

PEMANFAATAN LIMBAH CAIR SINGKONG DAN INDUSTRI TEMPE KEDELAI SEBAGAI ALTERNATIF PUPUK ORGANIK CAIR

Ika Lia Novenda¹⁴, Pujiastuti¹⁵, Setyo Andi Nugroho¹⁶

Abstrak. *Cassava and soybean industry has a high level of waste production, and yet have the technology to reduce pollution. Industrial liquid waste is discharged directly into water bodies without any processing will occur blooming (deposition of organic material at disposal), the process of decay and growth of pathogenic microorganisms. These conditions cause the stench and disease organisms. So. The problem can be solved by the cassava and soybean liquid waste be valuable end products a manner to manage it as an organic liquid fertilizer. This research aims to determine the influence of the environment (pH and temperature), BOD and nutrient content of C and N of the effect of industry concentration EM4 with tapioca waste and industrial waste tempe on the quality of liquid fertilizer. Liquid organic fertilizer conducted 4 weeks with different concentrations of each sample (K1, K2, K3, K4, K5, K6). Fertilizer conducted facultative anaerobes which provides a 10-liter bucket, the lid is provided with a hole size of 2 mm by 1 piece, and once a week conducted physical observations of fertilizer that is pH and temperature. week 4 BOD test, and test the nutrient content of Organic C and N Total. The results showed pH measurement 3rd week suffered the smallest pH of 4.1. Measurement of the temperature reached the peak temperature also on the 3rd week of 37oC. The BOD contained in the sample K4 at 4.6 mg / l and BOD lowest in K6 sample is 3.1 mg / l. Research shows Organic C content ranged from 4.32% to 4.92%, while the content of N-total ranged from 0.88% to 1.87%. From the research of the most good nutrient used as organic manure is sampled K6 (200 ml EM4 + 300 ml + 2500 ml Cassava Waste waste tempe).*

Key words: *EM4, BOD, Waste, Cassava, Tempe, Organic Liquid Fertilizer*

PENDAHULUAN

Industri merupakan salah satu kegiatan ekonomi yang cukup strategis untuk meningkatkan pendapatan dan perekonomian masyarakat secara cepat (Rizky *et al.* 2012). Akan tetapi, selain memberikan dampak yang positif ternyata perkembangan di sektor industri juga memberikan dampak yang negatif berupa limbah industri bila tidak dikelola dengan baik dan benar akan menyebabkan pencemaran, sehingga pembangunan yang berwawasan lingkungan tidak tercapai (Aliya *et al.* 2004; Rizky *et al.* 2012).

Jember merupakan salah satu kota yang penduduknya cukup banyak memiliki usaha pengolahan singkong baik untuk keripik, tape, cake dan lain-lain. Selain pengolahan singkong, juga banyak industri yang memanfaatkan kedelai sebagai bahan dasar tempe. Industri singkong dan pabrik tempe dilakukan dengan teknologi sederhana,

¹⁴ Dosen Prodi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember

¹⁵ Dosen Prodi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember

¹⁶ Tenaga Pengajar Universitas Islam Jember

menggunakan bahan baku masih rendah dan tingkat produksi limbah tinggi (Rika *et al.* 2013). Sumber daya manusia yang terlibat memiliki pendidikan rendah, serta belum memiliki teknologi untuk mengurangi pencemaran (Aliya *et al.* 2004).

Limbah Industri makanan dan minuman merupakan penyumbang bahan organik yang cukup besar karena kadar BOD, COD, dan NH₃ limbah tersebut sangat tinggi. Jumlah limbah sangat besar dan dapat mencemari lingkungan. Dalam rangka pengendalian pencemaran lingkungan oleh limbah industri, Pemerintah Republik Indonesia telah mengeluarkan PP No. 82 tahun 2001 tentang pengolahan air limbah dan pengendalian pencemaran air dan KepMen LH No. 51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair industri bagi kegiatan industri. Perundang-undangan tersebut mewajibkan setiap industri melakukan pengolahan limbah sampai memenuhi persyaratan baku mutu air limbah sebelum dibuang ke lingkungan yaitu kadar COD sebesar 100 mg/l, BOD₅ sebesar 50 mg/l, dan amonia sebesar < 0,02 mg/l. Jika limbah cair industri tempe tersebut dibuang langsung ke badan perairan tanpa proses pengolahan akan terjadi blooming (pengendapan bahan organik pada badan perairan), proses pembusukan dan berkembangnya mikroorganisme patogen. Kondisi ini menimbulkan bau busuk dan sumber penyakit, sehingga penetrasi sinar ke dalam air berkurang. Akibatnya terjadi penurunan kecepatan fotosintesis oleh tanaman air dan kandungan oksigen terlarut dalam air menurun secara cepat. Selanjutnya terjadi gangguan pada ekosistem air sehingga kondisi dalam air menjadi anaerobik (Ni Luh *et al.* 2008).

