



UJI PEMANFAATAN LIMBAH CAIR LAUNDRY MENJADI PUPUK CAIR

Santi purnama putri¹, Husnawati Yahya¹ dan ¹Rizna Rahmi

¹Prodi Teknik Lingkungan, Falkultas Sains dan Telnologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh

Email: husna83@ar-raniry.ac.id

Abstract

Recently, more industrial activities were developed like household industries. Laundry liquid waste is a source of pollution which it can decrease the equality of the environment. Therefore, it can be used as a liquid fertilizer, one of the pollutants within laundry liquid waste is phosphate and it derived from Sodium TripolyPhosphate which is one of the ingredients in detergents and as a second most important element after surfactants. The purpose of this study was to determine the whether effect of the utilization of the laundry liquid waste as liquid fertilizer on the C/N ratio and to find out the quality of liquid fertilizer used meet the quality standards of liquid fertilizer. The method used was fermentation with bioactivator EM4 and molasses as nutrients, and the fermentation results were tested at the Laboratory of BARISTAND Banda Aceh. Parameters tested were pH, carbon, nitrogen, phosphate, and potassium. The results showed that at a concentration of EM 20 ml, pH levels were 4,7, carbon organic levels were 3.250%, nitrogen levels were 0.040%, phosphate levels were 0.014% and potassium levels were 1.489%, the result of these concentration were better than other variations in concentration EM4 like 40, 60, 80 and 100 ml for increasing nutrients levels in laundry liquid waste.

Keywords: *Laundry liquid waste, fermentation, EM4, liquid fertilizer*

Abstrak

Semakin berkembangnya zaman semakin banyak usaha rumah tangga yang berkembang, Limbah cair laundry merupakan salah satu sumber pencemar yang dapat merusak lingkungan. Limbah laundry banyak dibuang di badan air, oleh sebab itu limbah laundry dapat dimanfaatkan menjadi pupuk organik cair (POC), karena Salah satu kandungan pencemar dari limbah laundry yaitu fosfat yang berasal dari Sodium TripolyPhosphate (STPP) yang merupakan salah satu bahan dalam deterjen dan sebagai unsur penting kedua setelah surfaktan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh limbah cair laundry sebagai pupuk organik cair terhadap rasio C/N dan mengetahui kualitas pupuk organik cair yang dilakukan memenuhi standard baku mutu pupuk organik cair pada Peraturan Menteri Pertanian No. 70 Tahun 2011 Tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenh Tanah. Metode yang digunakan adalah fermentasi dengan penambahan bioaktivator EM4 dan molase sebagai nutrisi, dan hasil fermentasi diuji di Laboratorium Balai Riset Dan Standardisasi Industri (BARISTAND) Banda Aceh. Lokasi penelitian berada di New Ezy Laundry T. Panglima Nyak Makam, Lampineng. Parameter yang diuji yaitu pH, karbon, nitrogen, posfat, kalium. Hasil penelitian menunjukan pada konsentrasi em4 20ml mendapatkan hasil yang lebih baik dibandingkan variasi lainnya untuk kenaikan kadar CNPK dalam limbah cair laundry.

Kata Kunci: *Limbah cair laundy, pupuk, EM4*

A. Pendahuluan

Limbah cair *laundry* adalah air limbah yang berasal dari kegiatan cuci-mencuci pakaian dengan menggunakan deterjen. Limbah cair *laundry* merupakan salah satu sumber pencemar yang dapat merusak lingkungan. Salah satu kandungan pencemar dari limbah *laundry* yaitu fosfat yang berasal dari *Sodium TripolyPhosphate* (STPP) yang merupakan salah satu bahan dalam deterjen dan sebagai unsur penting kedua setelah *surfaktan* (Stefhany, Mumu dan Kancitra, 2013). Fungsi STPP dalam deterjen yaitu dapat menghilangkan mineral kesadahan di dalam air sehingga membantu deterjen dapat bekerja secara maksimal. Namun ketika zat tersebut berada di lingkungan, kandungan STPP ini memiliki nilai fosfat yang banyak dan jika kandungannya berlebih didalam air akan menimbulkan terjadinya eutrofikasi (Stefhany *et.al*, 2013).

