

## PEMANFAATAN LIMBAH CAIR TAHU DAN DAUN GAMAL (*Gliricidia sepium*) SEBAGAI PUPUK ORGANIK CAIR DENGAN METODA FERMENTASI DENGAN AKTIVATOR EM4

Hasmalina Nasution, Henny D.J., Ulsanna Laira, Wahyuningsih

Fakultas MIPA dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Riau  
Jln. Tuanku Tambusai Ujung No. 1 Pekanbaru 28285  
UPT PSMB Dinas Perdagangan dan Industri, Provinsi Riau  
e-mail: ayu.jacob@yahoo.co.id

### ABSTRACT

Liquid organic fertilizer is organic fertilizer in a liquid preparation as apart or all of from organic compound such as plant, animal, and industry waste, solid or liquid phase Nutrients contained therein form of a solution that is so fine that is easily absorbed by plants, though the leaves or stems. Organic fertilizer is one of solution to recovery physical, chemical and biological soil mineral from harmful effect at synthetic fertilize. Liquid fertilizer is obtained from the fermentation process solid first and then proceed with the extraction and liquid anaerobic fermentation process. In the fermentation process, the role of microbes largely determine the resulting product. The aim of this study was to determine the potential of liquid waste out as a liquid organic fertilizer with the addition of leaves of *Gliricidia* plants with a variation of 200 gr and 400 gr to increase macro and micro nutrients with EM4 bacteria activator by fermentation process. Macro nutrients result show Nitrogen 1250,57 ppm, phosphorus 1626,51 ppm potassium 2987,45 ppm, C-organic 8550 ppm, the ratio of C/N 7, and micro nutrients (Fe, Cu, Mn) C organic result Fe 57.99 ppm, Cu 0.30 ppm, Mn 2.83 ppm in the optimum fermentation time of 5 days with additional variations *Gliricidia* leaves 400 g. Macro nutrient of Organic fertilizer produced meets the quality requirements of the regulation which has set the levels of nitrogen, phosphorus and potassium in the amount of <2% or <20000, C organic  $\geq$  4% (40000 ppm), the ratio of C / N  $\geq$  4 ppm. Micro nutrients result do not meet the quality requirements of the agriculture minister No.28/Permentan/OT.140/2/2009. quality regulations for, and metal 100-1000 ppm.

**Keywords:** Liquid Organic Fertilizer, Tofu Waste Water, Gamal Leaf, EM4, Macro and Micro nutrients

### 1. PENDAHULUAN

Pupuk organik berdasarkan bentuknya, dibedakan menjadi dua macam yaitu pupuk organik padat dan pupuk organik cair (Hadisuwito, 2012). Menurut Nasaruddin dan Rosmawati (2011) Pupuk organik cair memiliki kelebihan dibandingkan dengan pupuk padat yaitu unsur hara yang dikandungnya lebih cepat tersedia dan mudah diserap akar tanaman. Sumber bahan baku pupuk organik tersedia dimana saja dengan jumlah yang melimpah yang terutama dalam bentuk limbah, baik limbah rumah tangga, maupun limbah industri, dll.

Di daerah jalan Garuda Pekanbaru, limbah cair tahu yg berasal dari proses perendaman, pencucian, perebusan dan pengempresan dibuang begitu saja ke dalam saluran air. Hal ini akan menyebabkan pencemaran lingkungan karena adanya kandungan organik pada limbah tahu. Dimana unsur organik itu mudah membusuk dan mengeluarkan bau yang kurang sedap sehingga selain mencemari air juga dapat mencemari udara sekitar tempat produksi.

Menurut Makiyah (2013), Limbah cair industri tahu merupakan salah satu alternatif yang bisa dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair, karena mengandung unsur hara mikro dan makro yang dibutuhkan oleh tanaman. Salah satu yang dapat mengkayakan unsur hara selain dari limbah cair tahu dapat diperoleh dari jenis tanaman famili *leguminosae*. Gamal adalah salah satu tanaman dari famili *leguminosae* yang mengandung berbagai hara esensial yang cukup tinggi bagi pemenuhan hara bagi tanaman pada umumnya (Ibrahim, 2002), dengan rasio C/N yang rendah (Pujiyanto, 1994). Populasi tanaman gamal sangat banyak di daerah Tanjung Pauh Kecamatan Singingi Hilir. Pada penelitian sebelumnya pemanfaatan limbah cair tahu hanya digunakan sebagai pupuk organik fosfor, sehingga untuk meningkatkan kandungan dalam pupuk tersebut perlu adanya peningkatan unsur-unsur lain yang diperlukan tanaman seperti N (nitrogen), P (fosfor) dan K (kalium) dll (Makiyah, 2013). Daun tanaman gamal mengandung unsur hara esensial yang cukup

tinggi dengan rasio C/N yang rendah. Jaringan daun tanaman gamal mengandung 3,15% N, 0,22% P, 2,65% K, 1,35% Ca, dan 0,41% Mg (Jayadi,2009).

