapun alat yang akan digunakan pada penelitian ini adalah Drum Komposter, Pengaduk Kayu, Botol Plastik, Gelar Ukur, Corong Kaca, Spektrofotometer UV-Vis, Spektrofotometer SSA, Labu Kjeldahl, Labu Ukur, Gelas Kimia, Pipet Tetes, Kertas Saring, Desikator, Labu Erlenmeyer, Rangkaian Alat Destilasi, Buret, Neraca, Analitik, Rangkaian Alat Dekstruksi, Hot Plate, Pipet Volume, Bulb, Pipet, Botol Semprot, Tabung NCT, Oven, Tabung Reaksi, Batang, Pengaduk, Kompresor udara, Gas asetilena.

### Bahan

Adapun bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Akuades, *Effective Microorganism 4*, Limbah organik sayuran, Larutan NaOH 30%, Larutan H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 2%, Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Pekat 95-97%, Campuran selenium, Larutan HNO<sub>3</sub> Pekat, Larutan HClO<sub>4</sub> 70-72%, Larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 %, Larutan pereaksi campuran fosfor, Larutan molybdoavanadate, Mixed Indikator.

## Prosedur

### Pembuatan Pupuk Organik Cair



## Metode Analisis

Analisa data yang dilakukan pada penelitian ini, yaitu analisa pH dan kadar unsur hara makro pada pupuk organik cair (POC). Untuk Analisa pH dengan menggunakan pH digital dan unsur haro makro seperti kadar Nitrogen (N) dengan menggunakan metode Kjedahl, kadar Fosfor (P) menggunakan metode Spektrofotometer UV- Vis, dan untuk kadar Kalium (K) dengan menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

## Hasil

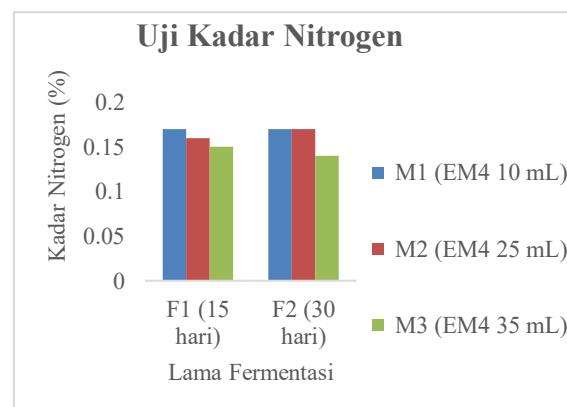
Dalam penelitian ini pembuatan pupuk organik cair (POC) dengan cara mencampurkan limbah sayur-sayuran menggunakan EM4 berkapasitas produksi 2 kg serta variasi dari penambahan EM4 sebesar 5 ml, 15 mL 25 mL dan 35 mL dalam waktu fermentasi selama 15 hari dan 30 hari

Variansi	Lama Fermentasi	
	15 Hari	30 Hari
EM4 5 mL	7,40	7,35
EM4 15 mL	7,10	7,70
EM4 25 mL	7,45	7,95
EM4 35 mL	7,25	7,45

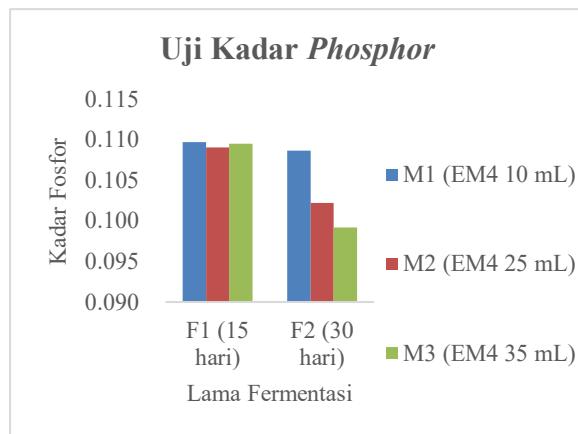
Hasil pengukuran nilai pH, pada POC dengan lama fermentasi 15 hari menunjukkan nilai yang fluktuatif akibat adanya variasi penggunaan EM4. Sementara pada POC dengan lama fermentasi 30 hari, nilai pH mengalami kenaikan seiring semakin banyak EM4 yang digunakan, namun pH mengalami penurunan saat EM4 yang digunakan melebihi 25 mL. Peningkatan nilai pH diduga terjadi karena adanya penambahan EM4 dalam pembuatan POC yang dapat mempercepat penguraian bahan organik sehingga pH pupuk semakin tinggi.

No	Variansi		Hasil (%)			Total N + P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + K <sub>2</sub> O
	Lama Fermentasi	Volume EM4	N	P	K	
1	15 hari	15	0,174	0,110	0,314	0,598
2		25	0,156	0,109	0,308	0,573
3		35	0,151	0,110	0,296	0,557
4	30 hari	15	0,172	0,109	0,317	0,598
5		25	0,174	0,102	0,315	0,591
6		35	0,143	0,099	0,290	0,532

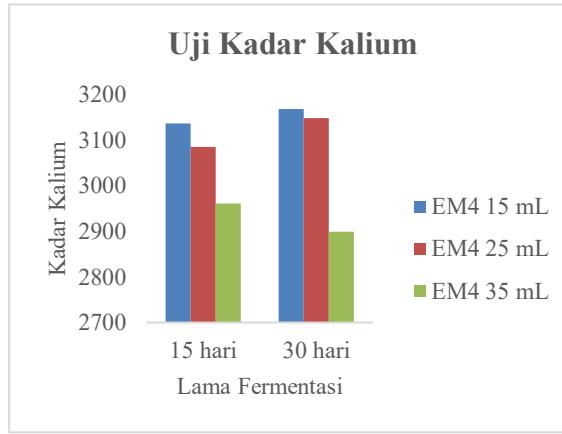
## Uji Kadar Nitrogen



Berdasarkan grafik menunjukkan bahwa terdapat penurunan kadar nitrogen pada POC yang difermentasi selama 15 dan 30 hari seiring dengan semakin banyak volume EM4 yang ditambahkan. Penurunan kadar nitrogen terjadi secara signifikan dari 0,174% (penambahan volume EM4 25 mL) menjadi 0,143% (penambahan volume EM4 35 mL) dengan lama waktu fermentasi 30 hari. Hal ini disebabkan karena pada saat penambahan konsentrasi EM4 sebanyak 25 mL, mikroorganisme yang dihasilkan telah mencapai kesetimbangan yakni jumlah mikroorganisme yang dihasilkan sama dengan jumlah mikroba yang mati, hal ini dapat disebabkan karena kurangnya nutrisi. Penurunan ini juga dapat disebabkan karena proses volatilitas karena sampel yang dibiarkan terbuka lama tidak dalam kondisi tertutup rapat penyimpanannya.

**Uji Kadar Fosfor**

Berdasarkan grafik POC dengan lama fermentasi 15 hari dan variasi penambahan volume EM4 sebanyak 15 mL; 25 mL, dan; 35 mL mempunyai kadar fosfor masing-masing sebesar 0,110%; 0,109%, dan; 0,110%. Sedangkan pada POC dengan lama fermentasi 30 hari dan variasi penambahan volume EM4 sebanyak 15 mL; 25 mL, dan; 35 mL mempunyai kadar fosfor masing-masing sebesar 0,109%, 0,102%, dan 0,099%. Kadar fosfor terendah terdapat pada POC dengan penambahan volume EM4 sebanyak 35 mL dan lama fermentasi 30 hari. Penurunan kadar fosfor terjadi seiring bertambahnya volume EM4 yang ditambahkan dan semakin lama waktu fermentasi yang dilakukan. Penurunan kadar fosfor signifikan terlihat saat penambahan EM4 sebanyak 25 mL pada lama waktu 30 hari terjadi karena mikroorganisme telah mencapai kesetimbangan dan sifat EM4 itu sendiri dimana tidak perlu membutuhkan waktu fermentasi yang lama. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yanti, Dkk (2022). Selain itu penurunan kadar fosfor dapat disebabkan oleh perbedaan komposisi bahan yang digunakan, sebab kandungan fosfor ada pada sayuran seperti bayam, jamur, kembang kol, kacang polong dan bayam. Pada penelitian ini dari beberapa contoh limbah sayuran yang mengandung fosfor, hanya kembang kol saja yang masuk kedalam tangki komposter. Hal ini dapat berpengaruh terhadap kandungan fosfor jika diliat dari jumlah komposisi yang dimasukan.

**Uji Kadar Kalium**

Berdasarkan grafik POC dengan lama fermentasi 15 hari dan variasi penambahan volume EM4 sebanyak 15 mL; 25 mL, dan; 35 mL mempunyai kadar kalium masing-masing sebesar 0,314%; 0,308%, dan; 0,296%. Sedangkan pada POC dengan lama fermentasi 30 hari dan variasi penambahan volume EM4 sebanyak 15 mL; 25 mL, dan; 35 mL mempunyai kadar kalium masing-masing sebesar 0,317%, 0,315%, dan 0,290%. Dari grafik Gambar 4.4 juga dapat diketahui bahwa kadar kalium terbesar terdapat pada penambahan EM4 15 mL dengan lama waktu fermentasi 30 hari diperoleh sebesar 0,317% sedangkan pada penambahan EM4 sebanyak 35 mL mengalami penurunan menjadi 0,290%. Hal ini disebabkan karena pengambilan sampel yang optimal yaitu pada lama waktu fermentasi 15 hari sehingga pada lama waktu fermentasi 30 hari kandungan kalium semakin berkurang. Penyebab lain penurunan kadar kalium karena jumlah komposisi bahan yang digunakan dimana dari jumlah komposisi bahan tersebut adanya pemakaian bersama oleh mikroorganisme yang dimanfaatkan dalam proses dekomposisi.

**Kualitas Pupuk Organik Cair**

Pembuatan POC dengan melakukan beberapa variasi memiliki kualitas yang berbeda, dari ke enam variasi POC pada penelitian ini dapat satu variasi terbaik yang dilihat berdasarkan analisis ke tiga unsur hara (NPK) yaitu POC dari limbah sayuran (15 mL EM4, 15 hari) dengan kandungan NPK masing-masing sebesar 0,174%; 0,110% dan 0,314%. Pupuk organik cair tersebut memiliki kualitas cukup baik dibanding pupuk organik cair lainnya karena memiliki kandungan hara makro yang paling seimbang. Ditinjau dari waktu fermentasi yang memberikan hasil terbaik yaitu selama 15 hari. Selain itu, ditinjau dari penambahan EM4, penambahan EM4 semakin banyak akan mempengaruhi kandungan NPK yang dihasilkan.

Walaupun POC yang dihasilkan belum memenuhi persyaratan baku mutu, akan tetapi pupuk organik cair yang dihasilkan ini memiliki kualitas yang

lebih baik dibandingkan pupuk komersial, dimana pupuk komersial menurut Nur *et al.* (2016) memiliki kandungan NPK masing-masing sebesar 0,05; 0,02, dan 0,26%.

### Kesimpulan

Semakin banyak volume EM4 yang ditambahkan dapat menyebabkan kandungan N, P, dan K pada POC mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena pengaruh dari pertumbuhan mikroorganisme yang tersedia sudah mulai berkurang dan sel mikroorganisme mulai berhenti membelah diri atau sel hidup dan sel mati mencapai batas maksimal atau mencapai keseimbangan.

Semakin lama fermentasi dilakukan dapat menurunkan kandungan N, P, dan K pada POC yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan penggunaan dari EM4 yang mampu bekerja secara efisien tanpa memerlukan waktu kerja yang lama.

Efektivitas penggunaan EM4 yang sesuai adalah 15 mL EM4 dengan lama waktu fermentasi 15 hari menghasilkan kadar N, P, dan K sebesar 0,174%; 0,110%, dan; 0,314%. Serta dari semua variasi yang telah dilakukan, kandungan unsur Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K) telah memenuhi standar komersial dan dapat dikomersilkan.

### Ucapan Terima Kasih

Adapun ucapan terimakasih, penulis sampaikan kepada beberapa pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah mendukung terselesaikan laporan ini kepada:

Bapak HM. Juju Adhiwirakarta, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Al-Khairiyah Cilegon.

Ibu Siti Hajir, M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Al-Khairiyah Cilegon.

Ibu Devi Lestariningsih, M.T selaku dosen pembimbing 1 kampus universitas Al-Khairiyah Cilegon yang telah bersedia memberikan waktu, arahan, serta saran-saran sehingga laporan ini dapat terselesaikan.

Bapak Muhammad Ihsan, M.Si selaku dosen pembimbing 2 kampus universitas Al-Khairiyah Cilegon yang telah bersedia memberikan waktu, arahan, masukan berharga sehingga laporan ini dapat terselesaikan.

### Daftar Pustaka

Abdirahman, R. Z., Aini, N., Ghofur, A., Wulandari, W. D., Lestari, F. K., & Putri, D. T. (2023). Studi Pemanfaatan Sampah Organik untuk Perkembangbiakan Maggot di Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) Desa Trosobo. Nusantara Community Empowerment Review (NCER), 1(1), 1–6.

Anam, C., & Muftahami, R. (2022). Produksi Pupuk

Organik Cair dan Kompos Dari Bahan Limbah Rumah Tangga Berupa Sayuran dan Kulit Buah-Buahan. Cilegon: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Erisa, D., Munawar, & Zuraida. (2018). Kajian Fraksinasi Fosfor (P) pada Beberapa Pola Penggunaan Lahan Kering Ultisol di Desa Jalin Jantho Aceh Besar. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian, 3(2), 391–399.

Firnia, D. (2018). Dinamika unsur fosfor pada tiap horison profil tanah masam. Jurnal Agroekoteknologi, 10(1).

Jamilin. (2011). Pengaruh Pemberian Kombinasi Pupuk NPK dan Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Varietas Jagung (*Zea mays L.*). [Skripsi]. Medan: USU.

Khopkar, S. M. (1990). Konsep Dasar Kimia Analitik. Jakarta: Universitas Indonesia Press.

Kholifah, S. N. (2022). Penurunan Kadar Kalsium Air Sumur Gali Di Desa Bulus Kabupaten Tulungagung Dengan Variasi Ketebalan Karbon Aktif Dan Waktu Retensi Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. [Skripsi]. Tulungagung: STIKES Karya Putra Bangsa Tulungagung.

Kusumah, A. M., Mutaqqin, H., & Permana, P. S. (2023). Efek Fermentor EM 4 Terhadap Kadar NPK Pupuk Organik Cair dari Limbah Sayuran. Serang: Universitas Serang Raya.

Lingga, P., & Marsono. (2002). Petunjuk Penggunaan Pupuk. Jakarta: Penebar Swadaya.

Marsudi, I., Sudjasta, B., Damora, D. R., & Rhakasywi, S. T. (2018). Penanggulangan Sampah Organik di Pondok Yayasan Minhajushshobiriin Kelurahan Cibubur Kecamatan Ciracas. In Seminar Nasional Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat, 1(1).

Maryani, Y., Rochmat, A., Herayati, H., & Yulvianti, M. (2022). Pengolahan Limbah Organik Rumah Tangga sebagai Pupuk Organik Cair di Kabupaten Pandeglang. Jurnal Aplikasi Ilmu-ilmu Agama (APLIKASIA), 22(2), 163–172.

Nester, E. W., Anderson, G. D., Roberts, E. C., & Nester, M. T. (2009). Microbiology: A Human Perspective (6th ed.). McGraw-Hill.

Nugroho, P. (2013). Panduan Membuat Pupuk Kompos Cair. Yogyakarta: Pustaka Baru.

Perdana, W. W., & Al-ghifari, T. P. U. (2019).

Analisis Logam Berat Di Kemasan Kaleng.  
Agroscience, 9(2), 215–223.

Rahmat, U. M. (2024). KLHK Ajak Masyarakat “Gaya Hidup Minim Sampah” dalam Festival LIKE 2. Nomor: SP.178/HUMAS/PPIP/HMS.3/8/2024. Diakses dari <https://ppid.menlhk.go.id> (01 Januari 2025).

Sami, M., Harunsyah, H., Mawardi, M., & Razi, M. (2022). Pemanfaatan Limbah Domestik Menjadi Pupuk Organik Cair Bagi Masyarakat Gampong Alue Lim Kecamatan Blang Mangat Kota Lhokseumawe. In Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe, 6(1), 47–51.

Situmorang, M. S. (2018). Pengaruh Penambahan Effective Microorganisme 4 (EM4) Terhadap Kandungan Hara Pupuk Organik Cair Berbahan Dasar Kotoran Kambing dan Bonggol Pisang. [Skripsi]. Jambi: Universitas Jambi.

Sucipto. (2012). Teknologi Pengolahan Daur Ulang Sampah. Yogyakarta: Penerbit Gosyem Publishing.

Suwahyono, U. (2014). Pengaruh Kompos dengan Simulator EM4 Terhadap Produksi Jagung Manis. [Skripsi]. Semarang: Universitas Diponegoro.

Widyabudiningsih, D., Troskialina, L., Fauziah, S., Shalihatunnisa, S., Riniati, R., Djenarl, N. S., Hulipi, M., Indrawati, L., Fauzan, A., & 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, 4(1), 30–39.

Yanti, S. R., Ibrahim, I., Masrullita, M., & Muhammad, M. (2022). Pembuatan pupuk organik cair dari limbah sayuran dengan menggunakan bioaktivator em4. Jurnal Teknologi Kimia Unimal, 11(2), 267-279. <https://doi.org/10.29103/jtku.v11i2.9466>