



Pembuatan Pupuk Organik Cair Dengan Pemanfaatan Limbah Cangkang Tiram (*Crassostrea Cuculata*)

Nafizah Khoiriyah Harahap¹, Masrullita^{2*}, Wiza Ulfa Fibarzi³, Sulhatun⁴, Suryati⁵

¹ Program Studi Teknik Kimia, Muara Batu, Aceh Utara 24355

² Program Studi Teknik Kimia, Muara Batu, Aceh Utara 24355

³ Program Studi Teknik Kimia, Muara Batu, Aceh Utara 24355

⁴ Program Studi Teknik Kimia, Muara Batu, Aceh Utara 24355

⁵ Program Studi Teknik Kimia, Muara Batu, Aceh Utara 24355

*Corresponding author: masrullita@unimal.ac.id

Abstrak: Cangkang tiram adalah jenis pupuk organik cair tertentu yang berasal dari hewan; cangkang ini mengandung nutrisi yang dibutuhkan tanaman. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui unsur hara apa saja yang terdapat pada pupuk organik cair hasil cangkang tiram. Penelitian ini dilakukan dengan menggabungkan molase, Effective Microorganism (EM4), asam humat, dengan variabel tetap yang digunakan adalah 300 gram cangkang kulit tiram yang sudah dihaluskan, air 1500 ml, dan asam humat sebanyak 50 gram. Waktu fermentasi merupakan variabel independen yang digunakan dalam penelitian ini adalah 14 hari, 18 hari, 22 hari, dan juga 26 hari dan variasi EM4 antara lain 30 ml, 45 ml, 60 ml, dan 75 ml. Fokus penelitian ini adalah menentukan cara terbaik penyiapan cangkang tiram untuk digunakan sebagai pupuk organik cair dan mengkaji pH, rasio C/N, konsentrasi nitrogen, dan kandungan C-organik. Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan didapatkan kandungan Nitrogen terbaik pada fermentasi hari ke 14, 18, dan 22 dengan volume EM4 75 ml yaitu sebesar 0,45%, 0,42%, dan 0,40%. Hasil analisis menunjukkan bahwa dengan volume EM4 75 ml, fermentasi hari ke-26 memiliki kandungan C-Organik paling tinggi yaitu sebesar 3,45% dimana semakin lama fermentasi yang dilakukan maka akan semakin besar C-Organik yang dihasilkan. Untuk hasil analisa pH yang dilakukan didapatkan kandungan pH yang sudah sesuai dengan Standarisasi Pupuk Organik Cair yaitu sekitar 4-9. Berdasarkan data rasio C/N, rasio C/N optimum sebesar 19,21% telah tercapai pada fermentasi hari ke-22 dengan volume EM4 75 ml. Dari hasil ini diperoleh bahwa semakin lama waktu fermentasi yang dilakukan akan menyebabkan kandungan Nitrogen dalam pupuk semakin sedikit, namun kandungan C-Organik dan rasio yang dihasilkan semakin besar. Lama waktu fermentasi juga mengakibatkan turunnya kadar pH.

Kata Kunci: Cangkang tiram, Effective Mikroorganism, Fermentasi, Molase, Pupuk Organik Cair dan Waktu Fermentasi

1. Pendahuluan

Kerang merupakan salah satu produk pelayaran yang dihasilkan Aceh, dan sebagian besar tenaga kerjanya bekerja di laut. Saat ini, limbah cangkang kerang tiram yang digunakan untuk pemupukan adalah salah satu jenis kerang di Indonesia. Biasanya cangkang kerang hanya digunakan dalam kombinasi pakan ternak, dekorasi, dan produk perawatan kulit. Cangkang



kerang terdiri dari kombinasi zat mineral, termasuk kalsium karbonat. Lebih dari 98,7% keseluruhan komposisi mineral terdiri dari Mg, N, P, K, dan Na, dan hanya 1,3% yang berasal dari Fe, Cu, Ni, B, Zn, dan Si (Fazrina, 2019).

