

UJI KINERJA FERMENTOR TERHADAP SISTEM PENGENDALIAN PADA PROSES PEMBUATAN PUPUK ORGANIK

Yoga Prima Suganda*, Dharia Renate, Lisani

¹Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Jambi, Jambi

*Penulis korespondensi: primasugandayoga@gmail.com

ABSTRAK

Pupuk organik adalah pupuk yang terbuat dari bahan-bahan organik seperti sisa sayuran, kotoran ternak dan sebagainya dan juga berasal dari makhluk hidup yang telah mati. Pupuk organik cair adalah pupuk yang kandungan bahan kimianya dapat memberikan hara yang sesuai dengan kebutuhan tanaman pada tanah. Salah satu cara untuk membuat pupuk organik cair adalah dengan menggunakan fermentor. Fermentor merupakan tempat reaksi biokimia pada kondisi optimum guna memaksimalkan produksi metabolit yang diinginkan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kinerja fermentor terhadap produk pupuk organik cair yang dihasilkan serta mengetahui pengaruh pengadukan pada proses pembuatan pupuk organik cair menggunakan fermentor terhadap kandungan NPK pupuk organik cair. Penelitian ini dibagi kedalam dua tahap yakni rancang bangun fermentor serta pembuatan pupuk organik cair (POC) dengan bantuan EM4. Adapun parameter pegujian antara lain unsur Nitrogen (N), unsur Fosfor (P), unsur Kalium (K), suhu dan pH. Hasil yang diperoleh dari penelitian menunjukkan bahwa nilai kandungan unsur hara untuk fermentor konvensional adalah 46,90 mg/L (N), 0,738 mg/L (P) dan 0,979 mg/L (K) sedangkan untuk fermentor berpengaduk adalah 47,95 mg/L (N), 0,484 mg/L (P) dan 1,91 mg/L (K). Suhu POC pada fermentor berpengaduk cenderung lebih tinggi dibanding pada fermentor konvensional serta pH-nya cenderung lebih rendah. Adapun Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah Pengadukan dalam proses pembuatan pupuk organik cair membantu meningkatkan kualitas pupuk organik cair itu sendiri yang dapat dilihat dari kandungan unsur hara yang lebih tinggi dibanding tanpa pengadukan. Tingkat keasaman dan suhu pada fermentor berpengaduk cenderung lebih rendah dibanding fermentor konvensional selama 14 hari fermentasi.

Kata kunci: Fermentor, Pupuk Organik Cair, NPK, EM-4.

1 PENDAHULUAN

Pupuk organik adalah pupuk yang terbuat dari bahan-bahan organik seperti sisa sayuran, kotoran ternak dan sebagainya dan juga berasal dari makhluk hidup yang telah mati. Pembusukan dari bahan-bahan organik dan makhluk hidup yang telah mati menyebabkan perubahan sifat fisik dari bentuk sebelumnya. Berdasarkan bentuknya, pupuk organik dibedakan menjadi dua, yaitu: pupuk cair dan pupuk padat. Pupuk organik cair adalah pupuk yang kandungan bahan kimianya dapat memberikan hara yang sesuai dengan kebutuhan tanaman pada tanah (Taufika, 2011). Sama seperti pupuk organik padat, pupuk organik cair banyak mengandung unsur hara makro dan mikro serta bahan organik lainnya. Penggunaan pupuk dari limbah ini dapat membantu memperbaiki struktur dan kualitas tanah. Menurut FNCA Biofertilizer Project Group, sebuah penelitian di Cina menunjukkan penggunaan limbah cair organik mampu meningkatkan produksi pertanian 11% lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan bahan organik lain. Bahkan di Cina, penggunaan pupuk kimia sintetis untuk pupuk dasar mulai tergeser dengan keunggulan pupuk organik cair (Simanungkarit, 2006).

Salah satu cara untuk membuat pupuk organik cair adalah dengan menggunakan fermentor. Fermentor adalah salah satu jenis bioreaktor yang menggunakan mikroorganisme (fungi atau bakteri) untuk proses fermentasi. Fermentor merupakan tempat reaksi biokimia pada kondisi optimum guna memaksimalkan produksi metabolit yang diinginkan. Fermentor hanya memproduksi metabolit primer, misalnya, asam laktat dan bioetanol. Fungsi utama dari fermentor

adalah untuk memberikan agitasi, aerasi, sterilitas, dan mengontrol faktor-faktor, seperti suhu, pH, tekanan, pemberian nutrisi, level cairan, dan lain sebagainya, serta memungkinkan pemanenan sel atau medium. Perlu dicatat bahwa hanya sekitar 75% dari volume total yang biasanya digunakan untuk fermentasi aktual, sisanya dibiarkan untuk ruang pembentukan foam dan gas buang (Okafor 2016).

