



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

PENAMBAHAN *Trichoderma viridie* PADA PROSES PENGOMPOSAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT TERHADAP KANDUNGAN NITROGEN-total, KALIUM DAN POSFOR

SKRIPSI



**NOFA RAHAYU DESI PUTRI
1010413036**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2015**

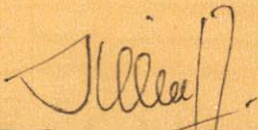
HALAMAN PENGESAHAN

PENAMBAHAN *Trichoderma viride* PADA PROSES PENGOMPOSAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT TERHADAP KANDUNGAN *NITROGEN*-total, *KALIUM* dan *POSFOR*, skripsi oleh Nofa Rahayu Desi Putri (BP: 1010413036) sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (Strata 1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas, dan telah diuji pada tanggal 13 Juli 2015

Disetujui Oleh :

Pembimbing

Pembimbing II



Prof. Dr. Sumaryati Syukur, MSc
NIP. 195501041980102001



Dra. Elida Mardiah
NIP. 195607121983032002

Mengetahui:
Ketua Jurusan Kimia

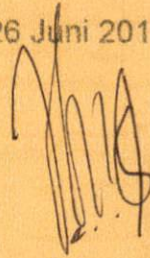


Dr. Arizal
NIP. 196002091987031004

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Padang, 26 Juni 2015



Nofa Rahayu Desi Putri

Alhamdulillahirabbil'alamiin...

Tidak banyak hal yang bisa Ananda ungkapkan untuk menggambarkan apa yang telah dicapai sejauh ini.

Terima kasih kepada Ibu dan Uni tersayang yang selalu memberikan dukungan dan semangat tanpa batas kepada Ananda.

"Jangan takut jatuh, karena yang tidak pernah memanjatlah yang tidak pernah jatuh.

Jangan takut gagal, karena yang tidak pernah gagallah yang tidak akan pernah melangkah.

Jangan takut salah, karena dengan kesalahan yang pertama kita dapat menambah pengetahuan baru dan mencari jalan yang benar pada langkah yang kedua."

-Buya Hamka-

Walk on.. walk on..

With hope in Your heart you'll never walk alone.

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Padang, 26 Juni 2015

Nofa Rahayu Desi Putri

Alhamdulillahirabbil'aalamiin...

Tidak banyak hal yang bisa Ananda ungkapkan untuk menggambarkan apa yang telah dicapai sejauh ini.

Terima kasih kepada Ibu dan Uni tersayang yang selalu memberikan dukungan dan semangat tanpa batas kepada Ananda.

“Jangan takut jatuh, karena yang tidak pernah memanjatlah yang tidak pernah jatuh.

Jangan takut gagal, karena yang tidak pernah gagallah yang tidak akan pernah melangkah.

Jangan takut salah, karena dengan kesalahan yang pertama kita dapat menambah pengetahuan baru dan mencari jalan yang benar pada langkah yang kedua.”

-Buya Hamka-

Walk on.. walk on..

With hope in Your heart you'll never walk alone.

INTISARI

PENAMBAHAN *Trichoderma viride* PADA PROSES PENGOMPOSAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT TERHADAP KANDUNGAN NITROGEN-total, KALIUM, DAN POSPHOR

Oleh:

Nofa Rahayu Desi Putri (BP : 10104130036)