Permasalahan tersebut, dapat diatasi dengan cara memanfaatkan limbah cair singkong dan pabrik tempe menjadi produk akhir yang lebih bernilai dengan cara mengelolanya sebagai pupuk cair organik yang juga berguna untuk membantu penyelamatan lingkungan karena mengurangi penggunaan pupuk kimia yang dapat menyebabkan degradasi lahan (Rizky *et al.* 2012; Sintha 2008).

Pupuk organik terdapat dalam bentuk padat dan cair. Kelebihan pupuk organik cair adalah unsur hara yang terdapat didalamnya lebih mudah diserap tanaman (Murbando 1990). Sebagian besar petani masih tergantung pada pupuk anorganik karena mengandung beberapa unsur hara dalam jumlah yang banyak, padahal jika pupuk anorganik digunakan secara terus-menerus akan menimbulkan dampak negatif terhadap kondisi tanah (Indriani, 2004).

Pembuatan pupuk organik cair untuk mempercepat kematangan ditambah dengan *effective inoculant* atau aktivator (Saptoadi 2001). Penggunaan *Effective Microorganism* (EM4) dalam mempercepat pembuatan pupuk cair dianggap sebagai teknologi karena bertujuan untuk mempercepat proses fermentasi (Higa dan Wididana 1994). *Effective Microorganism* merupakan kultur campuran berbagai jenis mikroorganisme yang bermanfaat (bakteri fotosintetik, bakteri asam laktat, ragi aktinomisetes dan jamur fermentasi) yang dapat meningkatkan keragaman mikroba tanah. Pemanfaatan EM4 dapat memperbaiki pertumbuhan dan hasil tanaman (Erickson *et al.* 2013).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lingkungan (pH dan temperatur), BOD, dan kandungan C dan N dari pengaruh EM4 dengan konsentrasi industri limbah tapioka dan industri limbah tempe terhadap kualitas pupuk cair.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada minggu ke-1 hingga minggu ke-4. Penelitian dilakukan di beberapa tempat yaitu pembuatan pupuk cair dan analisa kandungan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) di Laboratorium Pendidikan Biologi Universitas Jember, analisis uji kandungan C Organik, N Total di laboratorium tanah Politeknik Negeri Jember. Sampel limbah cair singkong di ambil dari Pabrik tepung tapioka CV Sumber Rejeki Putra Jaya Patrang jember. Sampel limbah cair industri tempe di ambil dari CV Pabrik Tempe Sumbermas Jl. Ciliwung Gang 1 No. 70 Jember.

Peralatan yang digunakan adalah ember dengan ukuran 10 liter sebagai komposter, pisau, termometer, plastik klip, neraca analitik, Broadmaker, neraca digital, gelas piala, erlenmeyer, pH meter, tissue, label, alumunium foil, spray dengan ukuran 1000 ml dan batang pengaduk. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah cair industri singkong dan limbah cair dari pabrik tempe di Jember, Bioaktifator menggunakan EM4, gula, dan aquades.