Pemerintah Kota Banda Aceh hingga saat ini masih belum memutuskan bagaimana standar baku mutu limbah cair *laundry* untuk kawasan Kota Banda Aceh, sehingga sebagai acuan lain yang bisa dijadikan peraturan tentang baku mutu limbah cair *laundry* tersebut dengan menggunakan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 tahun 2013 tentang Baku Mutu Limbah Bagi Industri Dan Kegiatan Usaha Lainnya terdapat baku mutu untuk limbah cair *laundry* sebelum dibuang ke lingkungan, pada peraturan tersebut terdapat kadar maksimum fosfat didalam air yaitu sebanyak 10 mg/L. Dalam menangani masalah yang dapat ditimbulkan dari limbah cair *laundry* ini, banyak dilakukan penelitian tentang pemanfaatan atau pengolahan limbah *laundry*. Penelitian Stefhany *et.al* (2013) dimana fitoremediasi yang dilakukan dengan menggunakan tanaman eceng gondok dan pada penelitian tersebut berfokus untuk menurunkan kadar fosfat dalam air limbah. Hasil dari penelitian yang dilakukan tersebut terbukti bahwa eceng gondok dapat menurunkan kadar fosfat sebanyak 82,3 % pada hari ke 20 dimana nilai awal fosfat sebesar 16,42 mg/L menjadi 2,9 mg/L. Penelitian Lamuri *et.al* (2016) dimana memanfaatkan limbah cair bioetanol menjadi pupuk cair dengan menggunakan EM4. Hasil dari penelitian tersebut didapatkan kadar Nitrat sebesar 0,4178 %, kadar Posfat sebesar 0,1782 % dan kadar Kalium sebesar 2,1636 %.

Salah satu solusi yang dapat digunakan untuk mengolah atau mengurangi limbah cair *laundry* di lingkungan yaitu dengan cara memanfaatkan limbah cair *laundry* menjadi pupuk cair. Penelitian terkait pemanfaatan limbah *laundry* menjadi pupuk cair belum pernah diteliti sebelumnya. Kebanyakan peneliti menggunakan biokoagulan ataupun adsorben

dalam mengurangi efek negatif dari pencemaran limbah ini jika langsung dibuang ke badan air. Berdasarkan kasus yang telah diuraikan diatas, maka perlu diuji efektivitas limbah cair *laundry* sebagai pupuk cair. Pemanfaatan limbah *cair New Ezy Laundry* Kota Banda Aceh menjadi pupuk cair diharapkan dapat menjadi salah satu solusi pemanfaatan limbah cair *laundry* menjadi pengganti unsur hara bagi tumbuhan. Yang melatarbelakangi solusi ini adalah adanya kandungan nitrat, fosfat, ini dapat diolah menjadi salah satu bahan penambah unsur hara bagi tanaman. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana hasil dari fermentasi limbah *laundry* dengan aktivator EM4 terhadap standar baku mutu pupuk cair menurut Peraturan Menteri Pertanian No. 70 Tahun 2011 Tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati Dan Pembenh Tanah, serta bagaimana kandungan unsur haranya (C, N, P, K dan ratio C/N). Dengan adanya penelitian ini, limbah tersebut dapat dikurangi dan menjadi limbah yang bermanfaat bagi lingkungan.

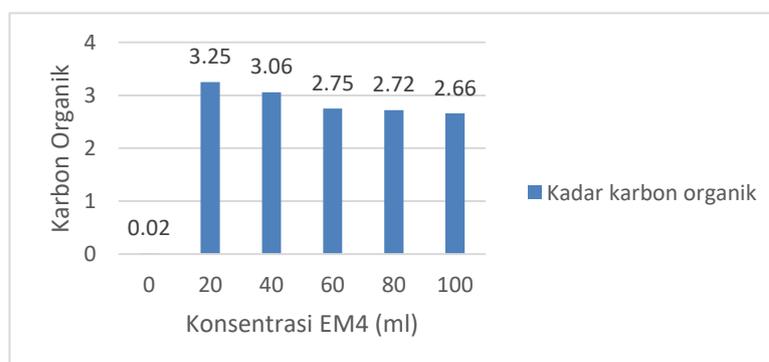
B. Hasil dan Pembahasan

a. Kadar karbon organik

Kadar karbon organik setelah melalui proses fermentasi mengalami kenaikan dan penurunan atau berada dalam fase fluktuatif. Hasil kadar karbon organik jika dibandingkan dengan baku mutu dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Perbandingan nilai karbon organik hasil fermentasi limbah cair laundry terhadap Permentan No. 70 tahun 2011

