

Pembuatan dan Pengujian Pupuk Organik Cair (POC) dari Limbah Pasar dengan Menggunakan Bioaktivator EM4

*Delinda Nirmala Afiyah, Emelia Uthari, Dewi Widyabudiningsih, Retno Dwi Jayanti**

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Bandung, Bandung, 40012, Indonesia

INFO ARTIKEL

Diterima 31 Agustus 2021
Disetujui 28 Desember 2021

Key word:

EM4 (Effective Microorganism 4)
Liquid organic fertilizer
Vegetables waste
Microorganism
Nutrients

Kata kunci:

EM4 (Effective Microorganism 4)
POC
Limbah sayur
Mikroorganisme
Unsur hara

ABSTRACT

Organic waste from market rubbish can be utilized as liquid organic fertilizer. In general, liquid organic fertilizers contain nutrients such as Nitrogen, Phosphorus, Potassium, and C-Organic that are needed by plants. The objective of this research are to manufacture liquid organic fertilizer through anaerobic fermentation from market rubbish with the addition of an EM4 bio activator and to determine the optimum time. The nutrients content were determined using the Kjeldahl method, UV-VIS Spectrophotometry, and Atomic Adsorption Spectroscopy. Liquid Organic Fertilizer that had the best quality among all types is from non-green vegetable. It has 0,45% of nitrogen, 0,08% of phosphorus, 0,34% of potassium, and 2,8% of C-organic respectively. The optimum time for POC fermentation occurred on the 14th day. The nutrient levels of all types of liquid organic fertilizer produced have not meet the minimum technical requirements of the quality of liquid organic fertilizers based on the Decree of the Minister of Agriculture of the Republic of Indonesia Number 261/Kpts/Sr.310/M/4/2019.

ABSTRAK

Sampah organik dari limbah pasar dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair. Secara umum pupuk organik cair memiliki kandungan unsur hara seperti Nitrogen, Fosfor, Kalium dan C-Organik yang dibutuhkan oleh tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk membuat Pupuk Organik Cair (POC) melalui proses fermentasi anaerob dengan penambahan bioaktivator EM4 dan menentukan waktu optimum pembuatannya. Kadar unsur hara ditentukan dengan menggunakan metode Kjeldahl, Spektrofotometri UV-VIS, dan SSA. POC yang memiliki kualitas paling baik diantara semua jenis POC yang dibuat adalah jenis POC Sayur Non Hijau dengan kadar Nitrogen 0,45%, Fosfor 0,08%, Kalium 0,34%, dan C-Organik 2,8%. Waktu optimum untuk fermentasi POC secara umum terjadi pada hari ke-14. Kadar unsur hara dari semua jenis POC yang dihasilkan belum memenuhi persyaratan teknis minimal mutu pupuk organik cair berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261/Kpts/Sr.310/M/4/2019.

*e-mail: retno.dwi@polban.ac.id

*Telp:085719389694

Pendahuluan

Penimbunan sampah masih menjadi masalah menahun di Indonesia. Sebagian besar

sampah didominasi oleh sampah organik sebesar 63% atau 930 ton. Sementara sampah B3 sebesar 14% atau 207 ton [1].

Pasar tradisional biasanya terdapat diberbagai daerah di Indonesia. Pasar tradisional ini selalu menghasilkan sampah organik dalam jumlah yang besar sehingga menjadi salah satu permasalahan sampah karena dapat meningkatkan volume dari sampah organik yang menumpuk. Hal ini bisa terjadi karena permintaan buah dan sayuran di berbagai daerah di Indonesia selalu tinggi [2]. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu pengelolaan sampah yang baik. Pada dasarnya sampah organik ini bisa dibuat menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat bagi kehidupan manusia, contohnya pupuk kompos dan pupuk organik cair. Pembuatan pupuk organik secara tradisional memerlukan waktu yang lama (3-6 bulan) namun dengan penambahan bioaktivator *Effective Microorganism 4* (EM4) maka proses fermentasi ini menjadi lebih singkat (2-4 minggu) [3]. Bioaktivator yang digunakan dalam pembuatan pupuk organik cair ini adalah *Effective Microorganism 4* (EM4).