Pembuatan pupuk dilakukan dengan anaerob fakultatif yaitu menyediakan ember berukuran 10 Liter, pada bagian tutup di berikan lubang dengan ukuran 2 mm. Penutup ember diberi lubang (ventilasi udara) dengan diameter 2 mm sebanyak 1 buah. Lubang berfungsi memasukkan udara dalam rangka menjaga kelembaban. Setiap seminggu sekali dilakukan pengamatan fisik pupuk yaitu meliputi warna, pengukuran suhu dan

pH. Proses pembuatan pupuk organik cair dilakukan selama 4 minggu. Pembuatan pupuk organik cair perlakuan konsentrasi (K1,K2,K3,K4,K5,K6). Perlakuan penelitian tentang perbedaan konsentrasi limbah industri terhadap kualitas pupuk cair yaitu:

- a. K1 (200 ml EM4 + 1800 ml Limbah Singkong + 1000 ml limbah tempe)
- b. K2 (200 ml EM4 + 1000 ml Limbah Singkong + 1800 ml limbah tempe)
- c. K3 (200 ml EM4 + 1500 ml Limbah Singkong + 1300 ml limbah tempe)
- d. K4 (200 ml EM4 + 1300 ml Limbah Singkong + 1500 ml limbah tempe)
- e. K5 (200 ml EM4 + 2500 ml Limbah Singkong + 300 ml limbah tempe)
- f. K6 (200 ml EM4 + 300 ml Limbah Singkong + 2500 ml limbah tempe).

Percobaan pupuk organik cair pada minggu ke-4 dilakukan Uji C organik dan N total. Uji C organik dan N total bertujuan melihat tingkat kematangan pupuk cair sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Standar kualitas pupuk organik cair berdasarkan SNI 19-0429-1989 yaitu parameter $C \geq 4\%$ dan kadar N total $< 2\%$.

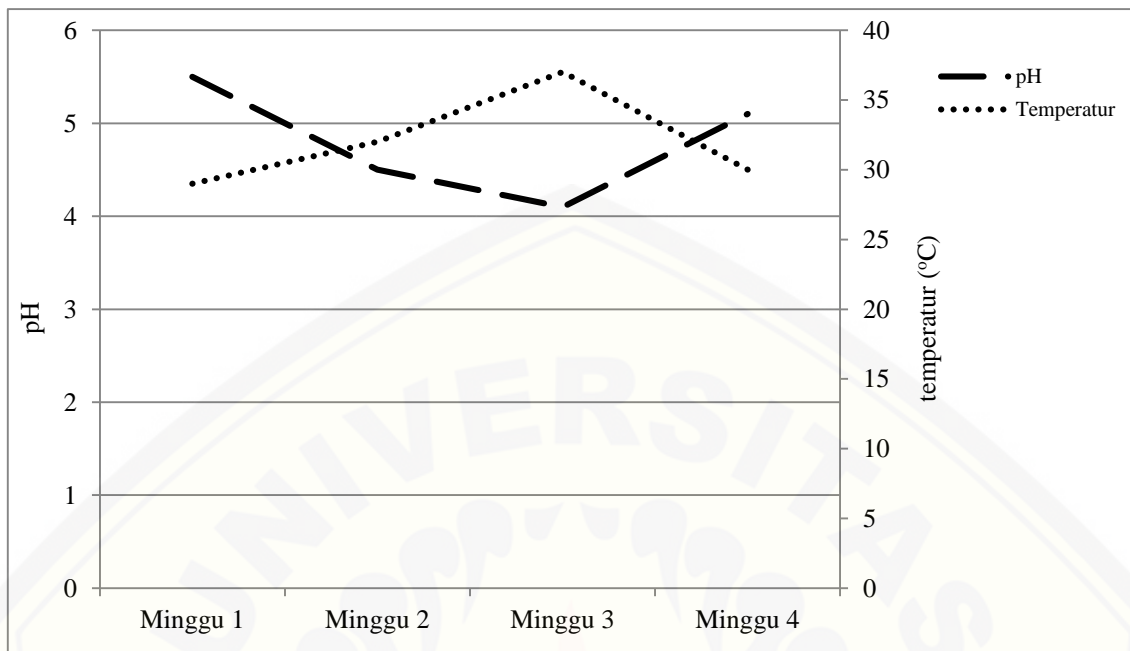
Biochemical Oxygen Demand (BOD) merupakan suatu analisa empiris yang mencoba mendekati secara global proses mikrobiologis yang benar-benar terjadi dalam air. BOD merupakan parameter umum dipakai untuk menentukan tingkat pencemaran akibat air buangan dan untuk mendesain sistem pengolahan secara biologis.

