

Pembuatan Pupuk Cair Organic dari Kiambang (*Salvinia molesta*) (Variabel Penambahan EM4 dan Lama Waktu Fermentasi)

Fikri Hadi Pratama, Bambang Kusmartono

Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

email : epsonpratama8@gmail.com

INTISARI

Kiambang (*Salvinia molesta*) adalah tumbuhan air berupa paku air atau gulma air yang biasa mendominasi perairan rawa. Kiambang dapat tumbuh dengan cepat dan cukup melimpah di persawahan, rawa, danau, kolam, atau genangan air. *S. molesta* memiliki diameter daun dengan kisaran rata-rata 2-4 cm, tetapi memiliki perakaran yang lebat dan panjang serta mampu beradaptasi pada lingkungan dengan kondisi nutrisi dan salinitas rendah (<10‰). *S. molesta* tidak memiliki nilai ekonomi yang tinggi, kecuali sebagai humus karena pertumbuhannya yang cepat dan dapat dijadikan pupuk.

Penelitian dilakukan untuk memperoleh pupuk organik cair dari kiambang dengan cara fermentasi dengan variabel waktu fermentasi, variasi bahan dan penambahan EM4 sehingga akan diperoleh hasil yang optimum dengan membandingkan yield pupuk yang diperoleh. Pada penelitian ini akan digunakan kiambang segar yang diambil dari lahan perairan bebas limbah industri, kiambang dipotong kecil-kecil agar mudah ditimbang. Lalu kiambang tersebut dihaluskan menggunakan blender. Selanjutnya tambahkan air dengan perbandingan 1:1,5 (massa kiambang : volume air), lalu ditambahkan juga gula pasir / gula merah sebagai variasi bahan yang digunakan. Campuran tersebut untuk kemudian ditambahkan EM4. Fermentasi dilakukan dengan menggunakan botol plastik berisi larutan kiambang yang disimpan didalam ruangan tertutup pada suhu kamar. Dengan variasi lama waktu fermentasi selama 3 hari, 7 hari, 11 hari, 15 hari, dan 19 hari. Kondisi optimal dapat dilihat dari kandungan Nitrogen yang terdapat didalam pupuk tersebut. Pada penelitian ini diperoleh kondisi optimum yang dicapai pada lama waktu fermentasi 15 dengan penambahan EM4 2.5 mL. Dengan menggunakan kondisi proses tersebut, diperoleh persentase hasil kadar Nitrogen sebesar 0,0035%; kadar Fosfor sebagai P₂O₅ sebesar 0,00145%; dan kadar Kalium sebagai K₂O sebesar 0,2804%.

Kata kunci: kiambang, Fermentasi, Pupuk Cair Organik

PENDAHULUAN

Negara agraris adalah negara yang sebagian besar penduduknya berprofesi sebagai petani. Contohnya adalah negara kita sendiri, yakni Indonesia. Hal ini disebabkan karena mayoritas penduduknya bekerja di bidang pertanian. Indonesia memiliki sumber daya alam yang beraneka ragam dan memiliki wilayah yang cukup luas. Mungkin hal ini yang membuat Indonesia menjadi salah satu negara agraris terbesar di dunia. Di negara agraris, pertanian memiliki peranan yang penting baik di sektor perekonomian ataupun pemenuhan kebutuhan pokok dan pangan.

Dengan semakin banyaknya jumlah penduduk maka konsumsi pangan juga akan bertambah sehingga dapat meningkatkan perekonomian bagi petani. Untuk dapat terus berperan dalam perekonomian, sektor pertanian membutuhkan sarana produksi yang memiliki peranan penting dalam peningkatan produktivitas dan kualitas hasil pertanian, yaitu

pupuk. Namun kelangkaan pupuk seringkali mengganggu kebutuhan dasar para petani di Indonesia, sehingga dampaknya harga pupuk melonjak di pasaran. Seringkali banyak petani merugi karena tanaman mereka menjadi tidak produktif atau terhambat pertumbuhannya akibat kurangnya asupan pupuk.

