



EKSTRAKSI FOSFOR DARI LIMBAH BUAH JENGKOL DAN PETAI UNTUK PEMBUATAN PUPUK ORGANIK CAIR

Rentdo Reinnoki, Waskito Rohim, Slamet Priyanto ^{*)}

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058

Abstrak

Limbah jengkol dan petai merupakan golongan sampah organik yang dapat mencemari lingkungan. Untuk itu permasalahan pencemaran limbah dapat diatasi dengan memanfaatkan limbah menjadi pupuk organik cair yang dapat menaikkan nilai ekonomis yang bermanfaat bagi lingkungan. Proses pembuatan secara ekstraksi padat cair (pelindian) dengan variasi waktu pelindian, komposisi jenis limbah dan jenis bioaktivator. Campuran difermentasi selama 25 hari setiap 5 hari sekali lindi diambil untuk diukur kandungan fosfornya. Variasi waktu pelindian menunjukkan bahwa semakin lama pelindian, semakin banyak kandungan fosfor yang dihasilkan. Waktu optimum terjadi pada hari ke 25 dimana masing-masing jumlah fosfor disetiap variabel adalah 663,33 mg/l; 596,69 mg/l; 427,48 mg/l dan 398,98 mg/l. Jenis bioaktivator dan jenis limbah yang digunakan juga berpengaruh pada jumlah fosfor yang dihasilkan. Rendemen yang dihasilkan setiap variabel pada hari ke 25 adalah 62,07 %; 48,28 %; 44,83 % dan 37,93%. Urutan komposisi variabel yang menghasilkan kadar fosfor tinggi dan rendemen tinggi adalah jengkol EM4, petai EM4, jengkol Boisca dan petai Boisca.

Kata kunci: limbah, pelindian, biokatalisator

Abstract

Waste jengkol and petai is a class of organic waste that can pollute the environment. For that pollution problems can be overcome by utilizing the waste into liquid organic fertilizer which can raise the economic value that are beneficial to the environment. The process of making is solid liquid extraction (leaching) with leaching time variation, species composition and bioactivator waste type. The mixture is fermented for 25 days once every 5 days of leachate were taken to measure the content of phosphorus. Variation time of leaching showed that the longer time, more and more content of phosphorus is produced. Optimum time on the day to 25 where each variable is the amount of phosphorus in every 663.33 mg / l; 596.69 mg / l; 427.48 mg / l and 398.98 mg / l. Bioactivator type and type of waste that is used also affects the amount of phosphorus produced. Rendement produced on the 25th day from each variable is 62.07%, 48.28%, 44.83% and 37.93%. The rank of variable composition that produces a high phosphorus content and high yield is jengkol EM4, petai EM4, jengkol Boisca boisca and petai Boisca.

Keywords: waste, leaching, biokatalisator

1. Pendahuluan

Banyaknya terdapat limbah buah jengkol dan petai yang tak layak konsumsi atau rusak yang dihasilkan dipasar tradisional, rumah makan atau rumah tangga yang tak mempunyai nilai ekonomis. Oleh karena itulah perlu adanya pengolahan limbah tersebut sehingga tidak mencemari lingkungan, salah satunya dapat dimanfaatkan untuk pembuatan pupuk organik cair dilakukan dengan cara ekstraksi.

Ekstraksi adalah proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan kelarutannya terhadap dua cairan berbeda yang tidak saling larut, biasanya air dan yang lainnya pelarut organik. Untuk mempercepat dalam pembuatan pupuk organik cair perlu ditambah bioaktivator merupakan kultur campuran dari mikroorganisme yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman yang dapat diaplikasikan sebagai inokulan untuk meningkatkan keragaman dan populasi mikroorganisme di dalam tanah dan tanaman.