Pengukuran BOD dengan menggunakan metode oxitop. Sampel dimasukkan ke dalam labu ukur sebanyak 164 mL (sampai tanda batas) di dalam labu ukur dipindahkan ke botol sampel, lalu ditetesi 20 tetes dengan *nitrifications hemmistof*. Kemudian dimasukkan magnetik stirer ke dalam botol sampel, lalu diletakkan kapsul karet pada leher botol dan dimasukkan 2 tablet natrium hidroksid ke dalam kapsul karet. Botol sampel ditutup dengan penutup oxytop dengan rapat. Ditekan tombol S dan M secara bersamaan pada tutup oxytop sampai muncul angka. Selanjutnya botol sampel diletakkan di atas *Inductive Stirring System*, lalu dimasukkan ke dalam inkubator selama 5 hari pada suhu 20 °C. Sesudah 5 hari, ditekan tombol S sebanyak 5 kali. Dicatat hasil dari hari pertama sampai kelima, kemudian dijumlahkan hasilnya untuk menentukan nilai BOD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemanfaatan limbah cair singkong dan industri tempe kedelai sebagai alternatif pupuk organik cair memiliki proses yang sangat kompleks dan melibatkan beberapa

faktor lingkungan seperti pH dan temperatur. Berikut ini adalah hasil faktor lingkungan pH dan temperatur pupuk organik cair:



Gambar 1. pH dan Temperatur Pupuk Organik Cair dari Limbah Industri Singkong dan Limbah Industri Tempe Kedelai

Tabel 1. Pengukuran *Biochemical Oxygen Demand* (BOD)

Sampel	DO ₁ (mg/l)	DO ₅ (mg/l)	BOD(mg/l)
K1	6,0	1,5	4,5
K2	4,9	1,2	3,7
K3	5,2	1,5	3,7
K4	5,8	1,2	4,6
K5	5,3	0,9	4,4
K6	5,0	1,9	3,1

Hasil Pengamatan menunjukkan BOD terbesar terdapat pada sampel K4 yaitu 4,6 mg/l dan BOD terendah pada sampel K6 yaitu 3,1 mg/l.

Uji C organik dan N total bertujuan melihat tingkat kematangan pupuk cair sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI). Standar kualitas pupuk organik cair berdasarkan SNI 19-0429-1989 yaitu parameter C \geq 4% dan kadar N total < 2%. Berikut hasil analisis Kandungan C dan N pada pupuk organik cair:

Tabel 2. Analisis Kandungan C dan N Pupuk Organik Cair

No	Sampel	C-Organik (%)	N-Total (%)
1	K1	4,89	1,69
2	K2	4,32	1,07
3	K3	4,35	1,09

No	Sampel	C-Organik (%)	N-Total (%)
4	K4	4,90	0,89
5	K5	4,92	0,88
6	K6	4,90	1,87

Proses pembuatan pupuk organik merupakan proses yang sangat kompleks salah satunya melibatkan beberapa faktor lingkungan seperti temperatur (Guo dan Sims 1999). Berdasarkan hasil penelitian temperatur menunjukkan kenaikan dari minggu ke-1 dengan temperatur 29⁰C hingga minggu 2 dengan temperatur 32⁰C dan kemudian mencapai temperatur puncak pada minggu ke-3 sebesar 37⁰C, pupuk organik cair mengalami fase pendinginan dan pematangan yang ditandai dengan penurunan temperatur pada minggu ke-4 menjadi 30⁰C (Gambar 1).