Pembuatan pupuk organik cair telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu. Widyabudiningsih, dkk (2021) [4] telah melakukan pembuatan pupuk organik cair menggunakan limbah kulit buah. Hasil dari penelitian tersebut menyatakan bahwa pupuk organik cair yang dihasilkan dari campuran tiga kulit buah lebih baik dibandingkan dengan pupuk organik cair komersial. Marlinda (2016) [5] telah melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan bioaktivator EM4 dan promi dalam pembuatan pupuk organik cair rumah tangga. Hasil dari penelitian tersebut menyatakan sampah organik rumah tangga berupa sisa sayuran, buah-buahan, daun kering dan sisa ranting dapat diolah menjadi pupuk organik cair.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu upaya untuk pengelolaan limbah pasar. Kemudian didapatkan waktu optimum, jenis bahan baku terbaik untuk pembuatan pupuk organik cair, dan unsur hara makro pada pupuk organik cair yang dibuat sesuai dengan Keputusan Menteri Pertanian No. 261 Tahun 2019 [6].

Bahan dan Metode

Alat

Pisau, baskom saringan, reaktor, neraca

analitis, labu ukur 100 ml; 250 ml; 500 ml; 1000 ml; dan 2000 ml, pipet volume 2 ml; 5 ml; 10 ml; 15 ml; 20 ml; 25 ml; 50 ml, labu kjeldahl, buret 50 ml, termometer, corong gelas, kertas saring Whatman 41; 42, erlenmeyer 500 ml, pipet ukur 5 ml, gelas piala 250 ml; 300 ml, Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dengan lampu katoda kalium, Spektrofotometer UV-VIS, *hot plate*, cawan porselein, dan oven.

Bahan

Air sumur/air ledeng, *aquadest*, *aquademin*, limbah pasar (limbah sayur kol, sayur sawi, sayur kangkung, sayur bayam, kacang panjang, cabai, tomat, wortel, taoge, paprika, kentang, kulit pisang, kulit pepaya, kulit mangga, kulit jeruk, dan kulit nanas), EM4, gula merah, asam borat 1%, H₂SO₄ pekat, Garam Kjeldahl, *Mixed Indicator*, NaOH 40%, HCl 0,1 N, larutan induk K₂SO₄, HCl 37%, larutan induk sukrosa, K₂Cr₂O₇ 1N, H₂SO₄ p.a, H₂O₂, Pereaksi P, larutan induk fosfat.

Pembuatan Pupuk Organik Cair

POC yang telah dibuat ada 4 jenis, yaitu POC limbah sayur hijau, POC limbah sayur non hijau, POC limbah kulit buah, dan POC campuran. Pembuatan POC ini dilakukan dengan cara memasukan 5 kg limbah kedalam masing-masing jenis reaktor lalu ditambahkan bioaktivator EM4 sebanyak 167 ml untuk mempercepat terjadinya proses fermentasi, 167 gram gula merah yang digunakan sebagai sumber makanan dan energi untuk mikroorganisme. dan ditambah 3 liter air suling, sehingga konsentrasi masing-masing dari EM4 dan gula di dalam reaktor adalah 5,57%. Setelah semua bahan baku sudah berada di dalam reaktor maka dilakukan proses fermentasi secara anaerobik selama 28 hari.

