PENINGKATAN KADAR P DAN K PUPUK CAIR ORGANIK MENGGUNAKAN BATUAN FOSFAT ALAM DAN SABUT KELAPA

Skripsi

Disajikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Sains

Program Studi Kimia

oleh

Fitrana Kurniawan An'nur

4311411015

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2015

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini bebas plagiat dan apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, 2 Desember 2015

METERAI TEMPEL

575FBADF219905730

6000

ENAM RIBU RUPIAH

Fitrana Kurniawan An'nur

4311411015

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul:

Peningkatan Kadar P dan K Pupuk Cair Organik Menggunakan Batuan Fosfat Alam dan Sabut Kelapa

Disusun oleh :

Nama : Fitrana Kurniawan An'nur

NIM : 4311411015

Telah dipertahankan dihadapan Sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA Unnes pada tanggal 2 Desember 2015.

Panitia Ujian

Ketua

Prof. Dr. Zaenuri S.E, M.Si, Akt

NIP. 196412231988031001

Sekretaris

Dra. Woro Sumarni, M.Si

NIP. 196507231993032001

Ketua Penguji

Dr. Murbangun Nuswowati, M.Si.

NIP. 195811061984032004

Anggota Penguji/

Pembimbing Utama

Drs Eko Budi Susatyo M.Si

NIP. 196511111990031003

Anggota Penguji/

Pembimbing Pendamping

Ella Kusumastuti S.Si., M.Si.

NIP. 198212142009122004

MOTTO

“Hidup sekali, hiduplah yang berarti”

PERSEMBAHAN

“ Untuk Ibu ku tersayang, Ayah ku terhebat, dan Adik – adik ku yang terbaik “

PRAKATA

Puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Shalawat beserta salam semoga senantiasa terlimpah curahkan kepada Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya, para sahabatnya, hingga kepada umatnya hingga akhir zaman, amin. Penulisan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada program studi kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Judul skripsi yang penulis ajukan adalah "Peningkatan Kadar P dan K Pupuk Cair Organik Menggunakan Batuan Fosfat Alam dan Sabut Kelapa".

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbaai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis dengan senang hati menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
2. Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
3. Ketua Prodi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
4. Kepala Laboratorium Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
5. Bapak Drs Eko Budi Susatyo M.Si selaku Pembimbing I.
6. Ibu Ella Kusumastuti S.Si., M.Si. selaku Pembimbing II.
7. Ibu Dr. Murbangun Nuswowati, M.Si selaku Penguji Utama.

8. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
9. Laboran dan Teknisi Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
10. Teman – Teman Jurusan Kimia angkatan 2011 dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda kepada semuanya. Demi perbaikan selanjutnya, saran dan kritik yang membangun akan penulis terima dengan senang hati. Akhirnya, hanya kepada Allah SWT penulis serahkan segalanya mudah – mudahan dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi kita semua.

Semarang, Desember 2015

Penulis

ABSTRAK

An'nur, F. K. 2015. Peningkatan Kadar P dan K Pupuk Cair Organik Menggunakan Batuan Fosfat Alam dan Sabut Kelapa. Skripsi, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing utama Drs Eko Budi Susatyo M.Si, dan Pembimbing Pendamping Ella Kusumastuti S.Si., M.Si.

Kata kunci: Pupuk Cair Organik, Batuan Fosfat Alam, Abu Sabut Kelapa

Pupuk merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi tanaman. Pada penelitian ini pupuk cair organik dari limbah cair produksi tahu telah ditingkatkan kadar fosfor dan kaliumnya menggunakan batuan fosfat alam dan sabut kelapa. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui perbandingan jumlah batuan fosfat alam dan sabut kelapa yang ditambahkan dalam pupuk cair organik agar kadar fosfor dan kalium yang terdapat dalam pupuk cair organik sesuai dengan standar baku mutu produk. Pada penelitian ini 50 ml pupuk cair organik ditambahkan dengan berbagai variasi jumlah filtrat batuan fosfat alam yaitu sebesar 25,50,dan 100 ml. Pupuk cair organik sebanyak 50 ml yang ditambahkan dengan 100 ml filtrat batuan fosfat alam atau pada perbandingan 1:2 memberikan peningkatan tertinggi pada kadar fosfor pupuk cair organik. Kenaikan kadar fosfor sebesar 97,4 % yaitu dari kadar awal 3,9 % menjadi 7,7 %. Pada penelitian berikutnya pupuk cair organik sebanyak 50 ml ditambahkan dengan berbagai variasi jumlah abu sabut kelapa yaitu sebesar 5, 15, dan 25 gram. Pupuk cair organik sebanyak 50 ml ditambahkan dengan 5 gram abu sabut kelapa atau pada perbandingan 10:1 merupakan penambahan dengan jumlah kalium terlarut paling besar yaitu 22,8 % dari kadar kalium abu sabut kelapa sebesar 2,5 %. Pada perbandingan 50 ml pupuk cair organik ditambah dengan 100 ml filtrat batuan fosfat alam dan 5 gram abu sabut kelapa atau 10:20:1 memberikan hasil fosfor dan kalium sebesar 5,4 % dan 1,3 %. Hasil analisis fosfor pada penelitian sesuai dengan standar baku mutu fosfor produk pupuk cair organik, sedangkan hasil analisis kalium belum mencapai standar baku mutu kalium pupuk cair organik.

ABSTRACT

An'nur, F. K. 2015. Increased Levels of P and K Organic Liquid Fertilizer by Natural Phosphate Rock and Coconut Fiber. Undergraduate thesis, Departement of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Semarang State University. The main supervisor Drs Eko Budi Susatyo M.Si. and supervising companion Ella Kusumastuti S.Si., M.Si.

Keywords: Organic Liquid Fertilizer, Natural Phosphate Rock, Coconut Fiber Ash

Fertilizer is a very important requirement for plants. In this research, organic liquid fertilizer from tofu wastewater production has increased levels of phosphorus and potassium use natural phosphate rock and coconut fiber. The purpose of this study is to compare the amount of natural phosphate rock and coconut fiber are added in the liquid organic fertilizer so that the levels of phosphorus and potassium contained in the organic liquid fertilizer in accordance with product quality standards. In this research, 50 ml of organic liquid fertilizer is added with a variety of natural phosphate rock filtrate amount that is equal to 25,50, and 100 ml. Organic liquid fertilizer as much as 50 ml is added with 100 ml of natural phosphate rock filtrate or at a ratio of 1 : 2 gave the highest increase in the phosphorus levels of organic liquid fertilizer. The increase in phosphorus levels of 97,4 % from the initial level of 3,9 % to 7,7 %. In the next research of organic liquid fertilizer as much as 50 ml was added with a variety of coconut fiber ash amount that is equal to 5, 15, and 25 grams. Organic liquid fertilizer as much as 50 ml was added to 5 grams of coconut fiber ash or the ratio of 10: 1 is the addition with the greatest amount of dissolved potassium that is 22,8% of coconut fiber ash potassium levels of 2,5%. At a ratio of 50 ml of organic liquid fertilizer added with 100 ml of natural phosphate rock filtrate and 5 grams of coconut fiber ash or 10 : 20 : 1 gave the findings of phosphorus and potassium of 5,4 % and 1,3 % . Results of the analysis of phosphorus on research in accordance with the phosphorus quality standards product of organic liquid fertilizer, whereas potassium analysis results have not yet reached the quality standard potassium organic liquid fertilizer.

DAFTAR ISI

Halaman

PERNYATAAN ii
PENGESAHAN iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN iv
PRAKATA v
ABSTRAK vii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR LAMPIRAN xiv
BAB
1. PENDAHULUAN 1
    1.1 Latar Belakang 1
    1.2 Rumusan Masalah 5
    1.3 Tujuan 5
    1.4 Manfaat 6
2. TINJAUAN PUSTAKA 7
    2.1 Limbah Tahu 7
    2.2 Pupuk Organik 10
    2.3 Bioaktifator *Effective Microorganisms* 4 (EM-4) 12
    2.4 Fosfor 14
    2.5 Batuan Fosfat Alam 16
    2.6 Kalium 18
    2.7 Sabut Kelapa 19
3. METODE PENELITIAN 21
    3.1 Sampel 21
    3.2 Variabel Penelitian 22
    3.3 Waktu dan Tempat 22
    3.4 Alat dan Bahan 22
    3.5 Tahap Persiapan 24

3.5.1 Pembuatan Pupuk Cair Organik 24
3.5.2 Pembuatan Filtrat Batuan Fosfat Alam..... 24
3.5.3 Pembuatan Abu Sabut Kelapa 25
3.5.4 Pengukuran Massa Jenis Sampel 25
3.5.5 Pencampuran Pupuk Cair Organik dengan Filtrat Batuan Fosfat Alam 25
3.5.6 Pencampuran Pupuk Cair Organik dengan Abu Sabut Kelapa 26
3.5.7 Pencampuran Pupuk Cair Organik dengan Filtrat Batuan Fosfat Alam dan Abu Sabut Kelapa 26
3.6 Penetapan Kadar Unsur Hara Fosfor sebagai P_2O_5..... 27
3.6.1 Pembuatan Larutan Molibdovanadat 27
3.6.2 Pembuatan Larutan Standar Fosfat 27
3.6.3 Pengukuran Panjang Gelombang Maksimal..... 27
3.6.4 Cara Kerja Analisis Kadar Fosfor (sebagai P_2O_5) dalam Sampel 28
3.7 Penetapan Kadar Unsur Hara Kalium sebagai K_2O 29
3.7.1 Pembuatan Larutan Standar Kalium 29
3.7.2 Cara Kerja Analisis Kadar Kalium (sebagai K_2O) dalam Sampel 29
4. HASIL DAN PEMBAHASAN..... 31
4.1 Pembuatan Filtrat Batuan Fosfat Alam 31
4.2 Pembuatan Abu Sabut Kelapa 33
4.3 Pembuatan Pupuk Cair Organik Limbah Cair Produksi Tahu 35
4.4 Analisis Fosfor Sampel Pupuk Cair Organik dengan Penambahan Filtrat Batuan Fosfat Alam 36
4.5 Analisis Kalium Sampel Pupuk Cair Organik dengan Penambahan Abu Sabut Kelapa..... 39
4.6 Analisis Kadar Fosfor dan Kalium Sampel Pupuk Cair Organik dengan Penambahan Filtrat Batuan Fosfat Alam dan Abu Sabut Kelapa..... 42
4.7 Analisis pH Pupuk Cair Organik 45
5. PENUTUP..... 49

5.1 Simpulan..... 49
5.2 Saran..... 50
DAFTAR PUSTAKA 51
LAMPIRAN..... 56

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

2.1 Sumber Bahan Organik 11
2.2 Fungsi Mikroorganisme dalam Larutan EM-4..... 14
4.1 Kadar Senyawa dalam Filtrat Batuan Fosfat Alam..... 33
4.2 Kadar Senyawa dalam Abu Sabut Kelapa 34
4.3 Kadar Fosfor dan Kalium Pupuk Cair Organik..... 35
4.4 Kadar Fosfor Pupuk Cair Organik dengan Penambahan Filtrat
Batuan Fosfat Alam 37
4.5 Kadar Kalium Pupuk Cair Organik dengan Penambahan
Abu Sabut Kelapa 40
4.6 Kadar Fosfor dan Kalium) Pupuk Cair Organik dengan
Penambahan Filtrat Batuan Fosfat Alam dan Abu Sabut Kelapa 43

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

2.1 Diagram Pembuatan Tahu 8
2.2 Diagram Neraca Massa Proses Pembuatan Tahu 9
3.1 Alat refluks 24
4.1 Kenampakan Fisik Batuan Fosfat Alam Sebelum (A) dan Sesudah Dilarutkan dengan Asam Nitrat (B) 31
4.2 Abu sabut Kelapa 34
4.3 Pupuk Cair Organik 35
4.4 Panjang Gelombang Maksimal 36
4.5 Peningkatan kadar Fosfor Pupuk Cair Organik Limbah Cair Tahu dengan Penambahan Filtrat Batuan Fosfat Alam 37
4.6 Peningkatan Kadar Kalium Pupuk Cair Organik dengan Penambahan Abu Sabut Kelapa 40
4.7 Peningkatan Kadar Fosfor (dalam P_2O_5) dan Kalium (dalam K_2O) Pupuk Cair Organik dengan Penambahan Filtrat Batuan Fosfat Alam dan Abu Sabut Kelapa 43
4.8 Perubahan pH Sampel Pupuk Pada Penambahan Filtrat Batuan Fosfat Alam 45
4.9 Perubahan pH Sampel Pupuk Cair Organik Pada Penambahan Abu Sabut Kelapa 46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Halaman

1. Skema Kerja 56
2. Pembuatan Filtrat dari Batuan Fosfat Alam 56
3. Pembuatan Abu Sabut Kelapa 56
4. Diagram Alir Penetapan Kadar P_2O_5 57
5. Diagram Alir Penetapan Kadar K_2O 58
6. Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Cair Organik 59
7. Perhitungan 60
8. Dokumentasi 74

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman membutuhkan nutrisi untuk dapat tumbuh dan berkembang agar tetap hidup. Nutrisi tersebut didapatkan dari unsur hara yang ada di dalam tanah. Unsur hara terbagi menjadi dua yaitu unsur hara makro dan unsur hara mikro. Unsur hara makro terdiri dari unsur nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K) dan unsur hara mikro terdiri dari Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, Co, dan B. Ketersediaan unsur hara di dalam tanah cukup terbatas sehingga dibutuhkan bahan tambahan untuk menyediakan unsur hara bagi tanaman. Bahan tambahan yang biasa digunakan adalah pupuk. Pupuk terbagi menjadi dua yaitu pupuk sintetik dan pupuk organik. Pupuk sintetik adalah pupuk buatan pabrik yang terdiri dari satu sampai tiga unsur hara makro (N, P, K). Kandungan yang terdapat dalam pupuk organik tidak hanya unsur hara makro tapi juga mengandung unsur hara mikro yang dibutuhkan oleh tanaman meskipun dalam jumlah yang sedikit. Pupuk organik merupakan pupuk yang baik digunakan karena selain memberikan unsur hara yang lengkap bagi tanaman dan pupuk organik juga dapat menjaga kelestarian lingkungan.

Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari sisa-sisa tanaman, hewan, atau manusia seperti pupuk kandang, pupuk hijau, dan kompos, baik yang berbentuk cair maupun padat. Manfaat pupuk organik yaitu selain sebagai sumber hara bagi tanaman, juga dapat memperbaiki kesuburan kimia, fisik, dan biologis tanah. Penggunaan pupuk organik dapat mengurangi pencemaran lingkungan karena bahan-bahan organik tersebut tidak dibuang sembarangan.

Penggunaan bahan organik sebagai pupuk merupakan upaya penciptaan siklus unsur hara yang sangat bermanfaat dalam mengoptimalkan pemakaian sumber daya alam yang terbarukan. Bahan organik juga dapat mengurangi unsur hara yang bersifat racun bagi tanaman serta dapat digunakan untuk mereklamasi lahan bekas tambang dan lahan yang tercemar. Pupuk organik banyak dibuat dari berbagai jenis bahan, antara lain sisa panen (jerami, tongkol jagung, sabut kelapa), serbuk gergaji, kotoran hewan, limbah media jamur, limbah pasar, limbah rumah tangga, dan limbah industri (Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2005).

Salah satu sumber pupuk organik dari limbah industri yaitu limbah cair produksi tahu. Hal tersebut dapat dilihat dari potensi kadar N, P, dan K di dalamnya yaitu N-total sebesar 0,25%, P = 0,029497%, dan K= 0,00021% (Munawaroh, 2013). Potensi lain yang dimiliki limbah cair tahu yaitu jumlah limbah cair yang dihasilkan pada proses pembuatan tahu cukup besar karena mulai dari pencucian kedelai, perendaman kedelai, dan perebusan kedelai menggunakan air, sehingga ketersediaannya cukup banyak jika akan dibuat pupuk cair organik dalam jumlah besar. Sebanyak 60 kg kedelai yang digunakan untuk membuat tahu, jumlah air yang dibutuhkan sebesar 2.700 kg dan limbah cair yang dihasilkan sebesar 2.610 kg (Said, 1999). Dengan banyaknya kelebihan tersebut, maka limbah cair tahu tidak lagi dipandang sebagai masalah di lingkungan akan tetapi menjadi sebuah potensi untuk menyuburkan lingkungan itu sendiri dengan mengubahnya menjadi pupuk cair organik.

Pembuatan pupuk cair organik dari limbah cair tahu membutuhkan bioaktivator untuk mengurai protein dari bentuk polimer menjadi monomer asam

amino sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman dalam bentuk unsur hara nitrogen. Dari berbagai jenis bioaktivator, *effective microorganisms 4* (EM-4) memiliki banyak keunggulan. Keunggulan bioaktivator EM-4 menurut Higa dan Wididana (1996), EM-4 mengandung berbagai jenis mikroorganisme yang menguntungkan tanaman dan tanah. Bakteri fotosintetik, *Thiobacillus*, ragi, jamur pelarut fosfat, semua berperan aktif dalam mengurai bahan organik menjadi lebih sederhana. Semakin banyak dan beragamnya mikroorganisme tersebut akan meningkatkan ketersediaan hara atau basa-basa yang ada di dalam kompos menjadi lebih tinggi. Pada penelitian Jamilah dkk (2009), kompos dengan bioaktivator EM-4 mampu meningkatkan kadar basa-basa pada kompos *C. odorata* dan guano dibandingkan jenis bioaktivator lain seperti *Trichoderma* maupun Biocom.

Pada penelitian Kastalo (2012), berdasarkan parameter penelitian yaitu pH, kadar H_2O, C-organik, N-total, dan K-tersedia, kompos yang masuk SNI 19-7030-2004 adalah kompos dari campuran antara limbah pasar dengan rumen sapi yang sudah ditambahkan dengan bioaktivator EM-4 sedangkan kompos dengan bioaktivator GB1 dan natural tidak dapat memenuhi standar baku mutu yang ada. Hasil penelitian Munawaroh (2013), penambahan EM-4 dalam limbah cair tahu mampu meningkatkan unsur nitrogen dan kalium di dalamnya. EM-4 merupakan kultur campuran dari mikroorganisme yang bermanfaat bagi kesuburan tanah maupun pertumbuhan dan produksi tanaman, serta ramah lingkungan. Fungsi dari EM-4 secara umum yaitu memfermentasi limbah atau sampah organik menjadi pupuk organik dalam bentuk padat maupun cair (Marsono & Paulus, 2001).

Penelitian terkait pupuk cair organik dari limbah cair dari tahu dan tempe telah banyak dikaji, diantaranya limbah cair tahu sebagai pupuk alternatif pada kultur mikroalga *Spirullina sp* (Handajani, 2006), peningkatan kadar fosfor limbah cair tahu dengan lindi bayam (Purwoko, 2012), peningkatan fosfor pupuk cair dari limbah cair tempe dengan tulang ikan bandeng (Mazaya, 2013), pemanfaatan limbah cair industri tempe sebagai pupuk cair produktif (PCP) ditinjau dari penambahan pupuk NPK (Fratama, 2013), peningkatan kadar N, P, dan K pupuk cair limbah tahu dengan penambahan tanaman matahari meksiko (*Thitonia diversivolia)* (Makiyah 2013), dan peningkatan kadar N, P, dan K limbah cair tempe dengan memanfaatkan *Bat Guano* (Diba, 2013).