Temperatur tinggi dipertahankan berguna mempercepat proses pembuatan pupuk organik cair sedangkan temperatur rendah menyebabkan pupuk terhambat bahkan menghentikan proses dekomposisi menunjukkan kurangnya oksigen atau kondisi kelembaban yang tidak memadai sehingga aktivitas mikroba juga terhambat (Lekasi *et al.* 2003). Temperatur memainkan perannya dalam proses kematangan pupuk dimana populasi mikroba mengalami proses mesofilik (20-40⁰C) dan termofilik (>40⁰C). Tahap mesofilik adalah tahapan awal proses pembuatan pupuk organik yang mempunyai peranan membusukan unsur makro pada limbah industri tapioka dan tempe dengan cepat. Fase mesofilik proses perkembangbiakan oleh mikroorganisme (jamur fermentasi dan *Actinomyces*) paling baik, dan enzim yang dihasilkan berguna untuk menguraikan bahan organik paling efektif daya urainya. Aktivitas mikroorganisme mesofilik menghasilkan panas dan mengawali fase termofilik. Pada fase termofilik melakukan proses pencernaan secara kimiawi, dimana bahan organik dilarutkan dan kemudian diuraikan dan akan mempercepat proses perkembangbiakan mikroorganisme (Anni *et al.* 2003). Tahap termofilik diperlukan untuk menjamin stabilisasi dan pasteurisasi kompos serta menghilangkan organisme merugikan. Tahap termofilik berlangsung beberapa hari tergantung bagaimana mendapat pasokan oksigen kedalam ember percobaan, kualitas limbah, dan kuantitas substrat. Temperatur dalam ember turun kembali pada kisaran mesofilik (Epstein *et al.* 1976; Lekasi *et al.* 2003).

Faktor penting dalam proses dekomposisi selain temperatur yaitu pH. Dalam proses pembuatan pupuk organik cair pH berkisar 4-12 (Rizwan *et al.* 2007). Tidak ada pH spesifik yang diperlukan untuk proses pembuatan pupuk organik cair (Gaur 1997).

Proses pembuatan pupuk organik cair melibatkan kegiatan metabolik yang berpengaruh terhadap pH kompos. Meningkatnya pH disebabkan oleh deaminasi yaitu reaksi kimiawi metabolisme melepaskan gugus amina dari molekul senyawa asam amino. Gugus amina terlepas akan terkonversi menjadi amonia sebaliknya produksi asam organik selama dekomposisi karbohidrat dan lipid mengurangi pH. Peningkatan pH erat kaitannya dengan proses dekomposisi. Bahan organik yang telah terurai dapat meningkatkan aktivitas ion OH^- yang bersumber dari gugus karboksil ($-\text{COOH}$) dan gugus hidroksil (OH^-). Ion OH^- akan menetralkan ion H^+ yang berada dalam larutan. Brady dan Weil (2002), menyatakan bahwa naik turunnya pH merupakan fungsi ion H^+ dan OH^- , jika konsentrasi ion H^+ dalam larutan naik, maka pH akan turun dan jika konsentrasi ion OH^- naik maka pH akan naik, lebih lanjut dijelaskan pula bahwa bahan organik yang telah terdekomposisi akan dapat menghasilkan ion OH^- yang dapat menetralkan aktivitas ion H^+ . Peningkatan pH tersebut erat kaitannya dengan hasil dekomposisi bahan organik. Hasil penelitian menunjukkan pH dalam pada minggu ke-1 yaitu sebesar 5, kemudian pH pada minggu ke-3 terjadi kondisi paling asam yaitu sebesar 4,1 dan pada minggu ke 4 naik menjadi 5,1 hingga proses dekomposisi selesai (Gambar 1), hal ini sesuai dengan Sastrawijaya (2000) semakin sedikit zat-zat organik diuraikan oleh mikroorganisme maka pH yang dihasilkan semakin basa dan jika semakin banyak zat-zat organik yang diuraikan maka semakin asam pH yang dihasilkan.

Pengukuran *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dilakukan ketika pupuk organik cair mendekati matang. *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba untuk mengoksidasi zat-zat pencemar organik di dalam air. Bakteri yang dilibatkan dalam reaksi ini bersifat aerobik, dan hasil oksidasi menghasilkan air dan karbondioksida. Reaksi BOD berlangsung pada suhu 20°C selama 5 hari (Sofiany 1999). Keberadaan oksigen sebagai faktor pembatas kehidupan sangat dikhawatirkan akan membawa bencana bila tidak tersedia dalam jumlah yang cukup dalam air. Data BOD dapat dipergunakan untuk mengetahui banyaknya oksigen yang dikonsumsi oleh suatu ekosistem dalam waktu tertentu. Semakin besar nilai BOD menunjukkan derajat pengotoran air oleh limbah semakin besar (Jaya *et al.* 1994). Hasil penelitian menunjukkan BOD terendah pada sampel K3 yaitu 2,4 mg/l, dan BOD terbesar terdapat pada sampel K6 yaitu 3,1 mg/l (Tabel 1).