No.	Konsentrasi EM4 (ml)	Satuan	Permentan No. 70 tahun 2011	Nilai
1	0	%	Min. 15	0,020
2	20			3,250
3	40			3,060
4	60			2,750
5	80			2,720
6	100			2,660



Gambar 1. Nilai karbon organik sesudah proses fermentasi

Kadar karbon organik pupuk cair limbah laundry berada dibawah baku mutu menurut Permentan No. 70 tahun 2011 dikarenakan mikroorganismenya yang ada didalam proses pembuatan pupuk cair ini memerlukan zat karbon sebagai sumber energi dan oleh karena itu karbon organik dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk mikroorganismenya.

Dalam penelitian ini, sumber energi mikroorganismenya diperoleh dari penambahan molase selama proses fermentasi. Pemberian molase diduga meningkatkan kadar karbon organik dalam limbah cair laundry. Hal ini serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Kusuma, Titik dan Purwono (2017), penelitian tentang pengaruh penambahan urin dan molase terhadap kandungan karbon organik menunjukkan seiring dengan penambahan volume molase dapat menaikkan kadar karbon organik.

Konsentrasi EM4 60 ml sampai 100 ml terjadi penurunan kadar karbon aktif jika dibandingkan konsentrasi 20ml dan 40ml. Hal ini diduga laju pertumbuhan mikroorganismenya pada konsentrasi 60ml dan 100ml tidak terjadinya pertumbuhan bakteri akan tetapi terjadinya penurunan mikroorganismenya. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi EM4 yang ditambahkan, maka akan menyebabkan penurunan kadar karbon organik yang disebabkan bertambahnya jumlah mikroorganismenya, sehingga kadar karbon organik yang terdapat dalam sampel akan berkurang dikarenakan kadar karbon organik dimanfaatkan oleh mikroorganismenya sebagai sumber energinya (Waryanti, Sudarno dan Endro, 2013). Selain itu kapang yang tergolong dalam kelompok fungi dapat membentuk protein dengan mengambil sumber karbon dari karbohidrat seperti glukosa yang berasal dari molase (Fadiaz, 1989).

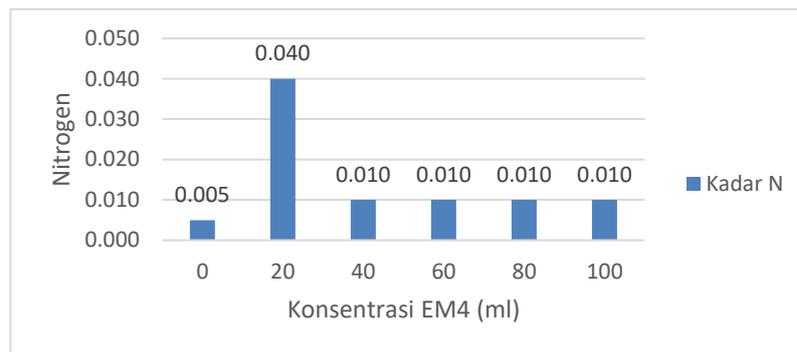
b. Kadar nitrogen

Nilai nitrogen mengalami peningkatan sesudah proses fermentasi, akan tetapi kenaikan yang terjadi tidak terlalu tampak signifikan dikarenakan pada kadar EM4 diatas 40 ml nilai nitrogen cenderung konstan seperti pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Perbandingan nilai nitrogen hasil fermentasi limbah cair laundry terhadap Permentasn No. 70 tahun 2011

No.	Konsentrasi EM4 (ml)	Satuan	Permentan No. 70 tahun 2011	Nilai
1	0	%	Min. 4	0,020
2	20			0,040
3	40			0,010
4	60			0,010
5	80			0,010