Cangkang tiram memiliki kandungan mineral yang dapat membuatnya berguna sebagai pupuk pertanian. Penggunaan cangkang tiram sebagai pupuk pertanian biasanya melibatkan penggilingan cangkang menjadi bentuk yang lebih halus dan penyebaran di atas tanah. Ini dapat membantu meningkatkan kandungan kalsium dalam tanah dan memberikan manfaat bagi tanaman. Namun, penggunaan cangkang tiram sebagai pupuk harus dilakukan dengan hati-hati untuk menghindari overfertilization atau masalah pH tanah yang berlebihan, tergantung pada kondisi tanah dan kebutuhan tanaman yang ditanam. Padahal kandungan cangkang tiram seperti kalsium karbonat memiliki beberapa manfaat yang baik jika dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair antara lain dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap tanaman lain dan penyakit, mendorong perkembangan dan kemajuan tanaman, meningkatkan kesuburan tanah, dan menetralkan pH tanah.

Selain itu, kandungan karbon mempunyai berbagai fungsi, seperti meningkatkan kesuburan tanah, mengatasi kekurangan hara, meningkatkan aktivitas mikroorganisme, dan mencegah degradasi tanah. Fungsi nitrogen yang bergungsi sebagai penyusun protein dan pertumbuhan pucuk tanaman dan pertumbuhan vegetatif, Selain mempercepat fermentasi bahan organik, bioaktivator juga dapat mereduksi bau yang dihasilkan dari hasil samping pengomposan. Penambahan biokativator memperepat laju reaksi fermentasi jika tanpa biokativator [Idawati, I., dkk., 2017] dan penambahan bahan EM4 mempercepat proses fermentasi pada pembuatan pupuk cair.

Penelitian pembuatan pupuk organik cair ini sudah pernah dilakukan sebelumnya, yang membedakan dengan yang sebelumnya adalah mengganti cangkang kerang darah menjadi cangkang kerang tiram, dan memvariasikan penggunaan EM4 yaitu 30 ml, 45 ml, 60 ml, dan 75 ml, dan variasi waktu fermentasi yaitu 14 hari, 18 hari, 22 hari dan 26 hari. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya maka peneliti akan melakukan penelitian yang berjudul "Pembuatan Pupuk Organik Cair Dengan Pemanfaatan Cangkang Kerang Tiram (*Crassostrea Cuculata*).

2. Metode

a. Bahan dan Peralatan

Adapun bahan pada penelitian yaitu limbah cangkang kerang tiram, *effective microorganism*, gula merah, Molase, asam humat, air, $K_2Cr_2O_7$ 0,5 N, H_2SO_4 , selenium mixture, aquades, NaOH 40%, asam borat 1%, dan indicator conway. Adapun peralatan yang digunakan adalah Botol plastik 1500 ml, timbangan, pH meter, *furnace*, blender, dan gelas ukur, spektrofotometer UV-VIS, labu ukur, labu didih destilator,

b. Metode Penelitian

Adapun metode penelitian ada 6 tahapan, tahap pertama yaitu aktivasi EM4. Siapkan EM4 sebanyak 30 ml, 45 ml, 60 ml, dan 75 ml, kemudian tiap-tiap volume EM4 dimasukkan ke dalam botol plastik 1500 ml. Kemudian kedalam botol plastik ditambahkan molase dengan perbandingan 1:1 dengan volume EM4 kemudian ditambahkan juga air hingga botol plastik penuh. Setelah diisi dengan air, botol plastik digoyangkan hingga EM4, dan molase tercampur. Lalu didiamkan selama 7 hari sehingga EM4 telah teraktivasi.