Tanaman ini oleh masyarakat sekitar biasanya dimanfaatkan sebagai tanaman pagar untuk kebun dan batangnya sebagai kayu bakar, tanpa disadari besarnya potensi daun dari tanaman gamal ini yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan pupuk organik yang bertujuan untuk memperkaya unsur – unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Faktor yang dapat mempengaruhi proses pembuatan hingga menghasilkan pupuk organik cair yang baik bagi tanaman adalah suhu, pH, kadar air, Rasio C/N, kandungan hara makro (N,P,K) dan mikro, serta unsur-unsur logam lainnya (Kementerian Pertanian, 2009).

Potensi yang besar dari limbah cair tahu dan tanaman gamal yang mendorong peneliti memanfaatkannya sebagai pupuk organik cair dan menganalisa pH, kandungan hara makro dan mikro serta membandingkan apakah pupuk organik cair yang dihasilkan sudah memenuhi persyaratan mutu Peraturan Menteri Pertanian No.28 /Permentan /OT.140 /2 /2009

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan adalah bioreaktor, pH meter, sarung tangan, blender, tisu, botol semprot dan *thermometer*, labu kjedhal, alat destilasi, alat destruksi, Spektrofotometer, buret 50 mL, kertas saring Whatman No.41, Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) Perkin Elmer 200 dengan lampu katoda kalium, neraca analitik, pemanas listrik

Bahan-bahan yang digunakan adalah limbah cair tahu, daun tanaman gamal, EM4, air suling, asam sulfat-salisilat, larutan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) pekat, natrium tiosulfat ( $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ ), larutan asam borat 1%, larutan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) 0,05 N, indikator *Conway*, natrium hidroksida (NaOH) 40%, air suling, pereaksi molibdovanadat, larutan standar fosfat,  $HClO_4$  70-72% dan  $HNO_3$  p.a,  $CaCO_3$  dan KCl.

### Prosedur Penelitian

Pupuk organik cair (POC) pada penelitian ini dibuat dengan mencampurkan limbah tahu dan tanaman gamal serta bioaktivator EM4 ke dalam bioreaktor yg sudah dirancang. Kemudian ditutup agar proses fermentasi berlangsung. Pada penutupnya dipasang selang yang dihubungkan ke dalam wadah yg berisi air. Tujuannya adalah agar mengeluarkan gas yg muncul dari proses fermentasi anaerob. Konsep dasar dari fermentasi adalah merangsang perkembangan dan aktivitas mikroorganisme pengurai untuk mengubah bahan organik menjadi unsur-unsur yang siap diserap oleh tanaman. EM4 merupakan bioaktivator yang mengandung banyak sekali mikroorganisme pemecah bahan-bahan organik (Ardiningtyas, 2013).

Pada pembuatan pupuk organik cair ini dilakukan variasi penambahan daun tanaman gamal yaitu 200 dan 400 gram serta variasi waktu panennya yaitu 0, 5, 10 hari. Tujuannya adalah untuk mengetahui pada variasi manakah yang akan menghasilkan pupuk organik cair yang memiliki kadar unsur hara yang sesuai dengan standar mutu yang ada.

Dilakukan Analisis pH, hara makro (N,P,K, C – Organik ) dengan metode kjedhal, spektrofotometer dan titrasi asam-basa dan unsur hara mikro (Cu, Fe, Mn) dengan Metode AAS sampel POC.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

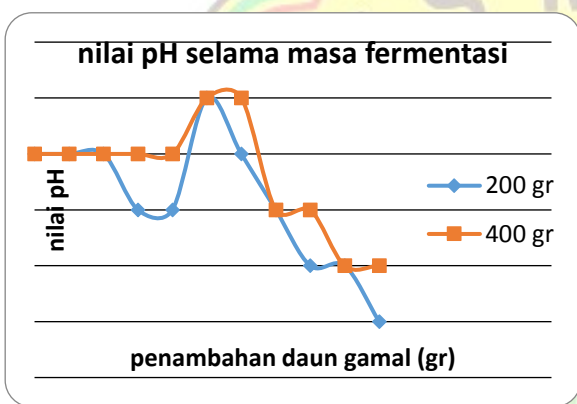
### Nilai pH dan Suhu Pada Proses Fermentasi