Berdasarkan penelitian Wibowo *et.al*, (2015) Faktor yang mempengaruhi proses fermentasi adalah kecepatan pengadukan dan waktu fermentasi. Pengadukan berfungsi untuk meratakan kontak sel dan substrat, menjaga agar mikroorganisme tidak mengendap di bawah dan meratakan temperatur di seluruh bagian bioreaktor. Kecepatan pengaduk yang tepat diharapkan dapat menunjang fungsi aerasi sehingga dapat meningkatkan hasil fermentasi. pada fermentor, kecepatan dan jumlah pengadukan dapat mempengaruhi proses fermentasi yang terjadi.

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Uji Kinerja Fermentor Terhadap Sistem Pengendalian Pada Proses Pembuatan Pupuk Organik Cair” untuk menentukan pengaruh jumlah pengadukan pada proses pembuatan pupuk organik cair menggunakan fermentor berpengaduk dan konvensional. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kinerja fermentor terhadap produk pupuk organik cair yang dihasilkan serta mengetahui pengaruh pengadukan pada proses pembuatan pupuk organik cair menggunakan fermentor terhadap kandungan NPK pupuk organik cair

2 METODE

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober- November 2023 di Kampus pondok meja Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jambi Universitas Jambi.

2.2 Alat dan Bahan

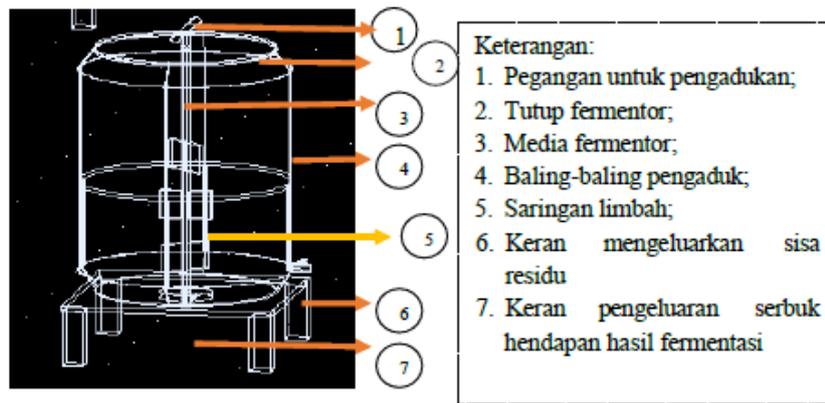
Bahan baku yang digunakan adalah Sampah Organik, berupa rebung bambu, daun kelor,gedebong pisang, gula merah, air serta EM4. Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam perancangan alat yaitu: Pipa $\frac{3}{4}$ inch, siku, ember, dan drum. Alat-alat yang digunakan yaitu gergaji potong pipa, bor tangan, lem pipa.

2.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dibagi kedalam dua tahap yakni rancang bangun fermentor serta pembuatan pupuk organik cair (POC) dengan bantuan EM4. Tahapan pertama dimulai dengan perancangan dua jenis fermentor yang akan digunakan yakni fermentor konvensional (tanpa pengaduk) dan fermentor dengan alat pengaduk. Selanjutnya dilanjutkan dengan perakitan fermentor sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Tahap selanjutnya adalah pembuatan POC menggunakan bahan baku rebung bambu, daun kelor dan gedebong pisang. Tahapan-tahapan penelitian akan dijabarkan sebagai berikut:

2.3.1 Rancangan Alat

Rancangan fermentor dibuat menggunakan aplikasi autocad guna mendesain gambar serta ukuran dari fermentor. Adapun rancangan yang digunakan adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Rancangan Fermentor (Suganda et al, 2024)

Setelah menganalisa desain dan mendapatkan dimensi atau dimensi masing-masing komponen struktur, maka dilakukan proses gambar teknik. Gambar konseptual yang telah dibuat dikembangkan menjadi gambar yang telah diubah ukurannya berdasarkan perhitungan analisis teknik/desain. Gambar teknik juga dapat digunakan untuk proses manufaktur jika dilakukan pada tahap selanjutnya. Jenis inkubator yang dirancang adalah komposter aerobik vertikal sederhana tanpa sistem pencampuran.

