



Potensi Pemanfaatan Limbah Organik Rumah Tangga Menjadi Pupuk Organik Cair Melalui Proses Fermentasi Menggunakan Bioaktivator EM4



Hendro Jatmiko Sormin^a, Daniel^{a,b*}, Nataniel Tandirogang^a

^a Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Pascasarjana, Universitas Mulawarman, Indonesia.

^b Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman, Indonesia.

* Corresponding Author: daniel_trg08@yahoo.com

ABSTRACT

Desa Girimukti is a village of East Kalimantan, Penajam Paser Utara. According to data for 2021, a privately owned area of around 16,000 ha will have a population of 6,730 persons and 1,908 occupied homes. The rising creation of garbage, especially home organic waste, is being caused by a sizable population. If handled improperly, it will contaminate the environment. Utilizing fermentation to transform trash into liquid organic fertilizer is one solution that is possible. Study In order to produce liquid organic fertilizer, it is necessary to know the ideal ratio of organic waste to bioactivator as well as the best fermentation time to obtain the highest nutritional content. In this research, EM4, water, and sugar are added to a reactor that already has household organic waste present in the form of vegetables. In order to test the macronutrient content, which includes C-organic, N, P, K, and pH, samples were taken on days 5, 10, and 15 of the 15-day fermentation process. In this study, the addition ratio of EM4 to vegetable waste was 30:100, with a lengthy fermentation period of 10 days. This provided the finest liquid organic fertilizer. The best pH, C-organic content, N, P, and K contents are 11.99%, 4.45%, 5.54%, 4.8200%, and 6.82, respectively. The produced liquid organic fertilizer satisfies the requirements for quality of MOA 70 of 2011.

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Article History

Received 2022-04-19

Revised 2024-08-26

Accepted 2024-09-08

Publish 2024-11-31

Keywords

Bioaktivator,
EM4,
Organic Waste,
Liquid Organic
Fertilizer

1. Pendahuluan

Peningkatan jumlah penduduk memberi dampak dalam kehidupan, diantaranya yaitu terhadap lingkungan dimana timbulan sampah juga semakin meningkat. Menurut Ratnawati [1] limbah padat yang tidak diolah dengan baik dapat mengandung berbagai kuman penyakit yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan terganggunya estetika. Sedangkan menurut Safirul [2] dan Ratnawati [1], timbulan limbah padat yang tidak diimbangi dengan pengolahan menyebabkan terjadinya pencemaran air, air tanah, tanah, dan udara.

Menurut Pakki [3] rata-rata komposisi sampah pada beberapa kota besar di Indonesia, yaitu : organik (25%), kertas (10%), plastik (18%), kayu (12%), logam (11%), kain (11%), gelas (11%), dan lain-lain (12%). Sampah organik memiliki jumlah paling besar dari total produksi sampah di Indonesia, dan penyumbang terbesar sampah organik adalah limbah rumah tangga.

Oleh karena itu diperlukan upaya untuk dapat mengolah limbah tersebut sehingga dapat mengurangi dampak negatifnya. Salah satu yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan pembuatan pupuk organik, baik dalam bentuk padat maupun cair [4]. Menurut Bahtiar [5] pengomposan guna menghasilkan pupuk organik yang telah dilakukan terhadap limbah organik telah terbukti secara signifikan dapat mengurangi volume limbah dalam negeri dan memberi solusi bagi pertanian sebagai bahan pengganti pupuk kimia.

Pupuk organik cair memiliki keunggulan dibandingkan dengan pupuk organik dalam bentuk padatan, yaitu tanaman akan lebih mudah menyerap unsur hara dari pupuk organik tersebut. Selain itu pupuk organik cair juga dapat mendorong dan meningkatkan pembentukan klorofil daun sehingga mampu meningkatkan kemampuan fotosintesis tanaman dan penyerapan nitrogen dari udara[6,7].

Desa Girimukti yang merupakan salah satu desa di Kecamatan Penajam Kabupaten Penajam Paser Utara, Provinsi Kalimantan Timur memiliki luas wilayah 16.000 Ha yang dibagi menjadi 3 Dusun dan 17 Rukun Tetangga (RT). Menurut Daftar Isian Tingkat Perkembangan Desa Girimukti, terdapat jumlah penduduk tahun 2020 adalah sebanyak 6.541 jiwa dan tahun 2021 adalah sebanyak 6.730 jiwa dengan jumlah rumah berpenghuni adalah sebanyak 1908 rumah. Menurut data Badan Pusat Statistik dalam katalog Kecamatan Penajam Dalam Angka 2021 jumlah penduduk di Desa Girimukti menempati posisi ketiga terbanyak setelah Kelurahan Penajam dan Kelurahan Petung dari 23 Desa/Kelurahan lain yang ada di Kecamatan Penajam. Dengan kata lain, semakin lama produksi limbah rumah tangga di Desa Girimukti juga akan semakin bertambah. Bahkan saat ini pun produksi sampah di Desa Girimukti Kecamatan Penajam Kabupaten Penajam Paser Utara Provinsi Kalimantan Timur sudah menjadi salah satu hal yang cukup diperhatikan, dimana pada data angkutan sampah milik Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Penajam Paser Utara bulan Maret 2022 sampah yang diproduksi Desa Girimukti selama sebulan mencapai 11,45 Ton.

Berdasarkan permasalahan-permasalahan yang telah dijabarkan, maka penelitian ini dilakukan untuk dapat memanfaatkan limbah organik rumah tangga sehingga tidak menjadi material yang mencemari lingkungan serta mengetahui besar potensi pemanfaatan limbah organik rumah tangga tersebut di Desa Girimukti Kecamatan Penajam Kabupaten Penajam Paser Utara [6,7,8].

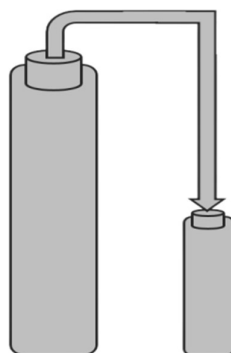
2. Metodologi

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Desa Girimukti Kecamatan Penajam Kabupaten Penajam Paser Utara Provinsi Kalimantan Timur, dengan kurun waktu 7 (tujuh) bulan yaitu Mei-Desember 2022.