Kadar unsur hara limbah cair tahu sangat kecil terutama untuk fosfor dan kalium (Munawaroh, 2013), padahal fungsi fosfor dan kalium bagi tanaman sangatlah penting yaitu memperpanjang akar sehingga batang akan menjadi kuat, mempercepat pemasakan buah, memperbaiki mutu dan jumlah hasil produksi, memperbaiki pertumbuhan tanaman, dan meningkatkan ketahanan dari serangan hama (Nugroho, 2013). Limbah cair tahu membutuhkan sumber unsur fosfor dan kalium yang tinggi untuk meningkatkan kadar kedua unsur tersebut. Sumber unsur fosfor dan kalium yang berpotensi untuk dijadikan bahan tambahan dalam pupuk cair organik limbah cair tahu yaitu batuan fosfat alam dan sabut kelapa.

Fosfat banyak tersedia di alam sebagai batuan fosfat dengan kandungan tri kalsium fosfat yang sukar larut dalam air [$Ca_3(PO_4)_2$] (Warmada & Titisari, 2004). Batuan fosfat alam berasal dari proses geokimia yang terjadi secara alami dan dapat ditemukan di alam sebagai batuan endapan atau sedimen, batuan beku, batuan metamorfik, dan guano (Warta penelitian dan pengembangan pertanian,

2011). Dalam penelitian Binh (2002), Komposisi kimia batuan fosfat alam yaitu CaO = 24,68-52,01%, P_2O_5 = 15,07-36,09%, MgO = 0,05-12,70%, CO_2 = 0,45-12,30% . Kadar P_2O_5 dari batuan fosfat alam cukup tinggi sehingga baik jika digunakan untuk meningkatkan kadar fosfor dalam pupuk cair organik limbah cair tahu, begitu juga dengan sabut kelapa, ketersediaannya cukup banyak karena tanaman kelapa menyebar ke hampir seluruh wilayah Indonesia (Subiyanto, 2000). Selain jumlahnya yang cukup banyak, abu dari sabut kelapa memiliki kadar kalium yang tinggi. Hasil penelitian Risnah (2013), kandungan K total dalam abu sabut kelapa yaitu sebesar 21,87%.

Dengan potensi yang dimiliki batuan fosfat alam dan sabut kelapa, maka dalam penelitian ini pupuk cair organik dari limbah cair tahu akan ditingkatkan kadar fosfor dan kaliumnya dengan kedua bahan tersebut dan harapannya kadar fosfor serta kalium pupuk cair organik dari limbah cair tahu dapat memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan oleh Menteri Pertanian tahun 2011.

1.2 Rumusan Masalah

Berapakah perbandingan jumlah batuan fosfat alam dan sabut kelapa yang ditambahkan dalam pupuk cair organik agar memenuhi standar baku mutu fosfor (dalam P_2O_5) dan kalium (dalam K_2O) pupuk cair organik sesuai dengan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011?

1.3 Tujuan

Mengetahui perbandingan jumlah batuan fosfat alam dan sabut kelapa yang ditambahkan dalam pupuk cair organik agar memenuhi standar baku mutu

fosfor (dalam P_2O_5) dan kalium (dalam K_2O) pupuk cair organik berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011.

1.4 Manfaat

1. Memberikan alternatif pupuk cair organik yang ramah lingkungan bagi para petani.
2. Mengurangi penggunaan pupuk anorganik yang dalam jangka panjang dapat merusak struktur tanah.
3. Mengurangi pencemaran lingkungan perairan yang diakibatkan oleh limbah cair tahu.
4. Menambah nilai ekonomis limbah tahu.

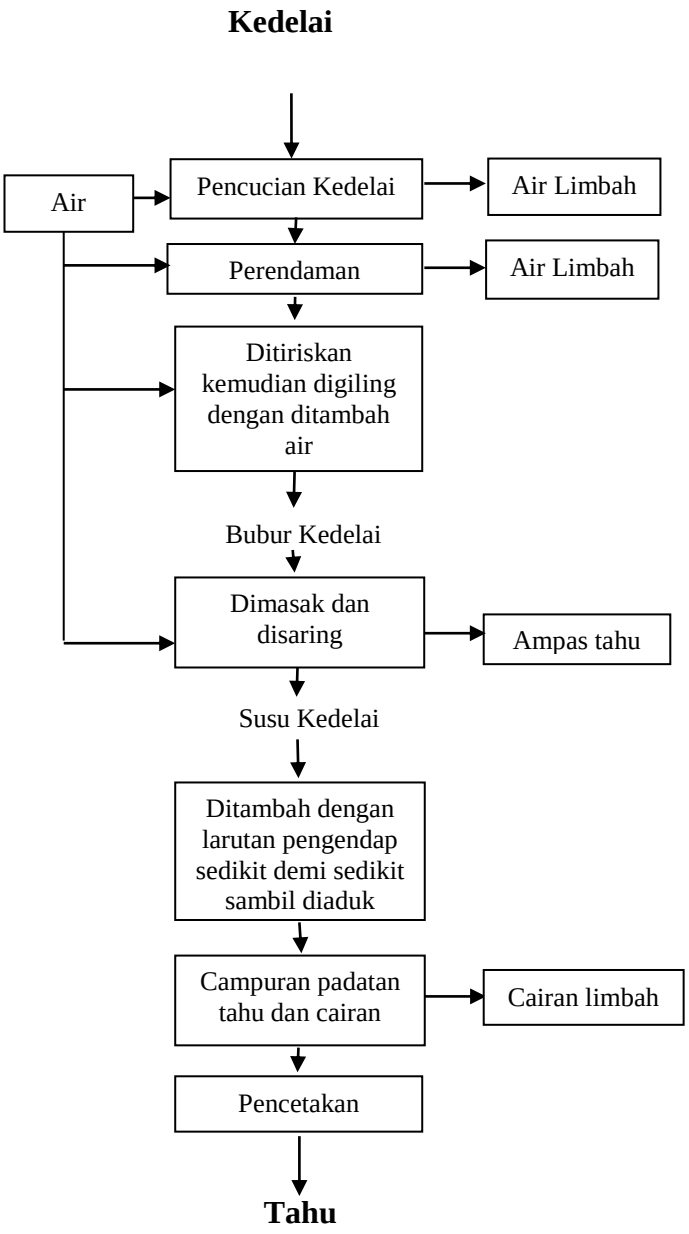
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

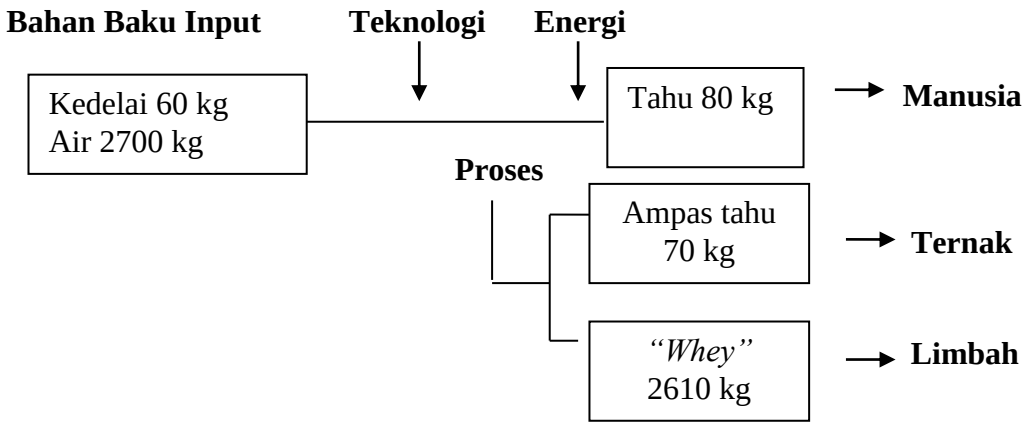
2.1 Limbah Tahu

Tahu merupakan makanan yang digemari masyarakat, baik masyarakat kalangan bawah hingga atas. Keberadaannya sudah lama diakui sebagai makanan yang sehat, bergizi, dan harganya murah. Hampir setiap kota di Indonesia dijumpai industri tahu. Umumnya industri tahu termasuk ke dalam industri kecil yang dikelola oleh rakyat dan beberapa diantaranya masuk dalam wadah Koperasi Pengusaha Tahu dan Tempe (KOPTI). Proses pembuatan tahu masih sangat tradisional dan banyak menggunakan tenaga manusia dan bahan baku utama yang digunakan adalah kedelai *(Glycine spp).* Komposisi kedelai dalam 100 gram bahan yaitu protein 35-45%, lemak 18-32%, karbohidrat 12-30%, dan air 7% (Margono, 2000).

Pembuatan tahu pada prinsipnya dibuat dengan mengekstrak protein, kemudian menggumpalkannya, sehingga terbentuk padatan protein. Cara penggumpalan susu kedelai umumnya dilakukan dengan cara menambahkan bahan penggumpal berupa asam. Bahan penggumpal yang biasa digunakan adalah asam cuka (CH_3COOH) dan batu tahu ($CaSO_4nH_2O$) (Said, 1999). Air banyak digunakan sebagai bahan pencuci dan merebus kedelai untuk proses produksinya. Akibat dari besarnya pemakaian air pada proses pembuatan tahu, limbah yang dihasilkan juga cukup besar. Limbah pengolahan tahu mempunyai kadar BOD sekitar 5000 – 10.000 mg/L dan COD 7.000 – 12.000 mg/L (Said, 1999). Diagram proses pembuatan tahu ditunjukkan seperti Gambar 2.1 sedangkan diagram neraca massa untuk proses pembuatan tahu ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.1 Diagram Pembuatan Tahu (Said, 1999)



Gambar 2.2 Diagram Neraca Massa Proses Pembuatan Tahu (Said, 1999)

Pada prosesnya limbah cair tahu memiliki jumlah yang melimpah karena mulai dari pencucian kedelai, perendaman kedelai, dan pemasakan kedelai menggunakan air. Untuk limbah industri tahu ada dua hal yang perlu diperhatikan yakni karakteristik fisika dan kimia. Karakteristik fisika meliputi padatan total, suhu, warna, dan bau. Karakteristik kimia meliputi bahan organik, bahan anorganik, dan gas. Suhu buangan industri tahu berasal dari proses pemasakan kedelai. Suhu limbah cair tahu pada umumnya lebih tinggi dari air bakunya, yaitu 40°C sampai 46°C. Suhu yang meningkat di lingkungan perairan akan mempengaruhi kehidupan biologis, kelarutan oksigen, dan gas lain, kerapatan air, viskositas, dan tegangan permukaan (Said, 1999).

Pada umumnya konsentrasi ion hidrogen buangan industri tahu ini bersifat asam. komponen terbesar dari limbah cair tahu yaitu protein (N-total) sebesar 266,06 sampai 434,78 mg/l, sehingga masuknya limbah cair tahu ke lingkungan perairan akan meningkatkan total nitrogen di perairan tersebut. Gas-gas yang biasa ditemukan dalam limbah adalah gas nitrogen (N_2), oksigen (O_2), hidrogen sulfida (H_2S), amonia (NH_3), karbondioksida (CO_2), dan metana (CH_4). Gas-gas tersebut berasal dari dekomposisi bahan-bahan organik yang terdapat di dalam air

buangan (Said, 1999). Dalam Limbah cair tahu memiliki kadar N, P, dan K yaitu Nitrogen total 0,25%, P = 0,029497%, K= 0,00021% (Munawaroh, 2013). Dengan adanya kandungan zat organik dan N, P, K di dalamnya, limbah cair tahu berpotensi menjadi pupuk cair organik.

2.2 Pupuk Organik

Pupuk merupakan material yang digunakan untuk mencukupi kebutuhan hara yang diperlukan tanaman agar mampu berproduksi dengan baik dengan cara ditambahkan pada media tanam atau tanaman (Nugroho, 2013). Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari sisa-sisa tanaman, hewan, atau manusia seperti pupuk kandang, pupuk hijau, dan kompos baik yang berbentuk cair maupun padat. Manfaat pupuk organik dapat memperbaiki kesuburan tanah, selain sebagai sumber hara bagi tanaman. Di dalam tanah, pupuk organik akan dirombak oleh organisme menjadi humus atau bahan organik tanah.

Bahan organik berfungsi sebagai pengikat butiran primer tanah menjadi butiran sekunder dalam pembentukan agregat yang mantap. Keadaan ini berpengaruh besar pada porositas, penyimpanan dan penyediaan air serta aerasi dan temperatur tanah. Meskipun mengandung unsur hara yang rendah, bahan organik penting dalam: (1) menyediakan hara makro dan mikro seperti Zn, Cu, Mo, Co, Ca, Mg, dan Si, (2) meningkatkan kapasitas tukar kation tanah, (3) serta dapat bereaksi dengan ion logam untuk membentuk senyawa kompleks, sehingga ion logam yang meracuni tanaman atau menghambat penyediaan hara seperti Al, Fe, dan Mn dapat dikurangi. Fungsi biologis bahan organik adalah sumber energi dan makanan organisme tanah sehingga dapat meningkatkan aktivitas

mikroorganisme tanah yang sangat bermanfaat dalam penyediaan hara tanaman (Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2005).

Pada Tabel 2.1 memaparkan sumber bahan organik yang dapat digunakan menjadi pupuk organik.

Tabel 2.1 Sumber Bahan Organik (Nugroho, 2013)

Sumber	Jenis	Contoh
Pertanian	Limbah dan Residu	Jerami dan sekam padi, gulma, daun, batang tongkol jagung, semua bagian vegetatif tanaman, batang pisang, sabut kelapa
	Limbah dan residu ternak	Kotoran padat, limbah ternak cair, limbah pakan ternak, tepung tulang, cairan proses biogas
	Pupuk hijau	Gliriside, terrano, mukuna, turi, lamtoro, centrosema, albisia
	Tanaman air	Azola, Ganggang biru, rumput laut, eceng gondok, gulma air lainnya
	Penambat nitrogen	Mikroorganisme, mikoriza, rhizobium, biogas
Industri	Limbah padat	Serbuk gergaji kayu, blotong, kertas, ampas tebu, kelapa sawit, pengalengan makanan, pemotongan hewan
	Limbah cair	Alkohol, kertas, bumbu masak (MSG), Kelapa sawit (POME)
Rumah Tangga	Sampah	Tinja, kencing, dapur, kota, dan pemukiman

Pupuk cair organik adalah ekstrak dari hasil pembusukan bahan-bahan organik. Pupuk cair limbah organik pada dasarnya limbah dari bahan organik yang dapat dimanfaatkan menjadi pupuk. Penggunaan pupuk cair dapat membantu memperbaiki struktur dan kualitas tanah. Dari sebuah penelitian di Cina menunjukkan bahwa menggunakan limbah organik cair dalam pertanian dapat meningkatkan produksi pertanian tersebut melebihi penggunaan bahan organik lainnya (Nugroho, 2013). Penggunaan pupuk cair organik dapat dilakukan dengan cara disemprotkan ke daun atau disiramkan ke dalam tanah. Beberapa hasil

penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk cair organik melalui daun dapat memberikan pertumbuhan dan hasil tanam yang lebih baik dibandingkan jika pemberian dilakukan melalui tanah (Mulyani, 2014).

Kelebihan pupuk cair organik diantaranya dapat secara cepat mangatasi defesiensi hara dan mampu menyediakan hara secara cepat, pupuk organik cair umumnya tidak merusak tanah dan tanaman, pupuk cair mengandung bahan pengikat sehingga larutan pupuk yang diberikan ke permukaan tanah bisa langsung digunakan oleh tanaman, menggemburkan tanah, meningkatkan pengikatan antar partikel, meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK), meningkatkan ketersediaan unsur hara, meningkatkan proses pelapukkan bahan mineral (Nugroho, 2013).

2.3 Bioaktivator *Effective Microorganisms 4* (EM-4)

Pembuatan pupuk organik membutuhkan bioaktivator sebagai bahan mempercepat proses fermentasi. EM-4 merupakan salah satu bioaktivator yang banyak digunakan. Dari berbagai jenis bioaktivator, *effective microorganisms 4* (EM-4) memiliki banyak keunggulan. Keunggulan bioaktivator EM-4 menurut Higa dan Wididana (1996), EM-4 mengandung berbagai jenis mikroorganisme yang menguntungkan tanaman dan tanah. Bakteri fotosintetik, *Thiobacillus*, ragi, jamur pelarut fosfat, semua berperan aktif dalam mengurai bahan organik menjadi lebih sederhana. Semakin banyak dan beragamnya mikroorganisme tersebut akan meningkatkan ketersediaan hara atau basa-basa yang ada di dalam kompos menjadi lebih tinggi. Pada penelitian Jamilah dkk (2009), kompos dengan bioaktivator EM-4 mampu meningkatkan kadar basa-basa pada kompos *C.*

odorata dan guano dibandingkan jenis bioaktivator lain seperti *Trichoderma* maupun Biocom.

Pada penelitian Kastalo (2012), berdasarkan parameter penelitian yaitu pH, kadar H_2O, C-organik, N-total, dan K-tersedia, kompos yang masuk SNI 19-7030-2004 adalah kompos dari campuran antara limbah pasar dengan rumen sapi yang sudah ditambahkan dengan bioaktivator EM-4 sedangkan kompos dengan bioaktivator GB1 dan natural tidak dapat memenuhi standar baku mutu yang ada. Hasil penelitian Munawaroh (2013), penambahan EM-4 dalam limbah cair tahu mampu meningkatkan unsur nitrogen dan kalium di dalamnya.

EM-4 merupakan kultur campuran dari mikroorganisme yang menguntungkan yang bermanfaat bagi kesuburan tanah maupun pertumbuhan dan produksi tanaman, serta ramah lingkungan. Mikroorganisme yang ditambahkan akan membantu penyerapan unsur hara. Selain bermanfaat bagi peningkatan kesuburan tanah dan tanaman, EM-4 juga bermanfaat untuk memfermentasi limbah atau sampah organik menjadi pupuk organik (Marsono dan Paulus, 2001). Di pasaran saat ini tersedia banyak produk-produk dekomposer untuk mempercepat proses pengomposan misalnya EM-4, orgaDec, M-Dec, Probion, dan lain-lain (Makiyah, 2013).

Kultur-kultur yang terdapat dalam EM-4 meliputi bakteri penghasil asam laktat *Lactobacillus sp*., bakteri fotosintetik *Streptomyces sp*., ragi *(yeast)*, dan *Actinomycetes*. Setiap spesies mikroorganisme mempunyai peranan masing-masing yang terdapat dalam Tabel 2.2

Tabel 2.2 Fungsi Mikroorganisme dalam Larutan EM-4 (Mulyani, 2014)

Mikroorganisme	Fungsi
Bakteri fotosintesis	Membentuk zat yang bermanfaat untuk mempercepat pertumbuhan tanaman seperti asam amino, asam nukleat, zat-zat bioaktif dan gula dari sekresi akar tumbuhan, meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme.
Bakteri asam laktat	Menghasilkan asam laktat dari gula, menekan pertumbuhan mikroorganisme merugikan seperti fusarium, meningkatkan percepatan perombakan bahan organik, menghancurkan bahan-bahan organik seperti lignin dan selulosa serta memfermentasikannya tanpa menimbulkan pengaruh-pengaruh merugikan yang diakibatkan oleh bahan-bahan organik yang tak terurai.
Ragi *(yeast)*	Membentuk zat anti bakteri dan bermanfaaat bagi pertumbuhan tanaman dari asam-asam amino dan gula yang dikeluarkan oleh bakteri fotosintesis, meningkatkan jumlah sel aktif dan perkembangan akar.
Actinomycetes	Mengeluarkan zat-zat anti mikroba dari asam amino yang dihasilkan oleh bakteri fotosintesis dan bahan organik.
Jamur Fermentasi	Menguraikan bahan organik untuk menghasilkan alkohol, ester, dan zat-zat anti mikroorganisme.