2.3.2 Pembuatan Pupuk Organik Cair(POC)

Pembuatan pupuk organik cair dilakukan kedalam dua jenis fermentor berkapasitas 25 liter yakni fermentor konvensional dan fermentor berpengaduk dengan komposisi yang sama. Berikut merupakan langkah-langkah dalam pembuatan pupuk organik cair untuk kedua fermentor. Langkah pertama dimulai dari persiapan bahan berupa sampah organik yg di butuhkan berupa rebung bambu, daun kelor serta gedebong pisang masing-masing sebanyak 7 kg, EM4 yang sudah diencerkan sebanyak 1200 ml, sebanyak 10 liter, dan gula merah sebanyak 1kg. Selanjutnya mencampurkan rebung bambu, daun kelor dan gedebong pisang yang telah dicacah halus masing-masing 3,33kg sehingga menghasilkan bahan baku sebanyak 10 kg untuk setiap fermentor. Memasukan air sebanyak 5 Liter, EM4 yang sudah diencerkan 600 ml, serta gula merah 500 gram ke dalam masing-masing fermentor, mengaduk larutan hingga homogen. Menunggu proses fermentasi secara berlangsung selama 14 hari untuk fermentor konvensional, sedangkan untuk fermentor dengan pengaduk dilakukan proses pengadukan pada hari ke-3, 6, 8, 10, 12, 14.

2.4 Metode Pengujian

Pengujian kualitas alat fermentor ini dilakukan dengan menggunakan limbah organik yang difermentasikan didalam fermentor selama 14 hari untuk satu sampel dengan variasi penambahan EM4 600 ml, setelah waktu tersebut maka akan dihasilkan beberapa hasil produk. Pengujian alat bertujuan untuk membandingkan kinerja fermentor dengan pengaduk dengan fermentor konvensional terhadap kualitas produk yang dihasilkan. Pengujian produk pupuk cair adalah dengan melihat kandungan kimia yang terdapat didalam produk. Adapun parameter yang diamati dalam penelitian ini yaitu:

2.4.1 Unsur Nitrogen (N)

Analisis Kandungan Nitrogen Kandungan N dianalisis dengan cara timbang teliti sebanyak 1 g sampel ke dalam tabung digestion lalu tambahkan 10 ml H₂SO₄ pekat dan campurkan selen/katalis ± 2 g atau seujung sendok teh, kemudian kerjakan penetapan blanko. Panaskan/destruksi selama 1,5 jam, kemudian destilasi dengan menambahkan 35 ml NaOH 40%, tamping destilat dalam asam borat sebanyak 25 ml. destilasi diakhiri apabila volume

destilat dalam penampungan sudah mencapai 50-75 ml. destilat dititrasi dengan larutan asam baku, yaitu H₂SO₄ 0,050 N atau HCl 1 N hingga titik akhir yaitu perubahan warna dari hijau menjadi merah muda (Saputri, 2021).

2.4.2 Unsur Fosfor (P)

Analisis Kandungan Fosfor Timbang teliti 2 g sampel dan masukkan ke dalam botol kocok, tambahkan 10 ml larutan HCl 25% dengan menggunakan pipet ukuran pipet volume 10 ml. kocok selama 30 menit lalu diamkan selama 1 x 24 jam kemudian saring dengan menggunakan kertas saring dan tamping larutan/filtratnya. Pipet 0,5 ml larutan/filtrate ke dalam tabung reaksi kemudian tambahkan 2 ml aquades (pengenceran 5x) dan kocok dengan vortex sampai homogeny. Selanjutnya pipet larutan tersebut dan deret standar P sebanyak 1 ml masing-masing ke dalam tabung reaksi. Tambahkan masing-masing 5 ml pereaksi campuran, kocok dengan vortex hingga homogeny kemudian diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 693 nm dengan deret standar P sebagai pembanding (Saputri, 2021).