Ada 2 jenis bioaktivator yang mempunyai ciri spesifikasi yang berbeda yaitu boisca dan EM4. Boisca merupakan kultur bakteri yang berfungsi untuk menjaga keseimbangan mikroorganisme yang didalamnya

^{*)} Penulis Penanggung Jawab (Email: slamet_priyanto2010@yahoo.co.id)

terkandung bakteri *Indegenious* mampu mengurai bahan organik dalam waktu singkat menjadi senyawa sederhana yang dibutuhkan tanaman.

EM-4 merupakan kultur campuran dari mikroorganismenya terdiri dari bakteri asam laktat (*Lactobacillus Spp*), bakteri Fotosintetik (*Rhodospseudomonas Spp*), *Actinomycetes*, *Streptomyces Sp* dan ragi untuk memfermentasi bahan organik menjadi unsur – unsur organik.

Fosfor (P) termasuk unsur hara makro esensial yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman, namun kandungannya didalam tanah lebih rendah dibanding nitrogen (N), kalium (K), dan kalsium (Ca). Fosfor berfungsi untuk memacu pertumbuhan akar dan pembentukan system, memacu pertumbuhan bunga dan masakny buah/biji, dan menambah daya tahan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit.

Proses ekstraksi terdiri dari dua langkah, langkah pertama adalah pencampuran antara umpan dengan solven, pada langkah ini terjadi perpindahan massa solut dari fasa diluen ke fasa solven. Bila langkah ini dilaksanakan pada waktu yang sangat lama maka kecepatan perpindahan massa solut dari fasa diluen ke fasa solven dan sebaliknya sama atau kecepatan perpindahan massa solut netto sama dengan nol. Keadaan ini disebut dengan keseimbangan. Langkah kedua adalah langkah pemisahan antara fasa yang kaya dengan diluen (rafinat) dan fasa yang kaya akan solven (ekstrak).

Untuk menunjukkan keberhasilan proses perlu dilakukan perhitungan rendemen. Rendemen didefinisikan sebagai berat keseluruhan leaching dibagi dengan berat input yang dimasukkan ke dalam reaktor, yang dirumuskan :

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat lindi}}{\text{Berat (bahan+air)}} \times 100\% \square$$

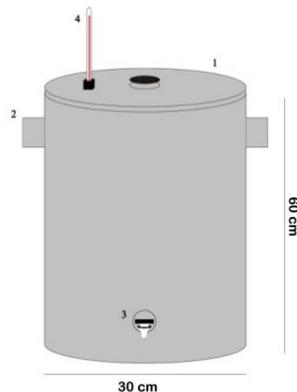
Efisiensi pengomposan merupakan perbandingan jumlah solute yang terambil oleh pelarut dengan jumlah solute dalam solid mula-mula, sehingga dapat ditulis :

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Jumlah P dalam lindi}}{\text{Jumlah P dalam bahan baku}} \times 100\%$$

2. Bahan dan Metode Penelitian (atau Pengembangan Model bagi yang Simulasi/Permodelan)

Penelitian dilaksanakan di laboratorium pengolahan limbah teknik kimia Universitas Diponegoro Semarang. Adapun analisa dilakukan di laboratorium kimia analitik MIPA Universitas Diponegoro Semarang.

Bahan dan Peralatan



Gambar 1. Bioreaktor

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah limbah jengkol dan petai

Peralatan yang dibutuhkan tangki bioreaktor sesuai gambar 1, gelas ukur, thermometer, timbangan, kertas ph dan pengaduk

Prosedur Percobaan

Langkah-langkah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pencampuran dalam bioreaktor

Percobaan dimulai dengan persiapan bahan awal, yaitu pengumpulan limbah buah jengkol dan petai. Bahan-bahan tersebut yang dikumpulkan kemudian dicacah hingga berukuran 2-5 mm. Persiapan agen dekomposer dilakukan sesuai dengan petunjuk penggunaan dari setiap produk agen dekomposer. Setelah itu, agen

dekomposer serta limbah buah jengkol dan petai dimasukkan ke dalam bioreaktor berbentuk tabung berdiameter 16,5 cm dan tinggi 26,5 cm (Gambar 3.1). untuk kemudian dicampur. Agar pencampuran lebih homogen dan untuk mempercepat proses degradasi maka dilakukan pengadukan selama 5 menit.