Tahapan kedua yaitu pembuatan pupuk organik cair dari cangkang kerang tiram. Langkah pertama yaitu cangkang kerang tiram dicuci hingga bersih untuk menghilangkan bau amis yang

terdapat pada cangkang. Setelah cangkang sudah bersih, cangkang tiram dijemur untuk menghilangkan air nya. Cangkang tiram yang telah halus kemudian dihaluskan dan diayak hingga menjadi tepung. Setelah mejadi bubuk, bubuk cangkang kerang tiram dimasukkan kedalam botol EM4 yang telah diaktivasi, dimana untuk setiap botol EM4 ditambahkan bubuk cangkang kerang tiram sebanyak 300 gram, dan ditambahkan juga asam humat sebanyak 45 gram. Setelah itu botol plastic yang telah ditambahkan bubuk cangkang tiram dan asam humat diaduk hingga homogen. Setelah homogen biarkan pupuk terfermentasi, dimana waktu fermentasi yaitu selama 14 hari, 18 hari, 23 hari dan 27 hari. Setelah difermentasi maka konsentrasi pupuk dianggap 100% dan akan dilakukan uji kandungan pada pupuk organik cair.

Pengujian kadar C-Organik adalah langkah ketiga dalam proses ini. Isi labu ukur 100 ml dengan 10 ml sampel. Kemudian ditambahkan larutan H_2SO_4 dan larutan $K_2CR_2O_7$ 1N. Selanjutnya sampel dikocok setiap 15 menit selama 30 menit. Selanjutnya, tambahkan air suling ke dalam sampel dan diamkan beberapa saat lagi hingga suhu larutan turun sebelum tanda batasnya. Sampel sekali lagi dibiarkan selama satu malam. Selanjutnya dilakukan pengukuran dengan spektrofotometer UV-VIS dengan panjang gelombang 570 nm.

Pada tahap keempat, sampel yang akan digunakan diukur menjadi 10 mililiter dan dimasukkan ke dalam labu ukur. Setelah sampel ditambahkan dengan campuran selenium 0.25 gram dan 3 mililiter H_2SO_4 , campuran dicampur secara merata dan didiamkan selama dua jam. Larutan didestruksi sampai sempurna pada suhu bertahap dari $150^\circ C$ hingga $350^\circ C$, dan cairan yang berwarna jernih dihasilkan. Untuk mencegah larutan mengkristal, sedikit aquades ditambahkan untuk mendinginkan larutan. Setelah larutan dimasukkan ke dalam labu didih destilator dengan volume 250 mililiter, aquades dan 10 mililiter NaOH 40% ditambahkan hingga setengah volume labu didih. Dibuat penampung destilat dengan sepuluh mililiter asam borat 1% di dalamnya. Menggabungkan 100 mililiter Erlenmeyer dengan tiga tetes indikator Conway hingga larutan mencapai sekitar 75 mililiter.

Tahap yang kelima yaitu proses pengujian kadar Rasio C/N Perbandingan nilai total nitrogen dan total C-organik yang diperoleh dari data analisis digunakan untuk menentukan rasio C/N

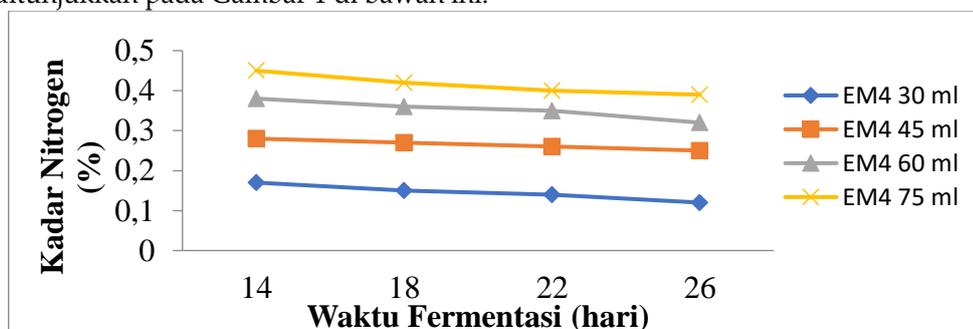
$$\text{Perhitungan : Ratio C/N} = \frac{\text{Nilai C-Organik}}{\text{Nilai N Total}}$$

Tahap yang keenam yaitu proses pengujian pH dengan menggunakan alat pH meter. Dimana pH meter dicelupkan ke dalam botol sampel, setelah nilai pH keluar pH meter dibilas dengan aquadest. Dilakukan hal yang sama untuk setiap botol sampel.