Penetapan Kadar C-Organik

Sampel ditimbang 1 gram dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml. Kemudian ditambahkan larutan K₂Cr₂O₇ 1N dan larutan H₂SO₄ p.a. Setelah itu sampel didiamkan selama 30 menit dengan melakukan pengocokan setiap 15 menit. Kemudian sampel ditambahkan *aquadest* dan didiamkan kembali sampai suhu larutan dingin lalu tanda bataskan. Sampel didiamkan kembali selama

satu malam. Setelah itu lakukan pengukuran dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 570 nm [7].

$$\%C = \text{ppm kurva} \times \frac{\text{ml ekstrak}}{1000 \text{ ml}} \times \frac{100 \text{ mg}}{\text{mg sampel}} \quad (1)$$

Penetapan Kadar Nitrogen

Sebanyak 1 ml sampel POC dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl 100 mL. Sampel ditambahkan 20 mL H₂SO₄ pekat. Sampel didestruksi selama ± 2 jam dengan suhu ± 350 °C hingga warna larutan menjadi jernih. Larutan sampel didinginkan lalu ditambahkan dengan 20 ml *aquadest*. Setelah itu pindahkan ke alat distilasi kemudian ditambahkan 60 mL NaOH 40%. Larutan sampel didistilasi selama lebih kurang 10 menit. Sebagai penampung, gunakan 10 mL larutan asam borat 1% yang telah dicampur indikator. Bilas ujung pendingin dengan air suling. Distilat dititrisi dengan larutan HCl 0,1 N. Lakukan penetapan H₂SO₄ sebagai blanko [8].

$$\% N = \frac{(V \text{ HCl} - V \text{ Blanko}) \times N \text{ HCl} \times 14,007 \times \text{FP}}{\text{Berat sampel (mg)}} \times 100 \quad (2)$$

Penetapan Kadar Fosfor

Menimbang 0,25 g contoh dimasukan kedalam labu kjeldahl, tambahkan H₂SO₄ p.a dikocok- kocok dan dibiarkan semalam. Setelah itu tambahkan H₂O₂ 30% dan dipanaskan hingga suhu 300°C. Destruksi diakhiri bila uap putih yang dihasilkan sudah hilang. Sampel didinginkan dan dipindahkan kedalam labu ukur 50 mL diencerkan dengan *aquadest* dan volume ditepatkan menjadi 50 mL. Sampel dibiarkan 1 malam. Ambil 0,1 mL ekstrak dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 5 ml pereaksi fosfor dan dikocok hingga homogen. Dibiarkan 30 menit, lalu diukur dengan UV-Vis pada panjang gelombang 700 nm [7].

$$\%P = \text{ppm kurva} \times \frac{\text{ml ekstrak}}{1000 \text{ ml}} \times \frac{100}{\text{mg sampel}} \times \text{FP} \times \text{FK} \quad (3)$$

Penetapan Kadar Kalium

Sebanyak 1 ml sampel POC dimasukkan ke dalam beaker glass 100 mL, dan ditambah dengan 10 mL HCl 37%. Sampel dipanaskan pelan-pelan selama 30 menit untuk mengoksidasi bahan yang mudah teroksidasi.

Setelah itu didinginkan dan ditambah dengan 50 mL *aquadest* dan dipanaskan beberapa menit, kemudian didinginkan kembali. Lalu sampel dipindah seluruhnya ke dalam labu ukur 500 mL dan ditepatkan dengan *aquadest* hingga tanda batas. Sampel dikocok hingga homogen serta disaring dengan kertas saring ke dalam erlenmeyer yang kering. Larutan sampel diambil sebanyak 2,5 ml ke dalam labu ukur 25 ml kemudian tanda bataskan. Selanjutnya larutan blanko disiapkan sebelum memulai analisis kalium dan Absorbansi kalium diukur menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA) serta dihitung kadar K₂O dalam sampel [9].

$$\%K = \text{ppm kurva} \times \frac{\text{ml ekstrak}}{1000 \text{ ml}} \times \frac{100}{\text{mg sampel}} \times \text{FP} \times \text{FK} \quad (4)$$

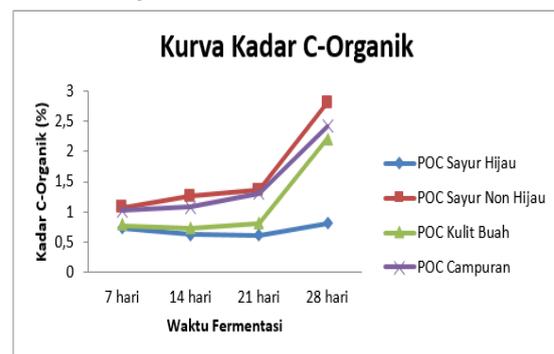
Penetapan Kadar Air

Timbang teliti 10,000 gram contoh ke dalam cawan porselein bertutup yang sudah diketahui bobotnya. Masukkan kedalam oven dan dikeringkan selama semalam (16 jam) pada suhu 105 ° C. Dinginkan didesikator dan timbang [6].