Dibimbing oleh Prof. Dr. Sumaryati Syukur dan Dra. Elida Mardiah

Telah dilakukan pengujian terhadap kandungan unsur hara makro (Nitrogen –total, Kalium dan Fosfor) pada proses pengomposan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dengan penambahan jamur *Trichoderma viride*. Dimana variasi massa jamur yang digunakan adalah sebesar 0 g (tanpa jamur), 5 g, 10 g, 15 g yang ditambahkan kedalam masing masing 50 g TKKS yang sudah dihaluskan. Sebelum dilakukan pengomposan dengan penambahan *Trichoderma viride* terlebih dahulu diukur kandungan nitrogen-total, fosfor dan kalium dari limbah TKKS. Kandungan Nitrogen diukur dengan metoda Kjedahl, Fosfor dengan metoda Spektrofotometer dan Kalium dengan metoda AAS. Didapatkan kandungan awal TKKS sebelum dikomposkan adalah sebagai berikut : Nitrogen-total 0,0028 %, Posphor 0,0001 % dan Kalium sebesar 0,0523 %. Pengomposan dilakukan selama 45 hari karena pada hari inilah kompos yang ditambahkan dengan *Trichoderma viride* telah menjadi kompos. Dengan memenuhi syarat mutu SNI – 19-7030-2004 yaitu kompos berwarna kehitaman, berbau tanah, bentuk fisik yang remah/rapuh. Dari empat variasi massa jamur yang ditambahkan didapatkan kandungan Nitrogen-total, posphor dan Kalium tertinggi pada penambahan jamur *Trichoderma viride* 15 g yaitu 0,087%, 0,197%, dan 1,3819%. Pada penelitian ini penambahan jamur *Trichoderma viride* pada proses pengomposan TKKS telah terbukti mampu mempercepat terjadinya proses pengomposan dan meningkatkan unsur hara makro pada kompos yang dihasilkan.

Kata kunci :Tandan kosong kelapa sawit (TKKS), *Trichoderma viride*, Nitrogen, fosfor, kalium.

ABSTRACT

ADDITIONAL OF *Trichoderma viride* IN THE EMPTY PALM BUNCH COMPOSTING PROCESS ON THE CONTENT OF NITROGEN, PHOSPHOR, AND POTASSIUM

By:

Nofa Rahayu Desi Putri (BP: 10,104,130,036)

Supervised by Prof. Dr. Sumaryati Syukur, and Dra. Elida Mardiah

The research concerning determination of macro nutrients (N, P, K) using empty palm bunch by adding *trichoderma viride* has been done. N, P, K determinations were analyzed by Kjeldahl method, Spectrophotometry and SSA method. Has performed testing of the content of NPK in the composting process oil palm empty fruit bunches (EFB) with the addition of the fungus *Trichoderma viride*. Where the mass variation of fungus used is at 0 g (as control), 5 g, 10 g, 15 g were added into each of 50 g EFB that has been refined. EFB obtained initial content before compostability are as follows: Nitrogen-total 0.0028%, 0.0001% of phosphorus and potassium at 0.0523%. Composting conducted over 45 days since the day of this compost is added with *Trichoderma viride* has become fertilizer. Based on the quality requirements of SNI - 19-7030-2004 compost blackish colored, earthy, physical form friable / crumbly. Of the four variations of the added mass of fungus obtained-total nitrogen content, phosphorus and potassium highest on *Trichoderma viride* addition of 15 g is 0.087%, 0.197%, and 1.3819%. In this study, the addition of the fungus *Trichoderma viride* on EFB composting process has been shown to accelerate the composting process and improving macro nutrients in the compost produced.

Keywords: oil palm empty bunches (EFB), *Trichoderma viride*, nitrogen, phosphorus, potassium.

UCAPAN TERIMA KASIH

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan makalah dengan judul "**Penambahan *Trichoderma viride* Pada Proses Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Kandungan Nitrogen-total, Kalium dan Posphor**". Dalam penyusunan makalah ini penulis banyak mendapat bimbingan, arahan, nasihat, bantuan serta dorongan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr Sumaryati Syukur sebagai Pembimbing I dan Ibu Dra. Elida Mardiah sebagai Pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk membantu, memotivasi dan memberikan bimbingan, petunjuk dan saran dengan sabar kepada penulis selama menyelesaikan makalah ini.
2. Bapak Dr. Afrizal selaku Ketua Jurusan Kimia.
3. Bapak Dr. Syukri selaku koordinator pendidikan Jurusan Kimia dan Bapak Dr. Mai Efdi selaku sekretaris Jurusan Kimia.
4. Para analis di Laboratorium Kimia, terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya dengan baik.
5. Orang tua beserta keluarga luar biasa yang selalu memberikan dukungan secara moril dan materil serta cinta kasih yang tulus sehingga penulis bisa menyelesaikan studi hingga ke jenjang perguruan tinggi
6. Selanjutnya kepada teman teman yang seperjuangan di Laboratoium Biokimia, Rico, Shinta, Ima, Riko, Intan , Adel dan Yatri jurusan Kimia Universitas Andalas.
7. Seluruh staf pengajar Jurusan Kimia Universitas Andalas.
8. Seluruh staf administrasi Jurusan Kimia Universitas Andalas.
9. Keluarga Bp 036 (Sobeb Khoiriah, dan pada adik adik Bp yang pada kece, Weni, Atik, Denny, Ella, Idel, Nike, Mitra dan Dani)
10. Kimia angkatan 2010 Universitas Andalas

Penulis menyadari bahwa makalah ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu diharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan dimasa mendatang. Semoga makalah ini berguna dan bermanfaat bagi yang membacanya.