Kiambang merupakan nama umum bagi paku air (*Salvinia molesta*) dari genus *Salvinia*. Tumbuhan ini biasa ditemukan mengapung di air menggenang, seperti kolam, sawah, rawa dan danau, atau di sungai yang mengalir tenang. Kiambang memiliki dua tipe daun yang sangat berbeda. Daun yang tumbuh di permukaan air berbentuk cuping agak melingkar, berklorofil sehingga berwarna hijau, dan permukaannya ditutupi rambut berwarna putih agak transparan. Rambut-rambut ini mencegah daun menjadi basah dan juga membantu kiambang mengapung. Daun tipe kedua tumbuh di dalam air berbentuk sangat mirip akar, tidak berklorofil dan berfungsi menangkap hara dari

air seperti akar. Orang awam menganggap ini adalah akar kiambang. Kiambang sendiri akarnya (dalam pengertian anatomi) tereduksi. Kiambang tidak menghasilkan bunga karena masuk ke dalam golongan paku-pakuan. Sebagaimana paku air (misalnya semanggi air dan azolla) lainnya, kiambang juga bersifat heterospor, memiliki dua tipe spora: makrospora yang akan tumbuh menjadi protalus betina dan mikrospora yang akan tumbuh menjadi protalus jantan.

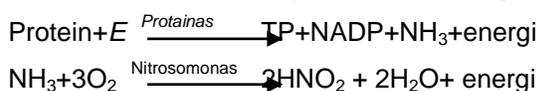
Menurut Indriyani (2007), EM4 (*Effective microorganism 4*) ditemukan pertama kali oleh Prof. Teruo Higa dari Universitas Ryukyus Jepang. Larutan EM4 ini mengandung mikroorganisme fermentasi yang jumlahnya sangat banyak, sekitar 80 genus dan mikroorganisme tersebut dipilih yang dapat bekerja secara efektif dalam memfermentasikan bahan organik. Dari sekian banyak mikroorganisme, ada lima golongan yang pokok, yaitu Bakteri Fotosintetik, *Lactobacillus sp*, *Saccharomyces sp*, *Actinomyces*, dan Jamur Fermentasi. Selain berfungsi dalam proses fermentasi dan dekomposisi bahan organik, EM4 juga mempunyai manfaat antara lain:

1. Memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologis tanah.
2. Menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman.
3. Menyehatkan tanaman, meningkatkan produksi tanaman, dan menjaga kestabilan produksi.
4. Menambah unsur hara tanah dengan cara disiramkan ke tanah, tanaman, atau disemprotkan ke daun tanaman.
5. Mempercepat pengomposan sampah organik atau kotoran hewan.

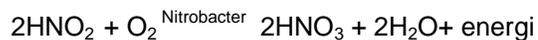
Fermentasi merupakan suatu cara pengolahan melalui proses memanfaatkan penguraian senyawa dari bahan-bahan protein kompleks.

Dalam pembuatan pupuk organik cair ini proses fermentasi dilakukan untuk mendegradasi N organik menjadi senyawa nitrat agar dapat diserap oleh tanaman.

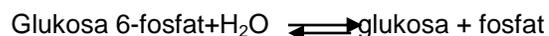
Reaksi yang terjadi dalam proses fermentasi untuk mendapatkan hara Nitrogen:



Reaksi pembentukan unsur NO_3^- akan diserap oleh tanaman:



Sedangkan untuk mendapatkan Phosphate, bakteri pelarut phosphate (*Pseudomonas sp*) memanfaatkan ATP (Adenosine triphosphate) yang sebelumnya terbentuk pada awal proses fermentasi:



Menurut Budi Susilo Setiawan (2002) yang mengatakan bahwa pupuk cair memiliki berbagai keunggulan karena mengandung unsur-unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan, perkembangan, dan kesehatan tanaman. Dilihat dari produknya, pupuk cair tidak terlalu memakan tempat sehingga mudah dalam transportasi dan penyimpanan. Kelebihan lain dari pupuk cair adalah dosis pemberian ke tanaman dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan pemberiannya lebih merata serta kepekatannya dapat disesuaikan dengan kebutuhan tanaman.