$$\% \text{Kadar air} = \frac{(W - W_1)}{W} \times 100\% \quad (5)$$

Hasil dan Pembahasan

Kadar C-Organik



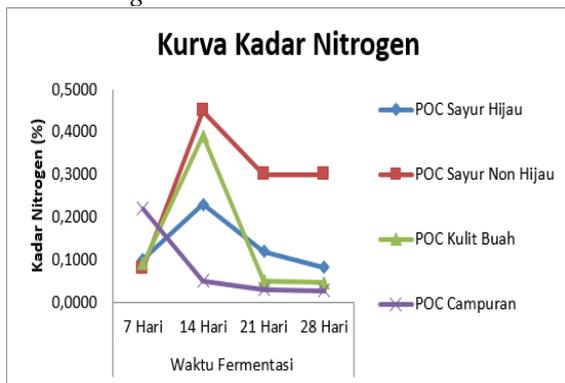
Gambar 1. Kurva kadar C-Organik

Berdasarkan gambar 1 kadar C-Organik untuk seluruh jenis POC mengalami kenaikan pada hari ke-28. Hal ini disebabkan karena setelah mikroorganisme mengalami fase pembelahan sel dengan mengambil unsur hara yang dibutuhkan dari penguraian bahan organik. Mikroorganisme yang banyak jumlahnya tersebut apabila mati maka jasadnya akan terurai dan akan mampu menambah

kadar C-Organik [5].

Nilai kadar C-Organik yang diperoleh untuk jenis POC Sayur Hijau, POC Sayur Non Hijau, POC Kulit Buah dan POC Campuran untuk waktu fermentasi hari ke-28 adalah 0,81%; 2,80%; 2,21%; 2,42% dan kadar C-Organik yang paling tinggi terdapat pada jenis POC Sayur Non Hijau. Kadar C-Organik yang dihasilkan dari semua jenis POC belum memenuhi persyaratan teknis minimal mutu pupuk organik cair berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261/Kpts/Sr.310/M/4/2019 [6].

Kadar Nitrogen



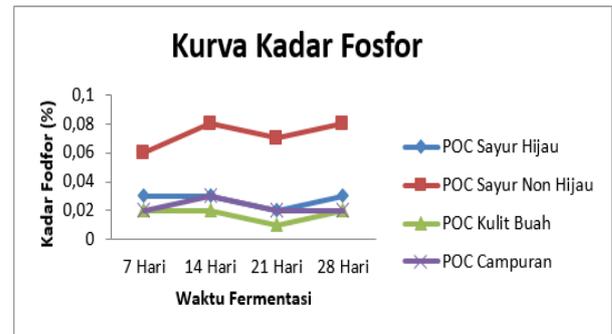
Gambar 2. Kurva kadar nitrogen

Berdasarkan pada gambar 2 pada hari ke 7 jenis POC sayur hijau, sayur non hijau dan kulit buah memiliki nilai nitrogen yang rendah karena mikroorganisme masih mengalami fase lag yaitu masa mikroorganisme menyesuaikan diri dengan lingkungan baru, sel pada fase awal ini tidak terjadi perubahan jumlah sel. Pada hari ke 14 POC tersebut sudah memiliki kandungan nitrogen yang tinggi. Hal ini terjadi karena fase eskponensial pada mikroorganisme yaitu terjadinya perubahan bentuk dan meningkatkan jumlah sel. Jenis POC yang memiliki kandungan nitrogen tertinggi adalah POC sayur non hijau dengan kadar 0,45%.