2. Proses fermentasi atau pematangan

Campuran difermentasi selama variabel waktu (5 hari, 10 hari, 15 hari, 20 hari, 25 hari). Pengomposan dihentikan saat kompos terlihat matang dengan parameter yang terlihat dari warna, tekstur, bau, suhu kompos, dan pH (Djuarnani, 2005; Yuwono, 2005; Standar Nasional Indonesia, 2004). Faktor fisik yang diukur selama pengomposan adalah rendemen, efisiensi leaching, dan kadar fosfor di setiap variabel waktu.

3. Penyaringan

Penyaringan ini dimaksudkan supaya tidak ada kotoran yang terbawa dan agar kenampakan pupuk organik cair ini lebih menarik.

Setelah mengalami proses penyaringan pupuk organik cair yang sudah pakai sehingga harus dikemas ke dalam botol atau jirigen.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil Percobaan

Berikut ini adalah hasil penelitian pembuatan pupuk organik cair dari limbah buah jengkol dan petai yang disajikan dalam bentuk tabel:

Tabel 2. Kadar Fosfor Tiap Variabel

No	Jenis Bahan Baku dan Perlakuan	Kadar fosfor, mg/L				
		Hari ke-5	Hari ke-10	Hari ke-15	Hari ke-20	Hari ke-25
1.	Jengkol EM4	298,9	350,85	371,26	565,55	663,33
2.	Jengkol Boisca	141,62	174,12	282,43	397,48	427,48
3.	Petai EM4	229,69	349,41	368,05	534,76	596,69
4.	Petai Boisca	128,5	165,12	217,75	271,84	398,98

Tabel 3. Rendemen Tiap Variabel

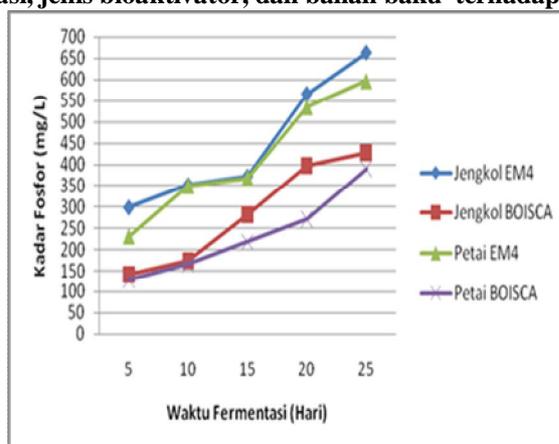
No	Jenis Bahan Baku dan Perlakuan	Rendemen, %				
		Hari ke-5	Hari ke-10	Hari ke-15	Hari ke-20	Hari ke-25
1.	Jengkol EM4	44	44,8	46	55,2	56
2.	Jengkol Boisca	32	40	40,8	42,4	44
3.	Petai EM4	48,4	51,2	54	68	72
4.	Petai Boisca	46,8	48,4	48,8	50,4	52

Tabel 4. Efisiensi *Leaching* Tiap Variabel

No	Jenis Bahan Baku dan Perlakuan	Efisiensi, %				
		Hari ke-5	Hari ke-10	Hari ke-15	Hari ke-20	Hari ke-25
1.	Jengkol EM4	9,83	11,79	12,81	23,4	27,85
2.	Jengkol Boisca	3,39	5,22	8,64	12,64	14,1
3.	Petai EM4	12,08	19,45	21,60	39,52	46,69
4.	Petai Boisca	6,53	8,68	11,55	14,89	21,98