Unsur hara merupakan elemen penting untuk menopang pertumbuhan tanaman. Tanpa unsur hara, mustahil tanaman dapat tumbuh optimal, bahkan besar kemungkinan tanaman akan mengalami kematian. Bisa dibayangkan unsur hara merupakan bahan makanan utama bagi tanaman. Dengan unsur hara ini tanaman mampu mencukupi kebutuhan nutrisinya.

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana cara pembuatan pupuk cair dari limbah organik kubis dengan pengaruh ratio bahan baku dan lama waktu terhadap proses fermentasi serta berapa % kandungan N, P dan K dalam limbah organik dan pupuk cair tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari proses dan faktor-faktor yang mempengaruhi pembuatan pupuk cair dari kiambang serta untuk mengetahui kadar unsur hara makro N, P, dan K dalam pupuk cair tersebut.

METODE PENELITIAN

1. Bahan Penelitian

Bahan yang di gunakan adalah kiambang, bioaktivator EM4, gula pasir, garam dan air.

2. Alat Penelitian

alat yang digunakan adalah blender, gelas ukur, botol plastik, beaker glass, sendok makan, pisau, saringan, ember, corong, timbangan digital dan botol kaca.

3. Prosedur Penelitian

Adapun untuk tahapan penelitian ini dalam pembuatan pupuk cair organik sebagai berikut:

- a. Preparasi bahan
 Pada proses preparasi bahan dipersiapkan sebanyak 100 gram kiambang, dipotong kecil-kecil, lalu kiambang dihaluskan dengan cara di blender, bioaktivator EM4, gula pasir, garam dan air. semua bahan diaduk-aduk sampai tercampur rata. Setelah itu dilakukan proses fermentasi
- b. Proses fermentasi dengan menggunakan EM4
 Proses fermentasi dilakukan dengan cara memasukan campuran ke botol plastik dengan penambahan EM4 yaitu 0.5, 1, 1.5, 2, dan 2.5 mL. Proses fermentasi dilakukan selama waktu tertentu yaitu 3, 7, 11, 15, dan 19 hari. Hasil fermentasi dianalisis kadar N, kadar P, dan kadar K menggunakan metode sebagai berikut:
 - a) Analisa kadar Nitrogen (N) dengan Metode *Kjeldahl*.
 - b) Analisa Phospor sebagai P_2O_5 dengan Metode *Vanadat-Molibdat*.
 - c) Analisa Kalium sebagai K_2O dengan metode penguapan.
- c. Pengujian produk untuk analisa hasil.

4. Variabel Yang Diteliti

Dalam penelitian ini dilakukan variabel ratio bahan dan lama waktu fermentasi.

- a. Variabel penambahan EM4
 Penambahan EM4 yang digunakan yaitu 0.5 ml, 1 ml, 1.5 ml, 2 ml, dan 2.5 ml
- b. Variabel lama waktu fermentasi
 Waktu fermentasi yang digunakan yaitu 3 hari, 7 hari, 11 hari, 15 hari, dan 19 hari

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan pupuk organik cair menggunakan bahan baku berupa 100 gram kiambang segar, selanjutnya dilakukan proses fermentasi dengan variasi penambahan EM4 dan waktu fermentasi. Penelitian dilakukan dengan komposisi penambahan gula dan garam

untuk masing-masing sampel adalah gula sebanyak 5 gram dan garam sebanyak 2 gram.

Kemudian dilakukan analisa hasil untuk mengetahui kadar Nitrogen yang dihasilkan dalam pembuatan pupuk cair organik dan mengetahui bagaimana pengaruh waktu fermentasi dan penambahan EM4 terhadap kadar Nitrogen. Setelah itu dilakukan analisa kadar P, dan K pada kondisi yang optimum. Analisa hasil kadar nitrogen pupuk cair organik dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Prosentase kadar N pada variasi waktu fermentasi dan penambahan EM4 (Berat gula 5 gram, garam 2 gram, konsentrasi EM4 pekat)

Waktu (hari)	% Kadar Nitrogen pada berbagai penambahan EM4 : lamanya waktu fermentasi				
	0.5 mL	1 mL	1.5 mL	2 mL	2.5 mL
3	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0014
7	0.0007	0.0007	0.0007	0.0014	0.0021
11	0.0007	0.0014	0.0014	0.0021	0.0028
15	0.0007	0.0007	0.0021	0.0028	0.0035
19	0.0007	0.0021	0.0021	0.0021	0.0028

Dari hasil penelitian pemanfaatan kiambang menjadi pupuk cair organik didapatkan kondisi optimum yakni pada penambahan 2.5 mL EM4 dan waktu fermentasi selama 15 hari maka diperoleh kadar nitrogen paling optimum yakni sebesar kadar N 0.0035%.