2.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah limbah sayur-sayuran, *Effective Microorganism* (EM4), gula pasir dan air 250 mL. Jumlah gula pasir yang ditambahkan menyesuaikan jumlah EM4 dengan perbandingan 1:1. Alat yang digunakan dalam penelitian ini ialah blender, neraca analitik, botol mineral 1,5 L, botol mineral 600 ml, selang akuarium, dan saringan



Gambar 1. Skema Reaktor Fermentasi

2.3. Prosedur Penelitian

Penelitian akan dilakukan selama 1 bulan dengan persiapan penelitian selama sekitar 14 hari, setelah itu melakukan pembuatan dan analisis pupuk organik cair selama 15 hari, dimana analisis terhadap unsur-unsur hara dan pH pupuk organik cair dilakukan pada hari ke-5, ke-10 dan ke-15. Setelah pembuatan dan analisa analisis selesai dilakukan penyimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh. Desain penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari dua faktor, dimana faktor yang digunakan yaitu : Faktor 1 : Perbandingan EM4 (ml) / Limbah Organik (gram) (A), A0 : 0/100 (kontrol) ; A1 : 10/100 ; A2 : 30/100 ; A3 : 50/100. Faktor 2 : Lama waktu fermentasi (T), T1 : 5 hari ; T2 : 10 hari ; T3 : 15 hari.

Tabel 1. Rancangan Penelitian

<i>T</i> \ <i>A</i>	<i>A0</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>A3</i>
<i>T1</i>	A0T1	A1T1	A2T1	A3T1
<i>T2</i>	A0T2	A1T2	A2T2	A3T2
<i>T3</i>	A0T3	A1T3	A2T3	A3T3

*Setiap sampel dilakukan 3 kali pengulangan

2.4. Pembuatan Pupuk Cair Organik

Limbah sayur diambil dari 456 rumah warga di Desa Girimukti Kecamatan Penajam Kabupaten Penajam Paser Utara Provinsi Kalimantan Timur. Setelah dikumpulkan limbah sayur dihancurkan menggunakan blender menjadi berukuran kecil. Lalu limbah sayur dan bioaktivator dimasukkan ke dalam reaktor dengan rasio yang telah ditentukan. Setelah itu gula pasir dengan perbandingan terhadap EM4 1:1, dan air sebanyak 250 mL ditambahkan ke dalam reaktor. Semua bahan yang sudah dimasukkan ke dalam reaktor lalu diaduk hingga rata. Setelah itu reaktor ditutup dan biarkan proses fermentasi terjadi secara anaerob dengan waktu menyesuaikan variabel yang telah ditentukan. Setelah fermentasi selesai reaktor dibuka dan bahan disaring untuk mendapatkan cairan pupuk organik. Masing-masing sampel diambil 100 mL dan dimasukkan ke dalam wadah untuk diuji pH dan kandungan haranya.

2.5. Analisis dan Pengukuran

Analisis Kadar C-Organik

Penentuan nilai C-Organik menggunakan metode Walky and Black dengan cara langsung. Karbon sebagai senyawa organik akan mereduksi Cr^{6+} yang berwarna jingga menjadi Cr^{3+} yang berwarna hijau dalam suasana asam. Intensitas warna hijau yang terbentuk setara dengan kadar karbon dan dapat diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 561 nm [9,24]. Analisis kadar C-Organik dilakukan di Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman.

Analisis Kadar N

Penentuan kadar N menggunakan metode Kjeldahl yang mengkonfersikan nitrogen dalam bentuk $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Mengambil 10 mL pupuk cair dan dimasukkan kedalam labu takar lalu diencerkan dengan aquades. Lalu 10 mL dari larutan pupuk cair poin a dan masukkan kedalam labu kjedahl 500 ml dan ditambahkan 10 mL H_2SO_4 (93-98 % bebas N). Tambahkan 5 gram campuran $\text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{HgO}$ (20:1) untuk katalisator. Didihkan sampai jernih dan lanjutkan pendidihan 30 menit lagi. Setelah dingin dalam labu kjedahl dengan aquades dan didihkan selama 30 menit lagi. Setelah dingin tambahkan 140 mL aquades dan tambahkan 35 mL larutan $\text{NaOH}-\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dan beberapa butiran zink. Kemudian lakukan destilasi destilat ditampung sebanyak 100 mL dalam erlenmeyer yang berisi 25 mL larutan jenuh asam borat dan beberapa tetes indikator metil merah/metilen bluef. Tiriskan larutan yang diperoleh dengan 0,02 N NHCl . Kemudian menghitung jumlah N total (Ela, 2019)[9]. Analisis kadar N dilakukan di Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman.

Analisis Kadar P

Penentuan kadar P menggunakan metode Spektrofotometer, dimana sebanyak 1 mL pupuk cair dimasukkan ke dalam tabung kimia. Pereaksi campuran sebanyak 9 mL ditambahkan dan dikocok dengan vorteks hingga homogen. Larutan diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 466 nm dengan deret standar P sebagai pembanding [10] Analisis kadar N dilakukan di Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman.

Analisi Kadar K

Penentuan kadar K menggunakan instrumen fotometer nyala dengan metode kurva standar, dimana sebanyak 1 mL pupuk cair dimasukkan ke dalam tabung kimia. Air bebas ion sebanyak 9 mL ditambahkan dan dikocok dengan vorteks hingga homogen (pengenceran 10x). Kalium diukur dengan spektrofotometer nyala dari ekstrak yang telah diencerkan dengan deret standar K sebagai pembanding [10]. Analisis kadar N dilakukan di Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman.

Pengukuran pH

Pengukuran pH larutan dilakukan dengan pembacaan pada pH meter yang dilakukan di Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman.

2.6. Analisis Data

Tujuan dari pembuatan kurva kalibrasi adalah untuk memperoleh suatu persamaan garis linier (linieritas), untuk menunjukkan bahwa hasil pengukuran yang diolah secara matematika berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi analit secara deret ukur, pada batas rentang konsentrasi tertentu yang digunakan [11].

Data mengenai unsur-unsur hara C-organik, N, P, K serta pH yang diperoleh kemudian dilanjutkan dengan pengujian statistik menggunakan uji normalitas yaitu Kolmogorov-Smirnov yang mana jika $Asymp.Sig > 0,05$ maka data berdistribusi normal. Kemudian dilakukan uji lanjutan menggunakan uji Homogenitas yaitu nilai F kritis untuk $\alpha = 0,05$. Bila nilai $F_{obs} > F_{crit}$, maka signifikan atau homogen. Kemudian dilanjutkan dengan uji Analisis of Variance (ANOVA) One Way menggunakan aplikasi pengolah data statistik. ANOVA adalah teknik analisis statistik yang dapat memberikan jawaban atas ada tidaknya perbedaan skor pada masing-masing kelompok, jika $Asymp.Sig < 0,05$ maka H_0 ditolak yang artinya terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Jika H_0 ditolak maka dilanjutkan dengan uji Tukey.