Selain berfungsi untuk merombak (dekomposisi) protein dalam limbah cair tahu, EM-4 dapat meningkatkan kadar nitrogen (N) dan kalium (K) dalam limbah cair tahu, namun untuk fosfor (P) mengalami penurunan karena fosfor digunakan mikroorganisme untuk metabolisme (Munawaroh, 2013).

2.4 Fosfor

Fosfor merupakan bahan makanan utama yang digunakan oleh semua organisme untuk energi dan pertumbuhan. Seperti halnya nitrogen, fosfor merupakan unsur utama di dalam fotosintesis. Fosfor biasanya berasal dari pupuk buatan yang kandungannya berdasarkan rasio N-P-K. Sebagai contoh 15-30-15, mengindikasikan bahwa berat persen fosfor dalam pupuk buatan adalah 30% fosfor oksida (P_2O_5). Fosfor yang dapat dikonsumsi oleh tanaman adalah dalam

bentuk fosfat, seperti diamoniumfosfat ($(NH_4)_2HPO_4$) atau kalsium fosfat ($Ca(H_2PO_4)_2$) (Warmada & Titisari, 2004).

Fosfat terdapat dalam tiga bentuk yaitu $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}, dan PO_4^{3-}. Fosfat umumnya diserap oleh tanaman dalam bentuk ion ortofosfat primer $H_2PO_4^-$ atau ortofosfat sekunder HPO_4^{2-}, sedangkan PO_4^{3-} lebih sulit diserap oleh tanaman. Bentuk yang paling dominan dari ketiga fosfat tersebut dalam tanah bergantung pH tanah (Engelstad, 1997). Pada pH lebih rendah tanaman lebih banyak menyerap ion ortofosfat primer, dan pada pH yang lebih tinggi ion ortofosfat sekunder yang lebih banyak diserap oleh tanaman (Haniah, 2005).

Ortofosfat merupakan bentuk fosfat yang dimanfaatkan secara langsung oleh tanaman, sedangkan polifosfat harus terlebih dahulu mengalami hidrolisis membentuk ortofosfat sebelum dimanfaatkan sebagai sumber fosfor. Reaksi ionisasi asam ortofosfat adalah sebagai berikut:

$$H_3PO_{4(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + H_2PO_4^-{}_{(aq)}$$

$$H_2PO_4^-{}_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + HPO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

$$HPO_4^{2-}{}_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + PO_4^{3-}{}_{(aq)}$$

Semua polifosfat mengalami hidrolisis membentuk ortofosfat. Perubahan ini bergantung pada suhu. Pada suhu yang mendekati titik didih, perubahan polifosfat menjadi ortofosfat berlangsung cepat. Kecepatan ini meningkat dengan menurunnya nilai pH (Effendi, 2003). Sumber fosfat yang dalam tanah sebagai mineral yaitu batu kapur fosfat, sisa-sisa tanaman, dan bahan organik lainnya. Perubahan fosfor organik menjadi fosfor anorganik dilakukan oleh mikroorganisme, selain itu penyerapan fosfor juga dilakukan oleh liat dan silikat (Isnaini, 2006).

Fosfat anorganik maupun organik terdapat dalam tanah. Bentuk anorganiknya adalah senyawa Ca, Fe, Al, dan F. Fosfor organik mengandung senyawa yang berasal dari tanaman mikroorganisme yang tersusun dari asam nukleat, fosfolipid, dan lilin (Rao, 1994). Bentuk fosfor anorganik tanah lebih sedikit dan sukar larut. Walaupun terdapat CO_2 didalam tanah tetapi menetralisasi fosfat tetap sukar, sehingga demikian P yang tersedia dalam tanah relative rendah. Fosfor tersedia didalam tanah dapat diartikan sebagai P tanah yang dapat diekstraksikan atau larut dalam air dan asam sitrat. P organik dengan proses dekomposisi akan menjadi bentuk anorganik. Fosfor sebagian besar berasal dari pelapukan batuan mineral alami, sisanya berasal dari pelapukan bahan organik. Walaupun sumber fosfor didalam tanah mineral cukup banyak, tanaman masih bisa mengalami kekurangan fosfor, karena sebagian besar fosfor terikat secara kimia oleh unsur lain sehingga menjadi senyawa yang sangat sukar larut dalam air (Isnaeni, 2015).

Fungsi unsur fosfor dalam bentuk fosfat yaitu memperpanjang akar sehingga batang kuat, mempercepat pemasakan buah, memperbaiki mutu dan jumlah hasil. Akibat yang terjadi jika kekurangan unsur fosfor dalam bentuk fosfat diantaranya, tanaman kerdil, daun bagian tepi dan ujung berwarna keunguan, buah lambat masak dan biji kurang berisi, buah salah bentuk dan kualitas menurun (Nugroho, 2013).

2.5 Batuan Fosfat Alam

Fosfat adalah batuan dengan kandungan fosfor yang ekonomis. Kandungan fosfor pada batuan dinyatakan dengan BPL *(bone phosphate of lime)* atau TPL *(Triphosphate of lime)* yang didasarkan atas kandungan P_2O_5. Sumber

fosfat di dunia jumlahnya lebih dari 300 juta ton (Jasinski, 2014) dan cadangan fosfat yang ada di indonesia adalah sekitar 2,5 juta ton endapan guano (0,17 – 43% P_2O_5) dan diperkirakan sekitar 9,6 juta ton fosfat marin dengan kadar 20-40% P_2O_5 (Warmada & Titisari, 2004).

Sebagian besar fosfat komersial berasal dari mineral apatit ($Ca_5(PO_4)_3(F,Cl,OH)$) adalah kalsium fluoro-fosfat dan kloro-fosfat. Sumber lainnya berasal dari jenis slag, guano, krandalit ($CaAl_3(PO_4)_2(OH)_5.H_2O$), dan milisit ($(Na,K)CaAl_6(PO_4)_4(OH)_9.3H_2O$). Komposisi kimia dari batuan fosfat alam yaitu CaO = 24,68-52,01%, P_2O_5 = 15,07-36,09%, MgO = 0,05-12,70%, CO_2 = 0,45-12,30% (Binh, 2002).

Pemanfaatan batuan fosfat alam sebagai pupuk penyedia unsur hara fosfor telah banyak dikaji diantaranya pembuatan pupuk fosfat dari batuan fosfat alam secara acidulasi (Budi, 2009) dan pembuatan pupuk kalium-fosfat dari abu kulit kapok dan tepung batuan fosfat secara granulasi (Purbasari, 2008). Fosfat alam yang berasal dari batuan endapan atau sedimen yang mempunyai rektivitas tinggi dapat digunakan secara langsung sebagai pupuk (Warta penelitian dan pengembangan pertanian, 2011; Yusdar *et al*, 2007; Kasno *et al*, 2010; Wahyuningsih, 2012). Sifat fosfat alam tidak larut dalam air, tetapi larut dalam kondisi asam (Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2011). Dalam aplikasinya sebagai pupuk, batuan fosfat alam perlu ditambahkan asam agar fosfat larut dalam air sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman (*Acidulation*) (Shinde, 1978; Hagin, 1984; Charleston, 1989; Bolland, 1992; Rajan, 1993; Budi, 2009; Mizane, 2012). Dalam industri pupuk, batuan fosfat alam didekomposisi (*wet-process*) dengan asam sulfat (H_2SO_4) membentuk kalsium sulfat ($CaSO_4.2H_2O$)

dalam asam fosfat (H_3PO_4, 26-30% P_2O_5). Asam fosfat dari hasil filtrasi digunakan sebagai bahan baku pembuatan pupuk *triple superphosphate* (TSP), *diammonium phosphate* (DAP), *monoammonium phosphate* (MAP), dan pupuk NPK (Sullivan *et al*, 1992; Aasamäe *et al*., 1993).

2.6 Kalium

Kalium adalah salah satu dari tiga unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman selain nitrogen dan fosfor. Kalium membantu tanaman untuk tahan terhadap pengaruh suhu dan meningkatkan daya tahan tanaman terhadap penyakit. Semua tanaman membutuhkan kalium, khususnya tanaman yang kaya karbohidrat seperti kentang. Dari hasil penelitian, konsumsi kalium dalam jumlah yang tepat dapat menjadikan pertumbuhan serat kapas yang panjang dan kuat, meningkatkan daya tahan kulit buah, memperpanjang dahan bunga mawar, memperkuat warna hijau dan pertumbuhan helai rumput, meningkatkan ukuran dan kualitas buah, butiran, dan sayuran. Kalium cukup melimpah di tanah, biasanya berkisar antara 0,5 sampai 4,0%. Kalium dalam tanah sangat mudah mengalami pelepasan *(leaching)*. Kalium dibutuhkan paling banyak oleh tanaman, selain nitrogen. Dalam beberapa tanaman, kebutuhan akan kalium melampaui kebutuhan akan nitrogen, seperti pisang dan kapas. Kalium diserap dalam bentuk ion K^+ (Warmada & Titisari, 2004).

Fungsi kalium diantaranya memperbaiki pertumbuhan tanaman, meningkatkan ketahanan serangan hama, memperbaiki mutu hasil. Kekurangan kalium dapat berakibat bintik-bintik putih kemerahan pada pinggir daun, daun mengkerut atau melengkung dan berwarna kekuningan merah, pertumbuhan tanaman kerdil dan mudah patah (Nugroho, 2013).

2.7 Sabut Kelapa

Tanaman kelapa di Indonesia menyebar hampir di seluruh wilayah nusantara. Data statistik perkebunan nasional menunjukkan bahwa potensi tanaman kelapa terbesar di Sumatera (1.171.860 ha) dengan sentranya di provinsi Riau, kemudian diikuti oleh Jawa (881.162 ha), Sulawesi (664.148 ha), Nusa Tenggara (348.164 ha), Maluku, dan Irian (275.638 ha), dan Kalimantan (253.485 ha). Berbeda dengan di luar Jawa yang umumnya lokasi perkebunannya terkonsentrasi, tanaman kelapa di Jawa lokasinya menyebar khususnya di sepanjang pantai selatan (Subiyanto, 2000). Sabut kelapa merupakan limbah dari produksi pertanian yang kurang termanfaatkan.

Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai sumber pupuk alternatif adalah limbah pertanian. Ketersediaan limbah pertanian yang berlimpah, dimanfaatkan petani untuk ternak, pupuk organik, dan sumber energi. Energi didapatkan melalui proses pembakaran akan menghasilkan residu pembakaran berupa abu. Pada jenis abu dapur (Pelepah dan sabut kelapa, batok kelapa, pelepah daun siwalan, ranting kayu, bamboo dan batang singkong) mengandung total kalium dan kalsium yang tinggi masing-masing sebesar 3,46% dan 7,52% (Ekawati & Purwanto, 2013).

Dalam penelitian Risnah (2013), hasil analisis menunjukkan karakteristik yang dimiliki abu sabut kelapa yaitu C-Organik yang rendah 0,01%, N = 0,03 %, P = 2,31 %, tetapi kandungan K total dalam abu sabut kelapa cukup tinggi yaitu 21,87%. Dalam penelitian lain pemberian abu sabut kelapa pada kondisi tanah dengan kandungan K-tersedia sedang memberikan pengaruh yang nyata terhadap luas daun total, berat kering akar, umur pembentukan bunga dan bobot buah pada

tanaman semangka (Hermawati, 2007). Abu sabut kelapa dapat juga digunakan sebagai bahan tambahan sumber kalium dalam pupuk (Maesaroh, 2014).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Sampel

Sampel dalam penelitian ini adalah limbah cair produksi tahu di Mangunsari, Gunungpati yang sudah didekomposisi oleh EM-4 dan ditambahkan batuan fosfat alam serta sabut kelapa yang telah dipreparasi di laboratorium kimia FMIPA Unnes.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian dikelompokkan menjadi 3 yaitu variabel bebas, variabel terikat, dan variabel terkendali. Adapun variabel bebas yaitu variabel yang akan dianalisis pengaruhnya terhadap variabel terikat. Dalam hal ini variabel bebasnya adalah jumlah batuan fosfat alam dan sabut kelapa yang ditambahkan pada pupuk cair organik limbah cair tahu (b/v).

Variabel terikat yaitu variabel yang menjadi titik pusat penelitian. Variabel terikatnya yaitu kadar fosfor (dalam P_2O_5) dan kalium (dalam K_2O) dalam pupuk cair organik limbah cair tahu sebelum dan sesudah penambahan batuan fosfat alam dan sabut kelapa. Variabel terkendali yaitu variabel yang dijaga atau dikendalikan agar selalu konstan. Variabel ini meliputi suhu kamar (27-29°C) saat fermentasi limbah cair tahu, volume EM-4 yang digunakan untuk memfermentasi limbah cair tahu sebanyak 50 ml, waktu pengadukan sampel saat ditambahkan

filtrat dari batuan fosfat alam dan abu sabut kelapa selama 10 menit dengan kecepatan 300 rpm, volume sampel limbah cair pabrik tahu sebanyak 5.000 ml, dan waktu fermentasi limbah cair tahu selama 4 hari (Purwoko, 2012).

3.3. Waktu dan Tempat

3.3.1 Waktu

Penelitian ini dilakukan selama 7 bulan mulai dari bulan Februari sampai dengan bulan Septermber 2015.

3.3.2 Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik, Organik, Fisik, dan Anorganik FMIPA Unnes.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

1. *Hot plate*;
2. Refluks;
3. Ayakan 50 mesh;
4. Oven;
5. *Magnetic stirer*;
6. Toples plastik ukuran 5 Liter;
7. Neraca analitik;
8. Labu ukur 100 mL, 250 mL, 500 ml;
9. *Beaker glass 100 ml*;
10. Pipet skala dan tetes ;
11. Corong kaca;

12. Spektrofotometer UV/Vis;
13. Spektrofotometer serapan atom (SAA);
14. Indikator universal asam basa;
15. Kertas saring halus;
16. Pengaduk kaca;
17. *Furnice*.

3.4.2 Bahan

1. Aquades;
2. Bioaktivator EM-4;
3. Air limbah produsen tahu di Mangunsari, Gunungpati;
4. Batuan fosfat alam pegunungan Kendeng, Desa Wegil, Kabupaten Pati;
5. Sabut Kelapa;
6. Amoniummolibdat $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$;
7. Ammonium metavanadat, NH_4VO_3 ;
8. Asam klorida, HCl p.a pekat 37%, ρ = 1,06 g/cm^3;
9. Asam nitrat, HNO_3 p.a pekat 65%, ρ = 1,4 g/cm^3 (Merck);
10. Kalium dihidrogen fosfat, KH_2PO_4.

3.5 Tahap Persiapan

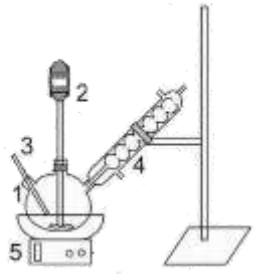
3.5.1 Pembuatan Pupuk Cair Organik

Limbah cair tahu sebanyak 5.000 ml ditambah dengan formula EM-4 sebanyak 50 ml di dalam toples bersih. Larutan diaduk hingga homogen dan ditutup rapat dengan tutup toples. Toples diletakkan pada suhu kamar dan difermentasi (anaerob) selama 4 hari (Purwoko, 2012).

3.5.2 Pembuatan Filtrat Batuan Fosfat Alam

Batuan fosfat alam digerus sampai halus menggunakan *grinder*. Batuan fosfat yang telah halus (tepung batuan fosfat) diayak dengan ayakan 50 mesh. Tepung batuan fosfat alam ditimbang sebanyak 10 g dan dilarutkan dengan 100 ml HNO_3 1,978 M pada temperatur 60°C selama 60 menit sambil diaduk pada kecepatan 300 rpm dengan alat refluks yang terdiri dari labu leher tiga, pendingin balik, dan pemanas listrik (Mizane & Louhi, 2007). Filtrat disaring agar didapat sampel yang bening. Gambar 3.1 menyajikan susunan alat refluks.

Keterangan:
1. Labu leher tiga
2. Pengaduk
3. Termometer
4. Pendingin balik
5. Pemanas labu



Gambar 3.1 Alat refluks

3.5.3 Pembuatan Abu Sabut Kelapa

Sabut kelapa dimasukkan ke dalam drum (alat pembuat arang). Sabut kelapa dibakar sampai menjadi arang. Arang yang telah terbentuk kemudian didinginkan (Darmayanti *et al*., 2012). Arang sabut kelapa diabukan dengan *furnace* pada suhu 600°C selama 8 jam. Abu yang diperoleh diayak dengan ayakan 50 mesh.

3.5.4 Pengukuran Massa Jenis Sampel

Massa jenis sampel diukur dengan menggunakan alat piknometer. Piknometer kosong ditimbang dengan neraca analitik (M1). Piknometer berikutnya diisi dengan larutan yang ingin diketahui massa jenisnya dan ditimbang (M2). Massa piknometer yang berisi larutan (M2) dikurangi massa piknometer kosong (M1) dibagi dengan volume piknometer, maka diketahui massa jenis dari larutan tersebut.

$$\rho = \frac{M}{V}$$

Keterangan:

ρ = Massa jenis

M = Massa sampel

V = Volume sampel

3.5.5 Pencampuran Pupuk Cair Organik dengan Filtrat Batuan Fosfat Alam

1. Pupuk cair organik disiapkan terlebih dahulu.
2. Masing-masing 50 ml pupuk cair organik ditambah dengan 25, 50, dan 100 ml filtrat batuan fosfat alam.
3. Setiap variasi dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali.

4. Masing-masing larutan diaduk selama 10 menit dengan kecepatan 300 rpm dengan *magnetic stirer*, kemudian sampel disaring dan setelah itu diukur kadar fosfor (dalam P_2O_5) serta pH sampel.

3.5.6 Pencampuran Pupuk Cair Organik dengan Abu Sabut Kelapa

1. Pupuk cair organik disiapkan terlebih dahulu.
2. Masing-masing 50 ml pupuk cair organik ditambah dengan 5, 15, dan 25 gram abu sabut kelapa.
3. Setiap variasi dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali.
4. Masing-masing larutan diaduk selama 10 menit dengan kecepatan 300 rpm dengan *magnetic stirer*, kemudian sampel disaring dan setelah itu diukur kadar kalium (dalam K_2O) serta pH sampel.

3.5.7 Pencampuran Pupuk Cair Organik dengan Filtrat Batuan Fosfat Alam dan Abu Sabut Kelapa

1. Sebanyak 50 ml pupuk cair organik ditambah dengan filtrat batuan fosfat alam dan abu sabut kelapa yang kadar fosfor dan kaliumnya memenuhi standar baku mutu di penelitian sebelumnya.
2. Sampel diaduk selama 10 menit dengan kecepatan 300 rpm dengan *magnetic stirer*, kemudian sampel disaring dan setelah itu diukur kadar fosfor (dalam P_2O_5), kalium (dalam K_2O), dan pH sampel.