Berdasarkan gambar 2, diperoleh waktu optimum fermentasi untuk jenis POC sayur hijau, sayur non hijau dan kulit buah pada hari ke 14 dengan nilai nitrogen sebesar 0,23%; 0,45%; 0,39%, sedangkan jenis POC Campuran memiliki waktu optimum pada hari ke-7 dengan nilai nitrogen sebesar 0,22%. Perbedaan nilai nitrogen pada setiap jenis POC ini diakibatkan karena berbedanya kecepatan mikroba dalam mengurai bahan pembuatan

POC. Kadar nitrogen yang dihasilkan dari semua jenis POC belum memenuhi persyaratan teknis minimal mutu pupuk organik cair berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261/Kpts/Sr.310/M/4/2019 [6].

Kadar Fosfor

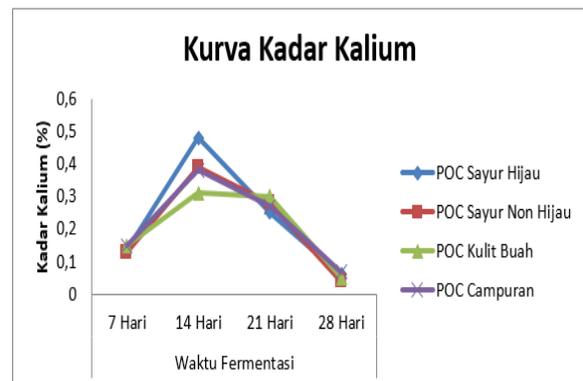


Gambar 3. Kurva kadar fosfor

Berdasarkan gambar 3 kadar fosfor yang dihasilkan cenderung stabil dan rendah dibandingkan unsur hara lainnya karena unsur fosfor lebih sedikit terkandung dalam limbah sayuran. Umumnya sayuran merupakan bagian dari daun dan batang sedangkan fosfor lebih banyak terkandung di bagian buah dan biji tanaman [10].

Nilai kadar fosfor tertinggi terdapat pada jenis POC Sayur Non Hijau sebesar 0,08%. Sedangkan kadar fosfor untuk jenis POC Sayur Hijau, Kulit Buah, dan Campuran terdapat pada rentang 0,02%-0,03%. Kadar fosfor yang dihasilkan dari semua jenis POC belum memenuhi persyaratan teknis minimal mutu pupuk organik cair berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261/Kpts/Sr.310/M/4/2019 [6].

Kadar Kalium

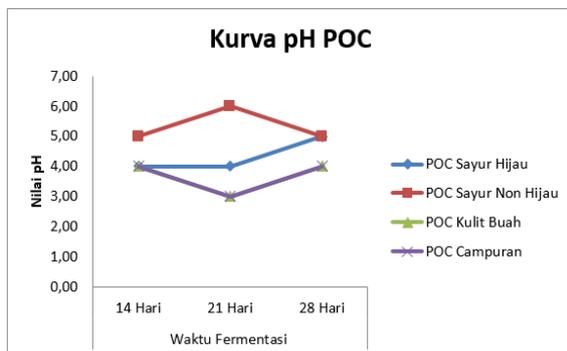


Gambar 4. Kurva kadar kalium

Berdasarkan gambar 4 semua jenis POC mengalami kenaikan kadar kalium dari hari ke 7 hingga hari ke 14 karena mikroba pengurai bekerja secara optimum sehingga kenaikan kadar optimum terjadi pada hari ke-14. Penurunan nilai kadar kalium mulai dari hari ke 14 hingga hari ke 28. Hal ini disebabkan karena mikroba selain merombak nitrogen juga menggunakan kalium untuk aktivitas mikroba dalam mengurai bahan organik, sehingga akan mengurangi kandungan kalium pada POC.

Nilai kadar kalium yang diperoleh untuk jenis POC Sayur Hijau, POC Sayur Non Hijau, POC Kulit Buah dan POC Campuran untuk waktu fermentasi hari ke-14 adalah 0,48%; 0,39%; 0,30%; 0,38% dan kadar kalium yang paling tinggi terdapat pada jenis POC Sayur Hijau. Kadar kalium yang dihasilkan dari semua jenis POC belum memenuhi persyaratan teknis minimal mutu pupuk organik cair berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261/Kpts/Sr.310/M/4/2019 [6].