PEMBAHASAN

1. Pengaruh waktu fermentasi, jenis bioaktivator, dan bahan baku terhadap kadar fosfor



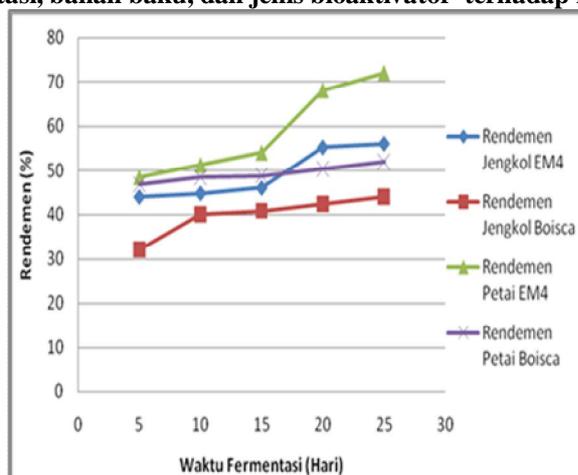
Gambar 2. Grafik Pengaruh Waktu Fermentasi, Bahan Baku, dan Jenis Bioaktivator Terhadap Kadar Fosfor

Dari gambar 2. diatas dapat dilihat bahwa jumlah fosfor yang terfermentasi mengalami peningkatan dari hari ke hari. Waktu fermentasi yang menghasilkan kadar fosfor tertinggi yaitu pada hari ke 25. Kadar fosfor tertinggi pada hari ke 25 berturut-turut yaitu jengkol EM4 sebesar 663,33 mg/L, petai EM4 sebesar 596,69 mg/L, jengkol Boisca sebesar 427,48 mg/L, dan petai Boisca sebesar 398,98 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi, maka jumlah fosfor yang dihasilkan dalam lindi juga semakin meningkat (Yuyun S. et al.,2009).

Dari gambar 2. juga dapat dilihat bahwa dengan menggunakan bioaktivator yang sama yaitu EM4 atau Boisca, kadar fosfor yang dihasilkan dalam lindi pada buah jengkol lebih tinggi dibandingkan dengan buah petai pada waktu fermentasi selama 25 hari. Hal ini disebabkan karena buah jengkol memiliki kandungan fosfor yang lebih tinggi dibandingkan dengan buah petai yaitu sebesar 166,7mg/ 100gr pada buah jengkol dan 115mg/ 100gr pada buah petai, sehingga dengan pemberian bahan baku dan bioaktivator dalam jumlah yang sama, buah jengkol memiliki kemungkinan fosfor yang terfermentasi menjadi lindi lebih banyak dibandingkan dengan pada buah petai.

Selain itu, dari gambar 2. diatas dapat dilihat bahwa dengan menggunakan bahan baku yang sama yaitu buah jengkol atau petai, kadar fosfor yang dihasilkan dalam lindi pada bioaktivator EM4 lebih tinggi dibandingkan dengan bioaktivator BOISCA pada waktu fermentasi selama 25 hari. Hal ini bisa jadi disebabkan karena bioaktivator EM4 memiliki kultur bakteri pelarut fosfat dan mikoriza (www.em4indonesia.com). Fungsi dari kultur bakteri ini adalah membantu melarutkan fosfat di dalam bahan baku sehingga akan dihasilkan lindi dengan kadar fosfor yang tinggi (Musnamar, 2004).

2. Pengaruh waktu fermentasi, bahan baku, dan jenis bioaktivator terhadap rendemen



Gambar 3. Grafik Pengaruh Waktu Fermentasi, Bahan Baku, dan Jenis Bioaktivator Terhadap Rendemen