2.4.3 Unsur Kalium (K)

Analisis Kandungan Kalium Timbang teliti 2 g sampel dan masukkan ke dalam botol kocok, tambahkan 10 ml larutan HCl 25% dengan menggunakan pipet ukuran pipet volume 10 ml. kocok selama 30 menit lalu diamkan selama 1 x 24 jam kemudian saring dengan menggunakan kertas saring dan tamping larutan/filtratnya. Pipet 0,5 ml larutan/filtrate dan tambahkan 9,5 ml aquades (pengenceran 20x) kocok dengan vortex hingga homogen kemudian diukur dengan flamefotometer/fotometer nyala dengan deret K sebagai pembanding (Saputri, 2021).

2.4.4 Suhu

Pengukuran suhu dilakukan secara berkala 3 hari sekali dimulai dari proses pembuatan sampai dengan hari terkahir menggunakan thermometer digital. Sebelum melakukan pengukuran suhu terlebih dahulu dilakukan pengadukan agar larutan fermentasi tercampur dengan baik, setelah itu masukkan termometer digital dan diamkan sampai angka suhu stabil.

2.4.5 pH

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebebasan yang dimiliki oleh suatu larutan. Larutan bersifat netral dengan pH ditetapkan sebagai 7,0. Larutan dengan pH kurang dari tujuh bersifat asam, dan larutan dengan pH lebih dari tujuh disebut basa (Awang *et al.*, 2009). Kebanyakan mikroba berfungsi pada kisaran pH 3-4, karena pH sangat penting maka biasanya dalam fermentasi parameter ini terus menerus dikontrol oleh cairan penyangga atau buffer atau suatu sistem control pH tertentu. Pengukuran pH dilakukan menggunakan alat pH meter pengukuran ini dilakukan pada media tanam dan dilakukan pada awal pembuatan dan setelah produk telah siap guna.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Fermentor Yang Diuji

Fermentor dirakit dengan mengikuti petunjuk dari bentuk modul gambar teknik yang sudah dibuat secara keseluruhan, agar mengurangi human error pada saat perakitan dan mengurangi kelebihan bahan atau over budgeting pada saat perakitan maka mengikuti instruksi dan desain gambar teknik yang sudah dibuat sesuaikan bentuk desain dan ukuran ukurannya. Fermentor yang dibuat ada dua jenis yakni fermentor konvensional (tanpa pengaduk) dan fermentor dengan pengaduk.

Fermentor konvensional atau tanpa pengaduk dibuat dengan kapasitas yang sama dengan fermentor dengan pengaduk yakni sebesar 25 L. Fermentor terdiri dari tabung kapasitas 20 L

berbahan plastik dengan ukuran diameter bawah dan diameter atas 22 cm, diameter tengah 32 cm serta tinggi 42 cm. Fermentor juga dilengkapi dengan penutup pada bagian atas agar proses pembuatan pupuk organik cair tidak terkontaminasi oleh kotoran lain. Bagian bawah dai tabung diberi keran $\frac{3}{4}$ Inch sebagai tempat keluarnya pupuk organik cair yang dihasilkan. Fermentor dengan sistem pengaduk memiliki dimensi tabung yang sama dengan fermentor tanpa pengaduk, perbedaan mendasar terletak pada tangkai pengaduk yang berada ditengah. Pengaduk yang digunakan terbuat dari pipa pvc $\frac{3}{4}$ Inch dengan tinggi total 55 cm. Pengaduk dilengkapi dengan 3 buah baling dengan panjang 7 cm dengan bahan yang sama dan dihubungkan dengan sambungan pipa $\frac{3}{4}$ Inch. Pengadukan dilakukan secara manual dengan cara memutar tangkai pengaduk yang berada pada bagian atas dari fermentor.

Menurut Oktavianto et.al (2020), Pencampuran di dalam tabung terjadi karena adanya gerak rotasi dari pengaduk dalam fluida. Gerak pengaduk ini memotong fluida tersebut dan dapat menimbulkan arus yang bergerak keseluruhan sistem fluida tersebut. Oleh sebab itu, pengaduk merupakan bagian yang paling penting dalam suatu operasi pencampuran fasa cair dengan tangki pengaduk. Pencampuran yang baik tergantung pada bentuk dan dimensi pengaduk yang digunakan, karena akan mempengaruhi keefektifan proses pencampuran, serta daya yang diperlukan. Kurniawan (2011), telah meneliti Pengadukan berfungsi untuk meratakan kontak antara substrat, enzim dan yeast, menjaga agar tidak terjadinya pengendapan di bawah bioreaktor dan pengadukan perlu dilakukan agar zat pereaksi dapat bertumbukkan dengan baik.