Menurut Pelczar dan Chan (2005) besarnya nilai BOD menyatakan jumlah kandungan zat organik dalam limbah cair. Makin banyak jumlah zat organik yang dapat dioksidasi dalam limbah cair maka makin tinggi nilai BOD.

Pupuk organik cair dalam kondisi matang memiliki nilai BOD yang rendah, hal ini sesuai dengan sampel K6 memiliki kandungan N total dengan prosentasi paling tinggi dari sampel lain, tetapi masih masuk standar SNI yaitu $< 2\%$ dan memiliki nilai BOD terendah sebesar 3,1 mg/l. Penurunan nilai BOD saat pupuk matang disebabkan biokatalis yang diberikan mulai bekerja mendegradasi senyawa organik dalam limbah. Bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp) yang terdapat dalam biokatalis memfermentasikan bahan organik limbah menjadi senyawa asam laktat yang berfungsi mempercepat perombakan bahan organik (Munawaroh *et al.* 2013). Selain itu adanya bantuan beberapa enzim yang terdapat dalam biokatalis seperti enzim selulase, amilase, protease, dan ATP sintase dapat meningkatkan kecepatan proses perombakan bahan organik tersebut. Enzim tersebut bekerja merombak bahan organik menjadi senyawa organik yang lebih sederhana dan menghasilkan energi. Energi yang dihasilkan dapat dimanfaatkan oleh bakteri *Lactobacillus* sp sebagai suplai energi sehingga bakteri tersebut dapat bekerja lebih cepat (Munawaroh *et al.* 2013).

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa kandungan C-Organik berkisar antara 4,32% sampai 4,92%. Karbon dengan hara lain sangat penting dalam proses pembuatan pupuk organik cair. Pembuatan pupuk anaerob fakultatif melibatkan mikroorganisme yang bekerja secara sinergik. Mikroorganisme membutuhkan sumber karbon untuk menyediakan energi dan pasokan nitrogen untuk protein sel (Setyo 2014). Sedangkan kandungan N-Total pada penelitian ini berkisar antara 0,88% sampai 1,87%. Dari hasil pengamatan kandungan hara yang paling baik sesuai standar pupuk organik cair adalah sampel K6 (200 ml EM4 + 300 ml Limbah Singkong + 2500 ml limbah tempe). Sampel K6 mengandung unsur C Organik 4,90% dan N total 1,87% (Tabel 2). N total pada sampel K6 memiliki prosentasi paling tinggi dari sampel lain, tetapi masih masuk standar SNI yaitu $< 2\%$. Kondisi pupuk organik cair saat matang kadar N mengalami peningkatan. Peningkatan kadar N akibat terjadinya penguraian protein menjadi asam amino selama pengomposan dengan bantuan kegiatan mikroorganisme heterotropik, seperti bakteri, fungi dan *Actinomycetes*. Asam amino kemudian mengalami amonifikasi menghasilkan ammonium yang selanjutnya dioksidasi menjadi nitrat

(Oades 1994). Penurunan unsur karbon (C) disebabkan karena senyawa karbon organik digunakan sebagai sumber energi bagi organisme dan selanjutnya karbon tersebut hilang sebagai CO₂. EM4 merupakan kultur campuran mikroorganisme aerob dan anerob seperti *Lactobacillus*, bakteri fotosintetik, *Actinomyces* dan sedikit jamur. Mikroorganisme tersebut bekerja secara sinergik untuk menguraikan bahan organik secara terus menerus (Oades 1994).