Nilai pH



Gambar 5. Kurva pH POC

Selama proses fermentasi dilakukan analisis nilai pH terhadap setiap jenis sampel POC menggunakan indikator pH universal. Penentuan nilai pH dilakukan karena selama proses pembuatan POC menyebabkan terjadinya perubahan pH. Berdasarkan gambar 5 pada hari ke 14 nilai pH yang didapat oleh semua jenis POC rendah. Hal ini disebabkan karena terjadinya proses dekomposisi bahan organik oleh aktivitas bakteri yang menghasilkan asam organik. Kemudian nilai pH mengalami peningkatan karena terjadinya proses perubahan nitrogen menjadi ammonia.

Nilai pH yang dihasilkan dari semua jenis POC memenuhi persyaratan teknis minimal mutu pupuk organik cair berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261/Kpts/Sr.310/M/4/2019 [6] karena terdapat pada rentang 4-9.

Kualitas Pupuk Organik Cair

Berdasarkan tabel 1 kadar unsur hara dari semua jenis POC yang dihasilkan belum memenuhi persyaratan teknis minimal mutu pupuk organik cair berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261/Kpts/Sr.310/M/4/2019. Maka POC ini tidak dapat diedarkan secara luas untuk diperjualbelikan tetapi POC yang telah dibuat masih bisa digunakan secara pribadi karena masih bisa bermanfaat bagi tanaman salah satu contohnya pada tanaman panili yang membutuhkan unsur hara N 0,03%, unsur hara P 0,006%, dan unsur hara K 0,01% untuk pertumbuhan tanaman panili [11].

Tabel 1. Hasil Analisis Pupuk Organik Cair

Parameter	Jenis Sampel	Fermentasi Hari ke -				Standar Baku Mutu
		7	14	21	28	
C Organik (%)	POC Sayur Hijau	0,73	0,63	0,62	0,81	Min 10
	POC Sayur Non Hijau	1,07	1,27	1,36	2,80	
	POC Buah	0,78	0,74	0,81	2,21	
	POC Campuran	1,02	1,08	1,31	2,42	
Nitrogen (%)	POC Sayur	0,10	0,23	0,12	0,08	2-6
	POC Sayur Non Hijau	0,08	0,45	0,30	0,30	

	POC Buah	0,09	0,39	0,05	0,05	
	POC Campuran	0,22	0,05	0,03	0,03	
	POC Sayur	0,03	0,03	0,02	0,03	
	POC Sayur Non Hijau	0,06	0,08	0,07	0,08	
Fosfor (%)	POC Buah	0,02	0,02	0,01	0,02	2-6
	POC Campuran	0,02	0,03	0,02	0,02	
	POC Sayur	0,14	0,48	0,25	0,06	
	POC Sayur Non Hijau	0,13	0,39	0,27	0,04	
Kalium (%)	POC Buah	0,15	0,31	0,31	0,05	2-6
	POC Campuran	0,15	0,38	0,27	0,07	
	POC Sayur	-	4	4	5	
	POC Sayur Non Hijau	-	5	6	5	
pH	POC Buah	-	4	3	4	4-9
	POC Campuran	-	4	3	4	

Jumlah POC yang dihasilkan dari penelitian ini sebanyak 3 liter pada masing-masing reaktor. Sifat fisik pada setiap jenis POC yang dihasilkan dari penelitian ini memiliki karakteristik yang berbeda. POC sayur hijau memiliki bau yang didominasi oleh bau sayur sawi, warna POC yang dihasilkan bewarna kuning kecoklatan, dan cairan POC yang dihasilkan jernih. POC sayur non hijau dan POC campuran memiliki bau yang didominasi oleh bau cabai, warna POC yang dihasilkan bewarna coklat muda, dan cairan POC yang dihasilkan keruh dan pekat. POC kulit buah memiliki bau yang didominasi oleh bau asam, warna POC yang dihasilkan bewarna kuning kecoklatan, dan cairan POC yang dihasilkan jernih.