6	100			0,010
---	-----	--	--	-------



Gambar 2. Kadar nitrogen sesudah proses fermentasi

Nilai nitrogen yang cenderung konstan, hal ini kemungkinan disebabkan oleh lamanya waktu fermentasi yang membuat kandungan bahan organik semakin berkurang. Hasil pengamatan ini juga didukung oleh pernyataan Kurniawan dkk (2013), semakin lama proses fermentasi akan mengakibatkan penurunan kadar nitrogen dikarenakan kadar nitrogen ini mengalami perubahan menjadi zat amoniak di udara, penelitian lain tentang pembuatan pupuk adalah penelitian Wijaksono, Rijadi dan Bambang (2016) tentang pengaruh waktu fermentasi pupuk kandang kambing yang memvariasikan waktu fermentasi selama 2 sampai 12 minggu, hasil penelitian tersebut juga mengalami penurunan kandungan bahan organik, sehingga kemungkinan dapat terjadinya perubahan zat nitrogen menjadi amoniak di udara pada penelitian tersebut.

Faktor lain yang mengakibatkan turunnya kadar nitrogen diduga dipengaruhi oleh fase hidup dari mikroorganisme selama fermentasi. Pada awal fermentasi, mikroorganisme berada di fase *log* yaitu fase dimana mikroorganisme melakukan penyesuaian terhadap lingkungan hidupnya. Selama fase penyesuaian tersebut, mikroorganisme melakukan peningkatan metabolisme yang membuat peningkatan ukuran sel yang dinamakan fase *eksponensial*, pada proses ini mikroorganisme akan mengonsumsi energi yang banyak dari karbon dan mikroorganisme mulai memperbanyak diri. Seiring dengan peningkatan jumlah sel mikroorganisme yang hidup, nantinya mikroorganisme akan berada di fase *stasioner* dimana jumlah mikroorganisme yang berkembang akan sama jumlahnya dengan mikroorganisme yang mati, matinya mikroorganisme selama proses fermentasi dikarenakan pH lingkungan mereka hidup bersifat asam. Pada fase ini mikroorganisme akan mengalami penyusutan aktivitas mereka yang mengakibatkan penyusutan volume. Sehingga semakin asam pH selama fermentasi mengakibatkan mikroorganisme mengalami kematian atau dugaan lainnya mikroorganisme masih berada di fase penyesuaian

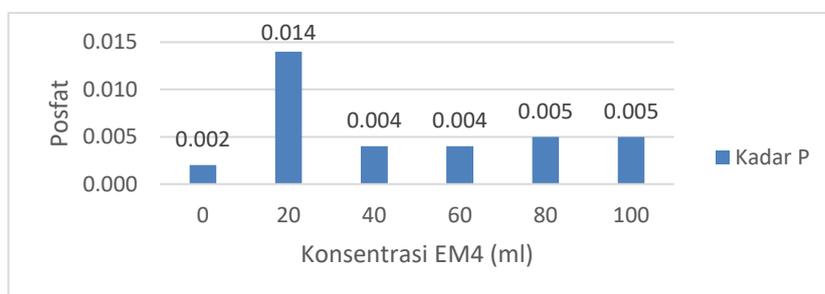
lingkungan sehingga tidak ada terjadinya reaksi terhadap peningkatan kadar nitrogen. Akan tetapi akibat proses metabolisme mikroorganisme tersebut mengakibatkan kadar nitrogen yang terkandung dalam sampel akan mengalami denitrifikasi dikarenakan kadar nitrogen akan menghilang melalui proses penguapan nitrogen menjadi amoniak (Nur, Ahmad dan Muthia, 2016).

c. Kadar posfat

Nilai posfat sesudah proses fermentasi mengalami kenaikan dan penurunan berdasarkan variasi kadar EM4 yang ditambahkan. Kenaikan dan penurunan kadar posfat juga terjadi pada kadar nitrogen sebelumnya seperti pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Perbandingan nilai posfat hasil fermentasi limbah cair laundry terhadap Permentan No. 70 tahun 2011

No.	Konsentrasi EM4 (ml)	Satuan	Permentan No. 70 tahun 2011	Nilai
1	0	%	Min. 4	0,002
2	20			0,014
3	40			0,004
4	60			0,004
5	80			0,005
6	100			0,005



Gambar 3. Kadar posfat sesudah proses fermentasi

Kenaikan dan penurunan kadar posfat juga diduga karena dipengaruhi oleh kadar nitrogen. Menurut Purnomo, Endro dan Sri (2017), semakin banyak kandungan nitrogen maka mikroorganisme yang dapat merombak zat posfor akan semakin meningkat juga, hal ini disebabkan kedua unsur nitrogen dan posfat ini akan selalu saling berkaitan jika terjadi perubahan nilainya.