Tabel 2. Prosentase kadar P pada variasi waktu fermentasi dan penambahan EM4 (Berat gula 5 gram, garam 2 gram, konsentrasi EM4 pekat)

Waktu (hari)	% Kadar Nitrogen pada berbagai penambahan EM4 : lamanya waktu fermentasi				
	0.5 mL	1 mL	1.5 mL	2 mL	2.5 mL
3	0.0011	0.0012	0.0013	0.0014	0.0014
7	0.0011	0.0012	0.0013	0.0014	0.0014
11	0.0012	0.0013	0.0014	0.0014	0.0014
15	0.0012	0.0011	0.0014	0.0014	0.0015
19	0.0012	0.0013	0.0013	0.0013	0.0014

Dari hasil penelitian pemanfaatan kiambang menjadi pupuk cair organik didapatkan kondisi optimum yakni pada penambahan 2.5 mL EM4 dan waktu fermentasi selama 15 hari maka diperoleh kadar Phospor paling optimum yakni sebesar kadar P 0.00145%.

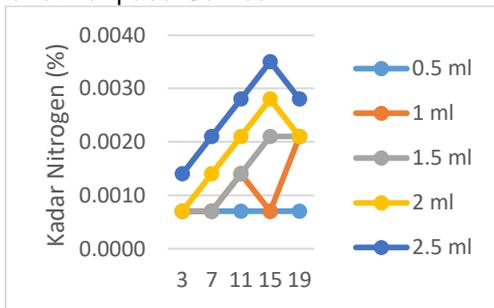
Tabel 3. Prosentase kadar K pada variasi waktu fermentasi dan penambahan EM4 (Berat gula 5 gram, garam 2 gram, konsentrasi EM4 pekat)

Waktu (hari)	% Kadar Kalium pada berbagai penambahan EM4 : lamanya waktu fermentasi				
	0.5 mL	1 mL	1.5 mL	2 mL	2.5 mL
3	0.0062	0.0090	0.0124	0.0184	0.0249
7	0.0102	0.0567	0.0727	0.0876	0.0912
11	0.0397	0.0898	0.1277	0.1427	0.1767
15	0.0656	0.0087	0.2102	0.2532	0.2804
19	0.0798	0.1564	0.1899	0.2204	0.2446

Dari hasil penelitian pemanfaatan kiambang menjadi pupuk cair organik didapatkan kondisi optimum yakni pada penambahan 2.5 mL EM4 dan waktu fermentasi selama 15 hari maka diperoleh kadar nitrogen paling optimum yakni sebesar kadar N 0.2804%.

1. Pengaruh Lama Waktu fermentasi terhadap Kadar Nitrogen, Phosfor dan Kalium :

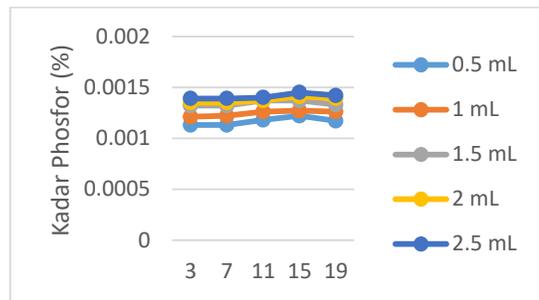
Dari table 1 di atas dapat dibuat grafik Pengaruh waktu fermentasi dengan kadar nitrogen (N) pada berbagai penambahan EM4, dapat dilihat pada Gambar 1.