Ucapan terimakasih

Penelitian ini didanai oleh P3M Politeknik Negeri Bandung melalui dana bantuan penelitian Tugas Akhir.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa waktu optimum untuk fermentasi POC secara umum terjadi pada hari ke-14. Bahan baku POC

yang memiliki kualitas paling baik adalah bahan baku dari sayur non hijau.

Kadar POC pada hari ke-14 untuk POC sayur hijau memiliki kadar C-Organik 0,63%, Nitrogen 0,23%, Fosfor 0,03% dan Kalium 0,41%. POC Sayur Non Hijau memiliki kadar C-Organik 1,27%, Nitrogen 0,45%, Fosfor 0,08%, dan Kalium 0,34%. POC Kulit Buah memiliki kadar C-Organik 0,74%, Nitrogen 0,39%, Fosfor 0,02% dan Kalium 0,26%. Dan POC Campuran memiliki kadar C-Organik 1,08%, Nitrogen 0,05%, Fosfor 0,03% dan Kalium 0,33%.

Daftar Pustaka

1. Istiqomah, Z. Volume Sampah Kota Bandung Diklaim Menurun Available online: <https://republika.co.id/share/ptaxlk430>(accessed on 17 February 2021).
2. Utama, G.L.; Sidabutar, F.E.E.; Felina, H.; Wira, D.W.; Balia, L. The Utilization of Fruit and Vegetable Wastes for Bioethanol Production with the Inoculation of Indigenous Yeasts Consortium. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* **2019**, *25*, 264–270.
3. Wiryanti, I. Pemanfaatan Limbah Buah-Buahan Dalam Pembuatan Bioaktivator Sederhana Untuk Mempercepat Proses Pengomposan(Studi Pendahuluan).; 2014; pp. 1229–1233.
4. Widyabudiningsih, D.; Troskialina, L.;

- Fauziah, S.; Shalihatunnisa, S.; Riniati, R.; Djenar, N.S.; Hulupi, M.; Indrawati, L.; Fauzan, A.; Abdilah, F. 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)* **2021**, *4*, 30–39, doi:10.20885/ijca.vol4.iss1.art4.
5. Marlinda, M. Pengaruh Penambahan Bioaktivator EM4 dan Promi dalam Pembuatan Pupuk Cair Organik dari Sampah Organik Rumah Tangga. *Konversi* **2015**, *4*, 30–35.
 6. KEPMENTAN Keputusan Menteri Pertanian RI 261/KPTS/SR.310/M/42/2019 Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembena Tanah 2019.
 7. Sulaeman, S.; Suparto, S.; Eviati, E. *Petunjuk Teknis: Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, Dan Pupuk*; Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian: Bogor, 2015;
 8. Yusmayani, M. Analisis Kadar Nitrogen Pada Pupuk Urea, Pupuk Cair dan Pupuk Kompos Dengan Metode Kjeldahl | Amina. **2019**.
 9. An'nur, F.K. Peningkatan Kadar P dan K Pupuk Cair Organik Menggunakan Batuan Fosfat Alam dan Sabut Kelapa, Universitas Negeri Semarang: Semarang, 2015.
 10. Syuhriatin, S.; Juniawan, A. Uji Karakteristik Unsur Hara Pada Pupuk Organik Cair Hasil Limbah Sayuran Dengan Penambahan EM-4 dan Zeolit. *Media Bina Ilmiah* **2019**, *13*, 1873–1878, doi:10.33758/mbi.v13i12.327.
 11. Ruhnayat, A. Penentuan Kebutuhan Pokok Unsur Hara N, P, K Untuk Pertumbuhan Tanaman Panili (*Vanilla Planifolia Andrews*). *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat* **2007**, *18*, 49–59, doi:10.21082/bullittro.v18n1.2007.%p.