Penurunan kadar posfat juga disebabkan oleh jamur pelarut posfat yang terdapat dalam EM4 yaitu *Aspergillus sp* (Suriadikarta dan Simanungkalit, 2006). Aktivitas jamur pelarut posfat ini akan melepas unsur posfat yang terdapat dalam ikatan unsur lain seperti Besi (Fe), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg) dan Aluminium (Al) yang akan menghasilkan unsur

posfat (Purwani dan Elsanti, 2016). Akan tetapi, hasil aktivitas jamur juga menghasilkan sekresi dari proses pelepasan posfat menghasilkan asam organik yang dapat menurunkan nilai pH, hal tersebut mempengaruhi kinerja jamur pelarut posfat dikarenakan kecepatan pelepasan posfat akan semakin maksimal jika kondisi pH mendekati netral (Suriadikarta dan Simanungkalit, 2006).

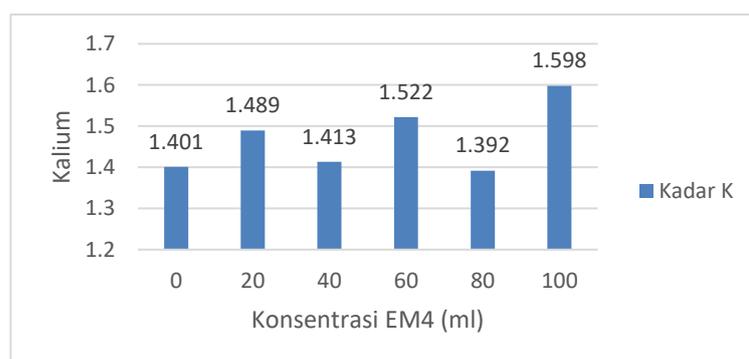
Pengaruh nilai pH pada unsur posfat ini sangat mempengaruhi kinerja mikroorganisme yang terdapat dalam sampel limbah cair *laundry* dikarenakan pada awal proses fermentasi pH sampel semakin menurun seiring bertambahnya konsentrasi EM4 yang bersifat asam, dan ditambah lagi dengan aktivitas jamur pelarut posfat yang mengakibatkan penurunan pH. Berdasarkan pengaruh turunnya nilai pH tersebut dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi proses pelarutan posfat dari sampel limbah cair *laundry* yang membuat nilai posfat menjadi rendah. Perbandingan nilai posfat dapat dilihat pada **Tabel 3**, pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa nilai posfat tidak memenuhi batas baku mutu.

d. Kadar kalium

Nilai kalium sesudah proses fermentasi mengalami kenaikan dan penurunan yang fluktuatif pada setiap variasi kadar EM4 seperti pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Perbandingan nilai kalium hasil fermentasi limbah cair laundry terhadap Permentasn No. 70 tahun 2011

No.	Konsentrasi EM4 (ml)	Satuan	Permentan No. 70 tahun 2011	Nilai
1	0	%	Min. 4	1,401
2	20			1,489
3	40			1,413
4	60			1,522
5	80			1,392
6	100			1,598



Gambar 4. Kadar kalium sesudah proses fermentasi

Kadar kalium mengalami kenaikan seiring dengan penambahan konsentrasi EM4, terjadi pada konsentrasi 20, 60 ,dan 100ml. Kandungan kalium yang didapat berpengaruh oleh besarnya konsentrasi EM4 yang divariasikan. Semakin besarnya konsentrasi EM4 yang ditambahkan, maka semakin tinggi nilai kalium yang diperoleh. Hal ini didukung oleh Kurniawan dkk (2013), kandungan kalium akan mengalami kenaikan seiring dengan penambahan volume EM4, selain itu semakin lama proses fermentasi akan menyebabkan penurunan nilai kalium. Nilai kalium tersebut jika dibandingkan dengan baku mutu yang digunakan, nilai kalium tidak memenuhi ambang batas baku mutu seperti dalam **Tabel 4**.