3.2 Kandungan Unsur Hara

Hasil panen pupuk organik cair yang sudah peneliti lakukan selama proses dekomposisi membutuhkan waktu lebih kurang 14 proses dekomposisi dalam kedua tabung fermentor, menghasilkan pupuk organik cair dengan warna coklat kehitam hitaman sebanyak kurang lebih 6 liter untuk masing-masing fermentor dengan aroma yang sedikit menyengat. selanjutnya akan diuji di laboratorium untuk mengetahui kandungan unsur hara N, P, K, berikut disajikan hasil uji laboratorium tersebut pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Kandungan Unsur Hara Fermentor Berpengaduk dan Konvensional

Jenis Fermentor	Kandungan Unsur Hara (mg/L)		
	N	P	K
Konvensional	46,90	0,738	0,979
Pengaduk	47,95	0,484	1,91

Sumber : Suganda et al,2024

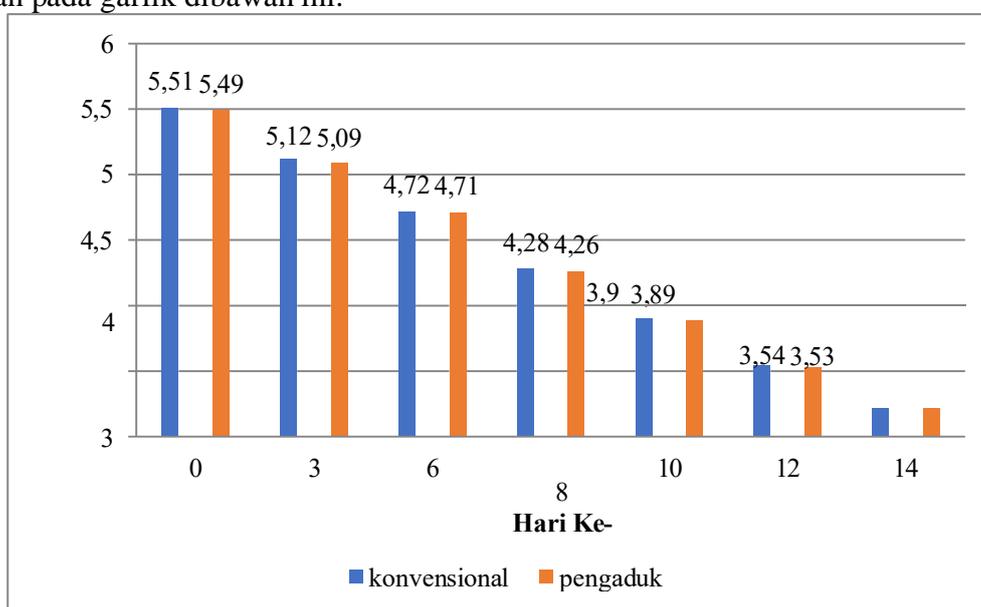
Berdasarkan tabel diatas, dapat dilihat bahwa kandungan unsur N dan K pada fermentor konvensional lebih rendah dibanding fermentor berpengaduk, tetapi kandungan unsur P pada fermentor Konvensional lebih tinggi dibanding fermentor berpengaduk. Kandungan unsur hara yang telah memenuhi SNI/19-7030-2015 hanya unsur Natrium dimana nilai standar untuk kandungan unsur N >0,40%, P₂O₅ >0,10% dan K₂O >0,20%. Melihat dari kandugan unsur N, maka fermentor berpengaduk lebih baik dibanding fermentor konvensional karena dapat menghasilkan pupuk organik cair dengan kandungan unsur Nitrogen yang lebih baik.

Hasil menunjukkan kandungan N akan naik seiring proses dekomposisi berjalan. (Sutedjo, 2008). Sehubungan dengan ini juga dijelaskan pada (Manullang et al, 2014), bahwa faktor yang mempengaruhi kadar N dalam pupuk organik cair adalah penipisan nitrogen selama fermentasi dan N dalam bentuk gas amoniak yang dihasilkan selama proses pengomposan dan mempengaruhi N yang dihasilkan.