3. Hasil dan Pembahasan

a. Hasil Pengaruh Waktu Fermentasi dan Volume EM4 terhadap Kadar Nitrogen Pada Pupuk Organik Cair

Nilai nitrogen kompos yang difermentasi dengan aktivator EM4 sebanyak 30 ml, 45 ml, 60 ml, dan 75 ml dalam waktu 14, 18, 22, dan 26 hari ditentukan berdasarkan hasil penelitian laboratorium. Data ini ditunjukkan pada Gambar 1 di bawah ini.

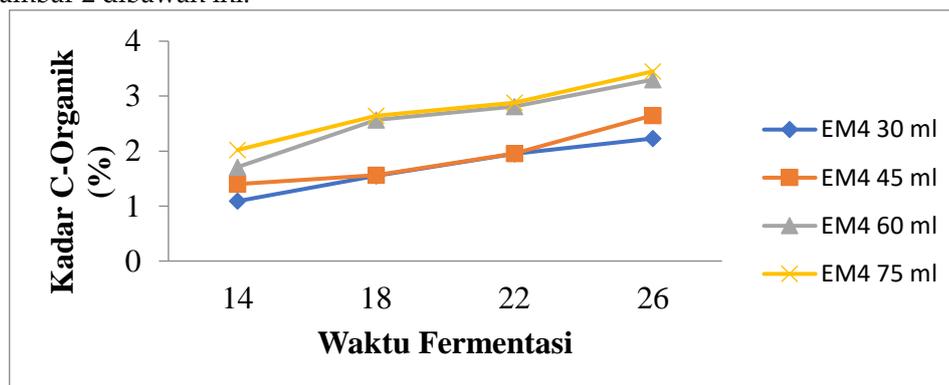


Gambar 1. Grafik Pengaruh Waktu Fermentasi dan Volume EM4 terhadap Kadar Nitrogen Pada Pupuk Organik Cair

Gambar diatas menunjukkan hubungann antara kadar Nitrogen dengan waktu fermentasi 14 hari, 18 hari, 22 hari, dan 26 hari dengan variasi volume EM4 30 ml, 45 ml, 60 ml, dan 75 ml. Hasil nitrogen adalah 0,17%, 0,15%, 0,14%, dan 0,12% pada volume EM4 30 mililiter. Kadar nitrogennya adalah 0,20%, 0,18%, 0,16%, dan 0,13% pada volume EM4 45 ml. Kadar nitrogen diukur sebesar 0,21%, 0,18%, 0,15%, dan 0,14% pada volume EM4 60 ml. Selanjutnya, kandungan nitrogen diperiksa dalam sampel EM4 75 ml dan ditemukan 0,23%, 0,17%, 0,16%, dan 0,15%. Selama proses fermentasi, jumlah nitrogen yang dihasilkan semakin menurun pada hari ke 18, 22, dan 26. Hal ini terjadi ketika nutrisi menjadi semakin langka dan evolusi mikroorganisme melambat, menyebabkan sel berhenti membelah atau mencapai keadaan keseimbangan antara keduanya. sel hidup dan sel mati. Saat ini, aktivasi mikroba akan menurun, dan volume serta biomassa bahan akan menyusut. Hal ini juga disebabkan oleh fakta bahwa pupuk kehilangan unsur N selama fermentasi dalam bentuk mineral NH_3 , yang kemudian menguap ke atmosfer. Menurut Sibirian (2016), nilai nitrogen turun karena aksi metabolisme sel, yang menyebabkan nitrogen dicerna dan hilang sebagai amonia melalui penguapan (hilang di udara bebas).