Waktu Fermentasi (hari)

Pada gambar 1, prosentase nitrogen (N) terhadap waktu fermentasi dengan penambahan EM4 didapat kondisi yang terbaik dengan waktu fermentasi 15 hari dan penambahan EM4 2.5 mL. pada kondisi terbaik ini didapat nitrogen sebesar 0.0035%. pada grafik ini didapatkan bahwa hampir semua penambahan EM4 mengalami kenaikan hasil nitrogen, kecuali pada penambahan EM4 2 mL dan 2.5 mL mengalami penurunan pada waktu fermentasi 19 hari. Hal ini disebabkan karena cadangan makanan telah habis. Disamping itu juga disebabkan bakteri pengurai nitrogen (N) telah mencapai kondisi pertumbuhan maksimal sebelum variabel waktu yang di tentukan.

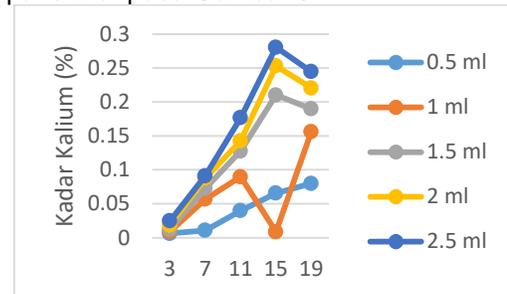
Dari tabel 2 di atas dapat dibuat grafik hubungan waktu fermentasi dengan kadar phosphor (P₂O₅) pada berbagai penambahan EM4 dapat dilihat pada Gambar 2.



Waktu Fermentasi (hari)

Pada gambar 2, prosentase phosphor (P₂O₅) terhadap waktu fermentasi dengan penambahan EM4 didapat kondisi yang terbaik dengan waktu fermentasi 15 hari dan penambahan EM4 2.5 mL. pada kondisi terbaik ini didapat nitrogen sebesar 0.00145%. pada grafik ini didapatkan bahwa hamper semua penambahan EM4 mengalami kenaikan hasil phospor, kecuali pada penambahan EM4 0.5 mL, 1.5 mL, 2 mL, dan 2.5 mL mengalami penurunan pada waktu fermentasi 19 hari. Hal ini disebabkan karena cadangan makanan telah habis. Disamping itu juga disebabkan bakteri pengurai phospor (P₂O₅) telah mencapai kondisi pertumbuhan maksimal sebelum variabel waktu yang di tentukan.

Dari tabel 3 di atas dapat dibuat grafik hubungan waktu fermentasi dengan kadar kalium (K) pada berbagai penambahan EM4 dapat dilihat pada Gambar 3.



Waktu Fermentasi (hari)

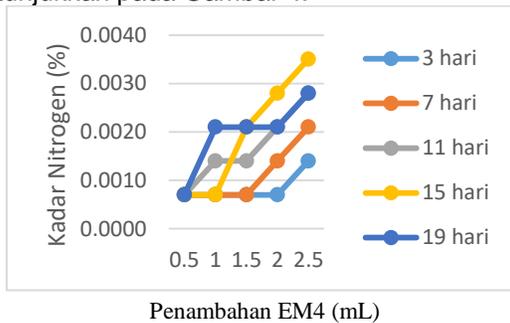
Pada gambar 3, prosentase kalium (K₂O) terhadap waktu fermentasi dengan penambahan EM4 didapat kondisi yang terbaik dengan waktu fermentasi 15 hari dan penambahan EM4 2.5 mL. pada kondisi terbaik ini didapat nitrogen sebesar 0.2804%. pada grafik ini didapatkan bahwa hampir semua penambahan EM4 mengalami kenaikan hasil kalium, kecuali pada penambahan EM4 1.5 mL, 2 mL, dan 2.5 mL mengalami penurunan pada waktu fermentasi 19 hari. Hal ini disebabkan karena cadangan makanan bakteri yang bersumber kalium (K₂O) telah habis bereaksi.

Dapat dikatakan bahwa bakteri telah mencapai fase stationer dan akan mengalami fase kematian.

Dari Gambar 1 sampai Gambar 3 diatas dapat di peroleh kondisi yang terbaik untuk peroleh prosentase kadar Nitrogen (N) dan Kalium (K₂O) didapat waktu fermentasi 15 hari pada penambahan EM4 2.5 mL dengan kadar masing-masing 0.0035% dan 0.2804%. Prosentase fosfor (P₂O₅) diperoleh waktu fermentasi yang terbaik 15 hari pada penambahan EM4 2.5 mL dengan kadar sebesar 0.00145%.