Kandungan unsur P dapat dipengaruhi oleh jumlah unsur N yang terdapat dalam pupuk organik cair, semakin besar nitrogen dikandung maka multiplikasi mikroorganisme yang merombak fosfor akan meningkat, sehingga kandungan fosfor dalam pupuk juga meningkat (Yuli et al, 2011). Sementara itu, Kandungan unsur K akan bertambah dari seiring waktu karena mikroorganisme yang terdapat dalam bahan organik. Menurut (Esther, 2009) , kalium digunakan oleh mikroorganisme dalam bahan sebagai katalisator, dengan kehadiran bakteri dan aktifitasnya akan sangat berpengaruh terhadap peningkatan kalium. Kalium pada tanaman berperan dalam pembentukan karbohidrat dan protein, memperkuat jaringan tanaman dan pembentukan antibodi untuk membantu tanaman melawan penyakit kekeringan (Esther, 2009).

3.3 pH Pupuk Organik Cair

pH merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi aktivitas mikroorganisme dalam media penguraian bahan organik. semakin tinggi kadar pH dalam pengomposan maka semakin cepat terjadi penguraian bahan organik. Pengukuran pH dilakukan pada hari ke-0, 3, 6, 8, 10, 12, 14 disajikan pada garfik dibawah ini.



Gambar 2. Analisis Ph Pupuk Organik Cair Pada Dua Jenis Fermentor (Suganda et al, 2024).

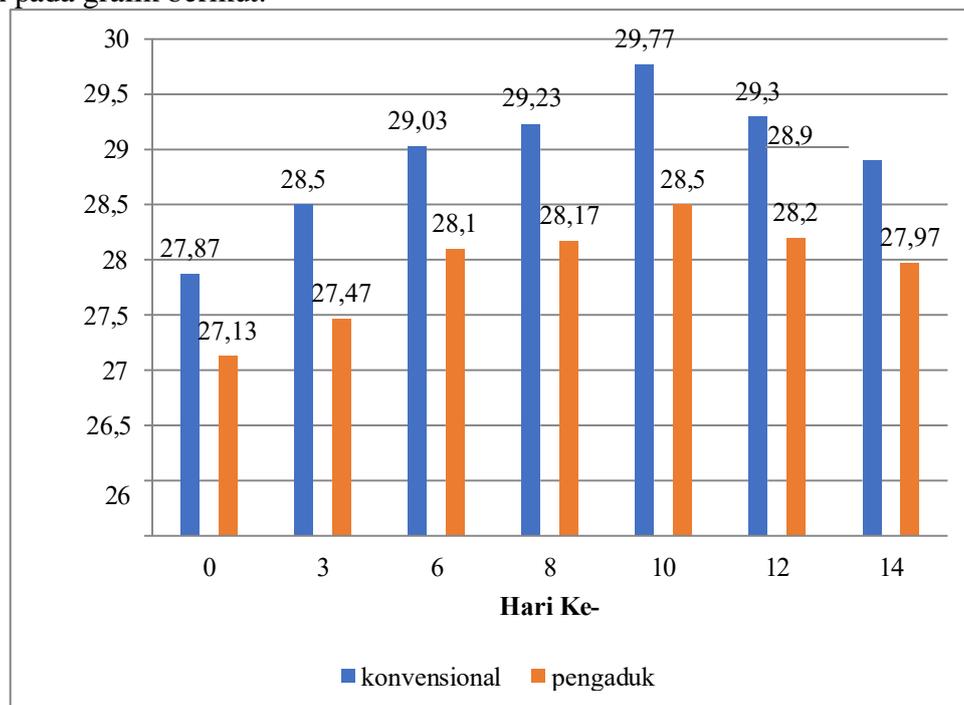
Berdasarkan grafik diatas, terlihat tidak ada perbedaan signifikan antara pH pupuk organik cair pada fermentor konvensional maupun berpengaduk. pH cenderung semakin semakin rendah. Hal ini disebabkan waktu fermentasi hanya 2 minggu saja. Hal ini berkaitan dengan pendapat Marsiningsih et al., (2015) menyatakan bahwa pada fermentasi, pH larutan cenderung menurun setelah minggu ketiga fermentasi dan meningkat kembali pada minggu keenam fermentasi. Selama fase regresi didalam kondisi asam, terjadi dekomposisi asam organik dan senyawa nitrogen terlarut dengan membentuk amonium, asam karbonat dan sebagian kecil CO₂, N₂ CH₄ dan H₂ sehingga pH kemudian akan naik kembali. Pernyataan tersebut didukung penelitian Suriawiria (2003) menjelaskan derajat keasaman pada pupuk yang mengalami peningkatan ataupun penurunan dikarenakan aktivitas bakteri seperti bakteri metanogen yang mengubah asam organik menjadi senyawa metana, amoniak dan CO₂.

