

Pemanfaatan Wortel Afkir (*Daucus carota* L.) Sebagai Bahan Utama Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC)

Utilization of Rejected Carrot (*Daucus Carota* L.) as The Main Material of Liquid Organic Fertilizer (LOF)

Agus Susanto Ginting¹⁾, Sumatera Tarigan^{2*)}, Risman Halawa³⁾, Nikolas Jovi Tarigan⁴⁾

¹⁾²⁾ Dosen Program Studi Agroteknologi, Universitas Quality Berastagi, Indonesia

³⁾⁴⁾ Mahasiswa Program studi Agroteknologi, Univeristas Quality Berastagi, Indonesia

*Corresponding author: E-mail: sumatera.tarigan60@gmail.com

Abstrak

Kabupaten Karo merupakan sentra produksi wortel (*Daucus carota* L.) di Sumatera Utara. Diperkirakan lebih dari 1% hasil panen wortel afkir yang dihasilkan pada setiap priode tanam. Dengan luas panen yang ada diprediksi akan dihasilkan wortel afkir lebih dari 1000 ton wortel afkir pertahunnya. Potensi ini dapat dimanfaatkan menjadi bahan utama untuk pembuatan pupuk organik cair (POC). Terdapat tiga variabel penelitian yang dilakukan yakni : 1) Variabel bebas yang terdiri dari waktu fermentasi yang terdiri dari 10 hari, 20 hari, 30 hari, dan 40 hari. 2) Variabel tetap yang terdiri dari Wortel afkir 4 kg, air 5 liter, air kelapa tua 5 liter, air gula merah 0,6 liter, ragi 0,05 kg, EM-4 0,5 liter. 3) Variabel terikat terdiri dari uji kandungan C-Organik, uji kandungan Fosfor, uji kandungan Kalium dan uji kandungan Nitrogen dan pH. Hasil penelitian menunjukkan puncak aktifitas mikroorganisme terjadi pada hari ke-30. Pada perlakuan ini diperoleh persentase tertinggi sebesar 0,07%, 0,14%, 0,87% untuk kadar Nitrogen, Fosfor dan Kalium secara berturut-turut. Kandungan C-Organik tertinggi diperoleh pada perlakuan H-20 dan H-30 dengan persentase sebesar 1,55%. Tingkat keasaman stabil pada kisaran nilai 3,5 dari awal sampai akhir proses fermentasi. POC wortel yang dihasilkan masih belum sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan. Persentase nilai unsur makro, C-Organik dan pH masih dibawah standar mutu yang ditetapkan.

Kata Kunci : C-Organik; pH; POC; Unsur Makro; Wortel Afkir

Abstract

Karo regency is center for carrot (*Daucus carota* L.) production in North Sumatra. It is estimated more than 1% of the rejected carrot yields are produced in each planting period. With the predicted harvest area, more than 1,000 tons of rejected carrots will be produced annually. This potential can be used as the material for the manufacture of liquid organic fertilizer (LOF). There are three research variables that were carried out, namely: 1) Independent variables consisting of fermentation periode consisting of 10 days, 20 days, 30 days and 40 days. 2) Fixed variable consisting of 4 kg of rejected carrots, 5 liters of water, 5 liters of old coconut water, 0.6 liters of brown sugar water, 0.05 kg of yeast, 0.5 liters of EM-4. 3) Bond variables consist of C-Organic content, Phosphorus content, Potassium content and Nitrogen and pH content. The results showed that the peak of microorganism activity occurred on the 30th day. This treatment obtained the highest proportions of 0.07%, 0.14%, 0.87% for Nitrogen, Phosphorus and Potassium levels respectively. The highest C-Organic content was obtained in the H-20 and H-30 treatments with a proportion of 1.55%. The acidity level was stable at a value range of 3.5 from the start to the end of the quenching process. LOF carrots produced are still not in accordance with established quality standards. The percentage value of macro elements, C-Organic and pH is still below the set quality standards.