2. Pengaruh Penambahan EM4 terhadap Kadar Nitrogen, Fosfor dan Kalium

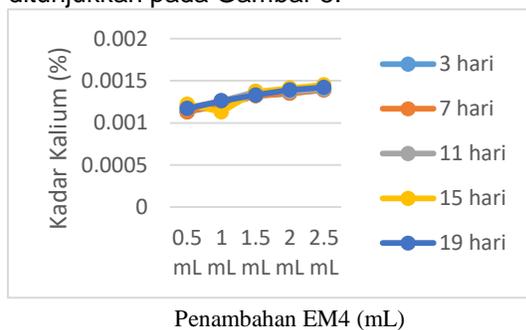
Dari Tabel 1 diperoleh grafik hubungan penambahan EM4 dengan kadar Nitrogen yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hubungan Penambahan EM4 dengan Kadar Nitrogen

Melihat hasil penelitian pada Gambar 4 didapatkan kadar nitrogen yang maksimum pada penambahan EM4 sebanyak 2.5 mL yakni sebesar 0.0035%. Semakin banyak jumlah EM4 maka kadar nitrogen yang diperoleh meningkat. Hal ini dapat disebabkan karena banyaknya mikroba mempengaruhi pertumbuhan dan metabolisme mikroba tersebut.

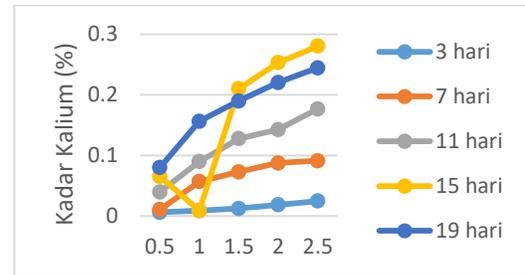
Dari Tabel 2 diperoleh grafik hubungan penambahan EM4 dengan kadar Fosfor yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan Penambahan EM4 dengan Kadar Fosfor

Secara kecenderungan selama proses peningkatan kadar Fosfor relative meningkat dan kemungkinan akan terus meningkat hingga tercapai kondisi optimum.

Dari Tabel 3 diperoleh grafik hubungan penambahan EM4 dengan kadar kalium yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Hubungan Penambahan EM4 dengan Kadar Kalium

Secara kecenderungan selama proses peningkatan kadar Kalium relative meningkat dan kemungkinan akan terus meningkat hingga tercapai kondisi optimum.

Menurut Rachman (1989) pada fermentasi yang dilakukan dengan menggunakan kultur murni atau starter banyak mikroba (starter/inokulum) yang ditambahkan berkisar antara 3–10 % dari volume medium fermentasi. Penggunaan inokulum yang bervariasi ini dapat menyebabkan proses fermentasi dan mutu produk selalu berubah-ubah.

Adapun kriteria untuk kultur mikroba agar dapat digunakan dalam proses fermentasi adalah:

- a. Sehat dan berada dalam keadaan aktif sehingga dapat mempersingkat fase adaptasi,
- b. Tersedia cukup sehingga dapat menghasilkan inokulum dalam takaran yang optimum,
- c. Berada dalam bentuk morfologi yang sesuai,
- d. Bebas kontaminasi
- e. Dapat mempertahankan kemampuannya membentuk produk.

Dalam penelitian ini ada beberapa penyimpangan data. Hal ini dapat disebabkan oleh 2 kemungkinan yakni pada saat media untuk proses fermentasi yang kurang baik dan adanya *human error*.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian diatas dapat disimpulkan:

- Gulma kiambang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk cair organic ramah lingkungan dengan cara fermentasi menggunakan bioaktivator EM4.
- Kondisi optimum dicapai pada lama waktu fermentasi 15 hari dengan penambahan EM4 2,5 ml.
- Dengan menggunakan kondisi proses tersebut, diperoleh persentase hasil Nitrogen Total sebesar 0,0035%, fosfor sebagai P_2O_5 sebesar 0.00145%, kalium sebagai K_2O sebesar 0,2804 %
- Pupuk cair organic kiambang banyak mengandung kalium sehingga lebih dibutuhkan oleh berbagai tanaman seperti tanaman buah-buahan, tanaman umbi-umbian agar hasil umbi yang dihasilkan bias lebih besar serta tanaman padi.