b. Hasil Pengaruh Waktu Fermentasi dan Volume EM4 terhadap Persen C-Organik

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan di laboratorium didapatkan data nilai C-Organik pada pupuk kompos yang difermentasi dengan volume aktivator EM4 30 mililiter, 45 mililiter, 60 mililiter dan 75 mililiter dalam waktu 14, 18, 22 hari, dan 26 hari yang dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



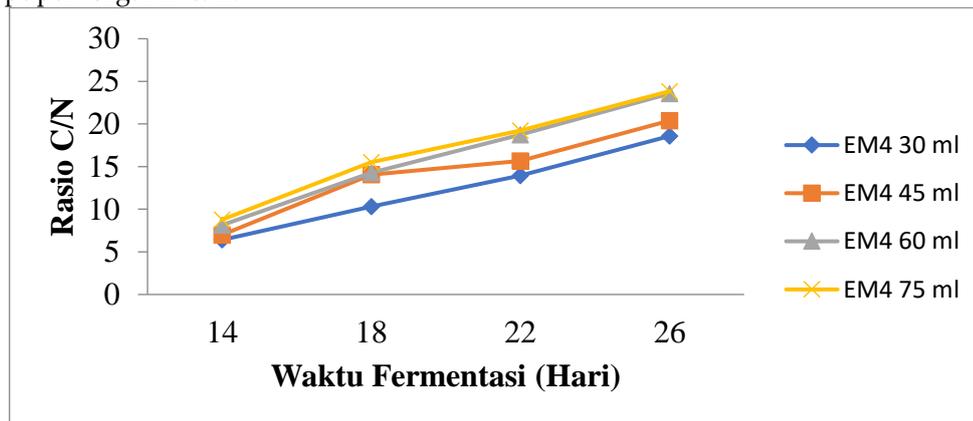
Gambar 2. Grafik Pengaruh Waktu Fermentasi dan Volume EM4 terhadap Kadar C-Organik Pada Pupuk Organik Cair

Dengan perubahan volume EM4 sebesar 30 mililiter, 45 mililiter, 60 mililiter, dan 75 mililiter, gambar di atas menggambarkan hubungan kadar C-Organik dengan lama fermentasi 14 hari, 18 hari, 22 hari, dan 26 hari. Pada volume EM4 30 ml didapat kandungan C-Organik 1,09%, 1,55%, 1,95% dan 2,23%. Pada volume EM4 45 ml didapat kandungan C-Organik 1,40%, 1,56%, 2,75%, dan 2,88%. Pada volume EM4 60 ml didapat kandungan Nitrogen 1,71%, 2,57%, 2,81%, dan 3,30%. Kemudian pada volume EM4 75 ml didapat kandungan Nitrogen 2,02%, 2,64%, 2,88%, dan 3,45%. Interval waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan fermentasi meningkatkan kandungan C-organik kompos karena lamanya fermentasi mempengaruhi kerja pupuk. Dengan demikian, kandungan C-organik dalam pupuk kompos meningkat dengan waktu fermentasi yang lebih lama. Menurut Sundari (2014) "selama proses fermentasi berlangsung, peran C-organik dalam pupuk kompos sangat dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik".

Lebih lanjut Pinandita (2017) "melaporkan bahwa peningkatan kadar C organik disebabkan oleh pemanfaatan mikroba sebagai sumber energi untuk menguraikan bahan". Sedangkan menurut Trivana dan Pradhana (2017), "bahan organik yang ada di dalamnya memenuhi kebutuhan mikroba untuk bertahan hidup". Karena cangkang tiram sendiri sudah mengandung karbon sebesar 80%-95% sehingga kebutuhan C-organik sudah terpenuhi. Dari analisis kadar C-organik pupuk kompos telah memenuhi syarat sebagai pupuk kompos pada semua perlakuan.

c. Hasil Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Rasio C/N

Gambar 3 di bawah ini menampilkan hasil penelitian mengenai konsentrasi rasio C/N pada sampel pupuk organik cair.



Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Waktu Fermentasi dan Volume EM4 terhadap Hasil Rasio C/N Kadar Nitrogen Pada Pupuk Organik Cair

Rasio C/N ditampilkan pada Gambar 4.3 pada tanggal 14 hari, 18 hari, 22 hari, dan 26 hari fermentasi. Dengan bioaktivator EM4 30 mililiter, rasio C/N mencapai 6,41% pada tanggal 14 hari, 18 hari, 22 hari, dan 24 hari fermentasi. 10,33%, 13,93%, dan 18,58%, dengan EM4 45 ml didapatkan rasio C/N sebanyak 5%, 6%, 10,18%, dan 11,52%, dengan EM4 60 ml didapatkan rasio C/N sebanyak 4,5%, 7,14%, 8,03, dan 10,31%. Dan terakhir dengan menggunakan EM4 sebanyak 75 ml didapatkan sebanyak 4,49%, 6,29%, 7,2%, dan 8,85%. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa rasio C/N dalam pupuk organik cair dari cangkang tiram ini semakin meningkat seiring dengan jumlah EM4 yang digunakan dan lama waktu fermentasi yang dipakai. Hal ini menunjukkan bahwa rasio C/N mengalami waktu peningkatan pada setiap waktu fermentasi.

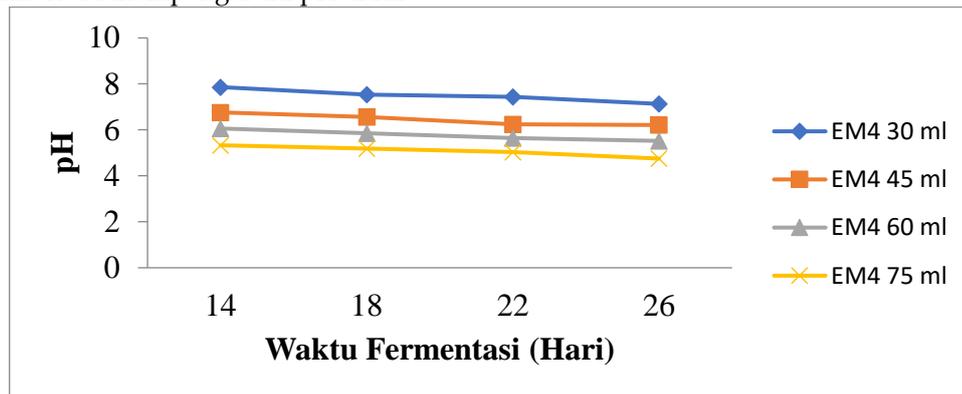
Semakin tinggi rasio C/N nya berarti menunjukkan kandungan organik yang relative tinggi. Sedangkan semakin rendah rasio C/N menunjukkan naiknya kadar nitrogen yang dihasilkan begitupun sebaliknya. Perbandingan rasio C/N dapat mempengaruhi tingkat kematangan kompos, menurut Natasya dkk. (2020). Rasio yang tinggi menunjukkan bahwa kompos belum matang seluruhnya terurai (belum matang), namun rasio yang rendah masih dapat diserap tanaman. Suhu kompos yang masih tinggi menunjukkan masih adanya mikroba yang mengolah kompos. Karena pupuk tersebut belum terurai seluruhnya, maka hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk organik cair belum matang. Tingkat kematangan pupuk ditunjukkan dengan rasio C/N dalam bentuk cair.