Hasil pH pupuk organik cair penelitian ini berkisar 5,49 dan 5,51 pada hari pertama sedangkan 3,22 pada hari terakhir dimana pH pada fermentor konvensional cenderung lebih tinggi dibanding pH dengan pengadukan. Menurut standar mutu Permentan (2019) pH pupuk organik cair yang matang berkisar 4-9. Nilai pH juga dipengaruhi oleh aktivitas dan populasi mikroorganisme yang terdapat pada larutan. Keaktifan dan perkembangan populasi

mikroorganisme tergantung dari bahan organik sebagai sumber makanan, sehingga menyebabkan pH menjadi menurun (Handoko et al., 2020).

3.4 Suhu Pupuk Organik Cair

Suhu berperan penting dalam memberikan informasi tentang aktivitas mikroorganisme yang ada saat proses pengomposan. Suhu menandakan perubahan aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik. Penambahan EM4 yang terdiri dari beberapa mikroorganisme hidup yang menguntungkan bagi proses penyediaan unsur hara dalam tanah yang berfungsi dapat mempercepat proses pengomposan. Hasil pengukuran yang dilakukan selama 14 hari disajikan pada grafik berikut.



Gambar 3. Analisis Suhu Pupuk Organik Cair Pada Dua Jenis Fermentor (Suganda et al, 2024).

Hasil analisis menunjukkan bahwa suhu pada fermentor konvensional lebih tinggi dibanding dengan fermentor berpengaduk. Suhu terus naik hingga hari ke 10 dan selanjutnya mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan sejumlah energi pada larutan dilepaskan dalam bentuk panas pada perombakan bahan organik sehingga mengakibatkan naik turunnya suhu (Widarti et al., 2015).

Pengendalian suhu yang baik mencegah pertumbuhan mikroorganisme yang tidak diinginkan dan menjaga keberlanjutan nutrisi dalam pupuk, suhu lingkungan juga berdampak pada penyerapan nutrisi oleh tanaman dari pupuk organik cair. Suhu optimal membantu meningkatkan penyerapan nutrisi oleh akar tanaman, yang pada gilirannya mempromosikan pertumbuhan dan perkembangan yang sehat, oleh karena itu penting untuk memahami dan mengontrol suhu dengan benar dalam pembuatan dan penggunaan pupuk organik cair agar mencapai hasil yang optimal dalam pertanian (Tanti et al, 2019)..

Suhu lingkungan lebih rendah dari suhu optimal bagi mikroorganisme pengurai, suhu dalam komposter cenderung mengikuti suhu lingkungan dan menjadi lebih mendekati suhu ruang. Pengendalian suhu secara teratur dan pemantauan suhu menjadi penting dalam proses

pengomposan untuk memastikan kondisi yang optimal bagi mikroorganisme pengurai dan kualitas pupuk organik cair yang dihasilkan (Gunawan et al, 2015).

4 KESIMPULAN

Adapun Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah Fermentor konvensional dan berpengaduk merupakan fermentor yang dapat menghasilkan pupuk organik cair dengan bantuan katalis EM4; Pengadukan dalam proses pembuatan pupuk organik cair membantu meningkatkan kualitas pupuk organik cair itu sendiri yang dapat dilihat dari kandungan unsur hara yang lebih tinggi dibanding tanpa pengadukan.; Tingkat keasaman dan suhu pada fermentor berpengaduk cenderung lebih rendah dibanding fermentor konvensional selama 14 hari fermentasi. Adapun saran yang dapat penulis berikan terkait penelitian ini adalah perlu dilakukan penilitain lebih lanjut terhadap jenis pengaduk yang digunakan untuk pengadukan bahan dalam proses fermentasi pupuk organik cair untuk mendapatkan hasil yang lebih baik untuk kedepan.