Padang, 26 Juni 2015

Nofa Rahayu Desi Putri

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	I
INTISARI	lii
UCAPAN TERIMA KASIH	V
DAFTAR ISI	Vii
DAFTAR GAMBAR.....	Ix
DAFTAR TABEL	X
DAFTAR LAMPIRAN.....	Xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kelapa Sawit.....	4
2.2 Limbah Padat Industri Kelapa Sawit.....	4
2.3 Komposisi Kimiawi Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	5
2.3.1 Selulosa.....	5
2.3.2 Hemiselulosa.....	7
2.3.3 Lignin.....	9
2.4 <i>Trichoderma</i>	11
2.4.1 Taksonomi.....	11
2.4.2 Morfologi.....	11
2.4.3 Fisiologi.....	12
2.4.4 Ekologi.....	13
2.5 Pengomposan.....	13
2.5.1 Faktor faktor yang mempengaruhi pengomposan.....	14
2.5.2 Kompos.....	15
2.5.3 Manfaat Kompos bagi tanaman.....	16
2.5.4 Unsur hara yang diperlukan oleh tanaman.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Waktu dan Tempat Penelitia.....	20
3.2 Alat dan Bahan.....	20
3.3 Pembuatan Reagen dan Medium.....	20
3.3.1 Pembuatan medium PDA.....	20
3.3.2 Pembuatan medium pembuatan pellet.....	21
3.3.3 Pembuatan Reagen Pewarna.....	21
3.3.4 Pembuatan Larutan Standar pospat 1000 mg/L	21
3.3.5 Pembauatan Indikator <i>Conway</i>	21
3.3.6 Larutan NaOH40%.....	21
3.4 Perlakuan dan Prosedur Percobaan.....	21
3.4.1 Persiapan Sampel.....	21
3.4.2 Biakan Jamur.....	21
3.4.3 Pembuatan Pelet Misellium.....	22
3.4.4 Pengomposan.....	22
3.5 Penentuan Kandungan N-total, P dan K pada Kompos.....	23

3.5.1	Penentuan Kalium dan Fosfor dalam kompos.....	23
3.5.2	Penentuan Kalium (K) dengan Metoda AAS.....	23
3.5.3	Penentuan Fosfor dengan Metoda Spektrofotometer.....	23
3.5.4	Penentuan N-total dalam kompos.....	24
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1	Karakterisasi Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	25
4.2	Pengamatan Kondisi Kompos.....	25
4.3	Kandungan Unsur Hara dalam Kompos.....	26
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	29
5.1	Kesimpulan.....	29
5.2	Saran.....	29
	DAFTAR PUSTAKA.....	30
	LAMPIRAN.....	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2.1	Limbah padat industri kelapa sawit.....	5
Gambar 2.2.2	Pembakaran tandan kosong kelapa sawit.....	5
Gambar 2.3.1	Struktur selulosa.....	6
Gambar 2.3.2	Struktur hemiselulosa.....	8
Gambar 2.3.3	Struktur unit unit penyusun lignin	10
Gambar 2.4.2	Morfologi jamur.....	11
Gambar 2.5	Proses pengomposan secara umum limbah padat organik	14
Gambar 4.2	Pengamatan kompos	25
Gambar 1	Kandungan nitrogen vs lama pengomposan	26
Gambar 2	Kandungan pospor vs lama pengomposan	27
Gambar 3	Kandungan nitrogen vs lama pengomposan	28

DAFTAR TABEL

Tabel 3.4.4.1	Perbandingan jumlah tandan kelapa sawit dan aktivator yang digunakan dalam pembuatan kompos.....	22
Tabel 4.1	Kandungan unsur hara limbah sawit (TKKS) sebelum dikomposkan.....	25