Putra dan Ratnawati (2019) menyatakan bahwa kandungan c-organik POC merupakan unsur hara makro yang mendorong pertumbuhan tanaman dan menjadi unsur hara bagi mikroba tanah sehingga mempercepat disintegrasi unsur hara dalam tanah. Rasio C/N yang layak untuk

pupuk organik cair adalah antara 10% dan 20%, sesuai dengan persyaratan kualitas (Standar Kualitas Pupuk Cair Organik SNI: 19-7030-2020). Salah satu cara untuk mengukur proses fermentasi adalah dengan melihat rasio C/N. Jika tetap antara 10% dan 20%, saat itulah pupuk sudah diendapkan. Sebaliknya, rasio C/N yang rendah akan menghasilkan lebih sedikit nitrogen, sehingga memperlambat proses fermentasi (Gunawan dan Surdiyanto, 2001).

d. Hasil Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap pH

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, Gambar 4 menggambarkan bagaimana lama fermentasi mempengaruhi pH akhir:



Gambar 4 Grafik Pengaruh Waktu Fermentasi dan Volume EM4 terhadap pH Pada Pupuk Organik Cair

Hubungan antara kadar pH sampel pupuk organik cair dengan lama fermentasi digambarkan pada grafik di atas. Dimana semakin lama waktu fermentasi yang digunakan maka pH yang dihasilkan juga akan semakin rendah. Seperti yang dapat kita lihat pada grafik diatas dimana ph yang dihasilkan semakin turun. Dimana pH yang dihasilkan pada hari ke 14, hari ke 18, hari ke 22, dan hari ke 26 semakin menurun. Pada penambahan EM4 30 ml pH yang dihasilkan yaitu 8,86, 8,77, 8,44, dan 8,13 pada penambahan EM4 45 ml pH yang dihasilkan yaitu 7,76, 7,56, 7,24, dan 7,21 pada penambahan EM4 60 ml pH yang dihasilkan yaitu 6,92, 6,51, 6,44, dan 6,31 dan yang terakhir dengan penambahan EM4 75 ml pH yang dihasilkan yaitu 5,98, 5,75, 5,64, dan 5,51.

Apabila pembacaan pH memenuhi Baku Mutu Pupuk Organik Cair, maka pH 4 hingga 9 dianggap optimal untuk aplikasi. Karena banyak mikroorganisme yang terlibat dalam pengomposan mengubah bahan organik menjadi asam organik, pH akan turun pada awal proses fermentasi. Langkah selanjutnya melibatkan konversi asam organik yang dihasilkan oleh berbagai jenis mikroba, sehingga menghasilkan bahan dengan pH tinggi yang hampir netral, yang merupakan tanda bahwa pupuk sudah matang (Mailola, 2019).

Karena keterlibatan langsung mikroorganisme dalam proses fermentasi, periode fermentasi yang lebih lama tidak selalu berarti peningkatan pH. karena ini terkait dengan asam yang dihasilkan mikroorganisme. Semakin lama proses fermentasi, semakin besar jumlah karbohidrat yang digunakan bakteri untuk spesifikasi metabolismenya, sehingga meningkatkan kemampuannya dalam membuat asam laktat. Semakin tinggi kadar asam laktat ditunjukkan dengan semakin rendahnya pH (Yuwono, 2006)

Kadar pH cenderung berubah-ubah dan tidak konstan. Setelah proses fermentasi selesai, nilai pH turun. Menurut Purba (2019), bakteri asam laktat khususnya *Lactobacillus* sp. aktif selama

penguraian komponen organik POC substrat sehingga menyebabkan penurunan pH. Asam organik yang dihasilkan selama fermentasi menghasilkan gas CO₂ terlarut yang bersifat asam, dan hal ini menyebabkan pH turun selama proses berlangsung (Fadilah, 2018).

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa:

1. Pada pupuk organik cair, kadar nitrogen, C-organik, dan C/N optimal dicapai setelah fermentasi selama 14 hari. Volume efektif mikroorganisme (EM-4) adalah 75 ml setara dengan 0,45% untuk nitrogen (N), C-organik membutuhkan waktu 26 hari, dan volume efektif mikroorganisme (EM-4) adalah 75 ml setara dengan 3,45%, dan waktu yang dibutuhkan untuk rasio C/N adalah 22 hari, dengan volume efektif mikroorganisme (EM-4) sebesar 45 ml atau 10,18%.
2. pH yang dihasilkan dari penelitian ini sudah sesuai Standar Kualitas Pupuk Organik Cair dengan SNI 19-7030-2004 yaitu sebesar 4-9.
3. Kandungan Nitrogen yang dihasilkan dalam sampel pupuk organik cair semakin menurun seiring dengan lamanya waktu fermentasi.
4. Rasion C/N mengalami peningkatan pada setiap waktu fermentasi dimana jika rasio C/N yang dihasilkan tinggi maka kandungan Nitrogen yang dihasilkan akan semakin kecil.
5. Produksi C-Organik meningkat seiring dengan banyaknya EM4 yang digunakan.