3.6 Penetapan Kadar Unsur Hara Fosfor sebagai P_2O_5

3.6.1 Pembuatan Larutan Molibdovanadat

Sebanyak 1 g ammonium molibdate tetrahidrat $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$ dilarutkan dalam 10 ml aquades panas (± 65° C), lalu dinginkan. Kemudian 0,05 g ammonium metavanadat (NH_4VO_3) dilarutkan dalam 6,25 mL aquades panas (± 65° C), lalu didinginkan dan ditambah dengan 11,25 mL HCl 37% (Marlina & Askar, 1997). Setelah itu larutan ammonium metavanadat ditambahkan dengan larutan ammonium molibdate sedikit demi sedikit sambil diaduk. Larutan diencerkan hingga volume 50 ml dan dihomogenkan (SNI 7850:2013).

3.6.2 Pembuatan Larutan Standar Fosfat

Kalium dihidrogen fosfat KH_2PO_4 murni (52,15 % P_2O_5) dikeringkan selama 2 jam pada oven 105°C. KH_2PO_4 ditimbang sebanyak 1,9175 gram dan diencerkan hingga volume 100 ml dengan aquades (Larutan standar induk 10.000 ppm). Deret larutan standar yang disiapkan yaitu pada konsentrasi 500, 1000, 1500, 2000, dan 2500 ppm. Pembuatan larutan standar dilakukan dengan cara diencerkan dari larutan standar induk (SNI 7850:2013).

3.6.3 Pengukuran Panjang Gelombang Maksimal

Larutan standar fosfat 8 ppm diambil sebanyak 5 mL dengan pipet dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml. Setelah itu larutan ditambah dengan 45 ml aquades dan didiamkan selama 5 menit. Kemudian larutan ditambah dengan 20 ml pereaksi ammonium molibdovanadat dan diencerkan dengan aquades hingga tanda tera serta digojog agar homogen. Selanjutnya didiamkan selama 10 menit agar warna larutan dapat berkembang. Larutan dimasukkan kedalam kuvet dan

diukur absorbansinya pada panjang gelombang 400-480 nm dengan alat spektrofotometer UV-Vis.

3.6.4 Cara Kerja Analisis Kadar Fosfor (sebagai P_2O_5) dalam Sampel

Sebanyak 1 g sampel ditimbang dengan teliti kemudian dimasukkan ke dalam *beaker glass* 100 mL, dan ditambah dengan HNO_3 p.a 1 M 20 mL. Sampel dipanaskan pelan-pelan selama 30 menit untuk mengoksidasi bahan yang mudah teroksidasi. Setelah itu didinginkan dan ditambah dengan 10 mL HCl 37% (Marlina & Askar, 1997). Sampel dipanaskan pelan-pelan sampai larutan timbul asap putih pada *beaker glass*, kemudian didinginkan. Setelah itu sampel ditambah dengan 50 mL aquades dan dipanaskan beberapa menit, kemudian didinginkan kembali. Lalu sampel dipindah seluruhnya ke dalam labu ukur 500 mL dan ditepatkan dengan aquades hingga tanda tera. Sampel dikocok hingga homogen serta disaring dengan kertas saring ke dalam erlenmeyer yang kering (SNI 7850:2013).

Larutan sampel dan masing-masing larutan standar fosfat P_2O_5 (500 – 2500 ppm) diambil sebanyak 0,5 ml menggunakan pipet skala dan dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL. Setelah itu ditambah dengan 4,5 ml aquades dan didiamkan selama 5 menit. Kemudian ditambah 2 ml pereaksi ammonium molibdovanadat, lalu diencerkan dengan aquades hingga tanda tera dan digojog. Selanjutnya mendiamkan larutan selama 10 meniit agar warna dapat berkembang. Larutan blangko disiapkan sebelum memulai analisis fosfor. Spektrofotometer UV-Vis yang akan digunakan dioptimasi terlebih dahulu pada panjang gelombang 400 - 480 nm. Setelah itu absorbansi larutan sampel dan standar dibaca

menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis. Kemudian dibuat kurva kalibrasi dan dihitung kadar P_2O_5 dalam sampel (SNI 7850:2013).

Perhitungan

Kadar fosfor sebagai P_2O_5, % = $\frac{\text{Cm x P}}{\text{W}}$ x 100%

Keterangan:

Cm adalah mg P_2O_5 dari pembacaan kurva standar

P adalah faktor pengenceran

W adalah berat sampel, mg (SNI 7850:2013).

3.7 Penetapan Kadar Unsur Hara Kalium sebagai K_2O

3.7.1 Pembuatan Larutan Standar Kalium

Larutan standar 0,5, 1, 2, 3, 4, dan 5 ppm dibut dari larutan standar induk titrisol kalium 1000 ppm dengan cara pengenceran.

3.7.2 Cara Kerja Analisis Kadar Kalium (sebagai K_2O) dalam Sampel

Sebanyak 1 g sampel ditimbang dengan teliti kemudian dimasukkan ke dalam *beaker glass* 100 mL, dan ditambah dengan HNO_3 p.a 1 M 20 mL. Sampel dipanaskan pelan-pelan selama 30 menit untuk mengoksidasi bahan yang mudah teroksidasi. Setelah itu didinginkan dan ditambah dengan 10 mL HCl 37% (Marlina & Askar, 1997). Sampel dipanaskan pelan-pelan sampai larutan timbul asap putih pada *beaker glass*, kemudian didinginkan. Setelah itu sampel ditambah dengan 50 mL aquades dan dipanaskan beberapa menit, kemudian didinginkan kembali. Lalu sampel dipindah seluruhnya ke dalam labu ukur 500 mL dan ditepatkan dengan aquades hingga tanda tera. Sampel dikocok hingga homogen

serta disaring dengan kertas saring ke dalam erlenmeyer yang kering. Larutan sampel diambil sebanyak 1 ml dan ditambahkan dengan aquades sebanyak 9 ml dalam tabung reaksi (10 kali pengenceran). Selanjutnya larutan blanko disiapkan sebelum memulai analisis kalium dan Absorbansi kalium diukur menggunakan sperktrofotometer serapan atom (SSA) serta dihitung kadar K_2O dalam sampel (SNI 7850:2013).

Perhitungan

Kadar kalium sebagai K_2O % = $\frac{C \text{ X } P \text{ X } 1{,}0246}{W}$ x 100%

Keterangan:

C adalah mg K dari pembacaan kurva standar

P adalah faktor pengenceran

1,2046 adalah faktor konversi K_2O terhadap K (BMK_2O/2 x BMK)

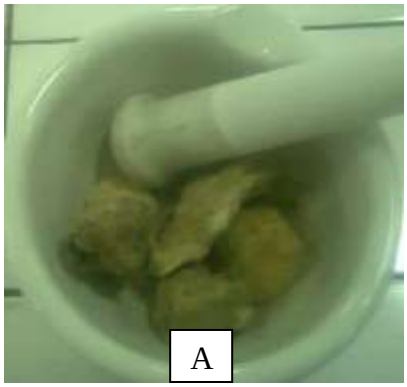
W adalah berat sampel, mg.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan Filtrat Batuan Fosfat Alam

Gambar 4.1 menyajikan kenampakan fisik batuan fosfat alam sebelum dan sesudah dilarutkan dengan asam nitrat.



Gambar 4.1 Kenampakan Fisik Batuan Fosfat Alam Sebelum (A) dan Sesudah Dilarutkan dengan Asam Nitrat (B).

Sampel batuan fosfat alam diambil dari Desa Wegil, Kecamatan Sukolilo, Kabupaten Pati, Jawa Tengah. Pada Gambar 4.1 A batuan fosfat alam memiliki warna cokelat dengan tekstur yang keras dan gambar 4.1 B merupakan filtrat batuan fosfat alam (kuning bening) yang sedang dalam proses dipisahkan dari endapan berwarna cokelat.

Secara stoikiometri sampel batuan fosfat alam dapat larut secara sempurna dengan pelarut HNO_3 atau tidak ada sampel yang mengendap. Menurut Mizane & Louhi (2007) batuan fosfat alam yang direaksikan dengan asam nitrat membentuk produk terlarut seperti asam fosfat, kalsium nitrat, dan asam fluorida. Berikut reaksi yang berlangsung ketika batuan fosfat alam ditambah dengan asam nitrat.

$$Ca_3F(PO_4)_{3(s)} + 10HNO_{3\,(aq)} \rightarrow 3H_3PO_{4\,(aq)} + 5Ca(NO_3)_{2\,(aq)} + HF_{\,(aq)}$$

Endapan cokelat yang terbentuk seharusnya dapat larut dengan pelarut HNO_3 seperti pada reaksi di atas, maka hasil tersebut tidak sesuai dengan teori, sehingga dilakukan pengujian pada sampel untuk mengetahui penyebab dari masih adanya endapan berwarna cokelat pada larutan. Pengujian dilakukan dengan menambahkan beberapa tetes larutan HNO_3 p.a. 65 % pada beberapa butir sampel batuan fosfat alam, hasilnya yaitu masih terdapat endapan berwarna cokelat.

Pengujian dilanjutkan dengan menambahkan beberapa tetes aquaregia atau air raja (campuran 3 ml HCl pekat : 1 ml HNO_3 pekat) pada beberapa butir sampel tepung batuan fosfat, hasilnya sampel dapat larut dengan warna larutan berwarna kuning bening namun terdapat partikel putih yang melayang. Semua logam dapat larut dengan HNO_3 pekat kecuali logam mulia dan silika. Silika hanya dapat larut dengan asam fluorida (HF) dan aquaregia dapat melarutkan semua logam termasuk logam mulia dan silika. Dugaan sementara dari uji tersebut yaitu sampel mengandung emas (Au), platina (Pt), atau silika (Si) namun perlu adanya pengujian lebih lanjut untuk memastikkannya, sehingga dalam penelitian ini filtrat disaring agar diperoleh filtrat yang bening tanpa endapan yang kemudian digunakan sebagai bahan tambahan untuk pupuk cair organik.

Tujuan dari pembuatan filtrat batuan fosfat adalah mengisolasi unsur fosfor yang terdapat dalam batuan sehingga dapat dimanfaatkan menjadi bahan tambahan fosfor untuk pupuk cair organik. Tabel 4.1 menyajikan kadar senyawa yang terkandung dalam filtrat batuan fosfat alam.

Tabel 4.1 Kadar Senyawa dalam Filtrat Batuan Fosfat Alam.

Senyawa	%	Metode
P_2O_5	1	UV-Vis
Na_2O	6,5	AAS
CaO	231,1	AAS
MgO	18,7	AAS
FeO	0,0131	AAS
MnO	0,0032	AAS
ZnO	0,0022	AAS
CuO	0,0002	AAS

Sumber: Data Primer Tahun 2015.

Kadar fosfor dalam filtrat batuan fosfat alam dalam penelitian ini sebesar 1%. Menurut Lastiyono (1993), banyak faktor yang mempengaruhi jumlah fosfor yang larut ketika batuan fosfat alam direaksikan dengan asam diantaranya adalah:

1. Waktu reaksi, yaitu semakin lama waktu kontak antara reaktan akan diperoleh hasil yang semakin besar.
2. konsentrasi pelarut, yaitu semakin besar konsentrasi asam maka kecepatan reaksi semakin besar dan diperoleh hasil yang besar.
3. Pengadukan, yaitu diperlukan untuk memperbanyak kesempatan kontak antara zat pereaksi dengan memperbesar tumbukan yang terjadi.
4. Suhu, yaitu semakin tinggi suhu semakin cepat reaksi yang berlangsung karena memperbesar harga konstanta kecepatan reaksi.

4.2 Pembuatan Abu Sabut Kelapa

Gambar 4.2 menyajikan kenampakan fisik abu sabut kelapa setelah dipanaskan dalam alat *furnace* selama 8 jam.

Gambar 4.2 Abu Sabut Kelapa

Sabut kelapa diambil dari Pasar Sampangan, Kecamatan Gunungpati, Semarang. Abu sabut kelapa setelah pemanasan 8 jam memiliki warna biru muda. Warna biru muda yang ditimbulkan diduga oleh karena adanya unsur Fe (besi) dalam abu sabut kelapa. Unsur besi yang terkandung diduga berasal dari alat pembakaran tradisional yang digunakan pada saat pemanasan sabut kelapa menjadi arang, karena pada saat akan digunakan untuk pemanasan sabut kelapa, alat pembakaran tersebut berada dalam kondisi berkarat. Pembentukan abu dilakukan dengan cara pemanasan pada suhu tinggi. Menurut Kumar (2013), tanaman mengandung logam alkali seperti kalium, kalsium, natrium, dan magnesium. Pada saat tanaman tersebut mengalami pembakaran, dengan kehadiran udara, logam akan teroksidasi menjadi logam oksida. Tabel 4.2 menyajikan kadar senyawa yang terkandung dalam abu sabut kelapa.

Tabel 4.2 Kadar Senyawa dalam Abu Sabut Kelapa.

Unsur	%	Metode
K_2O	2,2	AAS
Na_2O	3,7	AAS
CaO	5	AAS
MgO	17,9	AAS
FeO	0,0248	AAS
MnO	0,0058	AAS
ZnO	0,0046	AAS
CuO	0,0010	AAS

Sumber: Data Primer Tahun 2015.

Peningkatan kalium pupuk cair organik limbah cair produksi tahu dalam penelitian ini dilakukan dengan menambahan abu sabut kelapa.. Tujuan dari pembuatan abu sabut kelapa yaitu agar didapatkan kalium (dalam K_2O) yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan kalium untuk pupuk cair organik.

4.3 Pembuatan Pupuk Cair Organik Limbah Cair Produksi Tahu

Gambar 4.3 menyajikan kenampakan fisik pupuk cair organik yaitu limbah cair produksi tahu yang difermentasi oleh EM-4.

Gambar 4.3 Pupuk Cair Organik.

Limbah cair produksi tahu yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari produsen tahu di Desa Mangunsari, Kecamatan Gunungpati, Semarang. Pupuk cair organik berwarna cokelat keruh dan memiliki bau yang tidak sedap. Bau tersebut diduga berasal dari hasil penguraian senyawa organik yang dilakukan mikroorganisme. Tabel 4.3 menyajikan data kadar fosfor dan kalium pupuk cair organik.

Tabel 4.3 Kadar Fosfor dan Kalium Pupuk Cair Organik

Sampel	$\%P_2O_5$	$\%K_2O$
Pupuk Cair Organik	3,9	0,35

Sumber: Data Primer Tahun 2015.

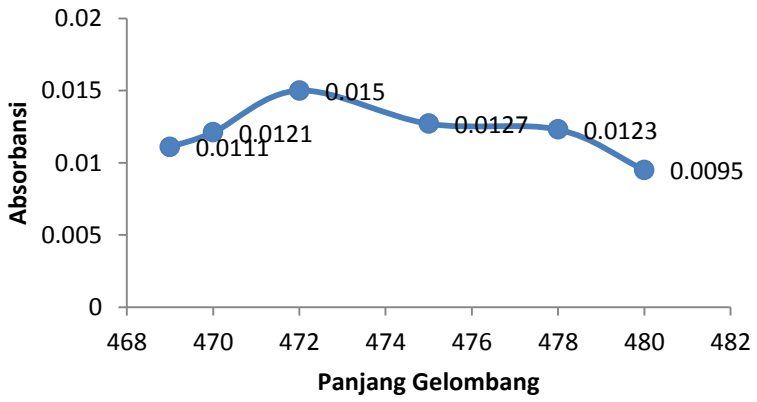
Kadar fosfor dan kalium pupuk cair organik dalam penelitian ini sebesar 3,9 dan 0,35%. Pembuatan pupuk cair organik dilakukan dengan menambahkan EM-4 ke dalam limbah cair tahu. Tujuan dari penambahan EM-4 ke dalam limbah cair produksi tahu yaitu agar senyawa – senyawa organik yang terkandung dalam limbah cair tahu dapat terurai menjadi senyawa yang lebih sederhana dan dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Berikut reaksi yang terjadi.

$$\text{COHNS} + O_2 \xrightarrow{\text{mikroorganisme}} CO_2 + NH_3 + C_5H_7NO_2 + \text{Produk lain}$$

(Munawaroh, 2013)

4.4 Analisis Fosfor Sampel Pupuk Cair Organik dengan Penambahan Filtrat Batuan Fosfat Alam

Analisis sampel dilakukan setelah melalui beberapa tahapan. Tahap pertama yaitu penentuan panjang gelombang maksimal spektrofotometer UV-Vis. Gambar 4.4 menyajikan hasil pengukuran panjang gelombang maksimal.



Gambar 4.4 Panjang Gelombang Maksimal.

Panjang gelombang maksimal dicari pada daerah visibel kuning yaitu 435-480 nm. Panjang gelombang maksimal yang didapat yaitu 472 nm. Penetapan panjang gelombang maksimal bertujuan untuk mengurangi tingkat kesalahan dalam pembacaan absorpsifitas molar pada sampel dan juga agar cahaya dapat

terserap secara maksimal oleh komponen ion yang dianalisis. Panjang gelombang tersebut digunakan untuk menganalisis sampel ditahap selanjutnya.

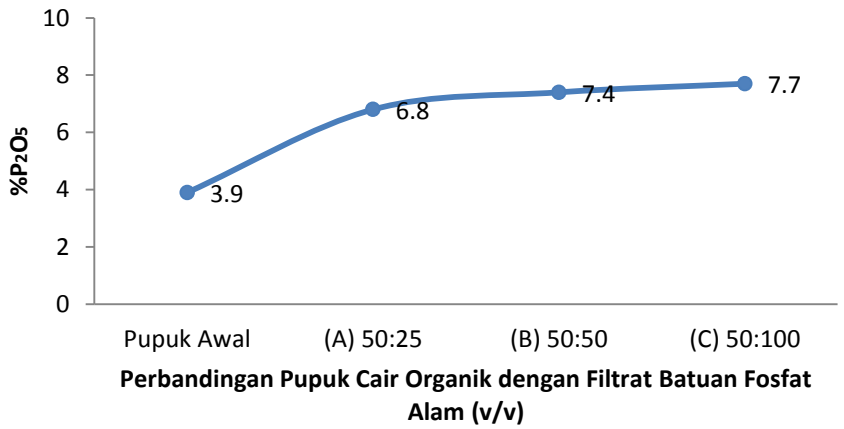
Tahap berikutnya yaitu penambahan filtrat batuan fosfat alam ke dalam pupuk cair organik dan destruksi sampel. Variabel tidak tetap dalam penelitian tahap ini yaitu penambahan filtrat batuan fosfat alam sebanyak 25, 50, dan 100 ml ke dalam masing-masing 50 ml pupuk cair organik limbah cair tahu. Kadar fosfor ditentukan secara spektrofotometri.

Tabel 4.4 dan Gambar 4.5 menyajikan data kadar fosfor pupuk cair organik dengan penambahan filtrat batuan fosfat alam dan peningkatan kadar fosfor pupuk cair organik dengan penambahan filtrat batuan fosfat alam.

Tabel 4.4 Kadar Fosfor Pupuk Cair Organik dengan Penambahan Filtrat Batuan Fosfat Alam.

Sampel	Pupuk cair organik limbah cair tahu (ml)	Filtrat Batuan Fosfat Alam (ml)	$\%P_2O_5$
A	50	25	6,8
B	50	50	7,4
C	50	100	7,7

Sumber: Data Primer Tahun 2015.



Gambar 4.5 Peningkatan Kadar Fosfor Pupuk Cair Organik Limbah Cair Tahu dengan Penambahan Filtrat Batuan Fosfat Alam.