Pengaruh waktu fermentasi terhadap unsur-unsur hara serta pH pada pupuk organik cair hasil fermentasi limbah sayur-sayuran dengan hipotesa statistik sebagai berikut :

$H_0 : \rho = 0$ (tidak ada perbedaan signifikan antar kelompok perlakuan)

$H_1 : \rho \neq 0$ (terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan)

3. Hasil dan Diskusi

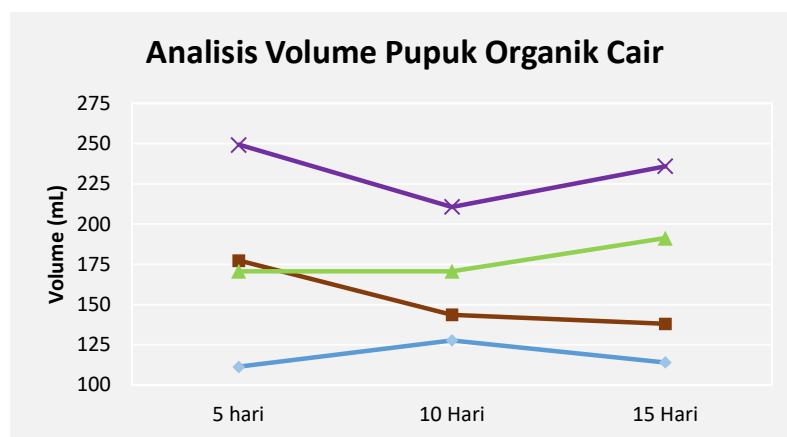
Setelah dilakukan percobaan dan analisis terhadap pupuk organik cair yang dihasilkan, diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Rata-rata Hasil Pupuk Organik Cair yang diperoleh

Lama Fermentasi	EM4 (mL) : Limbah Organik (gram)			
	A1	A2	A3	A4
T1	111,33	177,33	170,67	249,33
T2	127,67	143,67	170,67	210,67
T3	114,00	138,00	191,33	236,00

Dari 456 sampel rumah yang digunakan dalam penelitian ini didapati total limbah sayur-sayuran per hari yaitu sebanyak 47.880 gram. Jika dibuat perbandingan, maka rata-rata jumlah limbah sayur-sayuran yang diproduksi tiap harinya di Desa Girimukti Kecamatan Penajam Kabupaten Penajam Paser Utara diperkirakan sebanyak 200.340 gram atau 2,0034 kwintal. Sehingga dalam satu bulan diperkirakan Desa Girimukti Kecamatan Penajam Kabupaten Penajam Paser Utara memproduksi sebanyak kurang lebih 6 ton limbah sayur-sayuran.

Pada percobaan yang dilakukan ini volume pupuk organik cair meningkat sejalan dengan semakin banyaknya penambahan EM4 pada campuran. Seperti yang disajikan pada **Grafik 2** volume pupuk organik cair terbanyak diperoleh pada variabel rasio penambahan EM4 terhadap limbah sayur-sayuran 50:100 yaitu sebanyak 249,33 mL dengan waktu fermentasi 5 hari. Sedangkan semakin lama waktu fermentasi yang digunakan justru mengurangi volume pupuk organik cair. Sehingga diperoleh variabel terbaik yang menghasilkan volume pupuk organik terbanyak yaitu variabel rasio penambahan EM4 50:100 dengan lama waktu fermentasi 5 hari.



Gambar 2. Analisis Volume Pupuk Organik Cair

Kondisi terbaik untuk menghasilkan volume pupuk organik cair terbanyak yaitu dengan variabel rasio penambahan EM4 50:100 dengan lama fermentasi 5 hari. Dimana dengan jumlah limbah sayur-sayuran sebanyak 250 gram, EM4 125 mL, gula pasir 125 gram dan air sebanyak 250 mL dapat mengasikkan pupuk organik cair sebanyak 249,33 mL, kondisi tersebut dapat mengkonversi hingga lebih dari 90% limbah sayur-sayuran menjadi pupuk organik cair.

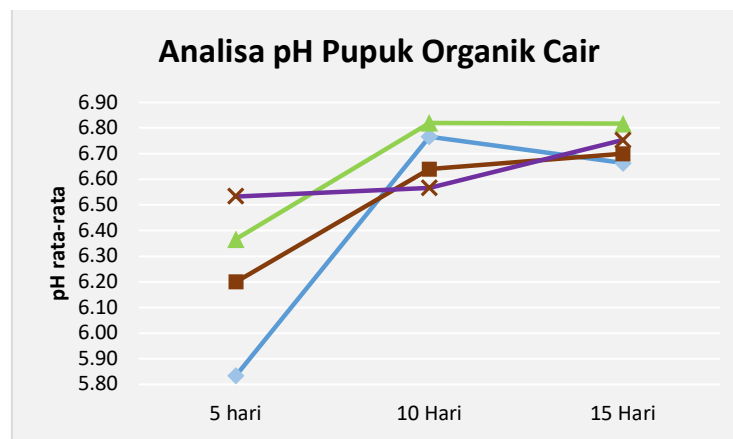
Sampel yang digunakan yaitu sebanyak 456 rumah dan didapati limbah sayur-sayuran per hari dengan jumlah 47.880 gram. Jika dilakukan perbandingan dengan populasi rumah yang ada di Desa Girimukti yaitu sebanyak 1.908 rumah akan menghasilkan limbah sayur-sayuran sebanyak 200.340 gram per harinya. Dan jika dilakukan perbandingan dengan hasil analisis terhadap 250 gram limbah sayur-sayuran, sebanyak 200.340 gram limbah sayur-sayuran tersebut dapat menghasilkan sekitar 199.803,0888 ml pupuk organik cair setiap harinya. Dalam sebulan diperkirakan pupuk organik cair yang dapat dihasilkan yaitu sebanyak 5.994,092 liter. Dapat diartikan bahwa pembuatan pupuk organik cair dari limbah sayur-sayuran di Desa Girimukti Kecamatan Penajam Kabupaten Penajam Paser Utara ini memiliki potensi pemanfaatan yang cukup besar.