Keywords: C-Organic; LOF; Macro Elements; pH; Rejected Carrots

PENDAHULUAN

Kabupaten Karo merupakan sentra produksi wortel (*Daucus carota L.*) di Sumatera Utara, berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Karo tahun 2014, produksi tanaman wortel di Kabupaten Karo sebesar 36.257 ton dengan luas lahan 1.738 Ha. Umumnya wortel yang diproduksi terdiri dari dua jenis yakni wortel dengan empelur besar dan wortel dengan empelur kecil, kedua jenis ini memiliki warna yang sama yakni berwarna oranye.

Berdasarkan observasi dan wawancara dengan pembeli dan petani, wortel segar yang layak jual mempunyai kriteria diantaranya mempunyai bentuk menyerupai krucut dan tumpul pada ujungnya, bebas akar dan tidak terdapat cacat. Sementara dimensi wortel layak jual mempunyai panjang sekitar 15 cm sampai 30 cm dengan diameter pangkal sekitar 2 cm sampai 4 cm. Berdasarkan hasil penelitian panjang wortel empelur kecil mempunyai panjang $13,15 \pm 2,63$ dengan diameter umbi bagian atas $3,72 \pm 0,27$ sementara wortel empelur besar mempunyai panjang $15,16 \pm 3,88$ dengan diameter umbi bagian atas $2,91 \pm 0,41$ (Manik et al, 2017). Wortel yang tidak layak jual (afkir) biasanya disebabkan beberapa hal yaitu terdapat cacat berupa umbi bercabang, bentuk tidak simetris, ukuran tidak masuk kriteria jual dan adanya pembusukan pada umbi baik skala kecil maupun besar. Diperkirakan lebih dari 1% hasil panen wortel afkir yang dihasilkan pada setiap priode tanam (3 bulan - 4 bulan) sehingga dengan tiga kali priode tanam dalam setahun diperoleh lebih dari 3% wortel afkir. Dengan produksi wortel mencapai 20 ton per hektar maka akan menghasilkan lebih dari 0,6 ton wortel afkir per hektar. Dengan luas lahan produksi yang ada maka

diperkirakan akan dihasilkan lebih dari 1000 ton wortel afkir pertahunnya. Tujuan penelitian ini adalah 1). Mengetahui karakteristik unsur makro POC wortel afkir yang terdiri dari kandungan Nitrogen total, Fosfor (P_2O_5), Kalium (K_2O), C-Organik dan tingkat keasaman (pH) dengan perlakuan waktu fermentasi. 2). Menganalisis hubungan waktu fermentasi dengan unsur makro POC yang dihasilkan. 3). Membandingkan unsur makro POC yang dihasilkan dengan standar mutu dari peraturan yang berlaku.

Standar Pupuk Organik Cair

Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian (Permentan) nomor 261 tahun 2019 definisi pupuk organik cair (POC) adalah pupuk yang berasal dari tumbuhan mati, kotoran hewan dan/atau bagian hewan dan/atau limbah organik lainnya yang telah melalui proses rekayasa dalam bentuk cair, dapat diperkaya dengan bahan mineral dan/atau mikroba, yang bermanfaat untuk dapat meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah serta memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Rekayasa formula pupuk organik cair adalah serangkaian kegiatan rekayasa, baik secara kimia, fisika dan /atau biologi untuk menghasilkan formula pupuk organik cair. Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian tersebut persyaratan teknis minimal pupuk organik cair terdiri dari kandungan C-Organik minimal 6%, bahan ikutan berupa plastik, kaca dan kerikil maksimal 2%. Kandungan logam berat berupa Cd, Pb, Hg dan As maksimal 0,5, 12,5, 0,25 dan 2,5 dalam satuan bagian perjuta (ppm). Tingkat keasaman (pH) yakni 4-9. Kandungan hara makro terdiri dari N sebesar 3% - 6%, P_2O_5 sebesar 3% - 6% dan K_2O 3% - 6%.

Mekanisme Pembuatan POC

Salah satu cara pembuatan POC adalah secara biologi dengan memanfaatkan agen hayati dengan sistem fermentasi. Fermentasi berasal dari kata *ferve* yang berarti mendidih. Kondisi ini menunjukkan adanya aktivitas mikroorganisme yang menghasilkan panas dalam proses ekstraksi. Mikroorganisme yang berkeja dalam proses tersebut adalah jamur atau khamir yang merubah glukosa, fruktosa dan maltosa menjadi alkohol dan unsur-unsur lainnya. Proses fermentasi dapat dilakukan dengan dua cara yakni dengan adanya oksigen (*aerob*) dan dengan absen oksigen (*anaerob*).