Kalium dalam tanaman berperan dalam pembentukan karbohidrat dan protein, meningkatkan ketahanan tanaman untuk membantu tanaman melawan penyakit kekeringan hidrosida (NaOH) yang digunakan dalam membuat sabun padat, dan kalium hidrosida (KOH) digunakan dalam membuat sabun cair. Pada saat proses pembuatan sabun dan deterjen digunakan jenis alkali KOH, semakin banyak KOH yang digunakan maka semakin banyak jumlah sabun yang dihasilkan. Kalium hidrosida membentuk larutan alkali yaitu garam basa yang kuat ketika dilarutkan dalam air. Larutan alkali mempunyai pH lebih dari 7.0 (Williams dan Schmitt, 2011).

Jika tanaman kekurangan unsur hara kalium, maka ujung daun tanaman bewarna kecoklatan seperti mengalami kekeringan. (Ester, 2013). Konsentrasi kalium yang terendah terdapat pada konsentrasi 20, dan 80ml. Hal ini diduga karena dalam proses fermentasi terjadi perombakan senyawa kompleks menjadi senyawa yang sederhana. Dalam deterjen mempunyai kandungan natrium hidrosida (NaOH) yang digunakan dalam membuat sabun padat, dan kalium hidrosida (KOH) digunakan dalam membuat sabun cair. Pada saat proses pembuatan sabun dan deterjen digunakan jenis alkali KOH, semakin banyak KOH yang digunakan maka semakin banyak jumlah sabun yang dihasilkan. Kalium hidrosida membentuk larutan alkali yaitu garam basa yang kuat ketika dilarutkan dalam air. Larutan alkali mempunyai pH lebih dari 7.0 (Williams dan Schmitt, 2011).

Pada fase utama yang merupakan penyesuaian bakteri dengan lingkungan barunya. Ketika bakteri sudah menyesuaikan diri dengan lingkungan barunya, bakteri akan bergerak pada fase pertumbuhan cepat, dimana mikroorganisme berkembang dengan optimal (Fadiaz,1989). Adapun larutan bioaktivator yang digunakan adalah EM4, yang merupakan mikroorganisme fermentasi yang jumlahnya sangat banyak sekitar 80 genus. Dari sekian

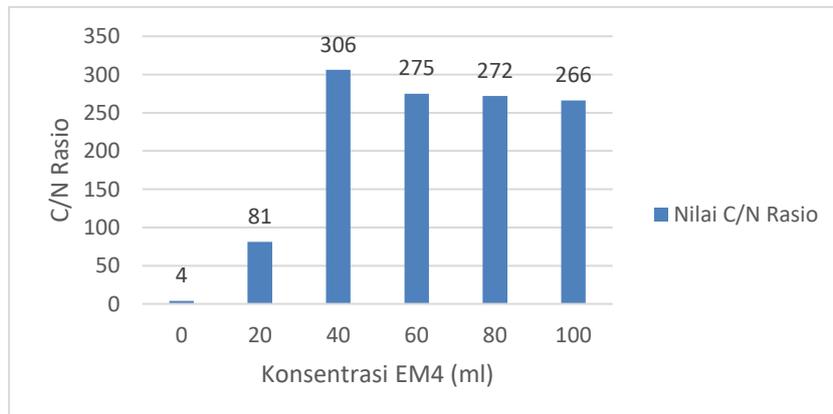
banyaknya mikroorganismenya yang terkandung dalam EM4, diseleksi menjadi lima golongan pokok yang menjadi komponen utama yaitu bakteri *Rhodopseudomonas sp*, *Lactobacillus sp*, *Streptomyces*, Ragi (*yeast*), dan *Actinomycetes*. Dalam proses fermentasi, mikroorganismenya akan bekerja dengan baik bila kondisinya sesuai (Indriani, 2011).

e. Kadar C/N Rasio

Nilai C/N Rasio sesudah proses fermentasi dipengaruhi oleh seberapa besar kadar karbon organik dan nitrogen yang terdapat dalam variasi sampel limbah cair laundry.