Penelitian ini melibatkan starter *Effective Microorganism 4* (EM4) berfungsi mempercepat penguraian bahan organik, menghilangkan bau yang timbul selama proses penguraian dan meningkatkan aktivitas mikro organisme (Syafrudin dan Badrus 2007). Proses pembuatan pupuk organik cair merupakan proses dinamis yang melibatkan banyak mikroba seperti bakteri fotosintetik, *Lactobacillus*, *Actinomyces*, dan yeast (Crawford 1983). Bakteri fotosintetik membentuk zat-zat bermanfaat yang menghasilkan asam amino, asam nukleat dan zat-zat bioaktif yang berasal dari gas berbahaya dan berfungsi mengikat nitrogen dari udara, bakteri tidak terlihat saat kompos mendekati matang atau matang (Atkinson *et al.* 1996). Bakteri *Lactobacillus* pada proses dekomposisi berfungsi untuk fermentasi bahan organik jadi asam laktat, percepat perombakan bahan organik, lignin dan *cellulose*, dan menekan pathogen dengan asam laktat yang dihasilkan. *Actinomyces* menghasilkan zat anti mikroba dari asam amino yang dihasilkan bakteri fotosintetik. Ragi menghasilkan zat anti biotik, menghasilkan enzim dan hormon, sekresi ragi menjadi substrat untuk *Actinomyces*. Jamur fermentasi mampu mengurai bahan organik secara cepat yang menghasilkan alkohol ester anti mikroba, menghilangkan bau busuk (Higa dan Wididana 1994).

KESIMPULAN DAN SARAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Pengukuran pH dan temperatur dilakukan selama 4 minggu. Hasil penelitian menunjukkan pengukuran pH minggu ke-3 mengalami pH paling kecil sebesar 4,1. Pengukuran temperatur mencapai temperatur puncak juga pada minggu ke-3 sebesar 37°C.
- b. BOD terbesar terdapat pada sampel K4 yaitu 4,6 mg/l dan BOD terendah pada sampel K6 yaitu 3,1 mg/l.

- c. Hasil Pengamatan menunjukkan kandungan C-Organik berkisar antara 4,32% sampai 4,92%, sedangkan kandungan N-Total berkisar antara 0,88% sampai 1,87%. Dari hasil pengamatan kandungan hara yang paling baik di gunakan sebagai pupuk organik cair adalah sampel K6 (200 ml EM4 + 300 ml Limbah Singkong + 2500 ml limbah tempe).

Ada penelitian lanjutan untuk melakukan uji unsur hara lebih banyak lagi dan dilakukan setiap minggu untuk melihat pola kematangan pupuk organik cair, dan Isolasi bakteri EM4 dengan media selektif, hal ini dilakukan untuk melihat jumlah bakteri yang terkandung dalam starter EM4.

DAFTAR PUSTAKA

- Alia D, Joni H, Ali M. 2004. Analisis resiko lingkungan dari pengolahan limbah pabrik tahu dengan kayu apu (*Pistia stratiotes* L.). *Jurnal Purifikasi*. 5:151-156.
- Anggraeni I, Suharti M. 2000. Pengaruh Penggunaan *Effective Microorganisms* (EM) Terhadap Timbulnya Serangan Penyakit Pada Bibit Sengon (*Paraserianthes falcataria*) Dan Mahoni (*swietenia macrophylla*). *J For Re Bul*. 622:29-40.
- Anni R, deni R, Karunia HP. 2003. Pengaruh agitasi terhadap proses pengomposan sampah organik. *Infomatek*. 5:4-7.
- Atikah R, Munifatul I, Sarjana P. 2014. Pengaruh pupuk organik cair berbahan dasar limbah sawi putih (*Brassica chinensis* L.) terhadap pertumbuhan tanaman jagung manis (*Zea mays* L. var. Saccharata).
- Atkinson CF, Jones DD, Gauthier JJ. 1996. Biodegradabilities and microbial activities during composting of oxidation ditch sludge. *Compost Sci Utiliz*. 4:84-96.
- Brady NC, Weil RR. 2002. *The Nature and Properties of Soils*. 31th ed. Prentice- Hall, Upper Saddle River, New York. 511 p.
- Crawford JH. 1983. Composting of agricultural wastes: a review. *Proc Biochem*. 18:14-18.
- Endang Y. 2008. *Pengaruh Suhu dan C/N Rasio Terhadap Produksi Biogas Berbahan Baku Sampah*. Bogor: Jurusan Teknologi Pertanian IPB.
- Epstein E, Willson GB, Burg WD, Mullen DC, Enkiri NK. 1976. A forced aeration system for composting waste water sludge. *J Water Pollut*. 48: 688-691.