Proses fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor (Tanti et al, 2019)(Desroir dan Norman, 1988) antara lain : 1) Subtrat. Pada umumnya bahan dasar yang mengandung senyawa organik terutama glukosa dan pati dapat digunakan sebagai bahan fermentasi. 2) Suhu, suhu pertumbuhan optimum bagi jamur seperti jamur *Saccharomyces cerevisiae* dan aktivitasnya adalah 25-35°C. Suhu berperan penting dalam pertumbuhan jamur yang akan berperan dalam reaksi ekstraksi dari gula yang terkandung pada biomassa. 3) Nutrisi, jamur sebagai agen fermentasi memerlukan nutrisi vitamin dan mineral dalam pertumbuhannya. Vitamin seperti biotin dan thiamin diperlukan untuk pertumbuhan jamur disamping mineral lainnya berupa Fospat, Kalium, Sulfur dan sejumlah kecil senyawa tembaga. 4) pH, pada proses fermentasi pH merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kehidupan jamur. pH ideal untuk pertumbuhan jamur berada pada kisaran pH 4-6. 5) Konsentrasi Subtrat, konsentrasi substrat yang terlalu sedikit akan mengakibatkan produktivitas jamur menurun dan memperbesar terjadinya

kontaminasi. Jika konsentrasi substrat berlebihan akan mengakibatkan hilangnya kemampuan bakteri untuk hidup. 6) Waktu, jika waktu terlalu cepat, jamur masih dalam masa pertumbuhan dan jika terlalu lama jamur akan mati dan proses ekstraksi sudah tidak berlangsung.

State of the art POC

Pembuatan POC dengan cara *aerob* dengan memanfaatkan limbah ikan, kulit pisang, air kelapa dan EM-4 sebagai bioaktivator menghasilkan C-Organik, Nitrogen, Phospor dan Kalium sebesar 5,04%, 2,95%, 4,54% dan 5,04% secara berturut-turut. Proses fermentasi untuk proses ini dilakukan dalam waktu 1 minggu (Prescott dan Said, 1959). Fermentasi bahan hijau yang dicampur dengan limbah ternak ditambah terasi dan EM-4 sebagai bioaktivator juga menghasilkan Nitrogen sebesar 0,16%, Phospor 153,75 mg/L, dan Kalium sebesar 663,98 mg/L. Proses fermentasi dilakukan secara *anaerob* bahan dilakukan selama 12 hari (Kasmawan et al, 2018).

Pembuatan pupuk organik cair dari limbah kulit buah-buahan yakni kulit pisang, kulit mangga, dan kulit nanas dengan penambahan bioaktivator EM-4 dengan variasi waktu fermentasi juga menghasilkan kandungan pupuk makro. Dari penelitian ini dihasilkan kandungan POC terbaik diperoleh dari campuran kulit pisang, kulit mangga dan kulit nanas dengan waktu fermentasi 7-14 hari. Kandungan unsur C-organik, N-total, K₂O dan P₂O₅ diperoleh masing-masing sebesar 17,4%, 6,05%, 2,50% dan 0,15% [Widyabudiningsih, et al, 2021].

Selain kulit buah tersebut di atas, penggunaan limbah buah semangka, jeruk dan pepaya yang memiliki kadar air tinggi juga dimanfaatkan sebagai bahan utama pembuatan POC. Limbah buah-buahan

tersebut dikecilkan ukurannya kemudian dilarutkan dalam 5 liter air yang sudah tercampur dengan bioaktivator EM-4. Hasil penelitian ini menunjukkan waktu fermentasi selama 13 hari merupakan hasil yang optimal dengan campuran EM-4 sebanyak 60 ml. Hasil yang diperoleh berupa kandungan Nitrogen sebesar 13,4%, kandungan Fosfor sebesar 10,92%, dan kandungan Kalium sebesar 6,39% (Mariatna et al, 2018).