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Skema Kerja	33
Lampiran 2	Gambar TKKS yang dikomposkan.....	36
Lampiran 3	Biakan dan pellet jamur trichoderma viride.....	37
Lampiran 4	Kompos yang dihasilkan pada hari ke 45.....	38
Lampiran 5	Tabel kadar air dan faktor koreksi air.....	39
Lampiran 6	Pembuatan kurva kalibrasi standar pospat.....	40
Lampiran 7	Hasil penentuan kadar posfor.....	41
Lampiran 8	Hasil penentuan kadar kalium.....	42
Lampiran 9	Hasil penentuan kadar nitrogen.....	43
Lampiran 10	SNI.....	44

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Kelapa sawit di Indonesia pada saat ini merupakan salah satu komoditi yang mengalami perkembangan yang sangat pesat. Hal ini sejalan dengan perluasan areal perkebunan kelapa sawit. Selain itu, juga semakin meningkatnya produksi kelapa sawit dan kegiatan ekspor per tahunnya. Disisi lain dengan meningkatnya produksi kelapa sawit juga menyebabkan peningkatan jumlah limbah yang dihasilkannya^[1]. Pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) menjadi minyak sawit (Crude Palm Oil) dan minyak inti sawit (Palm Kernel Oil), menghasilkan sisa olahan berupa tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebesar 20-23% dari bahan baku TBS, sehingga untuk pabrik kelapa sawit dengan kapasitas 60 ton TBS/jam akan menghasilkan TKKS sebesar 220 ton/hari^[2]. Dan pada tahun 2004, TKKS yang dihasilkan sekitar 6 juta ton sementara pemanfaatannya masih belum optimal^[3].

Seperti telah diketahui, perkebunan kelapa sawit menghasilkan limbah padat yang cukup berlimpah sepanjang tahun dan pemanfaatan limbah ini masih terbatas. Cara yang umum dilakukan pada saat ini yaitu memanfaatkan abu hasil pembakaran tandan kosong kelapa sawit di insinerator sebagai pupuk kalium. Cara lain yang mulai populer ialah pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit sebagai mulsa di kebun kelapa sawit. Limbah kelapa sawit yang tersedia adalah berupa tandan kosong, pelepah, dan batang kelapa sawit. Ketiga jenis ini mengandung lignoselulosa yang sukar didekomposisi^[4].

Salah satu solusi untuk mengatasi masalah limbah ini yaitu dengan pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit menjadi kompos yang memiliki nilai ekologi dan ekonomi yang tinggi. Pengomposan merupakan suatu proses penguraian mikrobiologis alami dari bahan buangan organik. Metode ini mempunyai prinsip dasar menurunkan atau mendegradasi bahan-bahan organik secara terkontrol menjadi bahan-bahan anorganik dengan menggunakan aktifitas mikroorganisme. Mikroorganisme yang

berperan dalam pengolahan ini dapat berupa bakteri, jamur atau yang lainnya^[5].

Mikroorganisme yang diketahui membantu dalam proses pembentukan tanah antara lain, *Trichoderma*^[6]. Selanjutnya jamur *Trichoderma* memiliki kemampuan untuk dapat menghancurkan selulosa, zat pati, lignin dan senyawa-senyawa organik yang mudah larut seperti protein dan gula^[7].

Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan pembuatan kompos dari tandan kelapa sawit dengan menggunakan jamur *trichoderma viride*, serta dilakukan pemeriksaan terhadap kadar nitrogen total (N- total), fosfor(P), dan kalium (K) dari kompos yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dikemukakan beberapa permasalahan sebagai berikut :

- 1 Apakah jamur *Trichoderma viride* dapat mempercepat proses penguraian tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan meningkatkan kandungan nitrogen (N-total), fosfor (P) dan kalium (K) dalam kompos yang dibuat
- 2 Pada perbandingan tandan kelapa sawit dan jamur *Trichoderma viride* berapakah kualitas kompos yang paling baik dan pada waktu berapa lamakah perbandingan penambahan jamur dengan TKKS memenuhi SNI ?