- Erickson SS, Edu S, Netti H. 2013. Pembuatan pupuk cair dan biogas dari campuran limbah sayuran. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 2: 40-43.
- Gaur AC. 1997. Bulky Organic Manures and Crop Residues. in: tandon hls, ed., *Fertilizers, Organic Manures, Recyclable Wastes and Biofertilizers*, FDCO, New Delhi, India, pp. 37-51.
- Guo LB, Sim REH. 1999. Litter decomposition and nutrient release via litter decomposition in New Zealand eucalypt short rotation forests. *Agricul Eco and Environ*. 75: 133-140.
- Higa T, Wididana GN. 1994. The Concept and Theories of Effective Microorganisms. Second International Conference at Khon Kaen University. Thailand:hal 118-124.
- Jaya I, Vincentius PS, Sondia MF, Rustandi Y. 1994. *Pedoman Analisis Kualitas Air dan Tanah Sedimen Perairan Payau*. Jakarta: Balai Budidaya Air Payau.
- Lekasi JK, Tanner JC, Kimani SK, Harris PJC. 2003. Cattle manure quality in Maragua District, Central Kenya: Effect of management practices and development of simple methods of assessment. *Agr Ecosyst Environ*. 94:289-298.
- Munawaroh, Ulum, Mumu S, Kancitra P. 2013. Penyisihan parameter pencemar lingkungan pada limbah cair industri tahu menggunakan efektif mikroorganisme 4 (EM4) serta pemanfaatannya. *Reka Lingkungan*. Bandung: Institut Teknologi Nasional Bandung Press.
- Murbandono. 1990. *Membuat Kompos*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Ni Luh GS, I Wayan K, I Wayan BS. Pemanfaatan sedimen perairan tercemar sebagai bahan lumpur aktif dalam pengolahan limbah cair industri tahu. *Ecotrophic*. 3: 21 - 29
- Oades JM. 1994. Soil Organic Matter and Structural Stability: Mechanism and Implications for Management. *Plant Soil*. 76:319-337.
- Pelczar MJ, Chan ECS. 2005. *Dasar-Dasar Mikrobiologi Edisi 2*. Terjemahan dari *Elements of Microbiology*, oleh Ratna siri Hadioetomo. Jakarta :UI-Press.
- Rahmi A, Jumiati. 2007. Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Penyemprotan Pupuk Organik Cair Sper ACI terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung Manis. *J. Agritrop*. 26: 105-109.
- Rika M, Mumu S, Eka W. 2013. Fitoremediasi limbah cair tapioka dengan menggunakan tumbuhan kangkung air (*Ipomoea aquatica*). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*. 2: 1-12.

- Rizki YC, Ruslan W, Bambang S. 2012. Pengaruh penggunaan starter terhadap kualitas fermentasi limbah cair tapioka sebagai alternatif pupuk cair. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 1: 8-14.
- Rizwan A, Ghulam J, Muhammad A, Zahir AZ, Azeem K. 2007. Bio-conversion of organic wastes for their recycling in agriculture: an overview of perspectives and prospects. *Annals of Microb*. 57:471-479.
- Saptoadi. 2001. Utilization of organic matter from municipal solid waste in compost industries. *Jurnal Manusia Lingkungan*. 8:119-129.
- Sastrawijaya. 2000. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Setyo AN. 2014. Produktivitas Serasah dan Dekomposisi Semi Aerobik Daun Mahoni (*Swietenia Macrophylla* King). TESIS. Bogor: IPB Press.
- Sintha SS. 2008. Kajian Pemanfaatan Limbah Nilam untuk pupuk cair organik dengan proses fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*. 2: 170-174.
- Sofiany R. 1999. *Biji Moringa oleifera Lam. Dalam Memperbaiki Sifat Fisika-Kimia Limbah Cair Penyamakan Kulit di Sukaregang Garut*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Syafrudin, Badrus Z. 2007. Pengomposan limbah teh hitam dengan penambahan kotoran kambing pada variasi yang berbeda dengan menggunakan starter EM4 (*effective microorganism-4*). *Teknik*. 28:852-859