Proses fermentasi tidak akan terlepas dari pengaruh suhu dan pH. Suhu optimum untuk fermentasi adalah sekitar 30-50°C (mesofilik). Suhu perlu dijaga untuk menyesuaikan kondisi optimum pertumbuhan mikroba. Aktivitas mikroba pada proses fermentasi pada umumnya menghasilkan panas. Fermentasi optimum berlangsung pada pH 5,5-8. Kondisi yang sangat asam pada awal proses fermentasi, sebagai akibat dari aktivitas mikroba penghasil asam. Seiring dengan tumbuhnya mikroba lain dari bahan yang terurai, maka pH bahan akan naik (Gusti dkk, 2010).

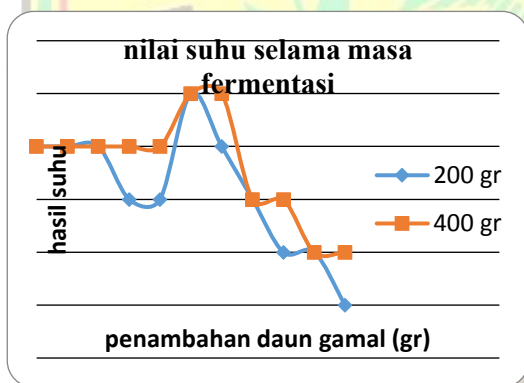
Terdapat hubungan langsung antara peningkatan suhu dengan konsumsi oksigen.

Semakin tinggi temperatur akan semakin banyak konsumsi oksigen dan akan semakin cepat pula proses dekomposisi (Isroi, 2008). Temperatur yang berkisar antara 30-60°C menunjukkan aktivitas fermentasi yang cepat. Suhu yang lebih tinggi dari 60°C akan membunuh sebagian mikroba dan hanya mikroba thermofilik saja yang akan tetap bertahan hidup. Suhu yang tinggi juga akan membunuh mikroba-mikroba patogen tanaman dan benih-benih gulma (Isroi, 2008).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH tertinggi yaitu pH 6 dan suhu optimum yaitu 34°C untuk kedua variasi penambahan gamal (gambar 1 dan gambar 2).



Gambar 1. Nilai pH selama proses fermentasi



Gambar 2. Nilai pH Pupuk Organik Cair Selama Proses Fermentasi

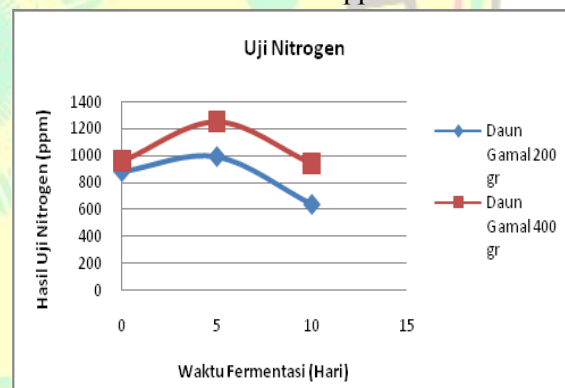
**Analisis Hara Makro**

**Kadar Nitrogen**

Hasil uji nitrogen pupuk organik cair setelah mengalami proses fermentasi yaitu dengan variasi 0, 5 dan 10 hari dapat dilihat pada Gambar 3 bahwa waktu fermentasi memiliki pengaruh pada banyaknya kadar nitrogen pada pupuk organik cair tersebut. Kadar nitrogen pada pupuk

organik cair ini mengalami kenaikan pada fermentasi hari ke-5 kemudian mengalami penurunan pada fermentasi hari ke-10. Hal ini disebabkan karena cadangan makanan bakteri telah habis bereaksi sehingga dapat dikatakan bahwa bakteri telah mencapai fase stationer dan akan mengalami kematian. Ini berarti apabila fermentasi diteruskan akan didapatkan hasil yang lebih sedikit dibandingkan dengan sebelumnya (Makiyah, 2013).

Semakin banyak daun tanaman gamal yang ditambahkan dalam limbah tahu tersebut maka kadar nitrogen juga semakin tinggi terbukti dengan tingginya kadar nitrogen pada penambahan daun tanaman gamal 400 gr. Kadar N tertinggi terdapat pada sampel dengan penambahan daun tanaman gamal 400 gr dengan fermentasi selama 5 hari yaitu sebesar 1250,57 ppm dibandingkan dengan penambahan daun tanaman gamal 200 gr yaitu sebesar 988,88 ppm. Hasil tersebut sesuai dengan Peraturan Menteri Pertanian No.28/Permentan/OT.140/2/2009 yaitu sebesar < 2 % atau < 20000 ppm.



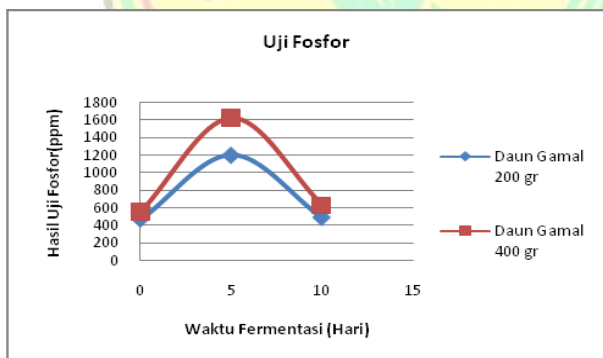
Gambar 3. Hasil Uji Nitrogen

**Kadar Fosfor**

Hasil uji fosfor dalam bentuk P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> yang didapatkan pada pupuk organik cair limbah tahu dan daun tanaman gamal terlihat pada Gambar 4 bahwa semakin banyak daun tanaman gamal yang ditambahkan maka semakin bertambah tinggi kadar P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> yang di hasilkan. Ini terbukti bahwa penambahan daun tanaman gamal pada proses pembuatan pupuk organik cair limbah tahu dapat meningkatkan unsur haranya. Lama waktu fermentasi juga mempengaruhi kadar P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pada pupuk organik cair limbah tahu dan daun tanaman gamal.

Kandungan  $P_2O_5$  sejalan dengan kandungan N dalam pupuk organik cair. Kandungan N kemungkinan berkaitan dengan jumlah mikroorganisme yang tumbuh. Hal ini sejalan dengan pendapat Hayati, dkk (2008) dalam Yuli, dkk (2011) yang menyatakan bahwa kandungan  $P_2O_5$  dalam pupuk organik cair berkaitan dengan kandungan N. Semakin besar N yang terkandung maka mikroorganisme yang merombak P akan meningkat, sehingga kandungan P pada pupuk organik cair akan meningkat dan begitu juga sebaliknya. Sedangkan pada proses fermentasi hari ke-0 (tanpa fermentasi) ini kemungkinan mikroorganisme pengurai  $P_2O_5$  belum bekerja secara optimum. Mikroorganisme memerlukan waktu untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan untuk melakukan metabolisme dan aktivitas meningkatkan ukuran sel. Setelah itu menggunakan karbon untuk memperbanyak diri (Makiyah, 2013).

Kadar  $P_2O_5$  tertinggi terdapat pada sampel dengan penambahan daun tanaman gamal 400 gr, fermentasi hari ke-5 dengan kadar  $P_2O_5$  sebesar 1626,51ppm. Hasil tersebut sesuai dengan Peraturan Menteri Pertanian No.28/Permentan/OT.140/2/2009 yaitu sebesar  $< 2\%$  atau  $< 20000$  ppm.

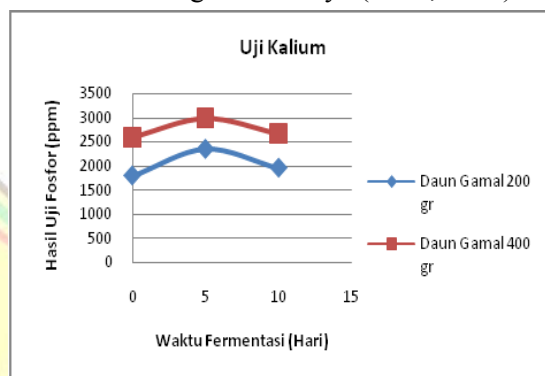


Gambar 4. Hasil Uji Fosfor

**Kadar Kalium**

Hasil uji kalium pada pupuk organik cair ini didapatkan hasil maksimum pada fermentasi hari ke-5 yaitu 2987,45 ppm pada penambahan 400 gr daun tanaman gamal. Kemudian mengalami penurunan setelah difermentasi pada hari ke-10. Hal ini disebabkan cadangan makanan bakteri yang bersumber kalium ( $K_2O$ ) telah habis bereaksi. Dapat dikatakan bahwa bakteri telah

mencapai fase stationer dan akan mengalami fase kematian. Ini berarti apabila fermentasi diteruskan maka akan didapatkan hasil yang lebih sedikit dibanding sebelumnya (Santi, 2008).



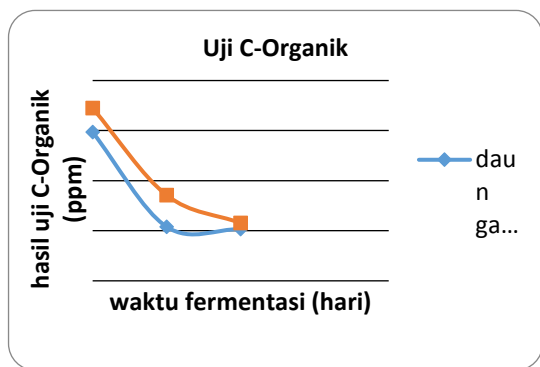
Gambar 5. Hasil Uji Kalium

Hasil uji kalium yang didapatkan pada pupuk cair limbah tahu dan daun tanaman gamal terlihat pada Gambar 5 bahwa semakin banyak daun tanaman gamal yang ditambahkan maka semakin bertambah tinggi kadar kalium yang di hasilkan. Ini terbukti bahwa penambahan daun tanaman gamal pada proses pembuatan pupuk organik cair limbah tahu dapat meningkatkan organik haranya. Lama waktu fermentasi juga mempengaruhi kadar kalium pada pupuk organik cair limbah tahu dan daun tanaman gamal.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, kadar kalium pada pupuk organik cair hasil fermentasi limbah cair tahu dan daun tanaman gamal tersebut sesuai dengan Peraturan Menteri Pertanian No.28/ Permentan/OT.140 /2/2009 yaitu sebesar  $< 2\%$  atau  $< 20000$ ppm.

**Kadar C – Organik dan Rasio C/N**

Pada penelitian ini penentuan kadar C-organik menggunakan alat spektrofotometer UV-VIS dengan panjang gelombang 651 nm, semakin banyak penambahan daun gamal diperoleh hasil kadar C-Organik semakin tinggi yaitu penambahan daun gamal sebanyak 400 gr, hal ini dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil uji C-Organik

Unsur karbon semakin lama waktu fermentasi maka kadar C-Organik yang diperoleh semakin menurun karena mikroorganisme menggunakan karbon sebagai sumber energi (Sutanto, 2002), untuk melakukan metabolisme dan aktivitas meningkatkan ukuran sel, serta untuk memperbanyak diri (Makiyah, 2013).

Hasil uji nitrogen pupuk organik cair setelah mengalami proses fermentasi yaitu dengan variasi 0, 5 dan 10 hari diketahui bahwa waktu fermentasi memiliki pengaruh pada banyaknya kadar nitrogen pada pupuk organik cair tersebut. Menurut Laira (2015), Kadar nitrogen pada pupuk organik cair ini mengalami kenaikan pada fermentasi hari ke-5 kemudian mengalami penurunan pada fermentasi hari ke-10. Hal ini disebabkan karena cadangan makanan bakteri telah habis bereaksi sehingga dapat dikatakan bahwa bakteri telah mencapai fase stationer dan akan mengalami kematian. Ini berarti apabila fermentasi diteruskan akan didapatkan hasil yang

lebih sedikit dibandingkan dengan sebelumnya (Makiyah, 2013). Semakin banyak daun tanaman gamal yang ditambahkan dalam limbah tahu tersebut maka kadar nitrogen juga semakin tinggi terbukti dengan tingginya kadar nitrogen pada penambahan daun tanaman gamal 400 gr. Kadar N tertinggi terdapat pada sampel dengan penambahan daun tanaman gamal 400 gr dengan fermentasi selama 5 hari yaitu sebesar 1250,57 ppm dibandingkan dengan penambahan daun tanaman gamal 200 gr yaitu sebesar 988,88 ppm. Hasil tersebut sesuai dengan Peraturan Menteri

Pertanian No. 28/Permentan/OT.140/2/2009 yaitu sebesar < 2 % atau < 20000 ppm.

Rasio C/N adalah perbandingan kadar karbon (C) dan kadar nitrogen (N) dalam suatu bahan. Jumlah rasio C/N dapat digunakan sebagai indikator proses fermentasi yaitu jika jumlah perbandingan antara karbon dan nitrogen masih berkisar antara 20% sampai 30% maka hal tersebut mengindikasikan bahwa pupuk yang di fermentasi sudah bisa untuk digunakan. Perbedaan kandungan C dan N tersebut akan menentukan kelangsungan proses fermentasi pupuk cair yang pada akhirnya mempengaruhi kualitas pupuk cair yang dihasilkan (Pancapalaga, 2011). Kandungan rasio C/N didapatkan dari perbandingan antara nilai C organik dan nitrogen. Pada perhitungan rasio C/N, diperoleh nilai rasio C/N sesuai dengan nilai standar yaitu  $\geq 4$  seperti ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 1. Hasil Rasio C/N

Penambahan Daun Gamal (gr)	0 Hari (ppm)			5 Hari (ppm)			10 Hari (ppm)			Syarat mutu $\geq 4$
	C-org	*N	C/N	C-org	N	C/N	C-org	N	C/N	
200	14840	878,87	17	5400	988,88	5	5160	636,71	8	
400	17240	957,78	19	8550	1250,57	7	5770	940,79	6	

**Analisis Hara Mikro (Fe, Cu, Mn)**

Pengujian logam Fe menggunakan spektrofotometer serapan atom. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa penambahan daun tanaman gamal dan waktu lamanya fermentasi dapat mempengaruhi kadar yang diperoleh. Kadar tertinggi diperoleh pada penambahan daun

tanaman gamal 400 gr dan pada hari fermentasi ke 5 yaitu sebesar 57,99 ppm, tetapi pada hari ke 10 kadar Fe menurun. Dapat dilihat pada tabel 2.

Penentuan kadar Cu sama seperti Fe yaitu dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom. Hasil tertinggi diperoleh pada hari ke 0 dengan penambahan daun gamal sebanyak 400

gram yaitu 0,30 ppm yang dapat dilihat pada tabel 3. Penurunan terjadi pada hari ke 5 dan ke 10 fermentasi. Pada pengukuran logam Cu menggunakan AAS diperoleh nilai konsentrasi sampel berada dibawah standar terkecil yang digunakan untuk membuat kurva standar meskipun telah digunakan berat sampel yang besar ( $\pm 30$  gr). Pengukuran logam Cu tidak dilakukan penambahan standar untuk menaikkan konsentrasi sampel (adisi standar), karena hasil perolehan kembali (recovery) dari konsentrasi yang ditambahkan sangat bervariasi dan kecil (40-70%), sehingga keakuratan data kurang dipercaya, dimana nilai perolehan kembali yang baik untuk pengukuran berkisar 90-110%.

Hasil pengukuran langsung diambil tanpa melakukan penambahan standar dalam karena nilai konsentrasi tersebut berada diatas nilai limit kuantitas (LOQ) dari pengukuran logam Cu yaitu 0,06 mg/L. LOQ adalah nilai dimana kadar analit menghasilkan sinyal yang lebih besar dari pada blanko, sehingga konsentrasi yang diperoleh

mempunyai keakuratan. LOQ merupakan perkiraan batas terendah dari suatu kurva kalibrasi.

Kadar Mn tertinggi pada fermentasi hari ke 0 dan penambahan daun gamal sebanyak 400 gram yaitu sebesar 3,46. Banyaknya penambahan daun gamal dan waktu fermentasi mempengaruhi kadar dari logam Mn, Hal ini dapat dilihat pada tabel 4. bahwa pada waktu fermentasi 0 hari Mn tersedia cukup besar setelah mengalami fermentasi lama kelamaan kadarnya menurun. Penurunan ini kemungkinan terjadi dikarenakan selama proses fermentasi terjadi pemanfaatan sumber logam (Cu, Fe, Mn) oleh mikroba sebagai nutrisi mikroba untuk tumbuh dan berkembang dimana bakteri telah mencapai fase stationer dan akan mengalami kematian. Ini berarti apabila fermentasi diteruskan akan didapatkan hasil yang lebih sedikit dibandingkan dengan sebelumnya (Makiyah, 2015).

Tabel 5 Hasil Uji logam Fe

Penambahan Daun Gamal (gr)	0 Hari (ppm)		5 Hari (ppm)		10 Hari (ppm)		Syarat Mutu (ppm)
	Hasil	Rata-rata	Hasil	Rata-rata	Hasil	Rata-rata	
200	24,84	26,18	12,32	11,61	1,82	1,68	100<X<800
	27,54		10,90		1,54		
400	25,40	25,46	60,91	57,99	1,17	1,16	
	55,52		55,07		1,15		

Keterangan: LOD Fe = 0,036 mg/L

Tabel 6 Hasil Uji logam Cu

Penambahan Daun Gamal (gr)	0 Hari (ppm)		5 Hari (ppm)		10 Hari (ppm)		Syarat Mutu (ppm)
	Hasil	Rata-rata	Hasil	Rata-rata	Hasil	Rata-rata	
200	0,26	0,29	0,19	0,18	0,11	0,10	100<X<1000
	0,32		0,18		0,09		
400	0,31	0,32	0,32	0,30	0,08	0,10	

	0,32		0,28		0,11		
--	------	--	------	--	------	--	--

Keterangan: LOD Cu = 0,019 mg/L

Tabel 7 Hasil Uji logam Mn

Penambahan Daun Gamal (gr)	0 Hari (ppm)		5 Hari (ppm)		10 Hari (ppm)		Syarat Mutu (ppm)
	Hasil	Rata-rata	Hasil	Rata-rata	Hasil	Rata-rata	
200	2,61	2,65	1,55	1,54	0,76	0,84	100<X<1000
	2,69		1,52		0,91		
400	3,61	3,46	2,84	2,83	0,68	0,70	
	3,31		2,82		0,71		

Keterangan: LOD Mn = 0,03 mg/L

**4. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa analisis nitrogen, fosfor dan kalium pupuk organik cair limbah tahu dan daun tanaman gamal sabagai berikut:

1. Limbah cair tahu dapat dimanfaatkan sebagai baku pembuatan pupuk organik cair.
2. Penambahan daun tanaman gamal berpotensi mengayakan kandungan hara pada pembuatan pupuk organik cair, dimana kadar nitrogen, fosfor dan kalium dengan penambahan daun tanaman gamal 400 gr lebih besar dibandingkan dengan penambahan daun tanaman gamal 200 gr.
3. Waktu optimal pada proses fermentasi limbah cair tahu dan daun tanaman gamal, yaitu hari ke-5 dengan kadar nitrogen sebesar 1250,57 ppm, fosfor 1626,51 ppm dan kalium 2987,45 ppm.
4. Berdasarkan standar syarat mutu Peraturan Menteri Pertanian No.28/Permentan/OT.140/2/2009 yang telah menetapkan kadar nitrogen, fosfor dan kalium yaitu sebesar <2% atau <20000 ppm. Maka pupuk organik cair tersebut memenuhi persyaratan.

5. Suhu dan pH optimum proses fermentasi didapat pada hari ke 5 yaitu 34°C dan pH 6.
6. Kadar C-Organik tertinggi diperoleh pada fermentasi hari ke 5 dengan penambahan 400 gr tanaman gamal, yaitu 8550 ppm dengan rasio C/N 7 Sedangkan kadar masing – masing logam semakin menurun seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi yaitu logam Fe 57,99 ppm, logam Cu 0,30 ppm, logam Mn 2,83 ppm.
7. Berdasarkan standar syarat mutu Peraturan Menteri Pertanian No.28/Permentan/OT.140/2/2009 yang telah menetapkan standar kadar C-Organik ≥ 4% , rasio C/N ≥ 4, Fe 100<X<800, Cu dan Mn 100<X<1000, maka pupuk organik cair tersebut belum memenuhi persyaratan.

**DAFTAR PUSTAKA**

Adiprakoso, D.2012. pembuatan pupuk organik cair dan tepung pakan ayam dari limbah tempe menggunakan bioaktivator EM4. *Skripsi*. Jakarta: universitas indonesia

Amilia, Y. 2011. Penggunaan Pupuk Organik Cair Untuk mengurangi Dosis Penggunaan Pupuk Anorganik Pada Padi Sawah (*Oryza Sativa L.*).*Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor

- Apriwinda, 2013. Studi Fermentasi Nira Batang Sorgum Manis (*Sorghum Bicolor (L) Moench*) Untuk Produksi Etanol. *Skripsi*. Makassar: Universitas Hasanuddin
- Ardiningtyas, T. R. 2013. Pengaruh Penggunaan *Effective Microorganism 4 (Em4)* dan Molase Terhadap Kualitas Kompos dalam Pengomposan Sampah Organik Rsud Dr. R. Soetrasno Rembang. *Skripsi*. Fakultas Ilmu Keolahragaan. Semarang. Universitas Negeri Semarang
- Darmajana, D, A. 2012. Pengaruh suhu dan waktuperendaman terhadap bobot kacang kedelai sebagai bahan bakutahu. *Prosiding sains, teknologi dan kesehatan*
- Gusti, I. S., Budi Aman., Kholisoh, S. D., Marsetyo, M.M & Putranti, M. 2010. Pengaruh jenis stater, volume pelarut dan aditif terhadap pengolahan sampah organik rumah tangga menjadi pupuk kompos secara anaerob. *Prosiding seminar nasional teknik kimia*: 1-5
- Jayadi, M. 2009. Pengaruh pupuk organik cair daun gamal dan pupuk anorganik terhadap pertumbuhan tanaman jagung. *Jurnal agrisistem* . vol 5 no.2
- Jusuf, L dkk.2007. Pengaruh dosis pupuk organik padat daun gamal pada tanaman sawi. *jurnal agrisistem*. Vol 3 no.2
- Laira, U.2015. Analisis Kadar N, P dan K Pupuk Organik Cair Hasil Fermentasi
- Limbah Tahu dan Daun Gamal (*Gliricidia Sepium*) dengan Aktivator EM4. *Skripsi*. fakultas MIPA dan kesehatan. Pekanbaru. Universitas Muhammadiyah Riau
- Makiah, M. 2013. Analisa Kadar N, P, dan K pada Pupuk Cair Limbah Tahu dengan Penambahan Tanaman Matahari Meksiko. *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang
- Manurung, D. 2012. Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Limbah Organik dengan Aktivator EM4 dan Analisis N P K pada Pupuk Cair Organik. *Skripsi*. Medan: Universitas Negeri Medan
- Mukti, K. 2013. Analisis Spektroskopi UV-VIS, Penentuan Konsentrasi Permanganat ( $KMnO_4$ ). Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta. Surakarta
- Nasaruddin dan rosmawati, 2011. Pengaruh pupuk organik cair (poc) hasil fermentasi daun gamal, batang pisang dan sabut kelapa terhadap pertumbuhan bibit kakao. *Jurnal agrisistem*: 1(7): 29-37
- Natalia, H., Nista, D dan Hindrawati, S. 2009. Keunggulan Gamal Sebagai Pakan Ternak. BPTU Sembawa: Sembawa
- Nugroho, P. 2008. Panduan Pembuatan Pupuk Kompos Cair. Edisi ke-1. Yogyakarta: Pusaka Baru Press
- Pancapalaga, W. 2011. Pengaruh rasio penggunaan limbah ternak dan Hijauan terhadap kualitas pupuk cair. *Jurnal Gamma*: 1(7): 6-68
- Pardosi, H. D., Iriantodan Mukhsin. 2014. Respons tanaman sawi terhadap pupuk organik cair limbah sayuran pada lahan kering ultisol. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*: 1-7
- Pranatayana, I. B. G., Temaja, I.G.R.M., Yuliadhi, K. A., Nyana, I. D. N dan Suastika, G. 2014. Deteksi Molekuler *Cucumber Mosaic Virus* (Cmv) Pada Tanaman Gamal (*Gliricidia Sepium*) Sebagai Barrier Pada Pertanaman Cabai. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika* 3(3): 176-182
- Raharjdo, M. 2012. Pengaruh pupuk K terhadap pertumbuhan, hasil dan mutu rimpang. *Jurnal Litri* 18 (1): 10-16
- Sianturi, D. 2008. Uji Kandungan Fosfat Sebagai  $P_2O_5$  dalam Berbagai Merek Pupuk Fosfat Komersial Secara Spektrofotometri. *Skripsi*. FMIPA Kimia USU. Medan
- Siboro, E.S., Surya, E & Herlina, N. 2013. Pembuatan pupuk cair dan biogas dari Campuran limbah sayuran. *Jurnal teknik kimia* 2(3)
- Supriyo, E. 2010. Peningkatan Kandungan  $P_2O_5$  pada Pupuk Posfat Alam dengan Aktivasi Yeast (*Saccaromyces*



- Cereviceae*). Gema Teknologi. Vol. 16 (1).
- Suyitno dan Paidi. 2012. Identifikasi kandungan Mg, N dan Fe semai cendana (*santalum album* l.) tanpa inang. *Seminar Nasional Hasil Penelitian MIPA dan Pend.MIPA*.1-18
- Vincent, M. 2012. Pengolahan lanjut limbah cair kelapa sawit secara aerobik menggunakan *effective microorganism* guna mengurangi nilai TSS. *Jurnal Teknik Kimia* 1(1)
- Widjajanto, D. 2013. Pengaruh pemberian bahan organik daun gamal (*Gliciridia sepium*) terhadap beberapa karakteristik fisik inseptisols lembah palu. *Jurnal sains dan teknologi*. 15(1)
- Zai, F. F. 2010. Penentuan Kadar Nitrogen, Fosfor dan Kalium Sebelum dan setelah Fermentasi dalam Pembuatan Kompos. *Skripsi*. FMIPA Kimia USU. Medan