POC dengan bahan limbah rumah tangga berupa sisa sayuran, kulit buah dan limbah organik lainnya dengan perlakuan penambahan bioaktivator EM-4 dan waktu fermentasi juga menghasilkan pupuk dengan kandungan unsur makro. Dari penelitian ini diperoleh kandungan Nitrogen dan Fosfor terbesar pada hari ke-17 sebesar 0,205% dan 0,0074%. Kadar Karbon terbesar diperoleh pada hari ke-14 sebesar 0,336%. Penambahan volume bioaktivator sebesar 15 ml meningkatkan kandungan Nitrogen, Fospor, dan Karbon masing-masing 0,191%, 0,128% dan 0,382%. Pada penelitian ini menunjukkan dalam proses fermentasi dimana waktu yang semakin lama dan penambahan volume EM-4 akan cenderung menurunkan kadar Kalium (Nur et al, 2016).

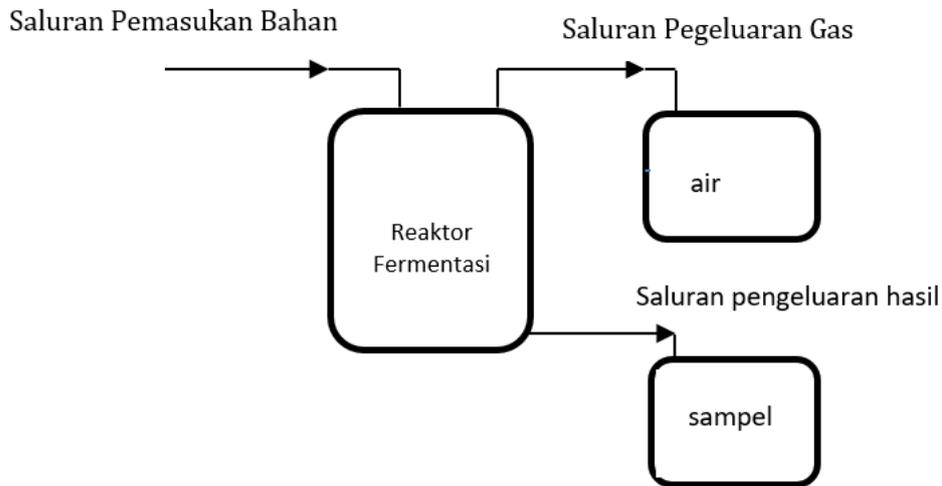
Pemanfaatan kotoran ternak sebagai bahan utama pembuatan POC yang dikombinasikan dengan bahan hijau juga telah diteliti. Penelitian dengan variasi

perlakuan kotoran ternak berupa, kotoran ayam, kotoran kambing dan kotoran sapi sebagai bahan utama yang dikombinasikan dengan daun lamtoro dan daun gamal dengan bioaktivator EM-4. Masa fermentasi dilakukan selama 10 hari dengan sistem *anaerob*. Hasil penelitian menunjukkan bahan kotoran ayam menunjukkan kandungan unsur makro tertinggi berupa Nitrogen sebesar 1.619,68 ppm, Fosfor Sebesar 543,44 ppm dan Kalium 4.000 me/100gr (Lussy et al, 2022).

METODE PENELITIAN

Penelitian akan dilaksanakan pada bulan Januari-Maret 2023. Lokasi penelitian dilakukan di kampus Universitas Quality Berastagi. Lokasi pengambilan sampel dilakukan di seputaran Kecamatan Berastagi dan Kecamatan Simpang Empat dimana kedua tempat ini merupakan sentra produksi wortel.

Pada penelitian ini dilakukan proses fermentasi secara *anaerob*. Proses fermentasi bahan dilakukan pada media berupa reaktor yang terbuat dari plastik dengan volume 20 liter yang dilengkapi saluran pemasukan bahan, saluran pengeluaran hasil proses dan saluran pengeluaran gas. Gambar 1 berikut menunjukkan skema reaktor yang akan digunakan.