Tabel 5. Perbandingan C/N Rasio hasil fermentasi limbah cair laundry terhadap Permentasn No. 70 tahun 2011

No.	Konsentrasi EM4 (ml)	Permentasn No. 70 tahun 2011	Nilai
1	0	15 sampai 25	4
2	20		81
3	40		306
4	60		275
5	80		272
6	100		266

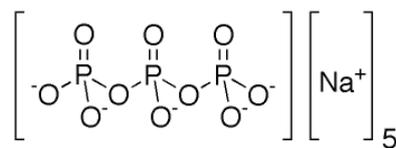


Gambar 5. Nilai C/N rasio sesudah proses fermentasi

Nilai C/N Rasio dapat dihitung berdasarkan nilai karbon organik dan nitrogen yang terdapat dalam sampel, nilai C/N Rasio sesudah proses fermentasi tergolong tinggi yang diakibatkan oleh rendahnya unsur nitrogen dalam sampel, selain itu perbandingan unsur karbon dan nitrogen yang berbeda jauh juga mengakibatkan nilai C/N Rasio menjadi tinggi. Menurut Darnoko (1993), bakteri membutuhkan karbon sebagai sumber energi, energi ini diperoleh dari hasil perombakan suatu senyawa karbon yang kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana, seperti adanya aktifitas mikroorganismenya *aspergillus* yang membutuhkan karbon sebagai sumber makanannya. Sedangkan pada proses fermentasi,

nitrogen dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menjaga dan membentuk sel dalam tubuh. Semakin banyaknya kadar nitrogen, akan semakin cepat bahan organik yang terurai, dikarenakan mikroorganisme yang mengurai pupuk membutuhkan nitrogen dalam perkembangannya (Sriharti, 2008). Nilai C/N Rasio terdapat pada **Tabel 5**, pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa nilai C/N Rasio belum memenuhi batas baku mutu.

Hasil fermentasi limbah cair laundry menjadi pupuk organik cair yang dibandingkan dengan Permentan No. 70 tahun 2011, dapat disimpulkan bahwa pupuk organik cair dari limbah cair *laundry* belum memenuhi ambang baku mutu. Jika dilihat pada kandungan limbah laundry, ada beberapa zat yang sebagian terkandung dalam limbah laundry seperti natrium karbonat (Na_2CO_3), ammonium klorida (NH_4Cl), STPP ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) dan *sodium dodecyl benzene sulfonate* ($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{C}_6\text{H}_5$) (Astuti dan Mersi, 2015). Kandungan aktif tersebut termasuk kandungan yang tidak ramah lingkungan (non biodegradable).



Gambar 6 Struktur sodium tripolyphosphat

Deterjen mengandung surfaktan anonik yang bernama *Linier Alkyl Sulfonate* (LAS) yang menggantikan surfaktan anonik yang lama yaitu *Alkyl Benzen Sulfonate* (ABS), penggantian surfaktan anonik tersebut dikarenakan LAS dapat membuat kandungan deterjen lebih mudah didegradasi oleh mikroorganisme dibandingkan ABS yang sebelumnya memiliki dampak negatif yang buruk bagi lingkungan (Puspitahati, 2012).

Nilai C/N rasio diperoleh dari nilai karbon dan nitrogen. Rasio C/N terjadi karena adanya peningkatan kadar karbon dan rendahnya kadar N yang berasal dari aktivitas mikroorganisme (Zaman dan Sutrisno, 2007). Maka dari pembahasan diatas, limbah laundry tidak dapat dijadikan pupuk organik cair dikarenakan unsur hara makro C, N, P, K dan C/N Rasio belum memenuhi ambang batas pupuk organik cair Permentan No. 70 tahun 2011.

C. Kesimpulan dan Saran

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan bioaktivator EM4 kurang efektif dalam pemanfaatan limbah cair laundry menjadi pupuk organik. Nilai CNPK yang diperoleh pada penelitian ini belum sesuai dengan baku mutu Permentan No. 70 tahun

2011. Aktivitas bakteri dapat mempengaruhi nilai yang ada pada parameter yang diuji. Mikroba EM4 belum mampu merombak senyawa organik dalam limbah cair laundry dengan optimal

