



Pembuatan dan Pengujian Pupuk Organik Cair dari Limbah Kulit Buah-buahan dengan Penambahan Bioaktivator EM4 dan Variasi Waktu Fermentasi

Dewi Widyabudiningsih¹, Lina Troskialina¹, Siti Fauziah¹, Shalihatunnisa¹, Riniati^{1*}, Nancy Siti Djenar¹, Mentik Hulupi¹, Lili Indrawati², Ahmad Fauzan¹, Fauzi Abdilah¹

¹Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung

²Jurusan Akuntansi Politeknik Negeri Bandung

* corresponding author: riniati@polban.ac.id

DOI : [10.20885/ijca.vol4.iss1.art4](https://doi.org/10.20885/ijca.vol4.iss1.art4)

ARTIKEL INFO

Diterima : 05 November 2020
Direvisi : 02 Maret 2021
Diterbitkan : 07 Maret 2021
Kata kunci : limbah kulit buah, fermentasi, EM4, POC, BEP

ABSTRAK

Produksi olahan pangan dari buah-buahan selalu menghasilkan limbah kulit dalam pengolahannya. Limbah tersebut hanya dibuang dan dibiarkan menumpuk begitu saja oleh masyarakat. Apabila tidak ditangani secara cepat akan menghasilkan bau yang tidak sedap sehingga akan mencemari lingkungan. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan yaitu dengan cara mengolah limbah tersebut menjadi pupuk organik cair dengan proses fermentasi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan hara makro dan kualitas dari pupuk organik cair, mengetahui waktu fermentasi optimum, harga pokok produksi dan BEP dari proses pembuatan pupuk organik cair. Penelitian ini dilakukan dengan cara menambahkan EM4, ragi, dan air gula ke dalam reaktor yang berisi limbah kulit buah yaitu kulit pisang, mangga dan nanas. Proses fermentasi dilakukan selama 34 hari dan dilakukan pengambilan sampel pada hari ke-7, 14, 24 dan 34 untuk dianalisis kandungan hara makro yang terdiri dari C-Organik, P, dan K dengan metode spektrofotometri UV/VIS, SSA dan N dengan metode Kjeldahl. Pada penelitian ini dihasilkan pupuk organik cair yang terbaik yaitu campuran limbah kulit pisang, mangga dan nanas dengan waktu fermentasi 7-14 hari dan kandungan unsur C-Organik, N-total, K₂O, dan P₂O₅ masing-masing sebesar 17,4; 6,05; 2,50 dan 0,15 %. Pupuk organik cair yang dihasilkan sudah memenuhi baku mutu dari Permentan Nomor 261 tahun 2019 kecuali kandungan P₂O₅, walaupun demikian pupuk organik cair yang diperoleh ini memiliki kualitas yang lebih baik dibanding beberapa pupuk yang sudah dijual secara komersial. Biaya pokok produksi dari pembuatan POC ini sebesar Rp 770.554 dengan Break Event Point (BEP) pada 10 liter.

ARTICLE INFO

Received : 05 November 2020
Revised : 02 March 2021
Published : 07 March 2021
Keywords : fruit peel waste, fermentation, EM4, liquid organic fertilizer, BEP

ABSTRACT

The production of fruit processed food always produces waste. This waste is often just thrown away and allowed to pile up. If not handled quickly, it will produce an unpleasant odor that will pollute the environment. One of the alternatives that can be done is by processing the waste into liquid organic fertilizer with a fermentation process. This study aims to process fruit peels into liquid organic fertilizer, determine the macronutrient content and



quality of liquid organic fertilizers, the optimum time, cost of production, and BEP. This research was conducted by mixing EM4, yeast, and sugar solution into the fruit peel waste, namely banana, mango, and pineapple peels contained in the reactor. The fermentation process was carried out for 34 days and samples were taken on the 7th, 14th, 24th, and 34th days to analyze the macronutrient content, namely C-Organic, P, and K using the UV/VIS/AAS spectrophotometric method, and N using the Kjeldahl method. The results showed that the best liquid organic fertilizer was a mixture of banana, mango and pineapple peel waste at 7-14 days with the content of C-Organic, N-total, K₂O, and P₂O₅, respectively 17,4; 6,05; 2,50 and 0,15%. The produced liquid organic fertilizers have the quality standards of MOA 261 of 2019 except the content of P₂O₅ which is lower than the mentioned standart, however it has better quality than available commercial product sample. The cost of production from making this POC is IDR 770,554 with a Break Event Point (BEP) at 10 liters

1. PENDAHULUAN

Sampah merupakan permasalahan yang sering dihadapi baik oleh negara maju maupun negara berkembang, salah satunya Indonesia. Kota-kota besar di Indonesia memproduksi puluhan ton sampah setiap harinya dan produksi sampah semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk. Sampah tersebut merupakan buangan dari proses produksi baik domestik maupun industri. Sampah yang dihasilkan sebagian besar berasal dari sisa-sisa bahan makanan, sayuran, kulit buah-buahan dan lain sebagainya. Sejauh ini sampah tersebut hanya dibuang dan dibiarkan menumpuk tanpa ada pengelolaan yang baik, sehingga dapat menimbulkan bau yang tidak enak dan tentunya akan mengganggu penduduk di sekitarnya serta dapat menimbulkan berbagai dampak kesehatan yang serius. Telah banyak diminati proses untuk memberkan nilai tambah terhadap produk samping pemrosesan buah dan sayur, diantaranya dengan proses fermentasi baik menggunakan bakteri, jamur atau ragi [1]. Salah satu alternatif adalah mengolah sampah-sampah tersebut menjadi pupuk organik cair.

Pupuk organik cair (POC) adalah jenis pupuk berupa larutan yang diperoleh dari hasil pembusukkan bahan-bahan organik. Pupuk organik cair ini mengandung unsur-unsur penting yang digunakan tanaman untuk pertumbuhannya dan dapat meningkatkan produksi tanaman. Selain itu, apabila masyarakat mau menggunakan pupuk organik cair maka akan mengurangi penggunaan pupuk buatan yang mengandung zat zat kimia seperti KCl, NPK dan lain-lain yang akan merusak struktur tanah dan dapat membunuh organisme yang bermanfaat pada tanah apabila digunakan secara berkelanjutan [2].

Pupuk organik cair yang baik yaitu mengandung unsur hara makro terutama nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K) dan C-organik, karena unsur-unsur tersebut adalah unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang cukup banyak. Dalam Peraturan Menteri Pertanian Nomor 261 Tahun 2019 mengatur bahwa untuk menjamin kualitas pupuk organik cair yang dihasilkan, ada syarat teknis minimal yang harus dipenuhi agar mutu pupuk tersebut terjaga [3][4].

Beberapa penelitian pembuatan pupuk organik telah dilakukan, diantaranya Nur, dkk, 2016 [5] menggunakan bahan baku sampah organik sayuran menghasilkan POC dengan kandungan N, P, C –organik masing-masing sebesar 0,19; 0,28; dan 0,38 % dengan waktu fermentasi 17 hari. Suwardiyono, dkk, 2019 [6] menggunakan bahan baku air rebusan olahan kedelai diperoleh kadar N dan P sebesar 0,30 dan 0,01% waktu fermentasi pada hari ke-10. Sedangkan Putra dan Ratnawati, 2019 [7] menggunakan bahan baku limbah kulit buah (pisang dan pepaya) menghasilkan POC dengan konsentrasi C-organik: 3,96-7,34; N: 1,37-3,21; P: 2,22-3,81; dan K 2,48-4,24 % dengan waktu fermentasi 24 hari.

Berdasarkan hal di atas dapat disebutkan bahwa limbah sayuran dan buah buahan setelah melalui proses fermentasi anaerob dan penambahan sejumlah EM4 akan menghasilkan POC

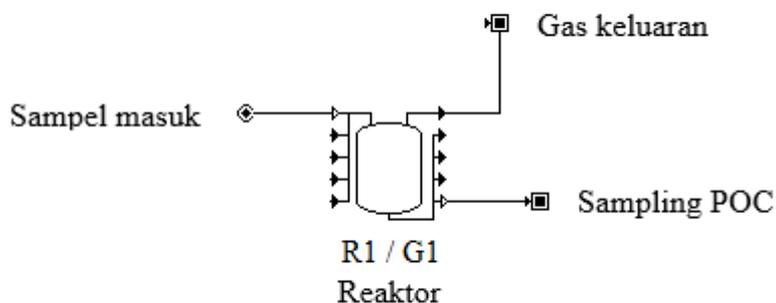
dengan kadar unsur haranya bervariasi. Limbah kulit buah dapat memberikan kadar unsur hara yang lebih tinggi daripada limbah sayuran dan sangat cocok dikembangkan sebagai pupuk alternatif pengganti pupuk kimia. Selain itu juga mengingat banyaknya UMKM yang mengolah buah-buahan menjadi jus, keripik dan lain-lain dengan akibat tidak langsung makin bertambahnya limbah organik yang berasal dari kulit buah-buahan yang dibuang begitu saja, sehingga limbah kulit buah-buahan sangat berpotensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan pupuk organik cair.

Sehubungan hal di atas maka tujuan dari penelitian ini menentukan kondisi terbaik waktu fermentasi pada pembuatan POC menggunakan bahan baku limbah kulit buah terhadap kadar unsur hara dengan metode fermentasi anaerob. Limbah kulit buah yang digunakan yaitu pisang, mangga dan nanas yang mengandung nutrisi dan unsur hara seperti karbohidrat, glukosa, kalium, fosfor, natrium, vitamin. Variabel proses yang dilakukan adalah waktu fermentasi dan variasi jenis kulit buah baik campuran maupun masing-masing jenis buah. Karakterisasi POC yang dihasilkan meliputi analisis kandungan unsur C-organik, N, P, dan K.

2. METODE

2.1. Alat

Reaktor yang digunakan untuk pembuatan POC berupa galon berkapasitas 19 liter bertutup dan memiliki keran di bawahnya serta dilengkapi selang yang dihubungkan dengan botol plastik berisi air seperti skema yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Reaktor Pembuatan Pupuk Organik Cair

Peralatan lain yang digunakan yaitu botol plastik 250;500 mL, gelas kimia 50 ; 100 ; 500 mL, gelas ukur 25 ;50 ; 100 ; 1000 mL; pipet volume 5 mL; pipet ukur 5 dan 10 mL, cawan porselen, labu erlenmeyer 250 mL, batang pengaduk, labu takar 50; 100; 500; dan 1000 mL, corong pendek, corong panjang, buret 50 ml, hot plate, botol semprot, deksikator, oven, alat Kjeldahl yang terdiri dari labu Kjeldahl, alat dekstruksi dan alat destilasi serta peralatan instrumen yang digunakan yaitu neraca analitik, spektrofotometer: UV-VIS Shimadzu 1700 dan spektrofotometer serapan atom (SSA) SavantA.

2.2. Bahan

Bahan yang digunakan yaitu limbah kulit buah pisang, mangga, dan nanas, *Effective Microorganisme* (EM4) yang diproduksi oleh PT. Songgolangit Persada, gula merah, ragi (fermipan), $K_2Cr_2O_7$ p.a 1 N, H_2SO_4 p.a pekat (95-97%), HCl p.a pekat (37%), NaOH teknis 30%, asam borat p.a 2%, mixed indikator, HCl p.a 0,1N, H_2O_2 p.a 30%, pereaksi campuran fosfor (larutan amonium molibdat + larutan kalium atimonit tartat + larutan H_2SO_4 p.a 5 N + asam askorbat), larutan induk sukrosa 5000 ppm (sukrosa), larutan induk kalium 1000 ppm (kalium klorida kering), larutan standar kalium 100 ppm.

2.3. Prosedur Kerja

2.3.1. Pembuatan Pupuk Organik Cair

Limbah kulit pisang, nanas, dan mangga dipotong-potong terlebih dahulu sehingga ukurannya ± 2 cm. Larutan EM4 (62,5 mL/500 mL air), ragi (36,5 g/100 mL air) dan gula (1,3 kg / 2 L air) yang akan ditambahkan ke dalam reaktor, masing-masing dilarutkan terlebih dahulu. Selanjutnya dalam volume tertentu bahan-bahan tersebut dimasukkan ke dalam reaktor yang telah berisi air sebanyak 5 L sehingga konsentrasi larutan EM4, ragi dan gula dalam reaktor masing-masing sebesar 1,25; 7,3; dan 26 %. Variasi yang dilakukan sebanyak 7 (tujuh) reaktor dengan komposisi seperti pada Tabel 1.

TABEL I. Komposisi Bahan Pupuk Organik Cair Limbah Kulit Buah

Kode Pupuk	Bahan Baku Limbah Kulit Buah (sebanyak 5 kg)	Bahan Tambahan untuk setiap reaktor
POC-P	pisang	
POC-M	mangga	
POC-N	nanas	500 ml EM4 1,25%
POC-PM	pisang + manga (1:1)	100 ml ragi 0,73%
POC-PN	pisang + nanas (1:1)	2 L air gula 26%
POC-MN	mangga + nanas (1:1)	Air sampai 5 L
POC-PMN	pisang + mangga + nanas (1:1:1)	

Campuran dalam reaktor diaduk agar homogen, kemudian difermentasi selama 34 hari dan dilakukan pengambilan sampel pada hari ke 7, 14, 24 dan 34 untuk pengukuran kadar C-organik, Nitrogen, Fosfor (P_2O_5), dan Kalium (K_2O).

2.3.2. Analisis Kadar Unsur Hara Makro

2.3.2.1 Penentuan Kadar C-Organik

Ditimbang ± 1 gram sampel, dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL. ditambahkan 5 mL $K_2Cr_2O_7$ 1 N dan 7,5 mL H_2SO_4 pekat kemudian diaduk sampai homogen, dibiarkan 15 menit lalu diaduk kembali dan dibiarkan 15 menit. Selanjutnya diencerkan dengan aquadest, kemudian ditanda bataskan. Dikocok, dan dibiarkan semalam. Kemudian diukur absorbansi sampel dengan Spektrofotometer VIS pada $\lambda_{max} = 610$ nm.

2.3.2.2 Penentuan Kadar Nitrogen

Sampel ditimbang sebanyak 1 gram, dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl. Kemudian ditambahkan 25 mL H_2SO_4 pekat dan 7,5 gram garam Kjeldahl, Selanjutnya didestruksi pada suhu 300-350°C selama ± 2 jam sampai larutan menjadi jernih. Larutan hasil destruksi didinginkan dan diencerkan menggunakan aquadest dan ditambahkan larutan NaOH 40%. Destilat ditampung ke dalam larutan H_3BO_3 1% yang telah ditambahkan dengan 4 tetes *mixed* indikator. Selanjutnya dilakukan tahap destilasi sampai didapat destilat kurang lebih 100 mL. Destilat kemudian dititrasi menggunakan HCl 0,1 N yang telah distandarisasi sampai terjadi perubahan warna menjadi merah muda. Titrasi juga dilakukan terhadap blanko.

2.3.2.3 Penentuan Kadar Fosfor (P_2O_5)

Sampel ditimbang sebanyak 1 gram, dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl 50 ml. Kemudian ditambahkan 2,5 mL H_2SO_4 pekat, diaduk dan dibiarkan semalam. Selanjutnya ditambahkan 2 mL H_2O_2 30%, dipanaskan di alat destruksi dengan suhu 300°C dan diaduk setiap 15 menit sekali sampai uapnya hilang kemudian didinginkan. Setelah itu ditambahkan lagi 1 mL H_2O_2 30%, dipanaskan kembali sampai uap hilang dan larutan menjadi jernih. Selanjutnya ditambahkan ± 20 mL aquadest, lalu dipanaskan sampai mendidih, setelah dingin di encerkan ke dalam labu ukur 50 ml. Selanjutnya dibiarkan semalam supaya mengendap. Dipipet 0,1 ml ekstrak sampel dari labu takar 50 ml ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 5 mL pereaksi campuran fosfor, dikocok

hingga homogen. Larutan didiamkan selama 30 menit, kemudian diukur absorbansinya dengan spektrofotometer VIS pada $\lambda_{\max} = 700 \text{ nm}$.

2.3.2.3 Penentuan Kadar Kalium (K_2O)

Ditimbang sampel sebanyak 5 gram, dimasukkan ke dalam gelas kimia 100 mL dan ditambahkan 10 mL HCl p.a 37%. Kemudian sampel dipanaskan sampai larutan timbul asap putih pada gelas kimia, didinginkan. Sampel ditambah dengan 100 mL aquades dan dipanaskan 10 menit, lalu didinginkan kembali. Larutan sampel diencerkan ke dalam labu ukur 500 mL, dikocok hingga homogen serta disaring ke dalam erlenmeyer yang kering. Ekstrak sampel dipipet sebanyak 5 mL ke dalam labu takar 50 mL dan diencerkan sampai tanda batas menggunakan aquades. Absorbansi kalium diukur menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA).

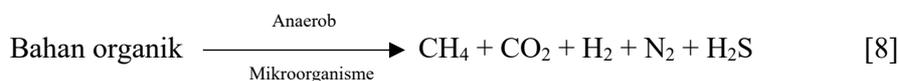
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan POC dilakukan dengan cara mencampurkan limbah kulit buah yang telah dipotong-potong dengan larutan bioaktivator EM4, larutan ragi, dan air dengan volume total larutan dalam reaktor sebanyak 5 L (konsentrasi EM4, ragi, dan gula dalam reaktor yaitu masing masing sebesar 1,25; 7,3; dan 26%. Proses fermentasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kulit buah (a) sebelum fermentasi (b) saat fermentasi

Penambahan bioaktivator EM4 dalam proses fermentasi ini berfungsi untuk mempercepat proses fermentasi, sedangkan gula yang ditambahkan ke dalam reaktor berfungsi sebagai sumber makanan dan energi bagi mikroorganisme untuk melakukan aktivitasnya. Selama proses fermentasi, mikroorganisme akan mendekomposisi senyawa organik yang terdapat dalam kulit buah menjadi senyawa yang lebih sederhana, selain itu akan dihasilkan juga gas metana, karbondioksida, dan asam organik yang memiliki bobot molekul rendah [4] Reaksi sederhana yang terjadi dalam penguraian senyawa organik secara anaerob yaitu:



Selama proses fermentasi, dilakukan pengambilan sampel produk POC pada hari ke 7, 14, 24 dan 34 untuk dilakukan analisis terhadap kadar hara makro yaitu C-Organik, Nitrogen, Fosfor, dan Kalium. Produk POC yang dihasilkan berwarna kuning kecoklatan seperti tampak pada Gambar 3. Adapun hasil analisis kandungan hara makro dalam POC dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 3. Hasil Pupuk Organik Cair

TABEL II. Hasil Analisis Kadar Hara Makro Pupuk Organik Cair

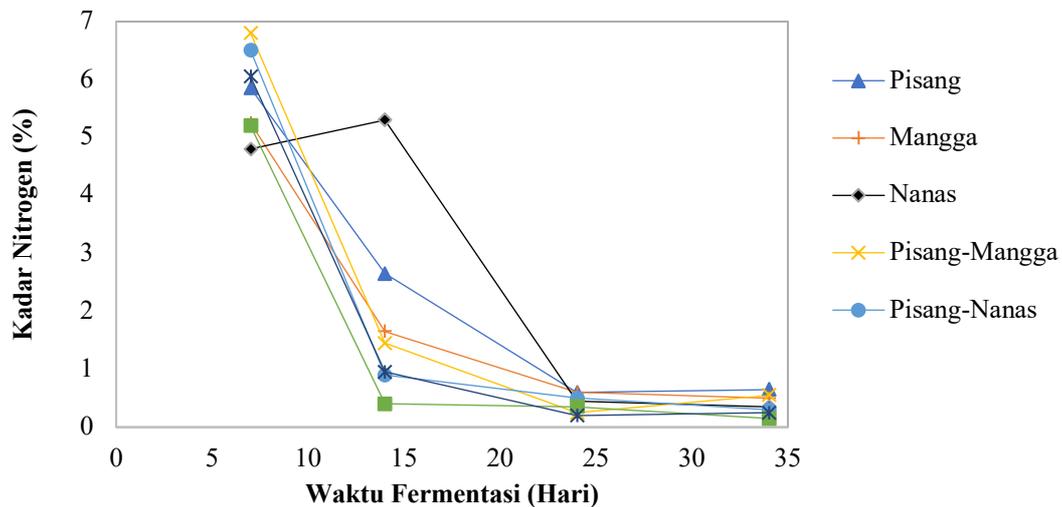
Kadar	Kode Sampel	Sampling Hari Ke-				Syarat Mutu	POC Komersial
		7	14	24	34		
Nitrogen (%)	POC-P	5,85	2,65	0,60	0,65	2 – 6	0,05
	POC-M	5,25	1,65	0,60	0,50		
	POC-N	4,80	5,30	0,45	0,35		
	POC-PM	6,80	1,45	0,25	0,55		
	POC-PN	6,50	0,90	0,50	0,30		
	POC-MN	5,20	0,40	0,35	0,15		
	POC-PMN	6,05	0,95	0,20	0,25		
Fosfor (P ₂ O ₅) (%)	POC-P	0,10	0,25	0,20	0,25	2 – 6	0,26
	POC-M	0,10	0,15	0,10	0,15		
	POC-N	0,10	0,10	0,10	0,10		
	POC-PM	0,15	0,20	0,10	0,15		
	POC-PN	0,15	0,20	0,15	0,15		
	POC-MN	0,10	0,15	0,10	0,15		
	POC-PMN	0,15	0,15	0,15	0,15		
Kalium (K ₂ O) (%)	POC-P	5,80	5,60	5,25	6,05	2 – 6	0,02
	POC-M	1,90	1,60	1,50	1,90		
	POC-N	1,40	1,30	1,20	1,60		
	POC-PM	2,80	2,95	1,45	3,05		
	POC-PN	2,30	2,50	2,30	2,55		
	POC-MN	1,50	1,70	2,30	1,65		
	POC-PMN	2,50	2,55	2,85	2,60		
C-Organik (%)	POC-P	13,40	14,25	16,85	13,15	Min. 10	0,47
	POC-M	23,30	24,85	24,40	23,00		
	POC-N	16,20	17,35	17,30	15,70		
	POC-PM	18,60	19,90	18,75	17,30		
	POC-PN	14,05	14,40	15,50	14,15		
	POC-MN	19,05	20,20	21,20	20,25		
	POC-PMN	17,40	18,50	18,70	17,05		

3.1. Hasil Analisis Kadar Nitrogen

Kandungan N total tertinggi terdapat pada POC dari campuran kulit pisang dan mangga (POC-PM) yaitu sebesar 6,80% dengan waktu fermentasi 7 hari. Hal tersebut dikarenakan kulit pisang dan mangga memiliki kandungan nitrogen yang tinggi. Dapat dilihat dari hasil analisis nitrogen terhadap pupuk organik cair dari masing-masing kulit buah yaitu 1,17% untuk POC-P dan

1,05% untuk POC-M, sehingga apabila kulit buah tersebut dicampur maka kadar nitrogen yang dihasilkan akan lebih tinggi dibandingkan POC lainnya.

Pada Gambar 4 terjadi penurunan kandungan nitrogen pada POC-P, POC-M, POC-PM, POC-PN, POC-MN dan POC-PMN seiring berjalannya waktu fermentasi. Penurunan kandungan nitrogen dapat terjadi karena unsur nitrogen yang terdapat dalam pupuk akan hilang dalam bentuk NH_3 yang menguap ke udara. Hal tersebut disebabkan oleh metabolisme sel, selain itu bahan organik ini juga dapat digunakan sebagai nutrisi oleh mikroorganisme untuk keberlangsungan hidupnya [9].

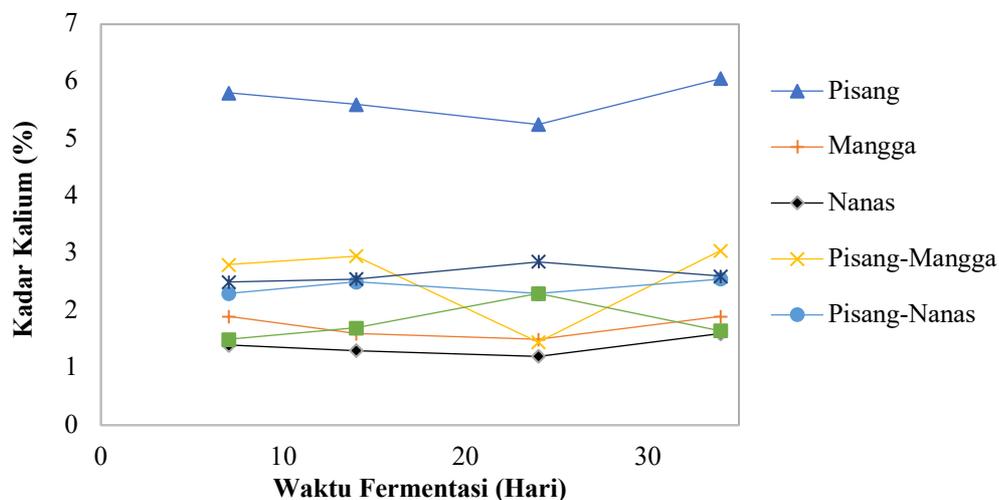


Gambar 4. Kurva Hubungan Kadar Nitrogen (%) terhadap Waktu Fermentasi

POC dari limbah kulit nanas (POC-N) mengalami peningkatan kadar nitrogen pada waktu fermentasi 14 hari dan setelahnya terus mengalami penurunan. Mikroorganisme memiliki kecepatan yang berbeda-beda untuk mengurai bahan fermentasi sehingga perubahan kadar nitrogen pada tiap perlakuan tidak akan sama [10]. Mikroorganisme selain mengurai bahan organik menjadi senyawa yang lebih sederhana juga menggunakan bahan organik untuk aktivitas metabolisme hidupnya [11].

3.2. Hasil Analisis Kadar Kalium

Kandungan kalium tertinggi terdapat pada POC dari kulit pisang (POC-P) yaitu sebesar 6,05% dengan waktu fermentasi 34 Hari. Hal ini disebabkan kulit pisang mengandung kalium yang cukup tinggi dibandingkan kulit lainnya [11].



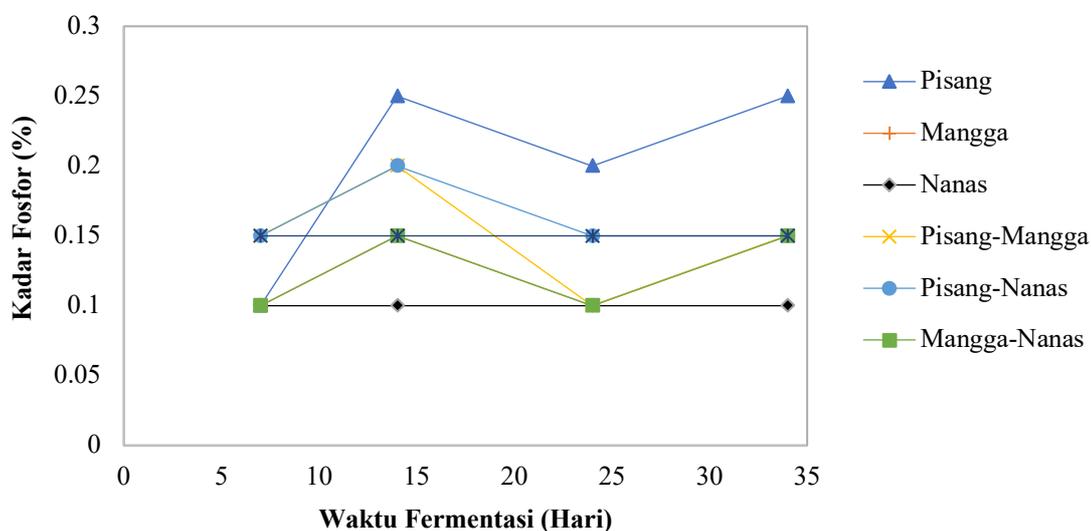
Gambar 5. Kurva Hubungan Kadar Kalium (%) terhadap Waktu Fermentasi

Gambar 5 menunjukkan bahwa pada POC-P, POC-N, POC-M dan POC-PM terjadi penurunan kadar Kalium pada waktu fermentasi 7 hari sampai 24 hari lalu mengalami kenaikan pada waktu fermentasi 34 hari, sedangkan pada POC-PMN dan PN terjadi kenaikan kadar dari hari ke-7 sampai hari ke-24 lalu terjadi penurunan pada hari ke-34.

Kandungan kalium dalam POC rata-rata mengalami peningkatan pada hari ke 34. Hal tersebut disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme dalam penguraian bahan organik. Aktivitas mikroorganisme dalam proses degradasi mengakibatkan terputusnya rantai karbon dalam bahan organik menjadi lebih sederhana sehingga terjadi peningkatan unsur kalium dalam pupuk. Bakteri menghasilkan senyawa kalium dan menggunakan ion K^+ yang terdapat dalam bahan baku pupuk untuk kepentingan metabolismenya sehingga kadar kalium akan semakin meningkat bersamaan dengan semakin berkembangnya jumlah bakteri [9].

3.3. Hasil Analisis Kadar Fosfor

Kandungan Fosfor tertinggi terdapat dalam POC dari kulit pisang pada waktu fermentasi 14 Hari. Berdasarkan hasil analisis kandungan Fosfor dalam POC yang dihasilkan memiliki kadar yang relatif kecil yaitu berkisar antara 0,10 - 0,20%, hal tersebut dapat disebabkan karena kandungan fosfor dalam kulit buah pisang relatif kecil.

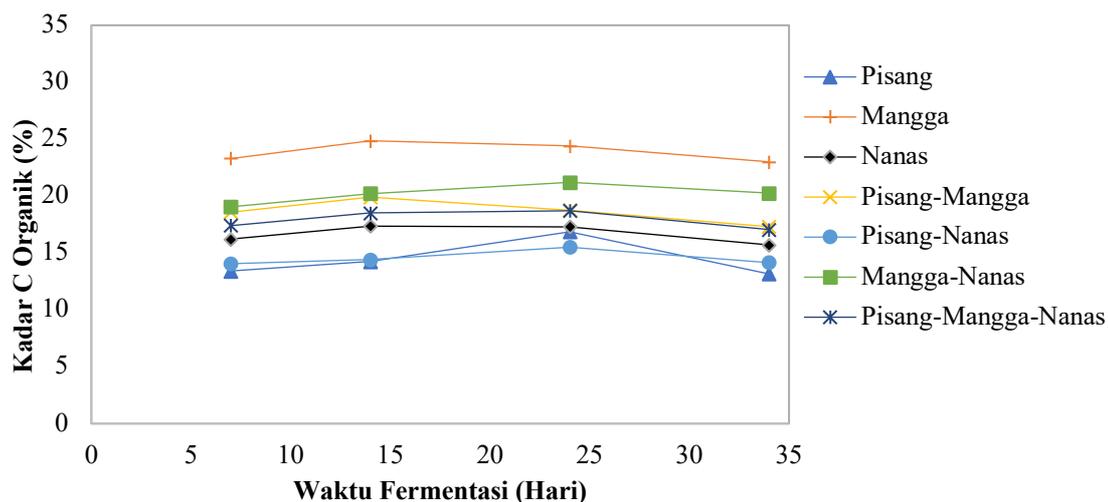


Gambar 6. Kurva Hubungan Kadar Fosfor (%) terhadap Waktu Fermentasi

Pada Gambar 6 terlihat adanya kenaikan dan penurunan pada kadar fosfor yang terdapat dalam pupuk organik cair yang dihasilkan. Adanya peningkatan kadar fosfor disebabkan karena aktivator EM4 mengandung bakteri pelarut fosfat yang berfungsi untuk membantu melarutkan fosfat dalam bahan organik sehingga dihasilkan kadar fosfor yang lebih tinggi, sedangkan adanya penurunan kadar fosfor ini diduga bahwa bakteri pelarut fosfat telah habis bereaksi yang menyebabkan kadar yang dihasilkan menjadi menurun [8].

3.4. Hasil Analisis Kadar C-Organik

Kandungan C-Organik tertinggi terdapat dalam POC dari kulit mangga yaitu sebesar 24,85% dengan waktu fermentasi 14 Hari. Hal tersebut menunjukkan bahwa kulit mangga memiliki kandungan bahan organik tertinggi dibandingkan kulit pisang dan kulit nanas [12] [13].



Gambar 7 Kurva Hubungan Kadar C-Organik (%) terhadap Waktu Fermentasi

Berdasarkan Gambar 7 terlihat bahwa kandungan C-Organik mengalami kenaikan pada waktu fermentasi 14 hari, namun terjadi penurunan di hari berikutnya. Berkurangnya kandungan karbon karena karbon digunakan sebagai sumber energi oleh mikroorganisme untuk aktivitas metabolismenya dan akan terurai ke udara dalam bentuk CO_2 [14].

3.5. Kualitas Pupuk Organik Cair

POC yang memiliki kualitas terbaik dari ke tujuh jenis POC pada penelitian ini dilihat dari hasil analisis ke empat unsur hara minimal yaitu POC dari kulit pisang (POC-P) dengan kandungan C-organik, N-total, P_2O_5 dan K_2O masing-masing sebesar 13,40; 5,85; 0,10 dan 5,80%. POC dari campuran kulit pisang dan mangga (POC-PM) dengan kandungan C-organik, N-total, P_2O_5 dan K_2O masing-masing sebesar 18,60; 6,80; 0,15 dan 2,80%, sedangkan POC dari campuran tiga kulit buah (POC-PMN) dengan kandungan C-organik, N-total, P_2O_5 dan K_2O masing-masing sebesar 17,40; 6,05; 0,15 dan 2,50%. Ketiga pupuk organik cair tersebut memiliki kualitas cukup baik dibanding pupuk organik cair lainnya karena memiliki kandungan hara makro yang paling seimbang. Secara umum waktu fermentasi yang memberikan hasil terbaik yaitu selama 7-14 hari, setelah itu tidak memberikan kenaikan unsur hara yang berarti.

Walaupun POC yang dihasilkan belum memenuhi semua persyaratan baku mutu yaitu untuk P_2O_5 , akan tetapi pupuk organik cair yang dihasilkan ini memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan pupuk komersial. Pupuk organik cair dari campuran seluruh kulit buah memiliki kandungan C-organik, N-total, P_2O_5 dan K_2O masing-masing sebesar 3,48; 1,21; 0,03 dan 0,50%, sedangkan pupuk komersial memiliki kandungan C-organik, N-total, P_2O_5 dan K_2O masing-masing sebesar 0,47; 0,05; 0,02 dan 0,26%.

3.6. Biaya Pokok Produksi dan *Break Event Point* (BEP)

Dari Perhitungan biaya pokok produksi dan analisis BEP didapatkan bahwa pembuatan POC pada penelitian ini mengeluarkan total biaya pokok produksi sebesar Rp 770.554,00. Pembuatan POC ini menghasilkan pupuk sebanyak 35 L, sehingga biaya variabel per liter yang dikeluarkan adalah sebesar Rp 10.176,00 dan harga pokok untuk 1 L POC yaitu sebesar Rp 22.016,00. Apabila POC ini dijual dengan harga Rp 50.000 per liter, maka BEP-nya adalah sebanyak 10 liter.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, POC dengan kualitas paling baik dihasilkan dari campuran kulit pisang, mangga dan nanas dengan kandungan C-Organik, N-Total, P_2O_5 dan K_2O masing-masing sebesar 17,4; 6,05; 0,15; dan 2,50% dengan waktu fermentasi optimum selama 7-14 hari. Kecuali unsur P_2O_5 , POC yang dihasilkan telah memenuhi Peraturan Menteri Pertanian

Nomor 261 tahun 2019 tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik. Biaya pokok produksi POC ini sebesar Rp 770.554 dan *Break Event Point* (BEP) pada 10 liter.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat POLBAN yang telah mendanai penelitian ini melalui kontrak skema program kemitraan masyarakat nomor. B/187.3/PL1.R7/PM.01.01/2020. Terima kasih juga diucapkan kepada Balai Penelitian Tanaman Sayuran di Lembang yang telah membantu dalam pelaksanaan analisis C total dan kadar fosfor.

Daftar Pustaka

- [1] C. Sabater, L. Ruiz, S. Delgado, P. Ruas-Madiedo, and A. Margolles, "Valorization of Vegetable Food Waste and By-Products Through Fermentation Processes," *Front. Microbiol.*, vol. 11, pp. 1–11, 2020.
- [2] S. Parman, "Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kentang (*Solanum tuberosum* L.)," *Bul. Anat. dan Fisiol.*, vol. 15, pp. 21–31, 2007.
- [3] "Peraturan Menteri Pertanian Nomor 261 Tahun 2019 tentang Persyaratan Teknis Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenh Tanah."
- [4] R. dan R. F. Maskur, "Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Rumah Tangga dengan Penambahan Rumen Sapi," Institut Teknologi Sepuluh Bandung., 2014.
- [5] M. Nur, T., Noor, A. R., & Elma, "Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Sampah Organik Rumah Tangga Dengan penambahan Bioaktivator EM4 (Effective Microorganisms)," *Konversi*, vol. 5, pp. 5–12, 2016.
- [6] & H. Suwardiyono, Maharani, F., "Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Air Rebusan Olahan Kedelai Menggunakan Effective Mikroorganisme," *Inov. Tek. Kim.*, vol. IV, pp. 44–48, 2019.
- [7] R. Putra, B. W., & Ratnawati, "Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Limbah Buah Dengan Penambahan Bioaktivator EM4," *J. Sains dan Teknol. Lingkungan.*, vol. XI, pp. 44–56, 2019.
- [8] S. Sari, M. W., & Alfianita, "Pemanfaatan Batang Pohon Pisang Sebagai Pupuk Organik Cair Dengan Aktivator Em4 Dan Lama Fermentasi," *J. TEDC*, vol. 12, pp. 133–138, 2018.
- [9] N. M. Kurniawan, D., Kumalaningsih, S., & S., "Pengaruh Volume Penambahan Effective Microorganism 4 (EM4) 1% dan Lama Fermentasi Terhadap Kualitas Pupuk Bokashi dari Kotoran Kelinci dan Limbah Nangka," *J. Ind.*, vol. 2, pp. 57–66.
- [10] E. Mulyadi, Y., Sudarno, & Sutrisno, "Studi Penambahan Air Kelapa," *J. Tek. Lingkungan.*, vol. 2, pp. 1–14, 2013.
- [11] L. D. Dwicaksono, M. R., & Bambang Suharto, "Pengaruh Penambahan Effective Microorganisms pada Limbah Cair Industri Perikanan Terhadap Kualitas Pupuk Cair Organik," *J. Sumberd. Alam Lingkungan.*, vol. 1, pp. 7–11, 2013.
- [12] M. E. Maldonado-Celis *et al.*, "Chemical Composition of Mango (*Mangifera indica* L.) Fruit: Nutritional and Phytochemical Compounds," *Front. Plant Sci.*, vol. 10, pp. 1–21, 2019.
- [13] M. Farid Hossain, "Nutritional Value and Medicinal Benefits of Pineapple," *Int. J. Nutr. Food Sci.*, vol. 4, no. 1, p. 84, 2015.
- [14] P. Amalia, D., & Widiyaningrum, "Penggunaan EM4 dan Mol Limbah Tomat Sebagai Bioaktivator pada Pembuatan Kompos," *J. Life Sci.*, vol. 5, pp. 18–24, 2016.