Pada Gambar 4.5 menunjukkan bahwa adanya peningkatan kadar fosfor dalam pupuk cair organik pada sampel A, B, dan C jika dibandingkan dengan pupuk cair organik tanpa penambahan apapun yaitu 3,9%. Sampel A memiliki kadar fosfor sebesar 6,8 % pada penambahan 25 ml filtrat batuan fosfat alam ke dalam 50 ml pupuk cair organik, sampel B memiliki kadar fosfor sebesar 7,4 % pada penambahan 50 ml filtrat batuan fosfat alam ke dalam 50 ml pupuk cair organik, dan sampel C memiliki kadar fosfor sebesar 7,7 % pada penambahan 100 ml filtrat batuan fosfat alam ke dalam 50 ml pupuk cair organik. Dengan ini fosfor pupuk cair organik mengalami kenaikan sebesar 74,3; 89,7 dan 97,4%. Peningkatan tertinggi berada pada penambahan filtrat batuan fosfat alam sebanyak 100 ml yang mengalami kenaikan kadar fosfor 97,4% yaitu dari kadar awal 3,9% menjadi 7,7 %.

Pupuk cair organik dengan semua variasi penambahan filtrat batuan fosfat alam memberikan kadar fosfor yang melebihi standar baku mutu dalam Peraturan Menteri Pertanian Tahun 2011, sedangkan pupuk cair organik tanpa penambahan filtrat batuan fosfat alam memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan. Hal yang dapat dijadikan evaluasi yaitu volume penambahan filtrat batuan fosfat alam yang ditambahkan ke dalam pupuk cair organik perlu diperkecil yaitu dibawah 25 ml seperti dengan variasi penambahan 5, 10, 15, dan 20 ml filtrat batuan fosfat alam agar peningkatan fosfor tidak melebihi 6 % sebagai batas maksimal fosfor yang terkandung dalam pupuk cair organik. Menurut Ruhnayat (2007), fosfor yang berlebih menyebabkan pertumbuhan tanaman menurun.

Perbandingan jumlah pupuk cair organik dan filtrat batuan fosfat alam dengan kadar fosfor tertinggi dalam penelitian ini yaitu 50 ml pupuk cair organik

berbanding dengan 100 ml filtrat batuan fosfat alam atau 1:2. Fosfor yang dianalisis dalam penelitian ini berada dalam bentuk ortofosfat. Ortofosfat yang terlarut direaksikan dengan ammonium molibdovanadat membentuk senyawa kompleks molibdovanadat asam fosfat berwarna kuning (SNI, 2013). Reaksi yang terjadi sebagai berikut.

$2\ H_3PO_4 + (NH_4)_6\ Mo_7.O_{24}.4\ H_2O + NH_4VO_3 \rightarrow [(NH_4)_3\ PO_4]_2.12MoO_3.12\ VO_3.24\ H_2O + 42\ NH_4^+$ (Kuning)

(Isnaeni, 2015)

Volume filtrat batuan fosfat alam dengan kadar fosfor tertinggi yaitu sebanyak 100 ml akan menjadi variabel pada penelitian berikutnya untuk ditambahkan ke dalam 50 ml pupuk cair organik bersama dengan massa abu sabut kelapa yang memiliki kadar kalium sesuai dengan Peraturan Menteri Pertanian Tahun 2011.

4.5 Analisis Kalium Sampel Pupuk Cair Organik dengan Penambahan Abu Sabut Kelapa

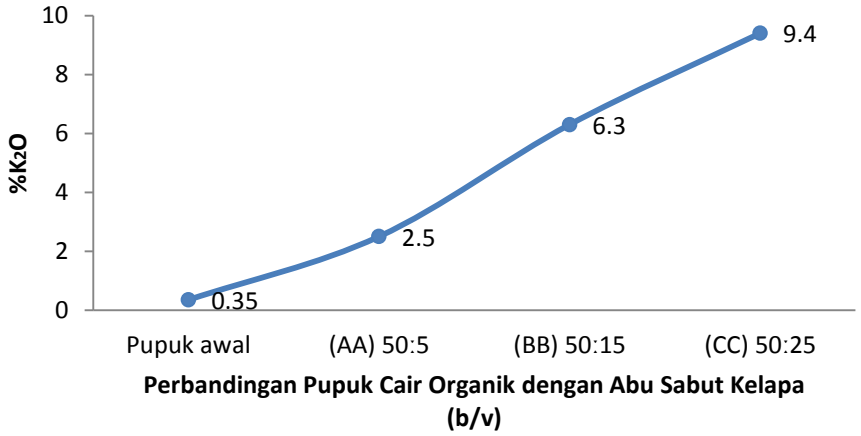
Tahap kedua dalam penelitian ini yaitu menganalisis kalium pupuk cair organik yang telah ditambahkan abu sabut kelapa. Variabel bebas dalam penelitian tahap kedua ini yaitu massa abu sabut kelapa sebanyak 5, 15, dan 25 gram yang dimasukkan ke dalam masing – masing pupuk cair organik sebanyak 50 ml. Sampel pupuk cair organik dianalisis kadar kalium menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

Tabel 4.5 dan Gambar 4.6 menyajikan data hasil analisis kadar kalium pupuk cair organik dengan penambahan abu sabut kelapa dan peningkatan kadar kalium sampel pupuk cair organik dengan penambahan abu sabut kelapa.

Tabel 4.5 Kadar Kalium Pupuk Cair Organik dengan Penambahan Abu Sabut Kelapa.

Sampel	Pupuk cair organik limbah cair tahu (ml)	Abu Sabut Kelapa (g)	$\%K_2O$
AA	50	5	2,5
BB	50	15	6,3
CC	50	25	9,4

Sumber: Data Primer Tahun 2015.



Gambar 4.6 Peningkatan Kadar Kalium Pupuk Cair Organik dengan Penambahan Abu Sabut Kelapa.

Pada Gambar 4.6 menunjukkan bahwa semakin besar massa abu sabut kelapa yang ditambahkan ke dalam 50 ml pupuk cair organik limbah cair tahu maka semakin besar kadar kalium yang terkandung dalam pupuk cair organik. Peningkatan kadar kalium sangat signifikan terlihat pada pupuk cair organik yang ditambah dengan abu sabut kelapa jika dibandingkan dengan pupuk cair organik tanpa penambahan apapun yang memiliki kadar kalium sebesar 0,35%. Sampel AA memiliki kadar kalium sebesar 2,5 % pada penambahan 5 gram abu sabut kelapa ke dalam 50 ml pupuk cair organik, Sampel BB memiliki kadar kalium sebesar 6,3 % pada penambahan 15 gram abu sabut kelapa ke dalam 50 ml pupuk cair organik, dan sampel CC memiliki kadar kalium sebesar 9,4 % pada penambahan 25 gram abu sabut kelapa ke dalam 50 ml pupuk cair organik.

Dengan ini kalium pupuk cair organik mengalami kenaikan sebesar 614, 1.700, dan 2.585 %. Peningkatan tertinggi berada pada penambahan abu sabut kelapa sebanyak 25 gram yang mengalami kenaikan kadar kalium 2.585 % yaitu dari kadar awal 0,35% menjadi 9,4 %. Pada Peraturan Menteri Pertanian Tahun 2011 minimal kadar kalium untuk pupuk cair organik sebesar 3 sampai dengan 6 %, sehingga semua sampel pada penelitian tahap ini belum memenuhi standar baku mutu yang ada.

Kadar kalium abu sabut kelapa per gram yaitu sebesar 2,2 %. Perhitungan secara teoritis kadar kalium yang seharusnya terkandung dalam pupuk cair organik dengan penambahan abu sabut kelapa sebanyak 5, 15, dan 25 gram adalah 11, 33, dan 55 %, namun persen kadar kalium yang terukur adalah 2,5; 6,3, dan 9,4 % sehingga kalium yang terlarut dalam pupuk cair organik hanya 22, 19, dan 17 % dari besarnya massa abu sabut kelapa yang ditambahkan ke dalam pupuk cair organik. Semakin besar massa abu sabut kelapa yang ditambahkan ke dalam pupuk cair organik maka semakin kecil kadar kalium yang terlarut di dalamnya. Hal tersebut disebabkan oleh jumlah abu sabut kelapa yang terlalu banyak dan volume pupuk cair organik yang terlalu kecil sehingga kalium abu sabut kelapa sulit untuk dapat melarut lagi. Evaluasi yang dapat diambil pada penelitian ini yaitu memperbesar volume pupuk cair organik agar kalium abu sabut kelapa dapat melarut dengan sempurna dan mencapai standar baku mutu kalium pupuk cair organik pada Peraturan Menteri Pertanian Tahun 2011.

Sampel AA yaitu sebanyak 50 ml pupuk cair organik ditambah dengan 5 gram abu sabut kelapa atau pada perbandingan 10:1 merupakan penambahan abu dengan jumlah kalium terlarut paling besar yaitu 22%. Massa abu sabut kelapa

sebanyak 5 gram akan menjadi variabel pada penelitian berikutnya untuk ditambahkan ke dalam 50 ml pupuk cair organik bersama dengan volume filtrat batuan fosfat alam yang memberikan kadar fosfor tertinggi yaitu sebesar 100 ml di penelitian sebelumnya. Dengan bertambah besarnya volume sampel pupuk karena penambahan filtrat batuan fosfat alam maka harapannya jumlah kalium abu sabut kelapa yang terlarut lebih banyak dan mencapai standar baku mutu kalium pupuk cair organik pada Peraturan Menteri Pertanian Tahun 2011.

4.6 Analisis Kadar Fosfor dan Kalium Sampel Pupuk Cair Organik dengan Penambahan Filtrat Batuan Fosfat Alam dan Abu Sabut Kelapa

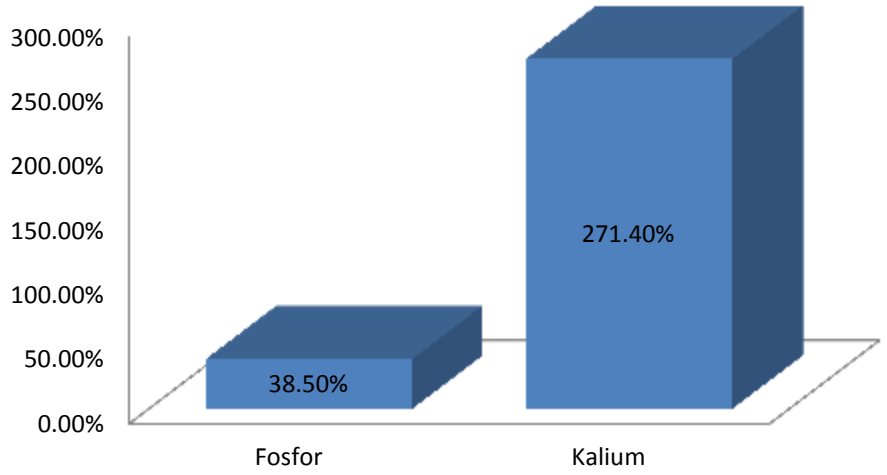
Penelitian pada tahap ini menambahkan filtrat batuan fosfat alam dan abu sabut kelapa ke dalam pupuk cair organik limbah cair tahu sebanyak 50 ml. Volume filtrat batuan fosfat alam yang ditambahkan adalah volume filtrat yang memberikan kadar fosfor tertinggi pada penelitian sebelumnya yaitu 100 ml dan massa abu sabut kelapa yang ditambahkan yaitu massa abu dengan jumlah kalium terlarut paling besar yaitu 22% di penelitian sebelumnya yaitu pada penambahan 5 gram abu sabut kelapa.

Pada tahap ini peneliti ingin mengetahui apakah kadar fosfor dan kalium pupuk cair organik akan memberikan hasil yang sama seperti penelitian sebelumnya jika semua bahan dicampur menjadi satu. Tabel 4.6 dan Gambar 4.7 menyajikan kadar fosfor dan kalium pupuk cair organik dengan penambahan filtrat batuan fosfat alam dan abu sabut kelapa serta peningkatan kadar fosfor dan kalium pupuk cair organik dengan penambahan filtrat batuan fosfat alam dan abu sabut kelapa.

Tabel 4.6 Kadar Fosfor dan Kalium Pupuk Cair Organik dengan Penambahan Filtrat Batuan Fosfat Alam dan Abu Sabut Kelapa.

Sampel	Pupuk cair organik (ml)	Filtrat.BFA (ml)	Abu Sabut Kelapa (g)	%P_2O5	%K_2O
Campuran	50	100	5	5,4	1,3

Sumber: Data Primer Tahun 2015.



Gambar 4.7 Peningkatan Kadar Fosfor (dalam P_2O_5) dan Kalium (dalam K_2O) Pupuk Cair Organik dengan Penambahan Filtrat Batuan Fosfat Alam dan Abu Sabut Kelapa.

Hasil analisis yang tersaji pada Gambar 4.7 menunjukkan peningkatan kadar fosfor dan kalium pupuk cair organik sebanyak 50 ml setelah penambahan filtrat batuan fosfat alam sebanyak 100 ml dan abu sabut kelapa sebanyak 5 gram (10 : 20 : 1). Analisis kadar fosfor dan kalium pada pupuk awal didapatkan konsentrasi sebesar 3,9% dan 0,35%. Setelah ditambah dengan filtrat batuan fosfat alam sebanyak 100 ml dan abu sabut kelapa sebanyak 5 gram, kadar fosfor dan kalium pupuk cair organik menjadi 5,4% dan 1,3%. Dengan ini fosfor dan kalium pupuk cair organik mengalami kenaikan sebesar 38,5% dan 271,4%.

Kadar fosfor maksimal di penelitian sebelumnya yaitu sebesar 7,7 % dengan penambahan filtrat batuan fosfat alam sebanyak 100 ml ke dalam 50 ml

pupuk cair organik. Pada penambahan volume filtrat batuan fosfat alam yang sama dalam penelitian ini, hasil yang diberikan berbeda. Kadar fosfor pupuk cair organik menjadi 5,4 %. Kemungkinan yang terjadi dari perbedaan kadar fosfor ini yaitu adanya pengaruh dari abu sabut kelapa yang ditambahkan secara bersamaan dengan filtrat batuan fosfat alam. Pada beberapa penelitian, abu dimanfaatkan sebagai adsorben zat warna tekstil (Murfodi *et al*, 2008), adsorben fosfat limbah cair industri (Ragheb, 2013), dan adsorben logam (Purwaningsih, 2009), maka kemungkinan besar berkurangnya kadar fosfor pupuk cair organik disebabkan oleh abu sabut kelapa yang mengadsorpsi fosfor didalam pupuk cair organik.

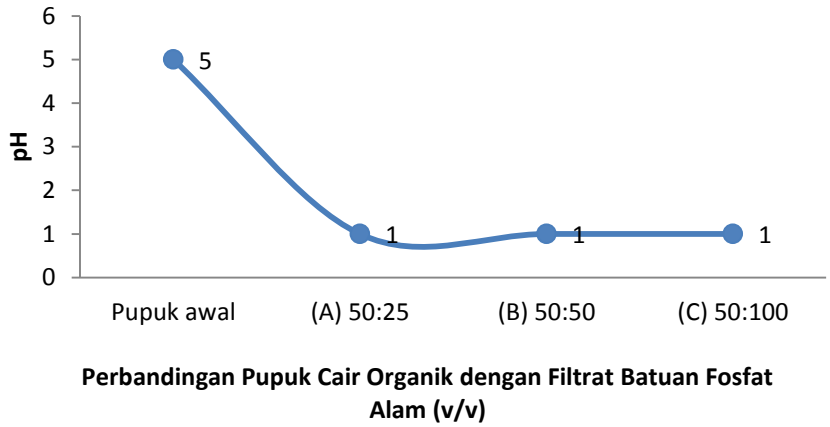
Penambahan abu sabut kelapa sebanyak 5 gram ke dalam 50 ml pupuk cair organik di penelitian sebelumnya memberikan kadar kalium sebesar 2,5 %. Penelitian pada tahap ini memberikan hasil yang berbeda dengan penelitian sebelumnya. Pada penambahan jumlah abu sabut kelapa yang sama yaitu kadar kalium pupuk cair organik menjadi 1,3%. Kemungkinan yang terjadi dari perbedaan kadar kalium ini yaitu adanya pengenceran yang terlalu besar dengan ditambahkannya 100 ml filtrat batuan fosfat alam yang dimasukkan secara bersamaan dengan abu sabut kelapa kedalam 50 ml pupuk cair organik sehingga volume total menjadi 150 ml.

Kadar fosfor pupuk cair organik pada penelitian tahap ini memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Pertanian Tahun 2011 namun tidak untuk kadar kalium di dalam pupuk cair organik. Hal yang dapat dijadikan evaluasi untuk perbaikan kedepannya yaitu massa abu sabut kelapa yang ditambahkan ke dalam pupuk cair organik perlu diperbesar ketika

ditambahkan bersama dengan filtrat batuan fosfat alam sehingga dapat memenuhi standar baku mutu kalium untuk pupuk cair organik yaitu sebesar 3%.

4.7 Analisis pH Pupuk Cair Organik

Gambar 4.8 menyajikan perubahan pH sampel pupuk cair organik pada penambahan filtrat batuan fosfat alam.



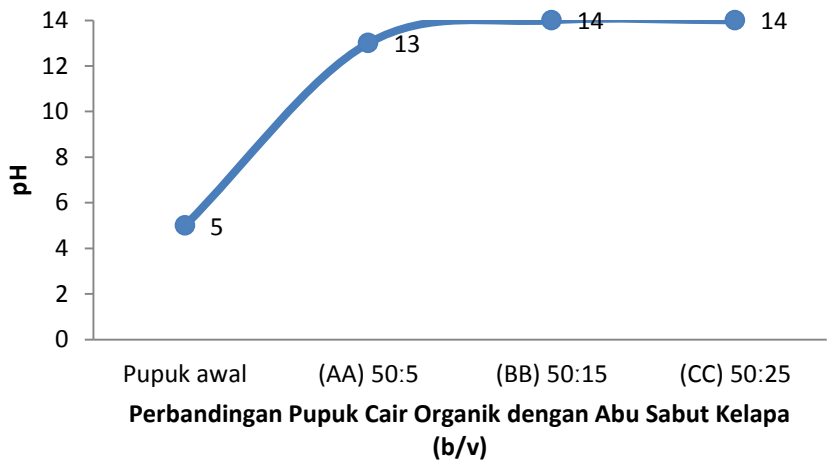
Gambar 4.8 Perubahan pH Sampel Pupuk Cair Organik Pada Penambahan Filtrat Batuan Fosfat Alam.

Sampel pupuk cair organik tanpa penambahan filtrat batuan fosfat alam menunjukkan pH 5 sedangkan sampel pupuk A, B, dan C dengan variasi penambahan filtrat batuan fosfat alam sebanyak 25, 50, dan 100 ml menunjukan pH 1. Sampel pupuk A, B, dan C tidak memenuhi standar baku mutu yaitu pupuk yang ideal berada pada pH 4 sampai dengan 9. Pupuk cair organik tanpa penambahan filtrat batuan fosfat alam memiliki pH 5 yang sesuai dengan standar baku mutu. Bertambahnya keasaman pupuk dalam penelitian ini dikarenakan pengaruh dari filtrat batuan fosfat alam. Filtrat berasal dari batuan fosfat alam yang dilarutkan dengan larutan HNO_3 1,978 M. Larutan HNO_3 terdisosiasi dalam larutan pupuk yang menjadikan larutan pupuk asam, berikut reaksi yang terjadi.

$$HNO_{3\,(aq)} \longrightarrow H^{+}_{(aq)} + NO_3^{-}{}_{(aq)}$$

(Vogel, 1979)

Pupuk yang terlalu asam akan mengganggu pertumbuhan tanaman. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa perlu adanya penambahan zat yang basa agar pH pupuk cair organik tersebut mencapai pH yang sesuai dengan standar baku mutu dalam Peraturan Menteri Pertanian Tahun 2011. Gambar 4.9 menyajikan perubahan pH sampel pupuk cair organik pada penambahan abu sabut kelapa.