Penelitian ini untuk kedepannya dapat dilanjutkan dengan membuat pupuk padat atau mengganti bioaktivator EM4 dengan activator lain seperti kotoran ayam atau sapi dan lainnya, agar nilai yang diperoleh jauh lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Penelitian Tanah. 2009. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Departemen Pertanian, Bogor. Hal. 234.
- 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
- Fadiaz, Srikandi. 1989. *Mikrobiologi Pangan*. Bogor: Pusat Antar Universitas Pangan Dan Gizi Institut Pertanian.
- Indriani, Y. 2011. *Membuat Kompos Secara Kilat*. Penebar Swadaya. Jakarta. Kode Buku. SO 5131

- Kurniawan Daniel, Sri Kumalaningsih, dan Nimas Mayang Sabrina.S. 2013. Pengaruh Volume Penambahan Effective Mikroorganisme (EM4) 1% dan Fermentasi Terhadap Kualitas Pupuk Bokashi dari Kotoran Kelinci dan Limbah Nangka. Fakultas Teknik. Universitas Brawijaya. Malang: Jurnal Industria. Vol. 2, No 1. Halaman 57-66
- Kusuma, Arga Priandika, Titik Istirokhatun dan Purwono. 2017. *Pengaruh Penambahan Urin Sapi Dan Molase Terhadap Kandungan C Organik Dan Nitrogen Total Dalam Pengolahan Limbah Padat Isi Rumen RPH Dengan Pengomposan Aerobik*. Semarang: Jurnal Teknik Lingkungan. **Vol. 6**, No. 1.
- Lamuri, Rommy Adeputra, Apolonaris Ama Maran, Suratno Lourentius dan Setiyadi. 2016. *Pemanfaatan Limbah Cair Bioetanol Menjadi Pupuk Organik Cair (POC)*. Fakultas Teknik. Universitas Katolik Widya Mandala. Surabaya.
- Lepongbulan, Winda, Vanny M.A Tiwow dan Anang Wahid M. Diah. 2017. *Analisis Unsur Hara Pupuk Organik Cair Dari Limbah Ikan Mujair (Oreochromis mosambicus) Danau Lindu Dengan Variasi Volume Mikroorganisme Lokal (MOL) Bonggol Pisang*. Palu: Jurnal Akademika Kimia. **Vol. 6**, No. 2.
- Makiyah, Mujiatul. 2013. *Analisis Kadar N, P, dan K Pada Pupuk Cair Limbah Tahu Dengan Penambahan Tanaman Matahari Meksiko (Thitonia diversivolia)*. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Nur Thoyib, Ahmad Rizali Noor, Muthia Elma. 2016. Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Sampah Organik Rumah Tangga Dengan Bioaktivator EM4. Fakultas Teknik Universitas Lambung. Banjar Baru Kalimantan Selatan. **Vol. 5**, No. 2.
- Purnomo Eko Adi, Endro Sutrisno, Sri Sumiyati. 2017. Pengaruh Variasi C/N Rasio Terhadap Produksi Kompos dan Kandungan Kalium (K), Pospat (P), Dari Batang Pisang Dengan Kombinasi Kotoran Sapi Dalam Sistem Vermicomposting. Fakultas Teknik Lingkungan. Universitas Diponegoro. Semarang. **Vol. 6**, No. 2.
- Stefhany, Cut Ananda, Mumu Sutisna dan Kancitra Pharmawati. 2013. *Fitoremediasi Phospat Dengan Menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) Pada Limbah Cair Industri Kecil Pencuci Pakaian (Laundry)*. Bandung: Jurnal Institut Teknologi Nasional. **Vol, 1**, No. 1.
- Suriadikarta Didi Ardi, Simanungkalit R.D.M, Rasti Saraswati, Diah Setyorini dan Wiwik Hartatik. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Litbung Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jawa Barat.
- Suardiyono, Farikha Maharani, dan Harianingsih. 2019. Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Air Rebusan Olahan Kedelai Menggunakan Effective Mikroorganisme. Fakultas Teknik. Semarang. **Vol. 1**, No. 1.
- Waryanti Anik, Sudarno, Endro Sutrisno. 2013. Studi Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa Pada Pembuatan Pupuk Cair Dari Limbah Cair Cucian Ikan Terhadap Kualitas Unsur Hara Makro (CNPk). UNDIP. Semarang.
- Wijaksono, Rino Anggi, Rijadi Subiantoro, dan Bambang Utoyo. 2016. Pengaruh Lama Fermentasi Pada Kualitas Pupuk Kandang Kambing. Politeknik. Bandung.