Fermentasi dikatakan berjalan dengan baik ketika pada campuran yang diteliti timbul bercak-bercak putih seperti jamur, karna hal ini menunjukkan bahwa pada campuran tersebut terjadi aktivitas mikroorganisme yang menguraikannya [11]. Pada percobaan ini beberapa hasil yang diperoleh menunjukkan hal serupa seperti yang dijelaskan pada literatur, sehingga dapat dikatakan bahwa proses fermentasi yang dilakukan untuk menghasilkan pupuk organik cair pada percobaan ini berjalan dengan baik.

Tabel 3. Hasil Analisis pH Pupuk Organik Cair

Lama Fermentasi	EM4 (mL) : Limbah Organik (gr)			
	A1	A2	A3	A4
T1	5,83	6,20	6,37	6,53
T2	6,77	6,64	6,82	6,57
T3	6,66	6,70	6,82	6,75

pH yang dihasilkan pada percobaan ini dengan setiap variabel penambahan EM4 dan lama waktu fermentasi 5, 10 serta 15 hari menunjukkan pupuk organik cair yang dihasilkan bersifat netral dengan nilai pH berkisar antara 6-7.



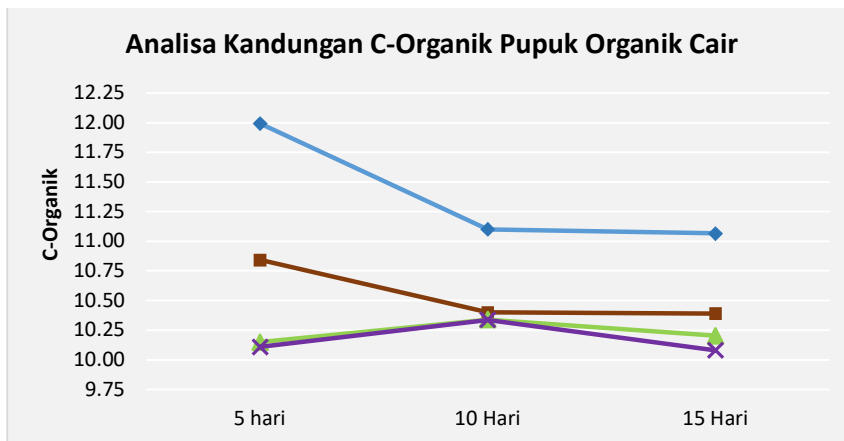
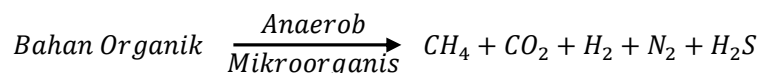
Gambar 3. Analisis pH Pupuk Organik Cair

Penurunan nilai pH terjadi akibat semakin besarnya penambahan EM4 yang diberikan ke dalam pupuk organik cair. Suasana asam pada pupuk organik cair yang dihasilkan ini juga dipengaruhi oleh penambahan EM4 yang bersifat asam, dimana pH yang dimiliki EM4 yaitu sekitar 3,8. Menurut Supadma (2008)[12] proses pengomposan yang ideal berawal dari pH asam karna terbentuknya asam-asam organik sederhana, setelah itu nilai pH akan meningkat pada masa inkubasi lebih lanjut akibat terurainya protein dan terjadi pelepasan amonia. Penurunan dan peningkatan nilai pH ini juga menunjukkan adanya aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik [13]. Namun demikian nilai pH kompos ideal berdasarkan standar kualitas kompos SNI:19-7030-2004 berkisar antara 6,8 hingga 7,49. Dan menurut Nugroho (2013)[14] karakteristik pupuk cair yang sudah matang akan memiliki nilai pH yang mendekati 6,5-7 atau bersifat netral. Sehingga dapat dikatakan pupuk organik cair yang dihasilkan pada percobaan ini sudah memenuhi standar yang ditetapkan. pH terbaik diperoleh dari variabel penambahan volume EM4 terhadap limbah sayur-sayuran sebesar 30:100 dengan lama waktu fermentasi 10-15 hari, yaitu sebesar 6,82.

Tabel 4. Hasil Analisis C-Organik Pupuk Organik Cair

Lama Fermentasi	EM4 (mL) : Limbah Organik (gr)			
	A1	A2	A3	A4
T1	11,99	10,84	10,15	10,11
T2	11,10	10,40	10,34	10,34
T3	11,07	10,39	10,20	10,08

Kandungan c-organik dalam pupuk organik cair pada percobaan ini menurun dengan penambahan EM4 yang semakin banyak, Hal ini dapat terjadi karena semakin besar penambahan EM4 yang diberikan maka mikroorganisme yang ada semakin banyak jumlahnya. Menurut Marlinda (2015)[15] penurunan kadar c-organik tersebut disebabkan oleh peran c-organik sebagai sumber energi bagi mikroorganisme untuk aktivitas metabolismenya dan terurai dalam bentuk CO₂ ke udara, sehingga jumlahnya akan terus berkurang. Reaksi sederhana yang terjadi dalam penguraian senyawa organik secara anaerob yaitu:



Gambar 4. Analisis Kandungan C-Organik Pupuk Organik Cair

Kandungan c-organik berkisar antara 10-12% dengan penambahan dan tanpa penambahan EM4. Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian No:70/Permentan/SR.140/10/2011 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenahan Tanah, kandungan c-organik minimum yang harus dimiliki oleh pupuk organik cair yaitu sebesar 6%. Sehingga kandungan c-organik pada pupuk organik cair yang diperoleh melalui percobaan ini sudah memenuhi standar yang ditetapkan tersebut.