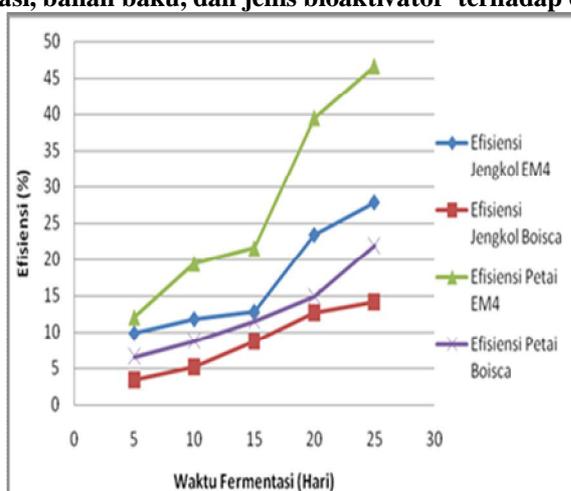
Dari gambar 4.2. diatas dapat dilihat bahwa rendemen yang didapatkan mengalami peningkatan dari hari ke hari. Rendemen didefinisikan sebagai berat keseluruhan lindi dibagi dengan berat input yang dimasukkan ke dalam bioreaktor. Waktu fermentasi yang menghasilkan rendemen tertinggi yaitu pada hari ke 25. Rendemen tertinggi pada hari ke 25 berturut-turut yaitu petai EM4 sebesar 72%, jengkol EM4 sebesar 56%, petai Boisca

sebesar 52%, dan jengkol Boisca sebesar 44%. Hal ini menunjukkan bahwa lama pengomposan akan meningkatkan aktivitas mikroba untuk menyerap air dan oksigen kemudian menggunakannya untuk mengubah karbohidrat, lemak, dan lilin menjadi air dan CO₂ sehingga kadar air kompos menjadi tinggi, karena kadar kompos tinggi maka rendemen kompospun akan semakin tinggi (Damayanti S.,2009).

Dari gambar 4.2. juga dapat dilihat bahwa dengan menggunakan bioaktivator yang sama yaitu EM4 atau Boisca, rendemen yang dihasilkan pada buah petai lebih tinggi dibandingkan dengan buah jengkol pada waktu fermentasi selama 25 hari. Hal ini disebabkan karena buah petai memiliki kandungan air yang lebih tinggi dibandingkan dengan buah jengkol yaitu sebesar 60,5mg/ 100gr pada buah petai dan 49,5mg/ 100gr pada buah jengkol, sehingga buah petai lebih mudah terdekomposisi (Yuyun S. et al.,2009).

Selain itu, dari gambar 4.2. diatas dapat dilihat bahwa dengan menggunakan bahan baku yang sama yaitu buah jengkol atau petai, rendemen yang dihasilkan pada bioaktivator EM4 lebih tinggi dibandingkan dengan bioaktivator BOISCA pada waktu fermentasi selama 25 hari. Hal ini disebabkan karena pada perlakuan dengan menggunakan bioaktivator EM4 dilakukan secara anaerob yang mampu menguraikan bahan organik yang sulit terurai pada pengomposan aerob, sehingga hampir semua bahan organik dapat diuraikan pada pengomposan anaerob (Dipo Yuwono,2006). Selain itu, dalam bioaktivator EM4 terdapat kultur bakteri asam laktat. Fungsi dari kultur bakteri ini adalah membantu mendekomposisi bahan yang sulit terurai (Endah S. et al.,2008).

3. Pengaruh waktu fermentasi, bahan baku, dan jenis bioaktivator terhadap efisiensi *leaching*



Gambar 4. Grafik Pengaruh Waktu Fermentasi, Bahan Baku, dan Jenis Bioaktivator Terhadap Efisiensi

Dari gambar 4.3. diatas dapat dilihat bahwa efisiensi pengomposan mengalami peningkatan dari hari ke hari. Efisiensi *leaching* didefinisikan sebagai perbandingan jumlah solut yang terambil oleh pelarut dengan jumlah solut dalam solid mula-mula (Yuyun S. et al.,2009), dalam hal ini jumlah fosfor dalam lindi dibagi dengan jumlah fosfor dalam bahan baku. Waktu fermentasi yang menghasilkan efisiensi *leaching* tertinggi yaitu pada hari ke 25. Efisiensi *leaching* tertinggi pada hari ke 25 berturut-turut yaitu petai EM4 sebesar 46,69%, jengkol EM4 sebesar 27,85%, petai Boisca sebesar 21,98%, dan jengkol Boisca sebesar 14,1%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi, maka jumlah fosfor yang terlarut dalam lindi juga semakin meningkat.