DAFTAR PUSTAKA

- Awang, Y., Anieza, S, S., Rosli, B., Mohamad dan Ahmad. 2009. *Chemical and Physical Characteristics of Cocopeat-Based Media Mixtures and Their Effects on the Growth and Development of Celosia Cristata*. American: Journal of Agricultural and Biological Sciences 4 (1): 63-71.
- Esther L. Tobing. 2009. Studi Tentang Kandungan Unsur Hara Makro dan C/N dari Kompos Tumbuhan Kembang Bulan (*Tithonia Diversifolia*). Skripsi, Departemen Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Gunawan, R., Kusmiadi, R., & Prasetiyono, E. (2015). Studi pemanfaatan sampah organik sayuran sawi (*Brassica juncea* L.) dan limbah rajungan (*Portunus pelagicus*) untuk pembuatan kompos organik cair. *Enviagro: Jurnal Pertanian dan Lingkungan*, 8(1), 37-47..
- Handoko, B., Rochman, B. N., dan Kurniawati, A. (2020). Konsentrasi Larutan Gula dan Efektif Mikroorganisme terhadap Kualitas Pupuk Organik Cair Sampah Pasar. *Jurnal Ilmiah Media Agrosains*, 6(1), 1-6.
- Kurniawan, R., Juhanda, S., Syamsudin, R., & Lukman, M. A. (2011). Pengaruh jenis dan kecepatan pengaduk pada fermentasi etanol secara sinambung dalam bioreaktor tangki berpengaduk sel tertambat. *STU 10 Novemb*, 1-14.
- Manullang, G. S., Rahmi, A., & Astuti, P. (2014). Pengaruh jenis dan konsentrasi pupuk organik cair terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) varietas toसान. *Agrifor: Jurnal Ilmu Pertanian dan Kehutanan*, 13(1), 33-40.
- Marsiningsih, N. W., Suwastika, A. A. N. G., & Sutari, N. W. S. (2014). Analisis kualitas larutan mol (mikroorganisme lokal) berbasis ampas tahu. Skripsi. Konservasi Ilmu Tanah dan lingkungan. Fakultas Pertanian Universitas Udayana. Denpasar.
- Okafor, 2016. *Energi Alternatif Bahan Cair*. Universitas Hasnuddin Makassar.
- Oktavianto, P. O. P., Ma'ruf, A. M. R. A., Agus, Y. D. A. Y. D., Rojak, A. R. A., & Muchsin, A. M. A. (2021). Modifikasi Pengaduk Tangki Seksi 200 Pada Fasilitas pilot Conversion Plant (pcp). *PIN Pengelolaan Instalasi Nuklir*, 13(24).
- Peraturan Menteri Pertahanan Nomor : 01/Permentan/SR.140/10/2019 Tentang Persyaratan Minimal Teknis Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah
- Saputri, I. (2021). Analisis NPK pupuk organik cair dari berbagai jenis air cucian beras dengan metode fermentasi yang berbeda. *Jurnal Agrotech*, 11(1), 36- 42
- Simanungkalit, R. D. M. (2006). Pupuk organik dan pupuk hayati Organic fertilizer and biofertilizer.

- Suriawiria, U. (2003). Mikrobiologi Air. P.T Alumni Bandung.
- Sutedjo M.M., (2008). Pupuk dan Cara Pemupukan. Jakarta (ID) Rineka Cipta.
- Tanti, N., Nurjannah, N., & Kalla, R. (2019). Pembuatan pupuk organik cair dengan cara aerob. ILTEK: Jurnal Teknologi, 14(02), 68-73.
- Wibowo, Feri. Chairul. Irdoni S. 2015. Pengaruh Kecepatan Pengaduk dan Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Bioetanol Pada Fermentasi Nira Nipah Kental Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae*. JOM FTEKNIK. Vol 2(1)
- Widarti B.N., W.K.Wardhini dan E.Sarwono, (2015). Pengaruh Rasio C/N Bahan Baku pada Pembuatan Kompos dari Kubis dan Kulit Pisang. Jurnal Integrasi Proses 5(2): 75-80
- Yuli A. Hidayati, Kottelat M, Kartikasari SN, Anthony JW. . 2011. Kualitas Pupuk Cair Hasil Pengolahan Fesses Sapi Potong Menggunakan *Saccharomyces Cereviceae*. Jurnal Ilmu Ternak Vol. 11, No. 2