5. Daftar Pustaka

- Fadilah Umi, Made Mahaputra W.I., Semadi Antara N. 2018. *Studi Pengaruh pH Awal Media dan Lama Fermentasi pada Proses Produksi Etanol dari Hidrolisat Tepung Biji Nangka dengan Menggunakan Saccharomyces cerevisiae*. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri 6 (2) : 92 – 102. <https://doi.org/10.24843/JRMA.2018.v06.i02.p01>
- Fazrina, F., & Yursilla, W. (2019). *Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Sebagai Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (Brassica* JESBIO: Jurnal Edukasi Dan Sains Biologi, VIII(2), 25–33. <http://jkip.umuslim.ac.id/index.php/jesbio/article/view/477>
- Idawati, I., Rosnina, R., Jabal, J., Sapareng, S., Yasmin, Y., dan Yasin, S.M. (2016). *Penilaian Kualitas Kompos Jerami Padi dan Peranan Biodekomposer dalam Pengomposan,* J. TABARO Agric. Sci., 1(2): 127-135. <http://dx.doi.org/10.35914/tabaro.v1i2.30>
- Mailola, Anli Kusumadewi, Adib Suyanto, Bambang Suwerda. 2019. *Kandungan N, P,K Dan Ph Pupuk Organik Cair Dari Sampah Buah Pasar Berdasarkan Varisasi Waktu*. Jurnal Kesehatan Lingkungan. 11(2): 92-99. ISSN 2579-3896 <https://doi.org/10.29238/sanitasi.v11i2.945>
- Natasya Hasna Afifah, Iwan Juwana, Mohamad Satori. 2020. *Studi Komparasi Komposter Berbasis Masyarakat*. Jurnal Institut Teknologi Nasional. 1(9): 34-44. <https://doi.org/10.26760/rekalingkungan.v9i1.34-44>
- Pinandita, A.M.K., Biyantoro, D., & Margono. (2017). *Pengaruh Penambahan EM-4 dan Molasses terhadap Proses Composting Campuran Daun Angsana (Pterocarpus indicun) dan Akasia (Acacia Auriculiformis)*. Jurnal Rekayasa Proses. 11(1): 19–23. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.19145>
- Putra, B. W. R. I. H., & Ratnawati, R. (2019). *Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Buah dengan Penambahan Bioaktivator EM4*. Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan, 11(1), 44–56. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol11.iss1.art4>
- Purba, J. H., Wahyuni, P. S., & Febryan, I. (2019). *Kajian Pemberian Pupuk Kandan Ayam Pedaging*



- dan Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Petsai (*Brassica Chinensis L.*). *Agro Bali: Agricultural Journal* 2(2), 77-88. <https://doi.org/10.37637/ab.v2i2.383>
- Trivana, L., A. Y. Pradhana, (2017), *Optimalisasi Waktu Pengomposan dan Kualitas Pupuk Kandang dari Kotoran Kambing dan Debu Sabut Kelapa dengan Bioaktivator PROMI dan Orgadec*, *J. Sain Vet.*, 35(1): 136- 144. <https://doi.org/10.22146/jsv.29301>
- Yuwono, T., 2006. *kecepatan dekomposisi dan kualitas kompos sampah organic*. *Jurnal Inovasi Pertanian*. vol. 4, no.2. Jakarta. <https://doi.org/10.33366/bs.v14i2.350>