Gambar 1. Skema reaktor fermentasi

Peralatan lain yang dibutuhkan diantaranya : parang untuk pengecilan ukuran wortel, botol plastik 250 ml untuk penampungan sampel, dan sejumlah peralatan untuk kebutuhan analisis laboratorium untuk menganalisa unsur makro berupa kandungan C-organik, Nitrogen (N-total), Fosfor (P_2O_5), dan Kalium (K_2O).

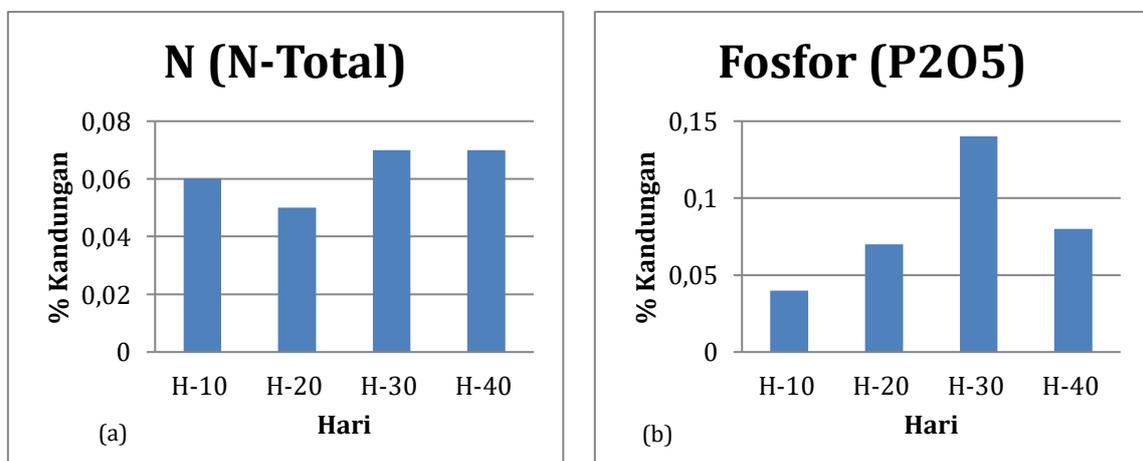
Bahan yang digunakan yaitu wortel afkir, air kelapa, gula merah dan ragi. Bioaktivator yang digunakan yakni