Gambar 4.9 Perubahan pH Sampel Pupuk Cair Organik Pada Penambahan Abu Sabut Kelapa.

Sampel pupuk cair organik tanpa penambahan abu sabut kelapa menunjukkan pH 5. Peningkatan pH terjadi pada sampel AA dengan pH 13 pada penambahan abu sebanyak 5 gram. Sampel BB dan CC memiiki pH 14 pada variasi penambahan abu sabut kelapa sebanyak 15 dan 25 gram. Hal yang menjadikan pH pupuk menjadi basa mungkin terjadi karena kation logam yang terkandung dalam abu sabut kelapa (Na, Ca, Mg, K) mengalami disosiasi ketika dilarutkan dalam pupuk cair organik menjadikan terbentuknya ion-ion hidroksil (ion negatif). Menurut Vogel (1979), hidroksida-hidroksida logam yang larut seperti natrium hidroksida dan kalium hidroksida hampir sempurna berdisosiasi dalam air karena itu basa-basa ini adalah basa kuat. berikut reaksi yang terjadi.

$$NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$$

$$KOH_{(aq)} \longrightarrow K^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$$

Sampel pupuk A, B, dan C tidak memenuhi standar baku mutu yaitu pupuk yang ideal berada pada pH 4 sampai dengan 9. Pupuk cair organik tanpa penambahan abu sabut kelapa memiliki pH 5 yang sesuai dengan standar baku mutu. Pupuk yang terlalu basa dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa perlu adanya penambahan zat yang asam agar pH pupuk cair organik tersebut memiliki pH yang sesuai dengan standar baku mutu dalam Peraturan Menteri Pertanian Tahun 2011.

Pada penelitian tahap ini yaitu menganalisis pH pupuk cair organik sebanyak 50 ml yang ditambah dengan filtrat batuan fosfat alam dan abu sabut kelapa. Volume filtrat batuan fosfat alam yang ditambahkan adalah volume filtrat yang memberikan kadar fosfor tertinggi pada penelitian sebelumnya yaitu 100 ml dan massa abu sabut kelapa yang ditambahkan yaitu massa abu yang memberikan kadar kalium sesuai dengan Peraturan Menteri Pertanian Tahun 2011 di penelitian sebelumnya yaitu pada penambahan 5 gram abu sabut kelapa. Sampel pupuk cair organik dalam penelitian tahap ini memiliki pH 1.

Pupuk dengan penambahan filtrat batuan fosfat alam dan abu sabut kelapa secara teoritis seharusnya terjadi perubahan pH atau pH tersebut tidak 1 karena penambahan abu sabut kelapa ke dalam pupuk cair organik menjadikan larutan tersebut basa hingga pH 13. Evaluasi dalam penelitian ini yaitu kemungkinan terjadi kesalahan dalam pengukuran pH karena alat yang digunakan dalam mengukur pH pupuk adalah indikator universal. Alat yang baik digunakan dalam pengukuran pH yaitu pH meter karena alat tersebut dapat mengukur pH larutan

dengan cukup akurat. Tingkat keasaman dan kebasaan suatu produk pupuk sangat berpengaruh bagi tanaman serta tanah. Dampak buruk jika tanaman menerima pupuk cair organik yang terlalu asam atau basa yaitu tanaman tersebut akan mati. Dampak lain juga terjadi pada tanah yaitu tanah tidak menjadi subur seperti semula.

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa:

1. Kadar fosfor tertinggi pupuk cair organik berada pada penambahan 100 ml filtrat batuan fosfat alam ke dalam 50 ml pupuk cair organik atau pada perbandingan 1:2 dengan kenaikan kadar fosfor 97,4% yaitu dari kadar awal 3,9 % menjadi 7,7 %.
2. Jumlah kalium terlarut paling besar berada pada penambahan 5 gram abu sabut kelapa ke dalam 50 ml pupuk cair organik atau pada perbandingan 10:1 dengan jumlah kalium yang terlarut sebesar 22% dan kadar kalium sebesar 2,5%.
3. Pada perbandingan 50 ml pupuk cair organik ditambah dengan 100 ml filtrat batuan fosfat alam dan 5 gram abu sabut kelapa atau pada perbandingan 10:20:1 memberikan kadar fosfor dan kalium sebesar 5,4 % dan 1,3 %. Hasil analisis fosfor pada penelitian sesuai dengan standar baku mutu fosfor pupuk cair organik, sedangkan hasil analisis kalium belum mencapai standar baku mutu kalium pupuk cair organik.
4. Pupuk cair organik pada variasi penambahan 25,50, dan 100 ml filtrat batuan fosfat alam berturut-turut memiliki pH 1,1, dan 1, kemudian pupuk cair organik pada variasi penambahan 5, 15, dan 25 gram abu sabut kelapa berturut-turut memiliki pH 13,14, dan 14, selanjutnya pupuk cair organik dengan penambahan 100 ml filtrat batuan fosfat alam dan 5 gram abu sabut kelapa atau pada perbandingan 10:20:1 memiliki pH 1.

5.2 Saran

Saran yang penulis dapat sampaikan adalah:

1. Perlu dilakukan karakterisasi awal pada bahan yang akan digunakan untuk penelitian agar hasil dari percobaan dapat diprediksi.
2. Volume penambahan filtrat batuan fosfat alam yang ditambahkan ke dalam pupuk cair organik perlu diperkecil yaitu dibawah 25 ml seperti dengan variasi penambahan 5, 10, 15, dan 20 ml filtrat batuan fosfat alam agar peningkatan fosfor tidak melebihi 6 %.
3. Perlu memperbesar volume pupuk cair organik agar kalium abu sabut kelapa dapat melarut dengan sempurna dan mencapai standar baku mutu kalium pupuk cair organik.
4. pH pupuk yang terlalu asam maka ditambah dengan zat basa dan pH pupuk yang terlalu basa ditambah dengan asam agar pH pupuk memenuhi standar baku mutu yaitu pada pH 4 sampai dengan 9.

DAFTAR PUSTAKA

Aasamäe, E., Kudryavtseva, J. & Einard, M. 1993. Obtaining NPK Fertilizer Using Decomposition of Phosphate Rock by Sulphuric Acid. Kluwer Academic Publisher. *Fertilizer Research* 34:197-202.

Binh, T. 2002. *Standar Characterization of Phosphate Rock Samples from The FAO/IAEA Phosphate Project*. International Atomic Energy Agency (IAEA). IAEA-TECDOC-1272.

Bolland, M.D.A., Glancross, R.N., Gilkes, R.J., & Kumar, V. 1992. Agronomic Effectiveness of Partially Acidulated Rock Phosphate and Fused Calsium-Magnesium Phosphat Compared with Superphosphate. *Fertilizer Research*: 169-183.

Budi, F.S. & Purbasari, A. 2009. Pembuatan Pupuk Fosfat dari Batuan Fosfat Alam secara Acidulasi. *TEKNIK* Vol.30 No.2.ISSN 0852-1697.

Charleston, A.G., Condron, L.M., & Brown, I.W.M. 1989. The Nature of Residual Apatites Remaining After Partial Acidulation of Phosphate Rocks with Phosporic and Sulphuric Acids. *Fertilizer Research*: 257-273.

Darmayanti, Rahman, N., & Supriadi. 2012. Adsorpsi Timbal (Pb) dan Zink (Zn) dari Larutan Menggunakan Arang Hayati (BIOCHARCOAL) Kulit Pisang Kepok Berdasarkan Variasi pH. *Jurnal Akademi Kimia*. 159-165:ISSN 2302-6030.

Diba, P.F. 2013. Peningkatan Kadar N, P, dan K pada Pupuk Organik Cair dengan Pemanfaatan Bat Guano. *Indonesian Journal of Chemical Science*. ISSN NO 2252-6951.

Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Cetakan ke 5.Yogyakarta.Kanisius.

Ekawati, I. & Purwanto, Z. 2012. Potensi Limbah Pertanian Sebagai Sumber Alternative Unsur Hara Kalium, Kalsium, dan Magnesium Untuk Menunjang Kelestarian Produksi Tanaman. *Seminar Nasional: Kedaulatan Pangan dan Energi*. Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo Madura.

Engelstad, O.P. 1997. *Teknologi dan Penggunaan Pupuk*. Edisi ke Tiga. Yogyakarta.Gajah Mada University Press.

Fratama, B., Hastuti, S.P. & Santoso. 2013. Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tempe Sebagai Pupuk Cair Produktif (PCP) ditinjau dari Penambahan Pupuk

NPK. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains VIII*. UKSW.Vol.4.No.1 .ISSN: 2087-0922.

Hagin, J. & Katz, S. 1984. Effectiveness of Partially Acidulated Phosphate Rock as a Source to Plants in Calcareous Soils. *Fertilizer Research*: 117-127.

Hanafiah, K.A. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta. PT. Raja Grafindo Persada.

Handajani, H. 2006. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu sebagai Pupuk Alternatif pada Kultur Mikroalga *Spirullina* sp. *Jurnal Protein*. Vol.13. No.2.

Hermawati, T. 2007. Respon Tanaman Semangka *(Citrullus vulgaris Schard)* terhadap Pemberian Berbagai Dosis Abu Sabut Kelapa. *Jurnal Agronomi* Vol. 11 No. 2. ISSN 1410-1939.

Higa, T., Wididana, G.N. 1996. Tanya jawab Teknologi Efektifitas Organisme. *Indonesia Nature Farming Societies (IKKFS) dan PT. Songgolangit Persada Jakarta.*

Isnaeni, D. 2015. Penentuan Kadar P_2O_5 dalam Pupuk NPK Phonska I dengan Membandingkan Dua Metode Uji pada Spektrofotometer UV-Vis. Laporan PKL. Unnes.

Isnaini, M. 2006. *Pertanian Organik*. Cetakan Pertama. Yogyakarta. Penerbit Kreasi Warna.

Jamilah[.], Munir. R., Suardi, Mulyati, R, & Renor, Y. 2009. Peranan Kesesuaian Bioaktivator untuk Meningkatkan Kandungan Basa-Basa Pada Kompos Guano dan *c. Odorata. Jur Embrio*:19-25.

Jasinski, M.S. 2014. *Phosphate Rock (Data in thousand tons unless otherwise noted).* U.S. Geological Survey. Mineral Commodity Summaries.

Kasno, A., Sudirman, & Sutriadi, M.T. 2010. Efektifitas Beberapa Deposit Alam Indonesia Sebagai Pupuk Sumber Fosfor Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit Pada Tanah Ultisol. *Jurnal Littri*: 165-171.ISSN 0853-8212.

Kastalo, T. D. 2012. Pengaruh Berbagai Bioaktivator Pada Pengomposan Limbah Pasar dan Rumen Sapi dari Rumah Potong Hewan Giwangan Kota Yogyakarta. UPN Veteran Yogyakarta. Skripsi.

Kumar, A. 2013. Ekstraction of Caustic Potash From Coffee Husk: Process Optimization Through Response Surface Methodology. *Int. J. Chem. Sci*:11(3).1261-1269.

Lastiyono. 1993. Pembuatan Asam fosfat dari Serbuk Tulang Sapi menggunakan Pelarut Asam sulfat dengan Proses Basah. Jurusan Teknik Kimia. UPN. Yogyakarta.

Maesaroh, S. 2014. Pembuatan Pupuk K_2SO_4 dari Ekstrak Abu Serabut Kelapa dan Kawah Item. *Indonesian Journal of Chemical Science*. ISSN NO 2252-6951.

Makiyah, M. 2013. Analisis Kadar N, P,dan K pada Pupuk Cair Limbah Tahu dengan penambahan Tanaman Matahari Meksiko (*Tithonia diversivolia*). Skripsi. Unnes.

Margono, T. 2000. *Panduan Teknologi Pangan*. Jakarta. PDII-LIPI.

Marlina, N., & Askar, S. 1997. Penggunaan HCl sebagai Pengganti $HClO_4$ dalam Reaksi Molibdovanadat pada Analisis Fosfor. *Lokakarya Fungsional Non Peneliti*. Hal: 133-137.

Marsono & Paulus, S. 2001. *Pupuk Akar Jenis dan Aplikasi*. Jakarta. Penebar Swadaya.

Mazaya, M. 2013. Pemanfaatan Tulang Ikan Kakap untuk Meningkatkan Kadar Fosfor Pupuk Cair Limbah Tempe. *Indonesian Journal of Chemical Science*. ISSN NO 2252-6951.

Mizane, A., & Louhi, A. 2007. Comparative Study of The Dissolution of Phosphate Rock of Djebel Onk (Algeria) by Nitric Acid and The Sulphuric Acid. *Journal of Engineering and Applied Science* 2 (6): 1016-1019.

Mizane, A., & Rehamnia, R. 2012. Study of Some Parameters To Obtain The P_2O_5 Water Soluble From Partially Acidulated Phosphate Rocks (PAPRs) by Sulphuric Acid. *Phosphorus Acid Bulletin*. Vol.27: 018-022.

Mufrodi, Z.,Widiastuti, N., Kardika, R.C. 2008. Adsorpsi Zat Warna Tekstil dengan Menggunakan Abu Terbang (Fly Ash) untuk Variasi Massa Adsorben dan Suhu Operasi. *Prosiding Seminar Nasional Tekno Bidang Teknik Kimia dan Tekstil.* ISBN : 978-979-3980-15-7.

Mulyani, H. 2014. *Optimasi Perancangan Model Pengomposan*. TIM.

Munawaroh, U.,Sutisna, M. & Pharmawati, K. 2013. Penyisihan Parameter Lingkungan pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Efektif Mikroorganisme 4 (EM-4) serta Pemanfaatannya. Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Bandung. *Jurnal Institut Teknologi Nasional*. Vol.1. No. 2.

Nugroho, P. 2013. *Panduan Membuat Pupuk Kompos Cair* . Yogyakarta. Pustaka Baru Press.

Purbasari, A., & Faleh, S.B. 2008. Pembuatan Pupuk Kalium-Fosfat dari Abu Kulit Kapok dan Tepung Fosfat secara Granulasi. *TEKNIK*. Vol. 29. No.2. ISSN 0852-1697.

Purwaningsih, D. 2009. Adsorpsi Multi Logam Ag(i), Pb(ii), Cr(iii), Cu(ii) dan Ni(ii) pada Hibrida Etilendiamino-Silika dari Abu Sekam Padi. *Jurnal Penelitian Saintek, Vol. 14, No. 1:* 59-76.

Purwoko, A.Y.D. 2012. Pemanfaatan Lindi Bayam untuk Meningkatan Kadar Fosfor pada Pupuk Cair Limbah Pabrik Tahu dengan Bioaktofator EM-4. Skripsi. Unnes.

Ragheb, S.M. 2013. Phosphate Removal From Aqueous Solution Using Slag and Fly Ash. *HBRC Journal*:270-275.

Rajan, S.S.S., & Marwaha, B.C. 1993. Use Partially Acidulated Phosphate Rock as Phosphate Fertilizers. *Fertilizers Research*: 47-49.

Rao, S. 1994. *Mikroba Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Jakarta. UI Press.

Risnah, S., Yudono, P. & Sukur, A. 2013. Pengaruh Abu Sabut Kelapa Terhadap Ketersediaan K di Tanah dan Serapan K pada Pertumbuhan Bibit Kakao. *Jurnal Ilmu Pertanian.* Vol. 16. No. 2 : 79-91.

Ruhnayat, A. 2007. Penentuan Kebutuhan Pokok Unsur Hara N, P, K untuk Pertumbuhan Tanaman Panili. *Bul.Littro*. Vol. XVIII. No. 1:49-59.

Said, N.I. & Wahjono, H.D. 1999. Teknologi Pengolahan Air Limbah Tahu-Tempe dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob.BPPT Jakarta.

Shinde, B.N., Sarangamath, P.A., & Patnaik, S. 1978. Efficiency of HCl and H_2SO_4 Acidulated Rock for Rice (*Oryza Sativa L*) on Acid Soils. *Plant and Soil*. Ms.3639.

SNI 7850:2013. Pupuk *Fosfat Kalium Padat*. Badan Standarisasi Nasional.ICS 65.080.

Subiyanto. 2000. Prospek Industri Pengolahan Limbah Sabut Kelapa.BPPT. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol.1, No.1:hal 1-9.

Sullivan, J. M., Grinstead, J. H., & Kohler, J. J. 1992. Nitric Acid Acidulation of Phosphate Rock and Pyrolysis of Acidulate to Produce Phosphatic and Nitrogen Fertilizers. *Fertilizer Research*: 239-248.

Vogel. 1979. *Textbook of Macro and Semimicro Qualitative Inorganic Analysis*. Logman Group Limited.London.

Wahyuningsih, S. 2012. Prospek Batuan Fosfat Sebagai Penyedia Hara P di Lahan Hutan Tanaman Industri (HTI) Bergetra Tanah Ultisol. *Tekno Hutan Tanaman*. Vol.5.No.1: 15-21.

Warmada, I.W & Titisari, A.D. 2004. *Agromineralogi (Mineralogi untuk ilmu pertanian).* Yogyakarta. Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik UGM.

Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2005. Pupuk Organik Tingkatkan Produksi Pertanian.Vol. 27. No. 6.

Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2011. Fosfat Alam Sumber Pupuk P yang Murah.Vol. 33 ,No. 1.

Yusdar, H., Anuar, A.R., Hanafi, M.M., & Azizah, H. 2007. Analysis of Phosphate Rock Dissolution Determining Factors Using Principal Component Analysis In Some Acid Indonesian Soils. *Communications In Soils Science and Plant Analysis*: 273-282.