Dari gambar 4.3. juga dapat dilihat bahwa dengan menggunakan bioaktivator yang sama yaitu EM4 atau Boisca, rata-rata efisiensi *leaching* yang dihasilkan dalam lindi pada buah petai lebih tinggi dibandingkan dengan buah jengkol pada waktu fermentasi selama 25 hari. Hal ini disebabkan karena buah petai memiliki kandungan air yang lebih tinggi dibandingkan dengan buah jengkol yaitu sebesar 60,5mg/ 100gr pada buah petai dan 49,5mg/ 100gr pada buah jengkol, sehingga fosfor dalam buah petai lebih mudah terekstrak (Yuyun S. et al.,2009).

Selain itu, dari gambar 4.3. diatas dapat dilihat bahwa dengan menggunakan bahan baku yang sama yaitu buah jengkol, efisiensi pengomposan yang dihasilkan dalam lindi pada bioaktivator EM4 lebih tinggi dibandingkan dengan bioaktivator BOISCA pada waktu fermentasi selama 25 hari. Hal ini bisa jadi disebabkan karena pada perlakuan dengan menggunakan bioaktivator BOISCA dilakukan secara aerob, sehingga ada kemungkinan bakteri atau mikroorganisme lain masuk dan mengakibatkan terjadinya persaingan dalam pengambilan hara (Diah S. et al.,2006). Selain itu kultur bakteri seperti bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas* Spp), *Actinomyces*, dan *Streptomyces* sp juga berpengaruh. Fungsi dari bakteri tersebut adalah membantu mempercepat proses fermentasi dalam pengomposan (Endah S. et al.,2008). Bioaktivator EM4 dengan proses anaerob dapat menguraikan bahan baku mencapai 70 %, sehingga sebagian besar bahan baku terurai semua menjadi pupuk cair (Dipo Yuwono,2006).

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan adalah :

1. Semakin lama waktu fermentasi, maka semakin tinggi kadar fosfor, rendemen, dan efisiensi *leaching* dalam pembuatan pupuk organik cair.
2. Bahan baku jengkol dengan bioaktivator EM4 memberikan kadar fosfor tertinggi pada hari ke-25 sebesar 663,33mg/L, diikuti bahan baku petai dengan bioaktivator EM4 sebesar 596,69mg/L, bahan baku jengkol dengan bioaktivator Boisca sebesar 427,48mg/L, dan bahan baku petai dengan bioaktivator Boisca sebesar 398,98mg/L.
3. Bahan baku petai dengan bioaktivator EM4 memberikan rendemen tertinggi pada hari ke-25 sebesar 72%, diikuti bahan baku jengkol dengan bioaktivator EM4 sebesar 56%, bahan baku petai dengan bioaktivator Boisca sebesar 52%, dan bahan baku jengkol dengan bioaktivator Boisca sebesar 44%.
4. Bahan baku petai dengan bioaktivator EM4 memberikan efisiensi *leaching* pada hari ke-25 sebesar 46,69%, diikuti bahan baku jengkol dengan bioaktivator EM4 sebesar 27,85%, bahan baku petai dengan bioaktivator Boisca sebesar 21,98%, dan bahan baku jengkol dengan bioaktivator Boisca sebesar 14,1%.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Laboratorium Pengolahan Limbah atas kontribusinya sebagai tempat penelitian ini.

Daftar Pustaka

Borodyanski, Genady and Irina Konstatinov. 2003. *Microalgae Separator Apparatus and Method*. Ofakim (IL). Sepal Technologies Ltd.

Capah L. Richard. 2006. *Kandungan Nitrogen dan Fosfor Pupuk Organik Cair dari Sludge Instalasi Gas Bio dengan Penambahan Tepung Tulang Ayam dan Tepung Dara Sapi*. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Bogor

De La Fuente Jimenez, Lucia E. and Alejandro E. Santibanez Handschuh. 2006. *Productive Process for Manufacturing an Algal Species Based Organic Complement for Vegetal Fertilization*. Osorno (CL). Universidad De Los Lagos.