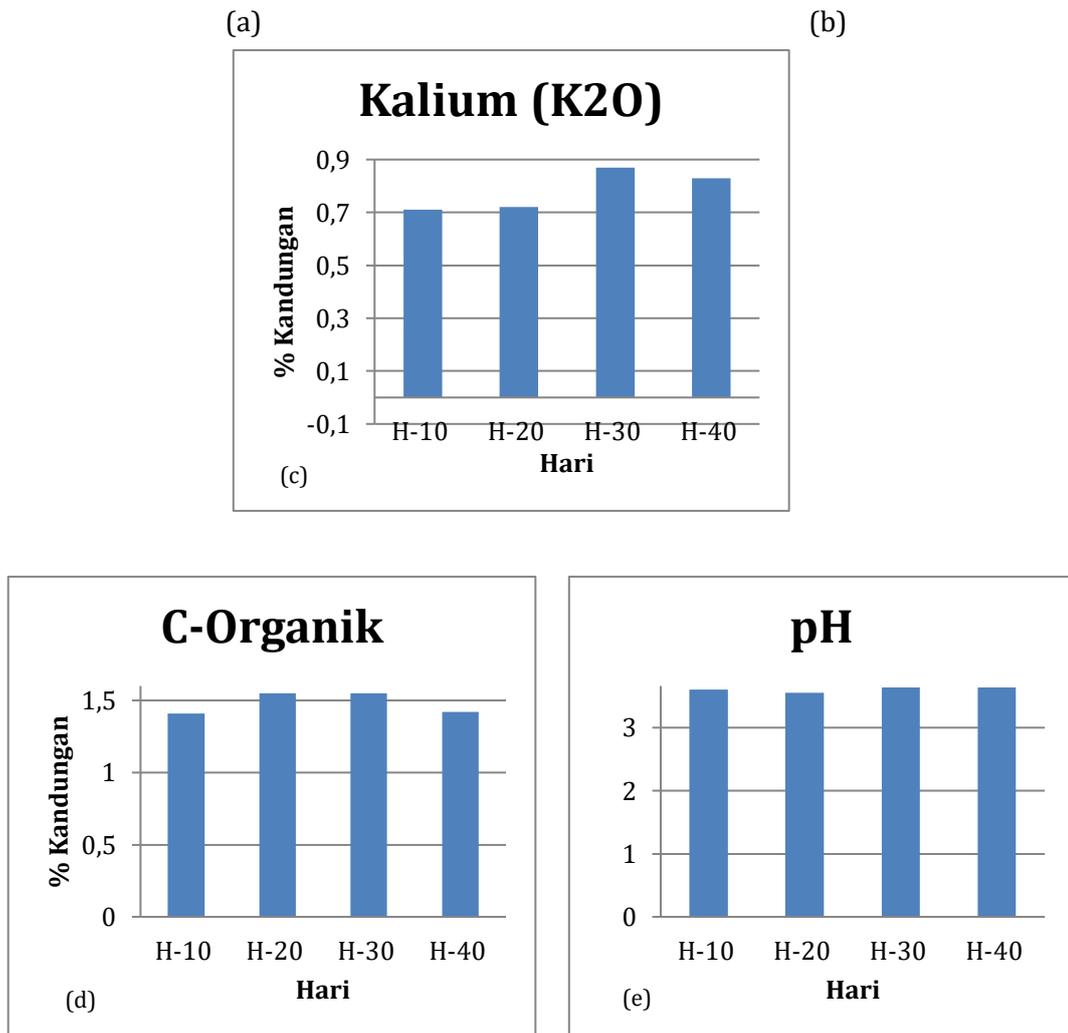
EM-4. Bahan lain yang dibutuhkan adalah sejumlah reagen untuk ekstraksi sampel.

Terdapat tiga variabel penelitian yang dilakukan yakni : 1) Variabel bebas yang terdiri dari waktu fermentasi yang terdiri dari 10 hari, 20 hari, 30 hari dan 40 hari. 2) Variabel tetap yang terdiri dari Wortel afkir 4 kg, air 5 liter, air kelapa tua 5 liter, air gula merah 0,6 liter, ragi 0,05 kg, EM-4 0,5 liter. 3) Variabel terikat terdiri dari uji kandungan C-Organik, uji kandungan Fosfor, uji kandungan Kalium dan uji kandungan Nitrogen serta tingkat keasaman (pH).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pemanfaatan wortel afkir mejadi pupuk organik cair dengan perlakuan hari ditunjukkan pada gambar 2 berikut ini.





Gambar 2. (a) kandungan Nitrogen (N-total), (b) Fosfor (P₂O₅), (c) Kalium (K₂O), (d) C-Organik, dan (e) pH

Kandungan Nitrogen (N-Total)

Kandungan Nitrogen yang dihasilkan dari penelitian ini (gambar 2(a)) menunjukkan kondisi yang relatif fluktuatif dengan kecenderungan meningkat seiring bertambahnya waktu fermentasi meskipun peningkatannya tidak signifikan. Persentase kandungan Nitrogen yang dihasilkan yakni 0,6%, 0,05%, 0,07% dan 0,07% secara berturut-turut pada hari ke-10 sampai pada hari ke-40.

Nilai kadar Nitrogen akan mengalami peningkatan dan penurunan selama proses fermentasi. Peningkatan

kadar Nitrogen terjadi karena proses dekomposisi yang dilakukan oleh mikroorganisme menghasilkan amonia dan Nitrogen. Sementara penurunan kadar Nitrogen disebabkan adanya reaksi dengan air yang membentuk NO₃⁻ dan H⁺ (Trivana dan Pradhana, 2017).

Kandungan Fosfor (P₂O₅)

Kandungan Fosfor selama proses fermentasi yang ditunjukkan pada gambar 2 (b) mengalami peningkatan dari hari ke-10 sampai pada hari ke-30 namun terjadi penurunan pada hari ke-40.