LAMPIRAN

1. Skema Kerja

Diagram Pembuatan Pupuk Induk Limbah Cair Tahu

5000 ml limbah cair tahu + 50 ml EM-4

Mengaduk hingga homogen

↓

Fermentasi (diletakkan pada suhu 27°C) secara anaerob

Dalam toples tertutup

Di fermentasi selama 4 hari

↓

Pupuk Induk

2. Pembuatan Filtrat dari Batuan Fosfat Alam

Batuan Fosfat Alam

Menghaluskan batuan fosfat alam dengan *grinder* hingga lolos 50 mesh

↓

Tepung Batuan Fosfat Alam + HNO_3 1,978 M

Dalam destilator dengan temperatur 60°C selama 60 menit, kecepatan 300 rpm

Menyaring larutan

↓

Filtrat

3. Pembuatan Abu Sabut Kelapa

Sabut kelapa

Pembersihan dan Pengeringan

↓

Arang Sabut Kelapa

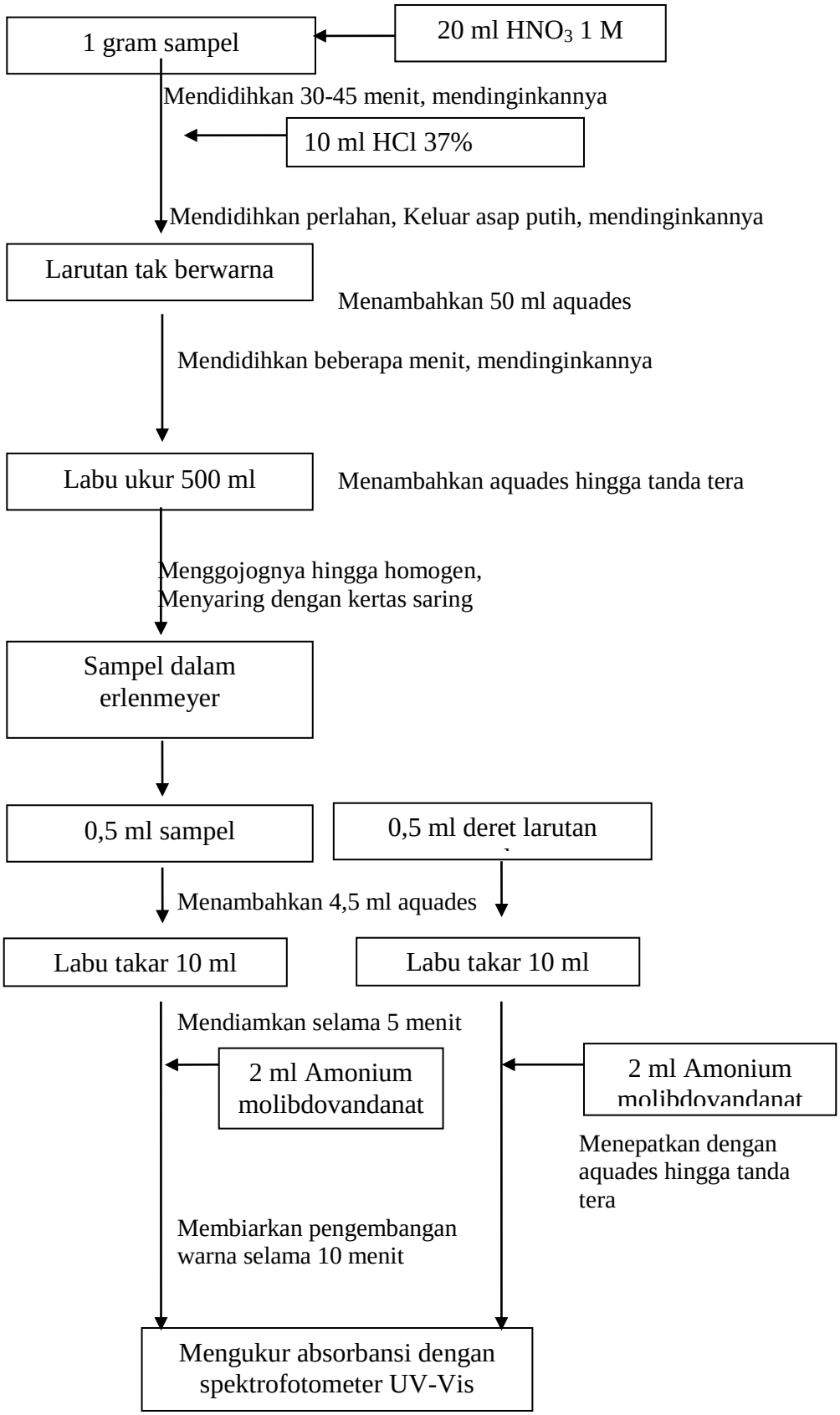
Dibakar dalam drum pembuatan arang

↓

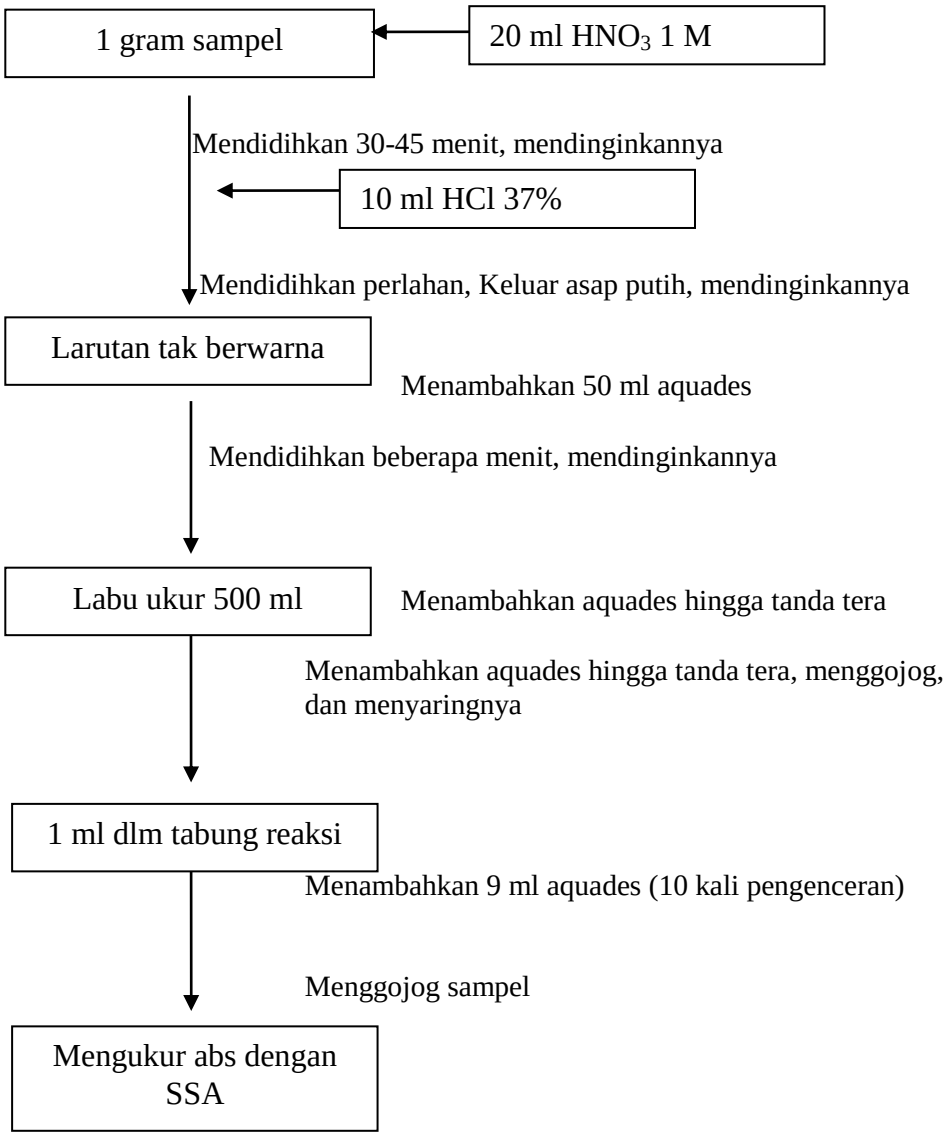
Abu Sabut Kelapa

Pengovenan arang sabut kelapa pada suhu 100°C dan arang dimasukkan ke dalam *furnace* pada temperatur 600°C selama 8 jam

4. Diagram Alir Penetapan Kadar P_2O_5



5. Diagram Alir Penetapan Kadar K_2O

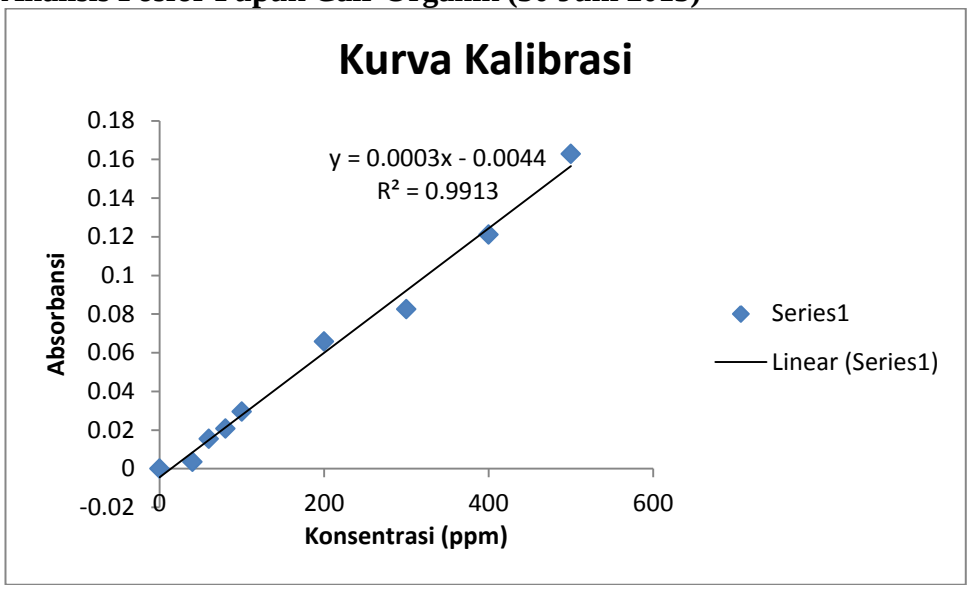


6. Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Cair Organik Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011

No	Parameter	Satuan	Standar Mutu
1	C-organik		min 6
2	Logam berat:		
	As	Ppm	maks 2,5
	Hg	Ppm	maks 0,25
	Pb	Ppm	maks 12,5
	Cd	Ppm	maks 0,5
3	pH		4-9
4	Hara makro:		
	N	%	3-6
	P_20_5	%	3-6
	K_2O	%	3-6
5	Mikroba kontaminan:		
	E. coli	MPN/ml	maks 10^2
	Salmonella sp	MPN/ml	maks 10^2
6	Hara mikro:		
	Fe total	Ppm	90-900
	Mn	Ppm	250-5000
	Cu	Ppm	250-5000
	Zn	Ppm	250-5000
	B	Ppm	125-2500
	Co	Ppm	5-20
	Mo	Ppm	2-10

7. Perhitungan

Analisis Fosfor Pupuk Cair Organik (30 Juni 2015)



konsentrasi (ppm)	Kons.terhitung (ppm)	Absorbansi
0	0	0
40	26,33	0,0035
60	66	0,0154
80	83,33	0,0206
100	112,66	0,0294
200	233,66	0,0657
300	289,33	0,0824
400	418	0,121
500	557,33	0,1628

Keterangan : X1000 : faktor pengali ke massa awal (1 gram dalam 500 ml)

Sampel	Absorbansi	P_2O_5 (ppm)	P_2O_5 (mg/ml)	X1000	$\%P_2O_5$
Pupuk Induk	0,0073	39	0,039	39	3,9%

Sampel Pupuk Cair Organik

$$x = \frac{0{,}0073+0{,}0044}{0{,}0003}$$

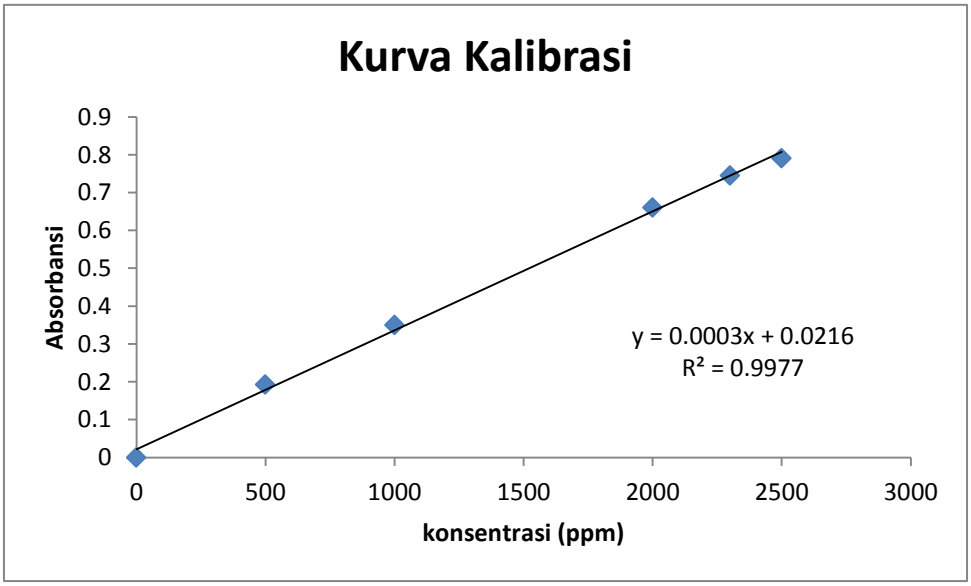
= 39 ppm x 1000

= 39 mg/ml

$$\%P_2O_5 = \frac{39}{1000} \text{ X } 100\%$$

= 3,9 %

Analisis Filtrat Batuan Fosfat Alam (7 Agustus 2015)



konsentrasi (ppm)	Kons.terhitung (ppm)	abs
0		0
500	571,3333	0,193
1000	1094,3333	0,3499
2000	2130	0,6606
2300	2412,667	0,7454
2500	2565,333	0,7912

Keterangan : X1000 : faktor pengali ke massa awal (1 gram dalam 500 ml)

Absorbansi filtrat batuan fosfat alam 0,0247
y = 0,0003x + 0,0216

$$x = \frac{\text{Absorbansi x } 0{,}0216}{0{,}0003}$$

$$x = \frac{0{,}0247 - 0{,}0216}{0{,}0003}$$

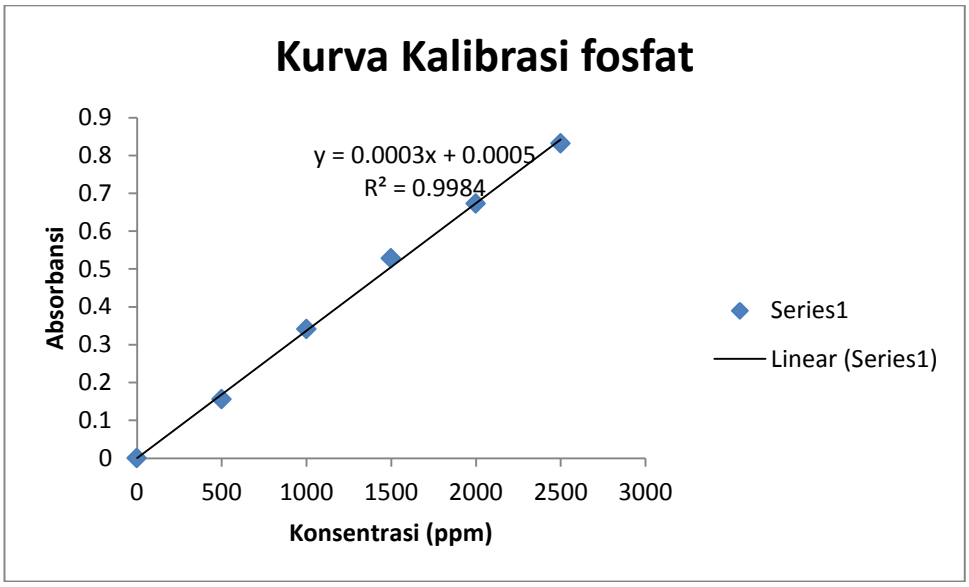
x = 10,3333 ppm x 1000

x = 10,3333 mg/ml

$$\%P_2O_5 = \frac{10{,}3333}{1000} \text{ X } 100\%$$

= 1,0333 %

Analisis Fosfor Pupuk Cair Organik pada Penambahan Filtrat Batuan Fosfat Alam (28 Agustus 2015)



konsentrasi (ppm)	Kons.terhitung (ppm)	Absorbansi
0		0
500	518,3333	0,156
1000	1134,333	0,3408
1500	1758,667	0,5281
2000	2239,667	0,6724
2500	2769,667	0,8314

Data Hasil Analisis P_2O_5 Pupuk Cair Organik dengan Penambahan Filtrat Batuan Fosfat Alam

Sampel	Absorbansi	ppm	mg/ml	x1000	%P_2O_5
A1	0,0211	68,66667	0,068666667	68,66666667	6,866667
A2	0,0226	73,66667	0,073666667	73,66666667	7,366667
A3	0,02	65	0,065	65	6,5
B1	0,0238	77,66667	0,077666667	77,66666667	7,766667
B2	0,0227	74	0,074	74	7,4
B3	0,02	65	0,065	65	6,5
C1	0,0206	67	0,067	67	6,7
C2	0,0236	77	0,077	77	7,7
C3	0,0207	67,33333	0,067333333	67,33333333	6,733333

Keterangan :

A : 50 ml pupuk cair organik + 25 ml filtrat batuan fosfat alam

B : 50 ml pupuk cair organik + 50 ml filtrat batuan fosfat alam

C : 50 ml pupuk cair organik + 100 ml filtrat batuan fosfat alam

X1000 : faktor pengali ke massa awal (1 gram dalam 500 ml)

Perhitungan % P_2O_5 Sampel Pupuk Cair Organik Penambahan Filtrat Batuan Fosfat Alam

y = 0,0003x + 0,0005

Sampel A

$$x = \frac{\text{Absorbansi} - 0{,}0005}{0{,}0003}$$

$$x = \frac{0{,}0211 - 0{,}0005}{0{,}0003}$$

x = 68,6666 ppm x 1000

x = 68,6666 mg/ml

$$\%P_2O_5 = \frac{68{,}6666}{1000} \text{ X } 100\%$$

= 6,8666 %

Sampel B

$$x = \frac{\text{Absorbansi} - 0{,}0005}{0{,}0003}$$

$$x = \frac{0{,}0227 - 0{,}0005}{0{,}0003}$$

x = 74 ppm x 1000

x = 74 mg/ml

$$\%P_2O_5 = \frac{74}{1000} \text{ X } 100\%$$

= 7,4 %

Sampel C

$$x = \frac{\text{Absorbansi} - 0{,}0005}{0{,}0003}$$

$$x = \frac{0{,}0236 - 0{,}0005}{0{,}0003}$$

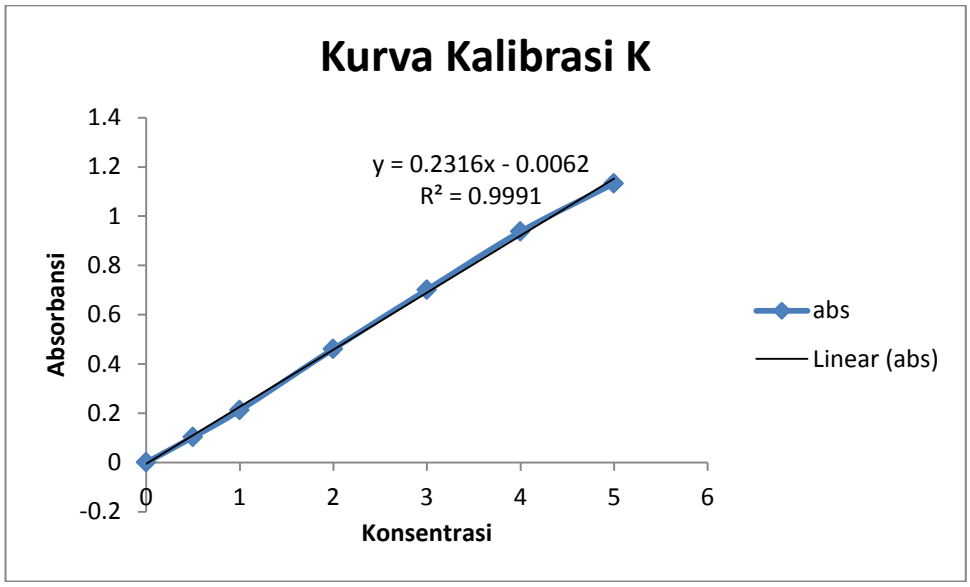
x = 77 ppm x 1000

x = 77 mg/ml

$$\%P_2O_5 = \frac{77}{1000} \text{ X } 100\%$$

= 7,7 %

Analisis Kalium Pupuk Cair Organik dengan Penambahan Abu Sabut Kelapa



konsentrasi (ppm)	Abs
0	0
0,5	0,103
1	0,212
2	0,461
3	0,701
4	0,937
5	1,133

Data Hasil Analisis K_2O Abu Sabut Kelapa dan Pupuk Cair Organik dengan Penambahan Abu Sabut Kelapa

Sampel	FP1	FP2	ABS	ppm	mg/ml	Hasil X FP	%K_2O
Abu Sabut Kelapa	500x	10x	0,848	3,688256	0,003688	18,44128	2,221436
AA1	500X	10x	0,917	3,986183	0,003986	19,93092	2,400878
AA2	500X	10x	0,968	4,20639	0,004206	21,03195	2,533509
AA3	500X	10x	0,962	4,180484	0,00418	20,90242	2,517905
BB1	500X	100x	0,253	1,119171	0,001119	55,95855	6,740767
BB2	500X	100x	0,231	1,02418	0,001024	51,20898	6,168634
BB3	500X	100x	0,235	1,041451	0,001041	52,07254	6,272658
CC1	500X	100x	0,355	1,559585	0,00156	77,97927	9,393383
CC2	500X	100x	0,392	1,719344	0,001719	85,96718	10,35561
CC3	500X	100x	0,351	1,542314	0,001542	77,11572	9,289359

Keterangan :

AA : 50 ml pupuk Cair Induk + 5 Gram Abu Sabut Kelapa

BB : 50 ml pupuk Cair Induk + 15 Gram Abu Sabut Kelapa

CC : 50 ml pupuk Cair Induk + 25 Gram Abu Sabut Kelapa

P : Faktor Pengenceran

Perhitungan % K_2O Sampel Pupuk Cair Organik Penambahan Abu Sabut Kelapa

$$K_2O\ \% = \frac{C \times P \times 1{,}0246}{W} \times 100\%$$

Keterangan:
C adalah mg K dari pembacaan kurva standar
P adalah faktor pengenceran
1,2046 adalah faktor konversi K_2O terhadap K ($BMK_2O/2 \times BMK$)
W adalah berat contoh, mg

Contoh Perhitungan

y = 0,2316x – 0,0062
Sampel AA1

$$x = \frac{Absorbansi + 0{,}0062}{0{,}2316}$$

$$x = \frac{0{,}917 + 0{,}0062}{0{,}2316}$$

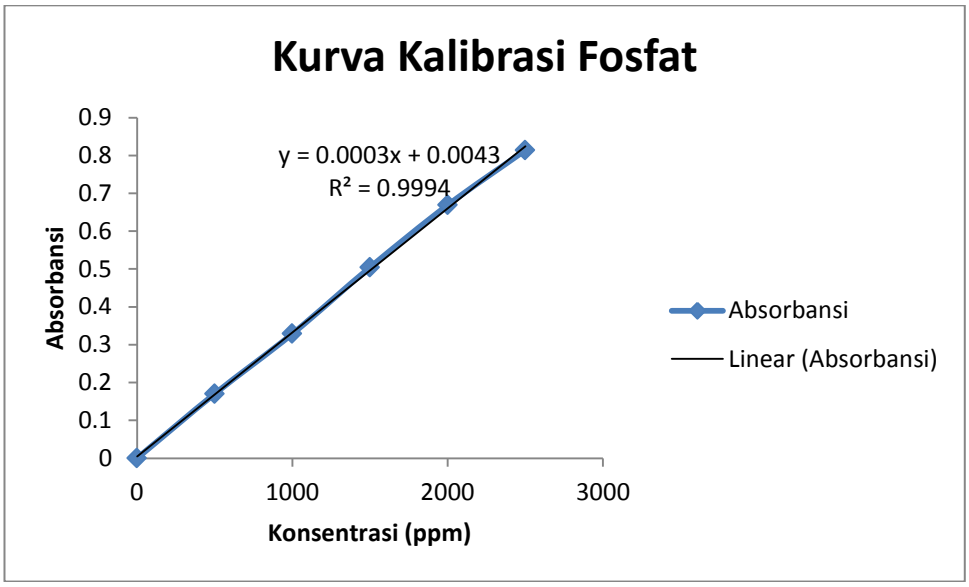
x = 3,9861 ppm

x = 0,003986 mg/ml

$$\%K_2O = \frac{0{,}003986 \times (10 \times 500) \times 1{,}2046}{1000} \times 100\%$$

= 2,400878 %

Analisis Fosfor Kalium Pupuk Cair Organik dengan Penambahan Filtrat Batuan Fosfat Alam dan Abu Sabut Kelapa



Konsentrasi (ppm)	kons.terhitung (ppm)	Absorbansi
0		0
500	553,3333	0,1703
1000	1082	0,3289
1500	1667,333	0,5045
2000	2215,333	0,6689
2500	2699,333	0,8141

Keterangan: Campuran : 50 ml pupuk cair organik + 100 ml filtrat batuan fosfat alam + 5 gram abu sabut kelapa

Sampel	Absorbansi	ppm	mg/ml	X 1000	$\%P_2O_5$
Campuran	0,0205	54	0,054	54	5,4

Keterangan : X1000 : faktor pengali ke massa awal (1 gram dalam 500 ml)

Perhitungan % P_2O_5 Sampel Pupuk Cair Organik Penambahan Filtrat Batuan Fosfat Alam dan Abu Sabut Kelapa

Sampel Campuran

$$x = \frac{\text{Absorbansi} - 0{,}0005}{0{,}0003}$$

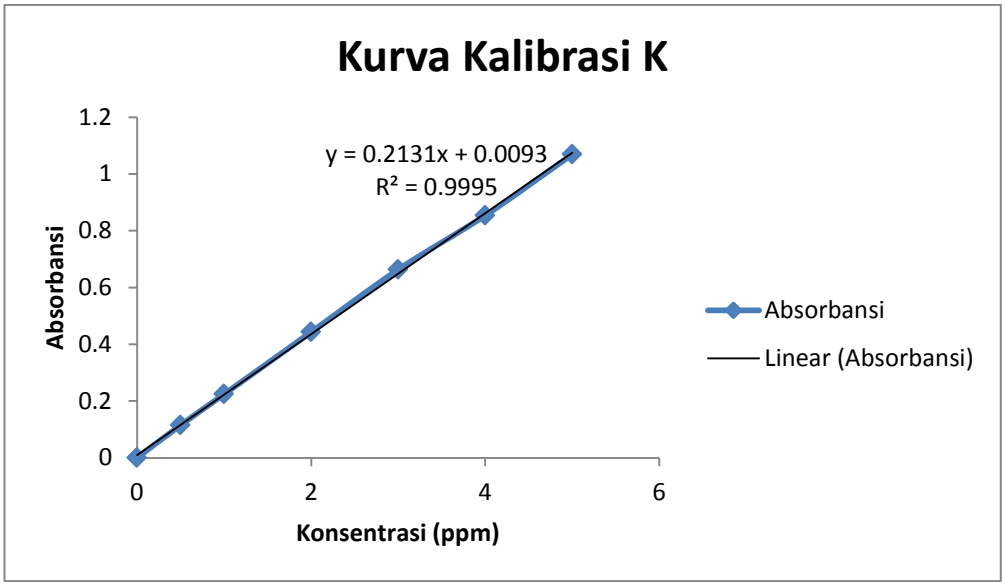
$$x = \frac{0{,}0205 - 0{,}0043}{0{,}0003}$$

$$x = 54 \text{ ppm x } 1000$$

$$x = 54 \text{ mg/ml}$$

$$\%P_2O_5 = \frac{54}{1000} \text{ X } 100\%$$

$$= 5{,}4\ \%$$



Lar.Standar (ppm)	Absorbansi
0	0
0,5	0,115
1	0,224
2	0,443
3	0,663
4	0,854
5	1,069

Sampel	P1	P2	ABS	ppm	mg/ml	Hasil kali P	%K_2O
Campuran	500X	10X	0,46	2,114969	0,002115	10,57484749	1,273846

Perhitungan Stoikiometri Reaksi Batuan Fosfat Alam dengan Asam Nitrat

$Ca_3F(PO_4)_3$ Mr = 504,3126
HNO_3 Mr = 63,01287

Mol $Ca_3F(PO_4)_3 = \frac{10}{504,3126} = 0,0198$

$\mathbf{Ca_3F(PO_4)_{3\,(a)} + 10HNO_{3\,(aq)} \rightarrow 3H_3PO_{4\,(l)} + 5Ca(NO_3)_{2(l)} + HF(l)}$
0,0198 10.0,0198

HNO_3 p.a 65%

M $= \frac{\%.p.10}{Mr}$ **M1.V1 = M2.V2**

M $= \frac{65.1,40.10}{63,0127}$ 14,4415.0,0137 = M2.0,1

$= 14{,}4415$

$\mathbf{M} = \frac{n}{v}$

$14{,}4415 = \frac{10.0{,}0198}{v}$

$V = \frac{10.0{,}0198}{14{,}4415}$

$= 0{,}0137$ ml

$= 13{,}7$ ml

$M2 = \frac{0{,}197}{0{,}1}$

$= 1{,}978$

Massa Jenis Sampel

Sampel	Volume Piknometer (ml)	Massa Piknometer (g)		Massa Jenis (g/ml)
		Isi	Kosong	
A1	25	42,3424	16,0409	1,0520
A2	25	39,9540	13,6444	1,0523
A3	25	46,7486	20,5822	1,0466
B1	25	43,6193	16,9099	1,0683
B2	25	42,7557	15,8082	1,0779
B3	25	47,1736	20,1763	1,0798
C1	25	45,2848	18,0824	1,0880
C2	25	42,7413	16,3318	1,0563
C3	25	47,6067	20,3445	1,0904
AA1	25	48,6833	23,0892	1,0237
AA2	25	42,3681	15,8004	1,0627
AA3	25	42,5752	16,0361	1,0615
BB1	25	48,4937	20,1749	1,1327
BB2	25	46,1200	18,0571	1,1225
BB3	25	45,0012	16,9096	1,1236
CC1	25	48,8923	19,5923	1,1720
CC2	25	43,1619	13,6360	1,1810
CC3	25	44,5283	16,0311	1,1398
Campuran	25	45,8116	18,0409	1,1106
PCO	25	39,0834	13,7182	1,0146
Filtrat BFA	25	45,1229	16,9148	1,1281

Keterangan :
Campuran : 50 ml pupuk cair organik + 100 filtrat batuan fosfat alam + 5 gram abu sabut kelapa
PCO : Pupuk cair organik tanpa penambahan apapun
BFA : Batuan fosfat alam

Contoh Perhitungan

Masssa Jenis (ρ) = $\frac{Massa\ piknometer\ isi - Massa\ piknometer\ kosong}{Volume}$

Masssa Jenis (ρ) A1 $= \frac{42{,}3424 - 16{,}0409}{25} = 1{,}05206$ g/ml

pH sampel

Sampel	pH
A1	1
A2	1
A3	1
B1	1
B2	1
B3	1
C1	1
C2	1
C3	1
AA1	13
AA2	13
AA3	13
BB1	14
BB2	14
BB3	14
CC1	14
CC2	14
CC3	14
Campuran	1
PCO	5
Filtrat BFA	1

Keterangan :
Campuran :50 ml pupuk cair organik + 100 filtrat batuan fosfat alam + 5 gram abu sabut kelapa
PCO : Pupuk cair organik tanpa penambahan apapun
BFA : Batuan fosfat alam

Pembuatan Larutan Induk Standar fosfat 10.000 ppm

$= \frac{10.000\ mg}{100.10}$

= 1000 mg/100 ml

Teori = Praktik

1000.100% = Massa . 52,15%

Massa = $\frac{1000.100}{52,15}$

= 1917,545542 miligram

= 1,9175 gram dalam 100 ml

Pembuatan Larutan Standar Fosfat 500 ppm

M1.V1 = M2.V2

10.000.V1 = 500.50

V1 = $\frac{25.000}{10.000}$

= 2,5 ml

Pembuatan Larutan Standar Fosfat 1000 ppm

M1.V1 = M2.V2

10.000.V1 = 1000.50

V1 = $\frac{50.000}{10.000}$

= 5 ml

Pembuatan Larutan Standar Fosfat 1500 ppm

M1.V1 = M2.V2

10.000.V1 = 1500.50

V1 = $\frac{75.000}{10.000}$

= 7,5 ml

Pembuatan Larutan Standar Fosfat 2000 ppm

M1.V1 = M2.V2

10.000.V1 = 2000.50

V1 = $\frac{100.000}{10.000}$

= 10 ml

Pembuatan Larutan Standar Fosfat 2500 ppm

M1.V1 = M2.V2

10.000.V1 = 2500.50

V1 = $\frac{125.000}{10.000}$

= 12,5 ml

Volume larutan induk standar fosfat yang telah terhitung diencerkan dalam labu ukur 50 ml dengan aquades hingga tanda tera.

Keterangan:

M : Konsentrasi (ppm)

V : Volume (ml)

Konversi Persen Unsur Filtrat Batuan Fosfat Alam ke dalam Bentuk Senyawa Oksida

Unsur	%
Na	4,87
Ca	165,23
Mg	11,30
Fe	0,010214
Mn	0,002494
Zn	0,001843
Cu	0,000194

Perhitungan :

$Na_2O = \frac{\%\ Na\ x\ (Ar\ 2\ Na + Ar\ O)}{Ar\ 2Na}$

$= \frac{4{,}87\ x\ (45{,}978 + 15{,}999)}{45{,}978}$

$=$ 6,5646%

CaO $= \frac{\%\ Ca\ x\ (Ar\ Ca + Ar\ O)}{Ar\ Ca}$

$= \frac{165{,}23\ x\ (40{,}078 + 15{,}999)}{40{,}078}$

$=$ 231,1892 %

MgO $= \frac{\%\ Mg\ x\ (Ar\ Mg + Ar\ O)}{Ar\ Mg}$

$= \frac{11{,}30\ x\ (24{,}305 + 15{,}999)}{24{,}305}$

$=$ 18,7383 %

FeO $= \frac{\%\ Fe\ x\ (Ar\ Fe + Ar\ O)}{Ar\ Fe}$

$= \frac{0{,}010214\ x\ (55{,}845 + 15{,}999)}{55{,}845}$

$=$ 0,0131%

MnO $= \frac{\%\ Mn\ x\ (Ar\ Mn + Ar\ O)}{Ar\ Mn}$

$= \frac{0{,}002494\ x\ (54{,}938 + 15{,}999)}{54{,}938}$

$=$ 0,0032 %

ZnO $= \frac{\%\ Zn\ x\ (Ar\ Zn + Ar\ O)}{Ar\ Zn}$

$= \frac{0{,}001843\ x\ (65{,}38 + 15{,}999)}{65{,}38}$

$=$ 0,0022 %

CuO $= \frac{\%\ Cu\ x\ (Ar\ Cu + Ar\ O)}{Ar\ Cu}$

$= \frac{0{,}000194\ x\ (63{,}546 + 15{,}999)}{63{,}546}$

$=$ 0,0002 %

Reaksi :

$2\ Na + ½\ O_2 \longrightarrow Na_2O$

$Ca + ½\ O_2 \longrightarrow CaO$

$Mg + ½\ O_2 \longrightarrow MgO$

$Fe + ½\ O_2 \longrightarrow FeO$

$Mn + ½\ O_2 \longrightarrow MnO$

$Zn + ½\ O_2 \longrightarrow ZnO$

$Cu + ½\ O_2 \longrightarrow CuO$

Konversi Persen Unsur Abu Sabut Kelapa ke dalam Bentuk Senyawa Oksida

Unsur	%
Na	2,73
Ca	3,63
Mg	10,82
Fe	0,019353
Mn	0,004542
Zn	0,003772
Cu	0,000833

Perhitungan :

$Na_2O = \frac{\%\ Na\ x\ (Ar\ 2\ Na + Ar\ O)}{Ar\ 2Na}$

$= \frac{2{,}73\ x\ (45{,}978 + 15{,}999)}{45{,}978}$

$=$ 3,6799 %

CaO $= \frac{\%\ Ca\ x\ (Ar\ Ca + Ar\ O)}{Ar\ Ca}$

$= \frac{3{,}63\ x\ (40{,}078 + 15{,}999)}{40{,}078}$

$=$ 5,0790 %

MgO $= \frac{\%\ Ar\ Mg\ x\ (Ar\ Mg + Ar\ O)}{Ar\ Mg}$

$= \frac{10{,}82\ x\ (24{,}305 + 15{,}999)}{24{,}305}$

$=$ 17,9423 %

FeO $= \frac{\%\ Fe\ x\ (Ar\ Fe + Ar\ O)}{Ar\ Fe}$

$= \frac{0{,}019353\ x\ (55{,}845 + 15{,}999)}{55{,}845}$

$=$ 0,0248%

MnO $= \frac{\%\ Mn\ x\ (Ar\ Mn + Ar\ O)}{Ar\ Mn}$

$= \frac{0{,}004542\ x\ (54{,}938 + 15{,}999)}{54{,}938}$

$=$ 0,0058 %

ZnO $= \frac{\%\ Zn\ x\ (Ar\ Zn + Ar\ O)}{Ar\ Zn}$

$= \frac{0{,}003772\ x\ (65{,}38 + 15{,}999)}{65{,}38}$

$=$ 0,0046 %

CuO $= \frac{\%\ Cu\ x\ (Ar\ Cu + Ar\ O)}{Ar\ Cu}$

$= \frac{0{,}000833\ x\ (63{,}546 + 15{,}999)}{63{,}546}$

$=$ 0,0010 %

Reaksi :

$2\ Na + \frac{1}{2}\ O_2 \longrightarrow Na_2O$

$Ca + \frac{1}{2}\ O_2 \longrightarrow CaO$

$Mg + \frac{1}{2}\ O_2 \longrightarrow MgO$

$Fe + \frac{1}{2}\ O_2 \longrightarrow FeO$

$Mn + \frac{1}{2}\ O_2 \longrightarrow MnO$

$Zn + \frac{1}{2}\ O_2 \longrightarrow ZnO$

$Cu + \frac{1}{2}\ O_2 \longrightarrow CuO$

Dokumentasi Penelitian

Pengambilan Sampel Bauan Fosfat Alam

Penghalusan Batuan Fosfat Alam Menggunakan Grinder

Pelarutan Batuan Fosfat Alam Dengan Larutan HNO_3 Dalam Refluk

Penyaringan Filrat Batuan Fosfat Alam

Arang Sabut Kelapa

Abu Sabut Kelapa

Limbah Cair Tahu

Effective Microorganism 4

Fermentasi Limbah Cair Tahu Oleh EM-4

Stirrer Sampel

Sampel Pupuk Cair Organik

Destruksi Sampel

Larutan Standar Fosfat

Sampel Setelah Penambahan Pereaksi Larutan Molibdovanadat

Uji Spektrofotometer UV-Vis

Uji Spektrofotometer Serapan Atom