Diah Setyorini et al. 2006. *Kompos*.

Djuarnani, N., Kristian, dan Setiawan, B. 2005. *Cara Cepat Membuat Kompos*, Agromedia Pustaka, Jakarta.

Elfianti, Deni. 2005. *Peranan Mikroba Pelarut Fosfat Terhadap Petumbuhan Tanaman*. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Endah, Sulistyawati. Nusa, Mashita. Devi, N.Choesin. 2007. *Pengaruh Agen Dekomposer Terhadap Kualitas Hasil Pengomposan Sampah Organik Rumah Tangga*. Bandung.

Fauziyah, Nurul. 2008. *Efek Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Petai Cina pada Tikus Putih Jantan Galur Wistar*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Fischer, Klaus, Joachim Katur and Rainer Schiene. 1998. *Organic Fertilizer and Method of Manufacturing it*. Germany. Technische Universitaet Dresden.

<http://alialampersada.blogspot.com>

<http://alinudinorganik.blogspot.com/penelitian-pupuk-organik-cair-dengan-metode-fermentasi>

<http://creatifitas.wordpress.com>

<http://kebonkembang.com>

<http://luki2blog.wordpress.com/2008/05/10>

<http://petipomg.com/notice/index3.html>

http://petrokimia-gresik.com/sp_36.asp

<http://pupukbiologisigusblog's.blogspot.com/2009/keunggulan-pupuk-organik-cair>

<http://pupukdsp.com/Unsur-Hara-Fosfor-P.html>

Khopkar, SM. 2003. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. UI Press. Jakarta.

Musnamar, Effi Ismawati. 2004. *Pupuk Organik : Cair dan Padat, Pembuatan, Aplikasi*. Penebar Swadaya, Jakarta.

Novizan. 2005. *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. Jakarta: Agro Media Pustaka.

Parnata S.A. 2004. *Pupuk Organik Cair: Aplikasi dan Manfaatnya*. Agromedia Pustaka, Jakarta.

Setianingsih, Endang. 1995. *Petai dan Jengkol*. Penebar Swadaya, Jakarta.

Sinaga, Damayanti. 2010. *Pembuatan Pupuk Cair Dari Sampah Organik Dengan Menggunakan BOISCA Sebagai Starter*. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Sukamto, Hadisuwito. 2007. *Membuat Pupuk Kompos Cair*. Agromedia Pustaka, Jakarta.

Suliasih, Rahmat. 2006. *Aktivitas Fosfatase dan Pelarutan Kalsium Fosfat Oleh Beberapa Bakteri Pelarut Fosfat*. LIPI. Bogor.

Sunanto, Hatta. 1993. *Budidaya Petai dan Aspek Ekonominya*. Kanisius, Yogyakarta.

Suriadikarta, D.A. dan D. Setyorini. 2005. *Laporan Hasil Penelitian Standar Mutu Pupuk Organik*. Bogor. Balai Penelitian Tanah.

Standar Nasional Indonesia. 2004. *Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik*. SNI 19-7030-2004. Badan Standar Nasional. Indonesia. Jakarta.

Sutedjo, Mul Mulyani. 2002. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta, Jakarta.

Varshovi, Amir. 2005. *Organic-Based Fertilizer*. Gainesville, FL (US). Green Technologies, Inc.

Wardana, N. 1999. *Penetapan Metode Analisis dan Batas Kritis P- Tersedia tanah Pada Inseptisol Tongging*. Skripsi Jurusan Ilmu Tanah, Universitas Sumatera Utara. Medan.

Wulandari, Sri. 2001. *Efektivitas bakteri Pelarut Fosfat Pseudomonas sp Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai Pada Tanah Podsolik Merah Kuning*. FKIP UNRI.

Yuwono, Dipo. 2005. *Kompos*. Penerbit Swadaya. Jakarta.