. Pada awal sepuluh hari pertama proses fermentasi diperoleh kandungan Fosfor sebanyak 0,04% kemudian berikutnya pada sepuluh hari kedua diperoleh peningkatan kandungan Fosfor sebesar 0,07%. Pada waktu pengambilan sampel pada hari ke-30 diperoleh peningkatan kandungan Fosfor yang cukup signifikan yakni 0,14% sementara pada hari ke-40 kandungan Fosfor menunjukkan pola yang menurun dengan persentase sebesar 0,08%. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan Fosfor pada pembuatan POC berbahan wortel dipengaruhi oleh waktu fermentasi. Pada hari ke-30 merupakan puncak aktifitas mikroorganisme sehingga diperoleh kandungan fosfor tertinggi.

Kandungan Unsur Kalium (K₂O)

Kandungan unsur kalium dihasilkan dari aktivitas mikroorganisme yang menggunakan kalium sebagai katalisator dalam proses fermentasi. Peningkatan unsur kalium berasal dari hasil dekomposisi bahan organik yang terkandung pada wortel.

Wortel segar mengandung kalium dalam bentuk kompleks dan proses fermentasi dengan bantuan bioaktifator memecahnya menjadi sederhana sehingga mudah diserap oleh tanaman.

Pada gambar 2 (c) menunjukkan bahwa peningkatan kadar kalium pada POC yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh keberlangsungan aktifitas mikroorganisme. Data menunjukkan pada gambar tersebut peningkatan kadar kalium sampai pada hari ke-30 (0,87%) kemudian menurun pada hari ke-40.

Aktivitas Mikroorganisme

Puncak aktivitas mikroorganisme dalam mengurai wortel menjadi POC terjadi pada hari ke-30. Pada hari

tersebut dihasilkan unsur makro berupa Nitrogen, Fosfor, dan Kalium tertinggi. Pada sepuluh hari pertama merupakan tahap pertumbuhan mikroorganisme sementara pada sepuluh hari kedua merupakan tahap perkembangan mikroorganisme pengurai. Pada sepuluh hari terakhir perlakuan menunjukkan tren penurunan. Pola ini ditunjukkan pada data yang tercantum pada gambar 2(a), 2(b) dan 2 (c) di atas.

Kandungan C-Organik

Kandungan C-Organik pada penelitian ini diperoleh pada rentang 1,41%-1,55% (gambar 2(d)). Dimana kandungan C-Organik tertinggi diperoleh pada perlakuan hari ke-20 dan hari ke-30. Data menunjukkan perlakuan ini merupakan puncak aktivitas metabolisme mikroorganisme pengurai dalam memanfaatkan unsur karbon sebagai sumber energi. Proses metabolisme menyebabkan terlepasnya kandungan CO₂ ke udara (Amalia dan Widiyaningrum, 2016).

Tingkat Keasaman (pH)

Hasil penelitian menunjukkan tingkat keasaman stabil pada kisaran nilai 3,5 (gambar 2 (c)) dari awal sampai akhir proses fermentasi wortel. Kondisi ini menunjukkan meskipun aktivitas mikroorganisme sudah menurun pada hari ke-40 tetapi proses fermentasi masih berlangsung. Keadaan ini mengakibatkan kondisi cairan masih dalam tingkat keasaman yang tinggi. Tingkat keasaman yang tinggi yang dihasilkan dalam proses ini belum bisa diaplikasikan kepada tanaman karena akan berdampak pada pertumbuhan tanaman.

Perbandingan POC Wortel dengan Standar POC

Standar pupuk oraganik cair sudah ditetapkan oleh pemerintah pada peraturan menteri pertanian nomor 261 tahun 2019. Standar yang terkait dengan unsur makro, C-Organik dan pH disajikan pada Tabel 1.

Perbandingan hasil penelitian yang dilakukan dengan standar mutu tersebut menunjukkan bahwa fermentasi wortel untuk menghasilkan POC dengan perlakuan waktu sampai 40 hari belum sesuai dengan kriteria standar mutu yang sudah ditetapkan. Hal ini disebabkan persentase nilai dari setiap komponen yang diteliti masih dibawah standar mutu yang ada.

Tabel.1 Standar unsur makro, C-organik dan pH berdasarkan peraturan menteri pertanian

No	Parameter	Satuan	Standar Mutu
1	C-Organik	%	min 6
2	N	%	3-6
3	P2O5	%	3-6
4	K2O	%	3-6
5	pH	%	4-9

Sumber : Permentan No 261 tahun 2019

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa puncak aktivitas mikroorganisme dalam mengurai wortel afkir terjadi pada hari ke-30. Hal ini ditunjukkan dengan kandungan unsur makro tertinggi pada perlakuan tersebut. Setelah itu terjadi penurunan aktivitas mikroorganisme dalam mengurai meskipun proses fermentasi masih terus berlangsung. Keberlangsungan proses fermentasi yang masih terjadi disebabkan masih tingginya tingkat keasaman sampai perlakuan waktu yang sudah ditentukan. POC hasil penelitian belum layak diaplikasikan karena belum sesuai dengan standar mutu yang sudah ditetapkan.

DAFTAR PUSTAKA

Amalia, P.D., & Widiyaningrum. (2016). Penggunaan EM4 dan Mol Limbah Tomat Sebagai Bioaktivator pada Pembuatan Kompos. *Jurnal Life Sci*, vol (5):18-24

Badan Pusat Statistik (BPSP Kabupaten Karo. *Data Produksi dan Luas Lahan Wortel*. www.karokab.bps.go.id

Dalimantha, S. (2001). *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia Jilid 3*. Jakarta: Pustaka Nasional RI.

Desroir, Norman. (1988). *Unit Processing Organic Synthesis Edisi ke-5*. New York: McGraw-Hill Book Company.

Kasmawan I.G.A, Sutapa G. N, Yuliara I.M. (2018). Pembuatan Pupuk Organik Cair Menggunakan Teknologi Komposting Sederhana. *Buletin Udayana Mengabdi* Vol 17(2)

Lussy N, D. Walunguru L, Hambamarak K, H., (2022). Karakteristik Kimia Pupuk Organik Cair Dari Tiga Jenis Kotoran Hewan dan Kombinasinya. *Jurnal Partner*, (1):452-463

Manik F, Barus S, Hutabarat R, C. Tarigan R, Waluyo N. (2017). *Eksplorasi, Inventarisasi, dan Karakterisasi Kekayaan Genetik Lokal Tanaman Wortel di Kabupaten Karo Sumatera Utara*. Prosiding Seminar Nasional PERIPI 2017.

Mariatna, Suryati, Fahri A., (2018). Pengaruh Waktu Fermentasi dan

- Volume Bio Aktivator EM₄ (*Effective Microorganisme*) pada Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dari Limbah Buah-Buahan. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal* 7(1):13-21
- Nur T, Noor A. R, Elma M., (2016). Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Sampah Organik Rumah Tangga Dengan Penambahan Bioaktivator EM₄. *Jurnal Konversi*, Vol 5(2).
- Peraturan Menteri Pertanian Nomor 261 Tahun 2019 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenah tanah.
- Prescott, S. G, Said C, G. (1959). *Industrial Microbiology Edisi ke-3*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Tanti N, Nurjannah, Kalla R. (2019). Pembuatan Pupuk Organik Cair Dengan Cara Aerob. *ILTEK*, 14(2).
- Trivana, L., & Pradhana, A.Y., (2017). Optimalisasi Waktu Pengomposan dan Kualitas Pupuk Kandang Kambing dan Debu Sabut Kelapa Dengan Bioaktivator PROMI dan Orgadek. *Jurnal Sain Veteriner* 35(1) : 137-144.
- Widyabudiningsih D, Troskialina L, Fauziah S, Shalihatunnisa, Riniati, Djenar N. S, Hulupi M, Indrawati L, Fauzan A, Abdilah F., (2021). Pembuatan dan Pengujian Pupuk Organik Cair dari Limbah Kulit Buah-buahan dengan Penambahan Bioaktivator EM-4 dan Variasi Waktu Fermentasi. *Indonesian Journal Chemical Analysis*, Vol. 04(01): 30-39.