2. Saran

Dari kesimpulan yang telah dipaparkan maka dapat disarankan bahwa:

- Untuk mendapatkan hasil sesuai kebutuhan, disarankan untuk menambahkan bahan organik lain ke dalam pupuk, misalnya tanaman kentang, ubi jalar, serbuk kayu, limbah cair tahu, daun kacang tanah dan lain-lain.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan berbagai variasi konsentrasi dari bioaktivator EM4 untuk mengetahui pengaruh fermentasinya terhadap kadar nitrogen.
- Setelah melakukan fermentasi sebaiknya langsung dilakukan proses analisis kadar nitrogen, phosphor, dan kalium agar didapat nilai yang semestinya.
- Sebaiknya menggunakan tanaman yang biasa ditanaman oleh kebanyakan petani, karena hal ini bertujuan untuk mempromosikan pupuk apabila hasil uji cobanya bagus.

DAFTAR PUSTAKA

Agustina. 2014. *PEMANFAATAN LIMBAH ORGANIK KUBIS MENJADI PUPUK CAIR ORGANIK DENGAN CARA FERMENTASI (Variabel Ratio Bahan dan Lama Waktu Fermentasi)*.Jurusan

- Teknik Kimia,FTI, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
- Ayub. S. 2004. *Pupuk Organik Cair*. PT Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. SNI 2803:2010 tentang kadar pupuk NPK <http://agri.sucofindo.co.id/Extra/PDF/SNI%202803-2010.pdf> diakses pada tanggal 24 April 2016 pukul 20.36 WIB.
- Dina, K. et al. 2006. *Analisis Cemar Pesticida pada Sungai Gali dengan Kiambang sebagai Bioremediator*. Jurnal Ilmu Lingkungan
- Djuwanto. 1999. *Keuntungan dan Kerugian Penggunaan Pupuk An Organik dan Organik*. Makalah PPM UNY : Karya Alternatif Mahasiswa.
- Fauzi, A. 2009, *Analisa Kadar Unsur Hara Karbon Organik dan Nitrogen di Dalam Tanah Perkebunan Kelapa Sawit Bengkalis Riau*, Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Hadisuwito, S. 2012. *Membuat Pupuk Organik Cair*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Indriani, Y. H. 2007. *Membuat Kompos Secara Kilat*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Istiqomah, 2009. *Pengaruh Waktu Fermentasi Limbah Padat Tahu Terhadap Kadar Protein dan Aktivitas Enzim Tripsin*, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Rosmarkam, A. 2002, *Ilmu Kesuburan Tanah*, Yogyakarta, Penerbit Kanisius.
- Srikandi. 1992. *Mikrobiologi Pangan 1*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sudirja, R., 2007. *Standar Mutu Pupuk Organik dan Pembenah Tanah*. Departemen Tenaga Kerja dan Transmigrasi R.I., Balai Besar Pengembangan dan Perluasan Kerja, Lembang.
- Sumarni, L. 2000. *Kemampuan Eceng Gondok (Eichornia crassipes) dan Kyambang dalam Mengubah Sifat Fisiko-Kimia Air Limbah Industri Tekstil dan Kertas*. Bandung: ITB Press.
- Sumiati, I.K. Amrullah, dan A.N. Setiawati. 2001. *Pengukuran Nilai Energy Metabolis Kayambang (Salvinia molesta) Pada Itik Local dengan Modifikasi Metode Mcnab dan Blair*. Prosiding Seminar Nasional 111 ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak. Asosiasi Ilmu Nutrisi dan Makanan ternak indonesia (AINI) dan fakultas peternakan IPB. Bogor

- Timotius, 1982, *Mikrobiologi Dasar*, Universitas Satya Wacana Salatiga.
- Widiyaningrum, C. 2009. *Pengaruh Bahan Penutup Terhadap kadar Alkohol pada Proses Fermentasi Ubi Kayu (Manihot esculenta crantz) dan Ubi Jalar (Ipomea batatas L. Sin)*. Program Studi Kimia, FTI, UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta.