PENINGKATAN MUTU PUPUK ORGANIK DENGAN PENAMBAHAN UNSUR KALIUM DARI LIMBAH INDUSTRI KELAPA SAWIT DAN UNSUR FOSFOR DARI BATUAN FOSFAT

Quality improvement of organic fertilizer with added of kalium from waste of palm oil industry and phosphore from phosphate rock

Oleh
Sri Pudji Rahayu, Siti Noer Tri H, Dwinna Rahmi,
Siti Agustina dan Tri Widianto *)

Abstract

Research on quality improvement of organic fertilizer was conducted by using mikroorganism activity the objective of this research is to get the research objective of this research is to get organ fertilizer containing high macro nutrient (N,P,K) by utilizing phosphate rock and waste of palm o industry. The by using methode, of this research is composting process of veteriner waste, waste o palm oil, phosphate rock,by using *Pseudomonas sp, Bacillus sp* and micoriza. The research resu indicated that organic fertilizer has C/N ratio 12-17%, phosphor more than 6 %, potasium conte more than 1 %, and also contains of micro nutrient such as iron, zinc and mangan.

Keyword : Keyword : organic fertilizer, microorganism, composting.

Intisari

Pupuk organik adalah pupuk yang dibuat dengan menggunakan aktivitas mikroorganisma Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pupuk organik dengan kandungan hara makro tingg memanfaatkan batuan fosfat dan limbah industri pengolahan kelapa sawit. Metoda penelitian adala proses pengomposan limbah peternakan berupa koran dan darah, limbah kelapa sawit berup cangkang, batuan fosfat dengan bantuan bakteri Pseudomonas sp, Bacillus sp dan jamur micoriza Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk organik yang didapat mempunyai rasio C/N = 12 – 17% kandungan fosfor lebih besar dari 6 % dan kandungan kalium lebih tinggi dari 1 %. Pada pupu organik ini mengandung hara mikro yaitu besi, seng dan mangan.

Kata kunci : Pupuk organik, mikroorganisme, pengomposan.

PENDAHULUAN

Banyaknya dampak negatif yang ditimbulkan akibat penggunaan bahan-bahan kimia dalam pertanian baik pupuk maupun pestisida, akan menyebabkan terjadinya trend *"back to naturee"* yaitu kembali ke pertanian organik. Dalam pertanian organik pupuk yang digunakan adalah pupuk dari alam yang biasa disebut pupuk organik.

Kebutuhan pupuk dalam pertanian, selain dapat dipenuhi oleh pupuk buatan yang berasal dari bahan anorganik juga dapat dipenuhi oleh pupuk organik yang dapat dibuat dengan mudah dan murah dengan memanfaatkan sisa-sisa bahan organik baik dari pertanian itu sendiri maupun limbah organik industri dan peternakan yang jumlahnya berlimpah. Limbah organik yang berlimpah baik dari industri maupun dari pertanian dan peternakan dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku pupuk organik. Limba industri pengolahan kelapa sawit misalny diketahui masih banyak mengandung unsu hara yang kandungannya cukup tinggi seper kalium (K_2O) 35%, fosfor (P_2O_5) 7%, CaO 9% dan 3% MgO (Said, 1994). Pemanfaatan in selain berfungsi menghasilkan produk pupu yang berguna juga sekaligus membersihkan lingkungan.

Pupuk organik walaupun sangat baik untu pertanian, mudah dibuat dan murah tetap kurang populer penggunaannya karena ke tersediaan unsur haranya terutama hara makro yaitu unsur nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) yang rendah, sehingga tidak dapa memenuhi unsur hara yang diinginkan. Bila unsur hara makro dari pupuk organik in dapat ditingkatkan maka akan didapatkan pupuk yang ideal yaitu pupuk yang ramah lingkungan dan kandungan haranya cukup.

Sementara itu di Indonesia terdapat batuan fosfat yang merupakan sumber hara fosfor

---

*) *Peneliti Balai Besar Kimia dan Kemasan*

dalam jumlah yang cukup banyak dan belum diolah secara maksimal. Oleh karena itu batuan fosfat tersebut dapat dimanfaatkan sebagai salah satu cara untuk meningkatkan unsur hara makro dalam pembuatan pupuk organik agar dihasilkan pupuk organik dengan kandungan unsur hara tinggi. Akan tetapi diketahui juga bahwa batuan fosfat tidak mudah digunakan secara langsung menjadi pupuk karena sifatnya yang sulit diserap tanaman, sehingga perlu dilakukan cara penambahan batuan fosfat dengan penambah unsur fosfor yang mudah diserap oleh tanaman. Penambahan mikroorganisme tertentu yang dapat menguraikan batuan fosfat menjadi senyawa yang tersedia untuk tanaman menjadi salah satu alternatif cara yang dapat dilakukan dalam proses peningkatan pupuk organik. Pupuk tersebut diharapkan dapat berfungsi sebagai pupuk organik sekaligus pupuk dengan kadar hara makro yang tinggi sesuai yang diinginkan petani.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pupuk organik dengan kandungan hara makro yang tinggi, memanfaatkan batuan fosfat dan limbah industri pengolahan kelapa sawit yang ketersediaannya berlimpah.

PUPUK

Pupuk adalah bahan yang dapat memberikan zat hara pada tanaman. Pupuk biasanya diberikan pada tanah, tetapi dapat juga diberikan lewat daun sebagai pupuk cair atau larutan.

Menurut jenis unsur hara yang dikandungnya, pupuk dapat dibagi menjadi pupuk tunggal dan pupuk majemuk. Pupuk tunggal adalah pupuk yang mengandung hanya satu unsur hara biasanya berupa unsur hara makro seperti Urea dan ZA yang mengandung unsur nitrogen, TSP, SP 36 yang mengandung unsur phospor dan KCl yang mengandung unsur kalium. Pupuk majemuk yaitu pupuk yang mengandung lebih dari satu unsur hara, contohnya pupuk NPK, nitrofosfat, amonium fosfat, diamonium fosfat, kalium nitrat, kalium fosfat dll.

Berdasarkan bahan dasarnya pupuk dapat digolongkan menjadi 2, yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik biasanya merupakan bahan buangan baik itu kotoran hewan, maupun sisa tanaman, sampah dan limbah organik yang dengan proses dekomposisi oleh bakteri pengurai dihasilkan pupuk or-ganik yang mengandung unsur hara N,P,K maupun unsur hara mikro dalam konsentrasi yang relatif kecil.

Sedang pupuk anorganik atau juga biasa disebut dengan pupuk kimia adalah pupuk yang dibuat dari bahan anorganik dengan proses kimia tertentu dihasilkan pupuk dengan hara berkonsentrasi tinggi.

PUPUK ORGANIK

Kandungan bahan organik didalam tanah sangat perlu dipertahankan agar jumlahnya tidak kurang dari 2% (Novizan, 2002). Penambahannya dapat dilakukan baik penambahan pupuk organik maupun dengan cara lain diantaranya mengembalikan sisa tana-man kedalam tanah, melakukan rotasi dengan tanaman kacang-kacangan dan melakukan pengolahan tanah sesedikit mungkin. Pupuk organik mempunyai beberapa kelebihan diantaranya mampu menyediakan unsur hara yang lengkap, makro dan mikro walaupun dalam jumlah kecil, mampu memperbaiki struktur tanah sehingga aerasinya bagus, drainasenya juga baik dan meningkatkan kemampuan tanah dalam menyimpan air. Selain itu juga dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisma tanah dan meningkatkan kapasitas tukar kation tanah. Jenis pupuk organik yang umum dikenal adalah: pupuk kompos dan pupuk kandang. Pupuk Kompos adalah pupuk hasil pembusukan bahan-bahan yang mengandung bahan organik seperti sisa tanaman, sampah atau limbah oleh aktivitas mikroba pengurai. Kualitas kompos ditentukan oleh perbandingan jumlah karbon dan nitrogen (C/N) dan pupuk kandang adalah pupuk organik yang berasal dari kotoran hewan ternak. Kualitas pupuk kandang sangat ditentukan oleh jenis ternak, kualitas pakan ternak dan cara penampungan pupuk kandang. Kandungan unsur hara pada beberapa jenis pupuk kandang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan hara dari berbagai jenis pupuk kandang

Jenis Ternak Asal Pupuk Kandang	N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)
Ayam	1,7	1,9	1,5
Sapi	0,3	0,2	0,3
Kuda	0,4	0,2	0,3

Sumber : Hardjowigeno (1995) dalam Novizan (2002).

PEMANFAATAN AGROINDUSTRI AGRO LIMBAH UNTUK BAHAN BAKU PUPUK ORGANIK

Limbah agro industri ini selain jumlahnya berlimpah juga dapat dimanfaatkan sebagai pupuk. Pemanfaatan limbah Industri yang berbasis pertanian sebagai bahan baku pada pembuatan pupuk organik karena mengandung unsur hara yang diperlukan tanaman seperti nitrogen, fosfat dan kalium serta unsur – unsur makro dan mikro lainnya. Hal ini dapat bermanfaat ganda yaitu sebagai bahan baku pupuk dan sekaligus membersihkan lingkungan.

Limbah industri gula dan kelapa sawit telah banyak dipakai sebagai bahan baku dalam pembuatan pupuk. Limbah padat industri kelapa sawit seperti tandan kosong dan cangkang kelapa sawit dapat dimanfaatkan secara langsung dalam pembuatan pupuk kompos juga dapat digunakan secara tidak langsung, mula-mula digunakan sebagai bahan bakar tungku dan abunya kemudian digunakan sebagai pupuk karena diketahui abu tersebut mengandung unsur kalium dihitung sebagai K_20 35 %, 7% P_2O_5, 9% CaO dan 3% MgO (Said,1994). Karena kandungan kaliumnya yang relatif tinggi tersebut maka limbah industri pengolahan kelapa sawit sangat baik digunakan sebagai pupuk kalium.

Limbah pertanian lain seperti jerami padi mengandung 80% kalium sehingga mempunyai prospek yang bagus untuk pupuk (Setyorini, 2002). Limbah pertanian lain seperti limbah tanaman tembakau, limbah kulit pisang, kulit jeruk dsb mengandung unsur hara yang dibutuhkan tanaman seperti unsur kalium. Persentase asam fosfat dan kalium di dalam abu yang diperoleh dari beberapa sisa sayur dan buah-buahan telah dianalisa oleh Jenkins seperti dalam Tabel 2.

Tabel 2. Persentase asam fosfat dan kalium yang terdapat pada abu dari beberapa sisa sayur dan buah-buahan.

Sisa Sayur /Buah	Asam fosfat (%)	Kalium (%)
Apel	3,08	11,57
Kulit Pisang	3,25	41,76
Abu Tembakau	2,57	16,81
Bonggol Jagung	3,14	17,25
Kulit grapefruit	5,58	30,64
Kulit jeruk lemon	6,30	31,00
Kulit jeruk orange	2,90	27,04
Kulit kacang	1,23	6,45
Kulit kentang	5,18	27,54

Sumber: Collings (1955) dalam Djumarman, 1978

BATUAN FOSFAT SEBAGAI SUMBER FOSFOR

Indonesia mempunyai potensi bahan baku batuan fosfat yang dapat digunakan sebagai pupuk karena mengandung unsur fosfor yang sangat dibutuhkan tanaman. Batuan ini tersebar dari Sumatra, jawa, Nusa Tenggara dan Irian. Batuan fosfat tersedia dalam jumlah yang cukup banyak, dan belum sepenuhnya dimanfaatkan karena kandungan P_2O_5 yang beragam. Saat ini batuan fosfat hanya dimanfaatkan sebagai pupuk fosfat alam. Kelemahan dari pupuk fosfat alam adalah sedikit larut dalam air, sehingga tidak dapat diserap tanaman. Batuan fosfat tanpa perlakuan adalah stabil dan sukar larut dalam air. Batuan fosfat terikat dengan kuat dengan logam besi (Fe) maupun Aluminium (Al).

Fosfor diambil tanaman dalam bentuk ion ortofosfat $H_2PO_4^{2-}$, HPO_4^{2-}. Ketersediaan unsur fosfat dalam tanah sangat rendah diakibatkan karena (1) jumlah P-tanah sedikit; (2) sebagian besar P terdapat dalam bentuk yang tidak dapat diambil tanaman; (3) P terikat/ terfiksasi oleh Al dan Fe dalam bentuk Al-P dan Fe-P pada tanah masam serta dalam bentuk Ca-P pada tanah alkalin.

Batuan Fosfat adalah bahan galian yang ditambang sangat berguna terutama sebagai bahan baku pembuatan pupuk anorganik untuk pertanian dan bahan kimia berdasar fosfor. Di Alam batuan fosfat dengan rumus $Ca_3(PO_4)_2$ ditemukan dalam 2 jenis yaitu endapan fosfat primer dan endapan fosfat sekunder. Endapan fosfat primer umumnya ditemukan dalam bentuk fluorapatit $Ca_3(FCl)(PO_4)_3$ hidroksi fluorapatit $Ca_5(PO_4)_3OHF$ atau karboksi apatit $Ca_5(PO_4CO_3.OH)3F$. Sedang endapan fosfat sekunder terdapat dalam bentuk fosforit. Endapan fosfat lainnya adalah guano yaitu sedimen yang terakumulasi dari kotoran burung laut atau kelelawar dalam jangka waktu yag lama dan berasosiasi dengan batuan gamping atau batuan vulkanik yang lain.

Sifat fisik batuan fosfat antara lain berwarna abu-abu, nilai kekerasan 5(dalam skala Mohs) dan berat jenis 3 (Bisri dan Permana, 1994). Batuan fosfat tanpa perlakuan adalah stabil dan sukar larut dalam air. Batuan fosfat terikat kuat dengan logam besi (Fe) maupun Aluminium (Al).

PROSES PEMBUATAN PUPUK ORGANIK

Proses pembuatan pupuk organik secara biologi yaitu dengan memanfaatkan aktivitas

mikroorganisme untuk menguraikan limbah, baik itu limbah industri yang mengandung bahan organik maupun limbah peternakan dan pertanian. Mikroorganisme yang berperan dapat berupa bakteri, kapang, khamir, protozoa, aktinomisetes atau organisme lain. Prinsip dari pembuatan pupuk secara biologi sama dengan pengomposan, yaitu biokonversi terhadap bahan organik. Bahan organik didekomposisi menjadi bentuk anorganiknya. Bahan–bahan organik pertama didekomposisi menjadi senyawa organik sederhana oleh enzim ekstraseluler yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Dalam proses tersebut melibatkan proses mineralisasi dan amobilisasi yang terjadi secara bersamaan dan berlawanan arah. Mineralisasi merupakan proses biokimia dimana senyawa organik sederhana dikonversi oleh mikroorganisme heterotrofik menjadi bentuk anorganik yang lebih stabil. Sedang proses amobilisasi merupakan proses biokimia dimana senyawa anorganik disintesa kembali menjadi senyawa organik oleh mikroorganisme untuk menyusun sel-sel tubuhnya.

Pengomposan ini terdiri dari 2 proses yaitu proses aerobik dan anaerobik. Pada proses aerobik menggunakan mikroorganisme aerob yang membutuhkan oksigen selama proses berlangsung. Selain itu ditandai dengan temperatur yang tinggi dan prosesnya lebih cepat dibanding anaerobik. Sedang pengomposan secara anaerobik tidak membutuhkan mikroorganisme aerobik dan tidak perlu oksigen, biasanya timbul bau menyengat.

Reaksi yang terjadi pada pengomposan dengan cara aerobik:

1. Gula, Selulosa dan Hemiselulosa
   $(CH_2O)_x + XH_2O \rightarrow X\,CO_2 + X\,H_2O$ + energi
2. Protein , senyawa N-organik
   N-organik $\rightarrow NH_4^+ \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO_3^-$ + energi
3. Sulfur organik
   $S + XO \rightarrow SO_4^{-2}$ + energi
4. Fosfor organik
   P-organik $\rightarrow H_3PO_4 \rightarrow Ca(HPO_4)_2$
5. Fosfor anorganik
   P- anorganik $\xrightarrow{\text{Mikroorganisme}} Ca(HPO_4)_2$
6. Reaksi secara keseluruhan
   Bahan organik $\xrightarrow{\text{Aktivitas mikroba}} CO_2 + H_2O$ + nutrien+ Humus+ energi

Sedang reaksi kimia yang terjadi pada proses anaerobik adalah:

1. $(CH_2O)x \longrightarrow x\,CH_3COOH$

2. $(CH_3COOH) \xrightarrow{\text{bakteri penghasil asam}} CH_4 + CO_2$

3. N-organik $\xrightarrow{\text{metanomonas}} NH_3$

4. $2H_2S + CO_2 \longrightarrow (CH_2O) + S + H_2O$

Pengomposan yang sering dilakukan adalah pengomposan secara aerobik, karena mempunyai beberapa kelebihan seperti: tidak menimbulkan bau, waktu lebih cepat, temperatur tinggi sehingga dapat membunuh bakteri patogen dan telur cacing dan kompos yang dihasilkan lebih higinis.

Di alam proses pengomposan terjadi dengan sendirinya, hanya waktunya lambat karena tidak pada kondisi optimal. Optimalisasi proses biasanya dapat diperoleh dengan penggunaan mikroorganisme yang sesuai dengan bahan baku, ukuran bahan baku diperkecil sehingga permukaannya yang akan kontak dengan mikroba menjadi luas dan penyaluran aerasi yang baik dan teratur serta perlu ditambahkan nutrien starter seperti darah hewan, pupuk urea maupun mikroba starter.

PENAMBAHAN BATUAN FOSFAT UNTUK MEMPERKAYA UNSUR FOSFOR

Unsur hara fosfor (P) merupakan salah satu unsur hara makro primer disamping nitrogen dan kalium. Untuk memperkaya atau meningkatkan unsur hara yang dikandung dapat dilakukan penambahan batuan fosfat dalam proses pengomposan. Batuan fosfat banyak tersedia dan murah, tetapi unsur hara fosfatnya terikat kuat dalam suatu kompleks batuan apatit yang sukar larut. Pengubahan hara fosfat menjadi bentuk senyawa yang tersedia untuk tanaman yaitu yang dapat diserap tanaman dapat dilakukan dengan bantuan mikroorganisma tanah. Terdapat banyak spesies mikroba pelarut fosfat didalam tanah sekitar 10^5 – 10^7/gram tanah kering. Menurut Subba Rao (1982) bakteri jenis *Bacillus sp.*, *Pseudomonas sp.* jamur *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.* dan *Aktinomycetes* seperti *Streptomyces sp.* mempunyai kemampuan menguraikan batuan fosfat menjadi fosfat yang terlarut sehingga menjadi bentuk yang tersedia untuk tanaman. Mikroorganisme tersebut menghasilkan enzim fosfomonoesterase yang berperan dalam proses mineralisasi fosfor. Selain itu mikroorganisme tersebut aktif dalam melarutkan fosfat yang terikat melalui

fat organik yang diubah menjadi bentuk anorganik dan amobilisasi phospor anorganik menjadi sel-sel penyusun tubuh mikroorganisme. Mekanisme lain yang mempengaruhi kelarutan unsur Fosfor adalah akibat adanya pelepasan CO_2 hasil respirasi bakteri, dengan proses sebagai berikut:

$$CO_2 + H_2O \dashrightarrow HCO_3^- + H^+$$
$$Ca_3(PO_4)_2 + HCO_3^- \dashrightarrow 3\,Ca(HCO_3)_2 + 2\,PO_4^{3-}$$

Aktivitas mikroorganisme tersebut juga didukung oleh adanya cendawan Mycoriza.

Unsur P merupakan unsur hara yang cenderung bereaksi membentuk senyawa kompleks yang tidak larut sehingga tidak tersedia untuk tanaman. Oleh karena itu mikroorganisme pelarut fosfat sangat diperlukan untuk mengubahnya menjadi bentuk yang dapat larut.

BAHAN DAN METODA

BAHAN

1. Batuan Fosfat
   Batuan fosfat ini mengandung 30,84% total P_2O_5. dan hanya 9,30% P_2O_5 yang larut dalam asam sitrat.
2. Limbah Agroindustri
   Abu limbah kelapa sawit diketahui banyak mengandung unsur kalium disamping nitrogen dan fosfor. Hasil analisa abu limbah kelapa sawit mengandung 4,89% K2O dan karbon 42,8%.
3. Limbah Peternakan
   Limbah peternakan meliputi kotoran dan darah. Darahnya juga dapat berperan sebagai nutrien starter.
4. Bakteri tersebut setelah diidentifikasi ternyata sebagian besar dari genus *Pseudomonas sp* dan *Bacillus sp*.

PERALATAN

1. Peralatan Penghancur Batuan dan Limbah Agro (Crusher)
2. Ayakan
3. Ember berlubang untuk proses pengomposan aerob
4. Ember bertutup untuk proses pengomposan anaerob
5. Cawan petri untuk menumbuhkan dan membuat biakan bakteri pelarut fosfat
6. Peralatan Analisa kadar N, P dan K dalam pupuk

Pada proses pembuatan pupuk organik in
batuan fosfat bersama-sama dengan limbah
kelapa sawit yang telah diabukan dar
kotoran hewan dikomposkan dengan perban
dingan 3:2:5. Pada pengomposan ini juga
ditambahkan inokulan dari bakteri pelaru
fosfat dan cendawan mikoriza. Selain itu jug
ditambahkan darah sapi sebagai nutrie
starter. Pengomposan dilakukan secara ae
robik dan anaerobik selama 7 – 10 har
Setelah itu pupuk didiamkan 2-4 minggu da
dikeringkan dengan sinar matahari kemudia
dianalisa kandungan unsur haranya.

Tahapan proses pengomposan adala
sebagai berikut:

1. Pra pengolahan
   - pengaturan dari rasio C/N diat
     dengan 20-30
   - kelembaban diatur sekitar 60% deng
     penyiraman dan pengadukan
2. Fermentasi Primer
   - Kegiatan: menjaga suplai oksig
     udara, Optimum: 50 –200 l/menit.m^3
   - temperature tinggi sekitar 60°C
   - menambahkan mikroorganisme start
     dan nutrisi bila perlu
   - Waktu 5 hari – 14 hari
   - Reaksi utama dekomposisi men
     bahan stabil dan tidak berbau
   - Produk; bahan yang mu
     terdekomposisi
3. Fermentasi Sekunder (Pro
   Pematangan)
   - Kegiatan: didiamkan dan dian
     anginkan
   - Waktu 1 bulan
   - Reaksi utama: pematangan men
     bahan yang tidak berbahaya u
     pertumbuhan tanaman
   - Produk: Kompos
4. Pengolahan Akhir
   - Penghancuran jika perlu
   - Pengujian
   - Pengemasan

Setelah diperoleh produk kemudian dian
kandungan unsur haranya, yaitu
Nitrogen Total, (b) Fosfor (P), dit
sebagai P_2O_5, (c) Kalium (K) dit
sebagai K_2O, (d) Kadar Air, (e)
Karbon.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan pupuk organik dari kotoran hewan dengan campuran batuan fosfat dan abu limbah kelapa sawit untuk meningkatkan hara fosfor dan kalium dilakukan dengan cara pengomposan baik secara aerobik maupun anaerobik. Inokulan mikroba pelarut fosfat terutama dari bakteri *Pseudomonas sp. Bacillus sp.* dan jamur *micoriza* ditambahkan kedalam proses untuk menguraikan fosfat dari bentuk kalsium fosfat apatit melalui proses mineralisasi fosfor oleh enzim *fosfomonoesterase.* Enzim fosformonoesterase yang merupakan kelompok enzim fosfatase yang dihasilkan oleh mikroba pelarut fosfat sehingga didapat fosfor yang larut dalam air dan asam sitrat. Mikroba tersebut pada media agar dapat dilihat keberadaannya dengan adanya zona bening disekeliling koloninya, membesar dan berbentuk membran berselaput lendir (mucoid). Zone bening tersebut adalah fosfat terlarut yang dihasilkan yang dapat dideteksi dari kandungan P_2O_5 yang larut dalam asam sitrat. Hasil analisa kandungan hara pupuk yang dibuat dengan cara pengomposan terlihat seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisa Pupuk Organik Campuran dari Limbah peternakan, Batuan Fosfat dan Limbah Kelapa sawit.

Proses dan Bahan	*N (%)*	*P_2O_5 (%) Larut as.sitrat*	*K_2O (%)*	*Bahan organic (%)*	*C/N*	*PH*	*Kadar Air (%)*
Aerobik dengan							
- Kotoran kambing	*1,35*	*7,48*	*0,85*	*57,87*	*15*	*6,89*	*4,20*
- Kotoran sapi	*1,05*	*6,45*	*0,50*	*39,44*	*12*	*6,90*	*5,10*
Anaerobik dengan							
- Kotoran kambing	*0,57*	*8,44*	*1,59*	*47,77*	*17*	*6,01*	*6,41*
- Kotoran sapi	*1,20*	*8,42*	*3,46*	*23,51*	*12*	*5,81*	*9,22*

Dari Tabel 3 tersebut terlihat bahwa pupuk organik yang dihasilkan mempunyai kandungan hara terutama fosfor yang tinggi. Umumnya pupuk organik baik kompos maupun pupuk kandang kandungan hara utamanya rendah, yaitu tidak lebih dari 2% (Tabel 5)

Pada pembuatan pupuk ini digunakan darah hewan selain kotorannya, dimaksudkan untuk meningkatkan kandungan unsur nitrogen karena diketahui bahwa darah dalam bentuk kering mengandung 10 –12%N, 2%P_2O_5 dan 0,4-0,6%K (Sutejo, 1995). Selain itu kotoran hewan juga diketahui banyak mengandung unsur N, oleh karena itu banyak dipakai dalam pembuatan pupuk organik baik pupuk kompos maupun pupuk kandang. Hal inilah yang menyebabkan unsur nitrogen pada pupuk yang dibuat rata-rata mencapai 1%. Sedangkan pupuk kandang biasa maupun kompos kandungan N nya hanya 0,3-0,6%. Unsur N ini cepat sekali menguap ataupun mudah hilang selama proses pembuatan, oleh karena itu kadarnya selalu rendah. Unsur kalium yang ditambahkan dari limbah ternyata tidak membawa perubahan yang berarti dalam peningkatan kandungan unsur hara, kecuali pada proses anaerob dengan bahan dasar kotoran sapi yang menunjukkan hasil yang lebih tinggi. Hal ini karena limbah kelapa sawit yang digunakan kandungan hara Kaliumnya tidak cukup tinggi sedang menurut Said (1994) kandungan K_2O dari limbah kelapa sawit mencapai 35%. Untuk itu perlu dicoba dengan penggunaan limbah lain sebagai bahan baku yang dinilai kandungan haranya tinggi, seperti limbah tembakau, jerami dan kulit pisang.

Tabel 4. Rata-rata kandungan hara dari berbagai macam bahan organik, jerami dan kotoran hewan

Jenis Bahan	*Bahan organik(%)*	*N (%)*	*P_2O_5 (%)*	*K_2O (%)*
Jerami padi	*80*	*0,60*	*1,20*	*1,20*
Kotoran kambing	*60*	*2,00*	*1,00*	*0,50*
Kotoran sapi	*30*	*0,70*	*0,30*	*0,65*
Kotoran kuda	*30*	*1,00*	*0,75*	*0,85*
Kotoran ayam	*50*	*1,60*	*1,15*	*0,90*
Kotoran kelinci	*50*	*2,00*	*1,13*	*1,10*

Penambahan unsur kalium dalam percobaan ini dilakukan tidak secara langsung dari limbah segar tetapi setelah diabukan. Hal ini dimaksudkan memanfaatkan limbah semaksimal mungkin, yaitu pertama diambil energinya sebagai bahan bakar dan kedua abunya juga dimanfaatkan untuk bahan pupuk. Pada pengomposan dengan limbah tanpa diabukan memerlukan waktu yang lama kurang lebih 3 bulan karena limbah kelapa sawit mengandung lignin yang sangat tinggi sehingga sukar dikomposisi. Sementara kandungan hara fosfor yang dihitung sebagai P_2O_5 (%) yang larut dalam asam sitrat cukup tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa mikroba pelarut fosfat telah melakukan aktivitasnya dalam melarutkan fosfat anorganik yang terikat dalam batuan apatit menjadi fosfat terlarut yang dapat terdeteksi dari analisa kadar P_2O_5 yang larut dalam asam sitrat. Diha-rapkan mikroba inipun didalam tanah akan terus berfungsi dalam melarutkan fosfat yang terikat oleh logam seperti Fe dan Al atau terikat oleh Ca dan Mg dalam tanah. Kelarutan fosfor ini juga dipengaruhi oleh pH. Pada percobaan terlihat bahwa pH pupuk yang dihasilkan adalah netral. Dari percobaan diatas juga terlihat bahwa proses aerob dan anaerob tidak menunjukkan perbedaan yang berarti dalam pembuatan pupuk organik, walaupun terlihat bahwa proses anaerob dapat menghasilkan pupuk dengan kandungan hara sedikit lebih baik. Akan tetapi dalam proses pengeringannya pupuk dari proses anaerob ini mengeluarkan bau yang sangat me-nyengat dan pH nya juga lebih rendah. Menurut Fujimura (1998) penghilangan bau ini dapat dilakukan dengan menaikkan pH. Bahan yang umumnya digunakan untuk menaikkan pH adalah batu kapur. Batuan fosfat juga dapat digunakan untuk meningkatkan pH sekaligus menambah hara fosfornya. Pengomposan sering dilakukan secara aerob karena mempunyai beberapa kelebihan seperti tidak menimbulkan bau yang menyengat, waktu proses lebih cepat, didapat kompos yang lebih higinis. Di Indo-nesia standar pupuk organik belum ada, tetapi umumnya dicirikan berwarna coklat gelap, berstruktur remah gembur dan rasio C/N antara 10-20 dan kandungan hara NPK rendah. Akan tetapi pupuk organik mem-punyai kelebihan yang tidak dimiliki oleh pupuk anorganik yaitu mampu menyediakan unsur hara yang lengkap baik hara makro maupun mikro walaupun jumlahnya kecil. Pupuk organik mampu memperbaiki struktur tanah karena kandungan bahan organiknya tinggi sehingga aerasi dalam tanah dan drainase baik dan dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam menyerap dan menyimpan air Pupuk campuran yang dibuat dari bahan organik dan batuan fosfat mempunyai sifat–sifat kandungan bahan organik yang cukup, rasio C/N nya juga cukup baik dan dengan ditambah kandungan hara yang lebih tinggi terutama untuk unsur fosfat dan mengandung hara mikro seperi zat besi (Fe), Seng (Zn) Mangan (Mn), maka pupuk ini diharapkan dapat digunakan dengan lebih baik. Dari analisa terhadap logam terlihat pada Tabel 5.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan :

1. Penambahan batuan fosfat yang mengandung fosfor dapat meningkatkan kandungan unsur fosfor dalam pupuk organik.
2. Pembuatan Pupuk Organik yang diperkaya dengan batuan fosfat dan abu limbah industri kelapa sawit menunjukkan hasil yang baik dengan didapatkannya pupuk organik yang mengandung bahan organik cukup, rasio C/N yang memadai (12 – 17) dan kandungan hara fosfor lebih dari 6% dan kalium yang lebih tinggi dari pupuk organik biasa yang umumnya kandungan N,P,K rata-rata 1%. Selain itu juga mengandung hara mikro seperti zat besi (Fe), seng (Zn) dan Mangan (Mn).

Tabel 5. Kandungan hara mikro (Fe, Zn, Cu, Co dan Mn dalam mg/kg) dari pupuk organik campuran kotoran hewan, limbah kelapa sawit dan batuan fosfat.

Proses dan Bahan	Fe	Zn	Cu	Co	Mn
Aerob, Kotoran kambing	3960	328,8	52,2	0,55	5810
Aerob, Kotoran sapi	3328	1456	167,4	0,73	218,8
Anaerob, Kotoran kambing	55,90	2346	86,88	24,65	2845
Anaerob, Kotoran sapi	246,08	2981	14017	29,09	8126