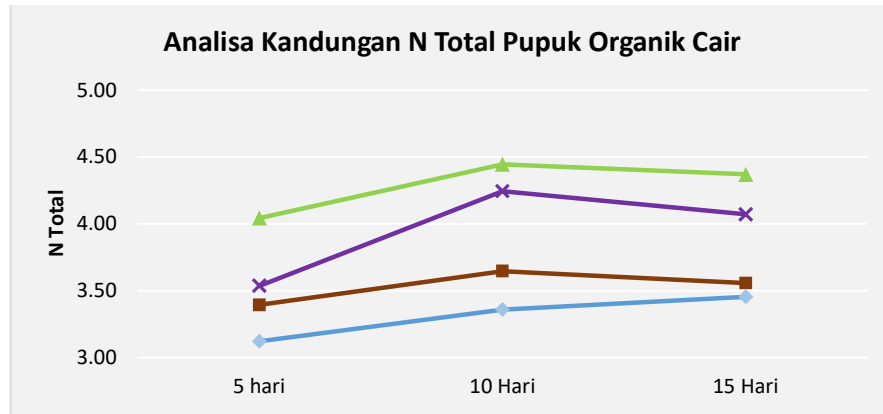
Terhadap lamanya waktu fermentasi juga ditunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi maka kandungan C-organik dalam pupuk organik cair akan semakin berkurang. Namun, pada hari ke-10 pupuk organik cair yang dihasilkan mengalami kenaikan jumlah c-organik. Menurut Cesaria (2014)[16] hal ini dikarenakan selama proses fermentasi berlangsung ada bakteri yang mengalami kematian. Bakteri yang mengalami kematian ini tidak mendegradasi senyawa organik, tetapi terakumulasi sebagai organik sehingga kandungan organiknya tinggi.

Kandungan C-organik terbanyak yang diperoleh pada percobaan ini terdapat pada variabel rasio penambahan EM4 sebanyak 0:100 dan lama waktu fermentasi 5 hari, yaitu sebesar 11,99%. Sedangkan kandungan C-organik terendah terdapat pada variabel rasio penambahan EM4 50:100 dengan lama waktu fermentasi 15 hari, yaitu sebesar 10,08%.

Tabel 5. Hasil Analisis N Total Pupuk Organik Cair

Lama Fermentasi	EM4 (mL) : Limbah Organik (gr)			
	A1	A2	A3	A4
T1	3,12	3,39	4,04	3,54
T2	3,36	3,65	4,45	4,24
T3	3,45	3,56	4,37	4,07

Kandungan nitrogen yang didapati melalui analisis yang dilakukan pada percobaan ini berkisar antara 3-4,5%. Berdasarkan analisis tersebut maka kandungan nitrogen yang dihasilkan sudah memenuhi standar yang ditetapkan pada Peraturan Menteri Pertanian No:70/Permentan/SR.140/10/2011 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenahan Tanah dimana kadar nitrogen minimum sebesar 3-6%. Pada **Grafik 5** terlihat bahwa kandungan nitrogen yang dihasilkan dengan menggunakan variabel lama waktu fermentasi 5 hari memiliki kandungan yang lebih rendah dari pada hari ke-10 dan hari ke-15.



Gambar 5. Analisis Kandungan N-Total Pupuk Organik Cair

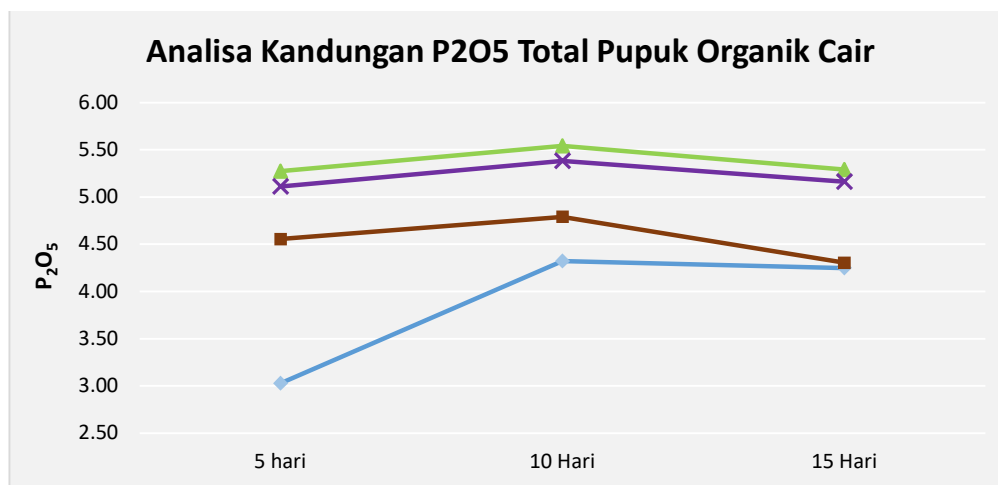
Menurut Tejasarwana [17] hal ini dikarenakan terjadinya pertumbuhan mikroorganisme pada fase awal fermentasi dan pada fase ini mikroorganisme akan beradaptasi dengan lingkungannya. Sehingga proses degradasi senyawa organik oleh mikroorganisme tersebut belum berjalan maksimal. Setelah itu kandungan nitrogen meningkat pada hari ke-10 dan mencapai kandungan tertinggi yaitu sebesar 4,45% dengan menggunakan variabel penambahan volume EM4 terhadap limbah sayur-sayuran 30:100. Hal ini sejalan dengan yang disampaikan Yuta [18] bahwa kandungan nitrogen mengalami peningkatan selama proses pengomposan. Peningkatan kandungan nitrogen disebabkan karena hasil dari dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme yang menghasilkan amonia dan nitrogen.

Disamping peningkatan kandungan nitrogen, penurunan juga dapat terjadi apabila lama pengomposan tidak sesuai. Pada penelitian ini lama waktu fermentasi 15 hari terjadi penurunan kandungan nitrogen dalam pupuk organik cair. Menurut Wijaksono (2016)[19] penurunan kandungan nitrogen dapat terjadi karena lamanya proses pengomposan. Kandungan nitrogen yang terkandung di dalam pupuk organik semakin lama juga semakin berkurang karena perubahan nitrogen menjadi asam amino dan NH_4^+ dimana asam amino dimanfaatkan mikroorganisme sebagai sumber energi dan NH_4^+ mengalami nitrifikasi. Selain itu menurut Tejasarwana (1995)[17] hal ini dipengaruhi oleh pertumbuhan mikroorganisme dan nutrisi yang tersedia mulai berkurang dan sel mulai berhenti membelah diri, atau sel hidup dan sel mati mulai mencapai kesetimbangan. Pada **Grafik 5** menunjukkan kandungan nitrogen tertinggi terdapat pada variabel rasio penambahan EM4 30:100 dengan lama waktu fermentasi 10 hari yaitu sebesar 4,45%. Sedangkan kandungan nitrogen terendah terdapat pada variabel rasio penambahan EM4 0:100 dengan lama waktu fermentasi 5 hari yaitu sebesar 3,12%.

Tabel 6. Hasil Analisis P Total Pupuk Organik Cair

Lama Fermentasi	EM4 (mL) : Limbah Organik (gr)			
	A1	A2	A3	A4
T1	3,03	4,55	5,27	5,11
T2	4,32	4,79	5,54	5,38
T3	4,25	4,30	5,29	5,16

Analisis terhadap kandungan P_2O_5 yang dilakukan pada percobaan ini menunjukkan kandungan P_2O_5 pupuk organik cair berkisar antara 3-6%. Kandungan ini sudah memenuhi standar yang ditentukan pada Peraturan Menteri Pertanian No:70/Permentan/SR.140/10/2011 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenahan Tanah dimana kadar P_2O_5 minimum sebesar 3-6%. Dalam percobaan yang dilakukan didapati semakin banyak EM4 yang ditambahkan menjadikan kandungan P_2O_5 pupuk organik cair semakin besar. Menurut Kurniawan (2013)[20] semakin besar penambahan EM4 maka jumlah mikroba sebagai agen pendekomposisi bahan organik akan semakin banyak pula sehingga mineral fosfat yang dihasilkan dari proses metabolisme mikroorganisme akan semakin banyak.



Gambar 6. Analisis Kandungan P Total Pupuk Organik Cair

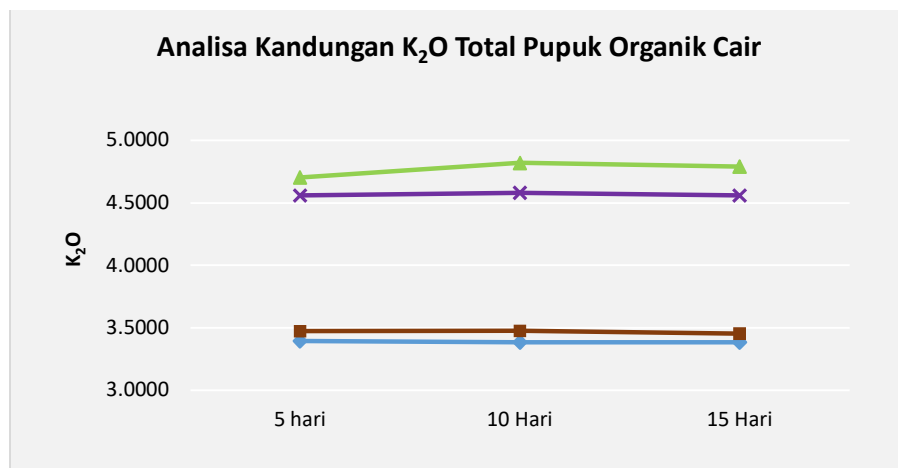
Namun pada **Gambar 6** terlihat pula bahwa semakin lama waktu fermentasi mengakibatkan terjadinya penurunan kadar P_2O_5 dalam pupuk organik cair. Hal ini diduga karena mikroorganisme akan mati pada fase pematangan, sehingga aktivitas mikroorganisme untuk melapukkan bahan organik juga akan menurun. Hal ini sejalan dengan pendapat Suwardiyono (2019)[21] dimana penurunan kandungan fosfor terjadi karena mikroorganisme jumlahnya mulai berkurang karena mati pada fase tersebut. Pada **Gambar 6** juga ditunjukkan kandungan P_2O_5 tertinggi terdapat pada variabel rasio penambahan EM4 30:100 dengan lama waktu fermentasi 10 hari yaitu sebesar 5,54%. Sedangkan kandungan P_2O_5 terendah terdapat pada variabel rasio penambahan EM4 0:100 dengan lama waktu fermentasi 5 hari yaitu sebesar 3,03%

Tabel 7. Hasil Analisis K Total Pupuk Organik Cair

Lama Fermentasi	EM4 (mL) : Limbah Organik (gr)			
	A1	A2	A3	A4
T1	3,39	3,47	4,70	4,56
T2	3,38	3,48	4,82	4,58
T3	3,38	3,45	4,79	4,56

Berdasarkan analisa K_2O yang dilakukan pada percobaan ini diperoleh rata-rata nilai kalium berkisar antara 3-6%. Kandungan kalium ini telah mencapai standar minimum K_2O pada pupuk organik cair yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Pertanian No:70/Permentan/SR.140/10/2011 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenahan Tanah yaitu sebesar 3-6%. Pada **Gambar 7** ditunjukkan kadar kalium tertinggi diperoleh pada variabel rasio penambahan EM4 sebesar 30:100 dengan lama fermentasi 10 hari yaitu sebesar

4,82%. Dan kandungan kalium terendah terdapat pada variabel rasio penambahan EM4 0:100 dengan lama waktu fermentasi 10 hari dan 15 hari yaitu sebesar 3,3933%. Kandungan kalium tertinggi dengan rasio penambahan EM4 30:100 meningkat karena mikroorganisme yang ada di dalam pupuk organik sangat optimal dalam mencerna kandungan kalium yang khusus digunakan sebagai kayalisator dalam proses pengomposan. Menurut Mirawati (2019) mikroorganisme menghasilkan senyawa kalium dari proses metabolisme, hal tersebut dihasilkan dengan cara memanfaatkan ion-ion K^+ bebas yang terdapat pada materi pupuk organik. Selain itu, mikroorganisme melakukan proses penguraian dan memecah rantai karbon menjadi lebih kompleks, sehingga mengakibatkan kandungan kalium meningkat.



Gambar 7. Analisis Kandungan K Total Pupuk Organik Cair

Waktu pada proses pengomposan ataupun fermentasi juga perlu diperhatikan. Karena waktu fermentasi yang terlalu lama juga akan berdampak pada turunnya kadar kalium. Pada Grafik 6 terlihat bahwa pada fermentasi hari ke-15 memiliki kadar K_2O yang lebih rendah dari hari ke-10. Menurut Ratrinia (2016)[22] hal ini terjadi karena mikroorganisme sudah mencapai kesetimbangan (jumlah dihasilkan dan jumlah mikroorganisme yang mikroorganisme yang mati sama), yang ditandai dengan mulai turunnya aktivitas mikroorganisme dan secara otomatis kandungan kalium juga ikut menurun.

Berdasarkan uji normalitas SPSS yang dilakukan menunjukkan bahwa nilai uji kolmogorov-smirnov Asymp.Sig.=0,110>0,05, maka H_0 diterima. Hal ini menunjukkan bahwa data sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Pengujian data dilanjutkan dengan uji homogenitas variansi dengan menggunakan uji levene test yang dihasilkan nilai Sig.=0,884> α =0,05 pada perlakuan waktu terhadap lama fermentasi maka dapat disimpulkan variasi data perlakuan tidak homogen. Kemudian selanjutnya pengujian variasi pH dan jenis pupuk dengan menggunakan uji levene test yang dihasilkan nilai Sig.=0,000< α =0,05 pada perlakuan pH dan jenis pupuk terhadap lama fermentasi maka dapat disimpulkan variasi data perlakuan homogen. Karena data telah memenuhi asumsi normalitas residual dan homogenitas varians maka dilanjutkan dengan uji anava one way, untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan perlakuan dari waktu dan pupuk yang digunakan terhadap lama fermentasi.

Perlakuan Em4 dan lama fermentasi terhadap Larutan pH diperoleh nilai Sig.=0,008< α =0,05 pada perlakuan lama fermentasi yang berbeda, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan antar rata-rata perlakuan terhadap Larutan pH. Berdasarkan nilai Sig.=0,709> α =0,05 pada perlakuan penambahan EM4 yang berbeda maka dapat disimpulkan H_0 gagal ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan antar rata-rata perlakuan terhadap Larutan pH.

Perlakuan Em4 dan lama fermentasi terhadap pupuk C-Organik diperoleh nilai Sig.=0,730 > α = 0,05 pada perlakuan lama fermentasi yang berbeda maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan antar rata-rata perlakuan terhadap pemberian pupuk C-

Organik. Berdasarkan nilai $Sig. = 0,004 < \alpha = 0,05$ pada perlakuan penambahan EM4 yang berbeda maka dapat disimpulkan disimpulkan H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan antar rata-rata perlakuan terhadap pemberian pupuk C-Organik.

Perlakuan Em4 dan lama fermentasi terhadap pupuk N diperoleh nilai $Sig. = 0,976 > \alpha = 0,05$ pada perlakuan lama fermentasi maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan antar rata-rata perlakuan terhadap pemberian pupuk N. Berdasarkan nilai $Sig. = 0,000 < \alpha = 0,05$ pada perlakuan EM4 maka dapat disimpulkan H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan antar rata-rata perlakuan terhadap pemberian pupuk N.

Perlakuan Em4 dan lama fermentasi terhadap pupuk K diperoleh nilai $Sig. = 0,998 > \alpha = 0,05$ pada perlakuan EM4 maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan antar rata-rata perlakuan terhadap pemberian pupuk K. Berdasarkan nilai $Sig. = 0,000 > \alpha = 0,05$ pada perlakuan lama fermentasi maka dapat disimpulkan bahwa H_0 gagal ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan antar rata-rata perlakuan terhadap pemberian pupuk K.

Perlakuan Em4 dan lama fermentasi terhadap pupuk P diperoleh nilai $Sig. = 0,633 > \alpha = 0,05$ pada perlakuan lama fermentasi maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan antar rata-rata perlakuan terhadap pemberian pupuk P. Berdasarkan nilai $Sig. = 0,006 < \alpha = 0,05$ pada perlakuan EM4 maka dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan antar rata-rata perlakuan terhadap pemberian pupuk P.

Berdasarkan hasil analisis variansi pemeberian perlakuan EM4 terhadap Larutan pH pupuk C-Organik, N, P, dan K. Hal ini menunjukkan ada yang menonjol pengaruhnya. Perlakuan lama waktu pada frekuensi 10 hari menunjukkan hasil yang signifikan antar perlakuan karena mengalami kenaikan yang tinggi, begitupun halnya pada perlakuan lama waktu pada 15 hari yang menunjukkan kenaikan yang signifikan.

4. Kesimpulan

Dari hasil percobaan pembuatan pupuk organik cair dari limbah sayur-sayuran dengan penambahan EM4 melalui proses fermentasi anaerob dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Potensi pemanfaatan limbah sayur-sayuran menjadi pupuk organik cair mencapai 90%, dengan jumlah limbah sayur-sayuran tiap harinya sebanyak 47.880 gram diperkirakan dapat menghasilkan pupuk organik cair sebanyak 47.751,6816 mL. Sedangkan dengan populasi rumah sebanyak 1.908 rumah dan jumlah perkiraan limbah sayur-sayuran per hari sebanyak 200.340 gram, dapat menghasilkan pupuk organik cair sebanyak 199.803,0888 mL. Dalam sebulan pupuk organik cair yang dapat dihasilkan adalah sebanyak 5.994,092 liter. Volume pupuk organik cair terbanyak diperoleh pada variabel rasio penambahan EM4 terhadap limbah sayur-sayuran 50:100 dengan lama fermentasi 5 hari yaitu sebesar 249,33 mL.
2. Pupuk organik cair yang dihasilkan memiliki pH terbaik sebesar 6,82 yang diperoleh dengan variabel rasio penambahan EM4 terhadap limbah sayur-sayuran 30:100 dan lama waktu fermentasi 10 hari dan 15 hari; C-Organik tertinggi sebesar 11,99% didapat pada variabel rasio penambahan EM4 terhadap limbah sayur-sayuran 0:100 dengan lama fermentasi 5 hari; Nitrogen, P2O5, dan K2O tertinggi sebesar 4,45%, 5,54% dan 4,8200% didapat pada variabel rasio penambahan EM4 terhadap limbah sayur-sayuran 30:100 dengan lama fermentasi 10 hari. Dari uji statistik diketahui perlakuan EM4 pada frekuensi 10 hari menunjukkan hasil yang signifikan antar perlakuan karena mengalami kenaikan yang tinggi, begitupun halnya pada perlakuan EM4 pada 15 hari yang menunjukkan kenaikan yang signifikan. Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian No:70/Permentan/SR.140/10/2011 pupuk organik cair yang dihasilkan pada penelitian ini telah memenuhi standar unsur-unsur hara makro yang ditetapkan.

Dapat disimpulkan bahwa rasio penambahan volume EM4 sebagai bioaktivator terhadap jumlah limbah sayur-sayuran untuk mendapatkan unsur-unsur hara makro dan pH terbaik yaitu

30:100 dan lama waktu fermentasi untuk mendapatkan unsur-unsur hara makro dan pH terbaik yaitu 10 hari.

References

- [1] R. Ratnawati, Sugito, N. Permatasari, dan M.F. Arrijal, "Pemanfaatan Rumen Sapi dan Jerami sebagai Pupuk Organik," *Seminar Hasil Riset dan Pengabdian-1*, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya, 2018
- [2] B. I. Safirul, M. Fauzi, dan T. Ismail, "Desain Proses Pengelolaan Limbah Vinasse dengan Metode Pemekatan dan Pembakaran Pada Pabrik Gula-Alkohol Terintegrasi," *Jurnal Teknik POMITS*, vol. 1 no. 1, hal. 1-6, 2012.
- [3] T. Pakki, R. Adawiyah, A. Yuswana, Namriah, M. A. Dirgantoro, A. Slamet, "Pemanfaatan Eco-Enzyme Berbahan Dasar Sisa Bahan Organik Rumah Tangga Dalam Budidaya Tanaman Sayuran di Pekarangan," in *Prosiding PEPADU 2021*, Universitas Halu Oleo : Kendari, Nov 17, 2021, [Online]. Available : <https://jurnal.lppm.unram.ac.id/index.php/prosidingpepadu/article/view/385>
- [4] S. Hadisuwito, "Membuat Pupuk Kompos Cair," Jakarta: PT. Agromedia Pustaka, 2012.
- [5] Y. Bahtiar, M. P. T Laily, N. L. Aini, S. A. F. Causa, "Pembuatan Pupuk Kompos Dari Limbah Sayuran Pada Kelompok Wanita Tani Seroja di Desa Bedahlawak Tembelang Jombang," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 5, no. 1, hal 14, 2022
- [6] M.K. Huda, "Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Urin Sapi Dengan Aditif Tetes (Molasse) Metode Fermentasi," Semarang: Universitas Negeri Semarang, 2013.
- [7] M. Febrianna, S. Prijono, N. Kusumarini, "Pemanfaatan Pupuk Organik Cair untuk Meningkatkan Serapan Nitrogen serta Pertumbuhan dan Produksi Sawi (*Brassica Juncea L.*) pada Tanah Berpasir," *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, vol. 5, no.2, hal. 1009-1018, 2018.
- [8] A. Mirawati dan Winarsih, "Kualitas Kompos Berbahan Dasar Sampah Rumah Tangga, Sampah Kulit Buah, dan Sampah Daun dalam Lubang Resapan Biopori," *LenteraBio*, vol. 8, no. 3, hal. 225-230, 2019.
- [9] Ela, "Analisis Kimia Pupuk Organik Cair Kombinasi Limbah Air Sagu Dengan Penambahan Abu Sabut Kelapa," Skripsi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru, Indonesia, 2019
- [10] T. M. Reza, "Pengukuran Kadar Nitrogen, Fosfor, dan Kalium Pada Pupuk Anorganik Sebagai Penentu Kualitas Pupuk," Skripsi, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Jawa Barat, Indonesia, 2015.
- [11] Darnah, I. Haroh, dan Kiswanto, "Edukasi Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dengan Metode Fermentasi Anaerob di Desa Gas Alam," Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia, 2021.
- [12] A. Supadma, D. M. Arthagama, "Uji Formulasi Kualitas Pupuk Kompos yang Bersumber dari Sampah Organik dengan Penambahan Limbah Ternak Ayam, Sapi, Babi, dan Tanaman Pahitan," *Jurnal Bumi Lestari*, vol. 8, No. 2, hal. 113-121, 2008.
- [13] Sulfianti, Risman, dan I. Saputri, "Analisis NPK Pupuk Organik Cair dari Berbagai Jenis Air Cucian Beras dengan Metode Fermentasi yang Berbeda," *Jurnal Agrotech*, vol. 11, no. 1, hal. 36-42, 2021.
- [14] P. Nugroho, "Panduan Membuat Pupuk Kompos Cair," Yogyakarta: Pustaka Baru, 2013.
- [15] Marlinda "Pengaruh Penambahan Bioaktivator EM4 dan Promi dalam Pembuatan Pupuk Cair Organik dari Sampah Organik Rumah Tangga," *Jurnal Konversi*, vol. 4, No.2, hal. 4, 2015.
- [16] R.Y. Cesaria, R. Wrosoedarmo, B. Suharti, "Pengaruh Penggunaan Starter Terhadap Kualitas Fermentasi Limbah Cair Tapioka Sebagai Alternatif Pupuk Cair," *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, vol. 12, 2014.
- [17] Tejasarwana, "Mikrobiologi Dasar," Jakarta: Erlangga, 1995.
- [18] H. B. Yuta, Xie, R. Khan, G. Shen, "The Change in Carbon, Humic Substances During Organik-Inorganic Aerobic Co-Composting," *Journal Bioresource Technology*, vol. 271, hal. 228-235, 2019
- [19] R. A. Wijaksono, R. Subiantoro, B. Utoyo, "Pengaruh Lama Fermentasi pada Kualitas Pupuk Kandang Kambing," *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, vol. 4, No.2, hal. 88-96, 2016.

-
- [20] D. Kurniawan, S. Kumalaningsih, N. M. Sabrina, "Pengaruh Volume Penambahan Effective Microorganism 4 (EM4) 1% dan Lama Fermentasi Terhadap Kualitas Pupuk Bokashi dari Kotoran Kelinci dan Limbah Nangka," *Jurnal Industri*, vol. 2, no.1, hal. 57-66, 2013.
- [21] F. Suwardiyono, Maharani, Harianingsih, "Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Air Rebusan Olahan Kedelai Menggunakan Effective Mikroorganisme," *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, vol. 4, No.2, hal. 44-48, 2019.
- [22] P. W. Ratrinia, Uju, P. Suptijah, "Efektivitas Penambahan Bioaktivator Laut dan Limbah Cair Surimi pada Karakteristik Pupuk Organik Cair dari *Sargassum* sp.," *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, vol. 19, No. 3, hal. 309-320, 2016.
- [23] Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenh Tanah.
- [24] N. Sondari, Suparman, L. Sugiarti, R. Abdullah, E. Sufiadi, "*Petunjuk Praktikum Ilmu Kesuburan Tanah*," Sumedang: Universitas Winaya Mukti Tanjungsari, 2020.