2.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Membuat pupuk kompos dari limbah kosong kelapa sawit (TKKS) dengan penambahan *Trichoderma viride*.
2. Mengetahui pengaruh penambahan *Trichoderma viride* terhadap proses pengomposan tandan kosong kelapa sawit (TKKS)

3. Mengetahui peningkatan kandungan nitrogen-total kalium dan fosfor pada kompos yang dihasilkan dengan penambahan *Trichoderma viride*

2.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah dapat memberikan informasi bahwa jamur *Trichoderma viride* dapat meningkatkan kandungan nitrogen total, fosfor dan kalium pada proses pengomposan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan mempercepat proses degradasi.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kelapa Sawit

Tanaman kelapa sawit diklasifikasikan sebagai berikut: ^[8]

Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledonae
Ordo	: Palmales
Famili	: Palmaceae
Genus	: Elaeis
Spesies	: Elaeis guineensis
Varietas	: Elaeis guineensis dura

Sebagai salah satu negara penghasil kelapa sawit terbesar, Indonesia telah menjadikan komoditas ini sebagai penggerak utama pemicu ekonomi Indonesia. Kelapa sawit mengakumulasi hampir seluruh kegiatan penelitian pengembangan dan rekayasa. Produksi minyak sawit mentah (CPO) diperkirakan melewati 13 juta ton pada 2008, sedikit lebih rendah dari produksi Malaysia sebagai produsen CPO terbesar di dunia^[9].

Dewasa ini perkebunan kelapa sawit telah menyebar di 22 propinsi, yang pada tahun 2010 luasnya mencapai 8,3 juta Ha, yang sekitar 41% merupakan perkebunan rakyat.^[10] Semakin luasnya perkebunan kelapa sawit akan diikuti dengan peningkatan produksi dan jumlah limbah kelapa sawit. Dalam proses produksi minyak sawit, TKKS merupakan limbah terbesar yaitu sekitar 23% tandan buah segar (TBS)^[11].

2.2 Limbah Padat Industri Kelapa Sawit

Selain produksi minyak kelapa sawit yang tinggi, dihasilkan juga tandan kosong kelapa sawit (TKKS) (Gambar 2.2.1) yang cukup besar. Dengan perkiraan bahwa 24-35 % dari tandan buah segar (TBS) kelapa sawit adalah TKKS maka pada tahun 1991 jumlah limbah TKKS yang dihasilkan sebesar 953.000 ton ^[12].



Gambar 2.2.1 Limbah padat industri kelapa sawit ⁽¹²⁾

Sebagai limbah hasil pertanian yang mengandung bahan lignoselulosa sangat tinggi, TKKS sampai sekarang belum didayagunakan secara optimal. Selama ini TKKS dibakar (Gambar 2.2.2) dan abunya dimanfaatkan sebagai pupuk. Selain nilai ekonominya yang relatif rendah, aktivitas pembakaran TKKS juga menimbulkan pencemaran udara ^[12].



Gambar 2.2.2 Pembakaran tandan kosong kelapa sawit ⁽¹³⁾

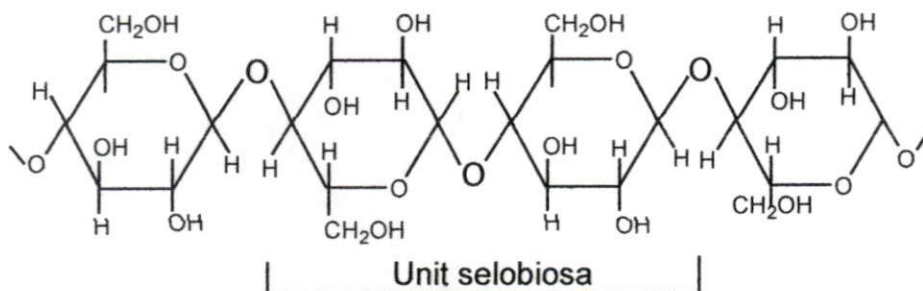
Alternatif lain yang mulai dikembangkan adalah membuang TKKS langsung ke areal pertanaman sebagai bahan organik atau mulsa yang banyak dilakukan di Malaysia. Namun cara ini tidak dapat diterapkan disemua daerah karena adanya ancaman meledaknya hama kumbang pada areal yang tanahnya berpasir dan besarnya biaya angkut TKKS ke lapangan ^[13].

2.3 Komposisi Kimiawi Tandan Kosong Kelapa Sawit

2.3.1. Selulosa

Selulosa adalah polimer glukosa yang berbentuk rantai linier dan dihubungkan oleh ikatan β -1,4 glikosidik. Struktur yang linier menyebabkan selulosa bersifat kristalin dan tidak mudah larut. Selulosa tidak mudah didegradasi secara kimia maupun mekanis. Di alam biasanya selulosa berasosiasi dengan polisakarida lain seperti hemiselulosa atau lignin membentuk kerangka utama dinding sel tumbuhan^[14].

Unit penyusun (*building block*) selulosa adalah selobiosa karena unit keterulangan dalam molekul selulosa adalah 2 unit gula (D-glukosa). Selulosa adalah senyawa yang tidak larut di dalam air dan ditemukan pada dinding sel tumbuhan terutama pada tangkai, batang, dahan, dan semua bagian berkayu dari jaringan tumbuhan. Selulosa merupakan polisakarida struktural yang berfungsi untuk memberikan perlindungan, bentuk dan penyangga terhadap sel dan jaringan^[14]. Sebagai mana yang ditunjukkan pada gambar 3.3.1.



Gambar 2.3.1 Struktur Selulosa

Selulosa hampir tidak pernah ditemui dalam keadaan murni di alam, melainkan berikatan dengan bahan lain, yakni lignin dan hemiselulosa. Serat selulosa alami terdapat di dalam dinding sel tanaman dan material vegetatif lainnya. Selulosa murni mengandung 44,4% C, 6,2% H, dan 49,3% O. Rumus empiris selulosa adalah $(C_6H_{12}O_5)_n$. Mikrofibril selulosa terdiri atas bagian amorf (15%) dan bagian berkristal (85%)^[12].

Gugus fungsional dari rantai selulosa adalah gugus hydroxyl. Gugus -OH selulosa menyebabkan permukaan selulosa menjadi hidrofilik. Rantai selulosa memiliki gugus -H di kedua ujungnya. Struktur rantai selulosa distabilkan oleh ikatan hydrogen yang kuat disepanjang rantai. Di dalam selulosa alami dari tanaman, rantai selulosa diikat bersama sama membentuk mikrofibril yang sangat terkristal (highly crystalline) dimana setiap rantai selulosa diikat bersama sama dengan ikatan hidrogen^[15].

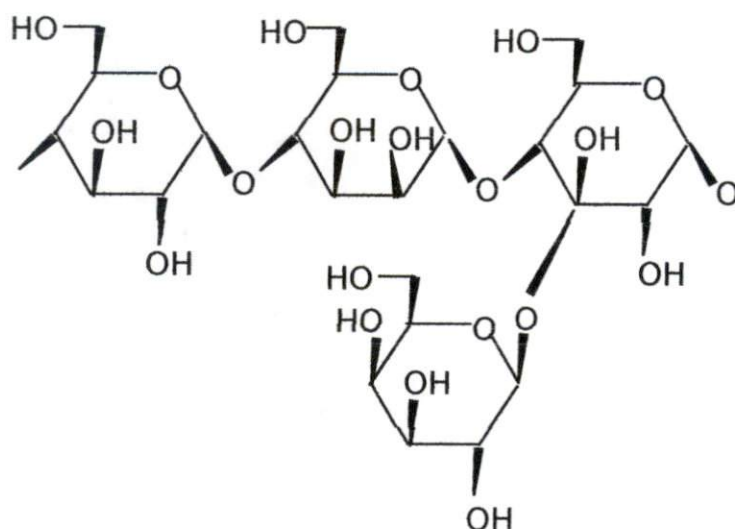
Proses degradasi selulosa dapat dilakukan oleh mekanisme selulolitik yang berasal dari bakteri maupun jamur. Dimana degradasi sempurna selulosa akan melepaskan karbondioksida (CO₂) dan air pada kondisi aerobik. Mikroorganisme tersebut dapat mendegradasi selulosa karena dapat menghasilkan enzim dengan spesifikasi yang berbeda yang saling bekerja sama. Dimana enzim tersebut akan menghidrolisis ikatan β -1,4 glikosidik. Hidrolisis sempurna akan menghasilkan monomer selulosa yaitu glukosa dan hidrolisis tak sempurna akan menghasilkan disakarida dari selulosa yaitu selobiosa, jika dihidrolisis lebih lanjut akan menjadi glukosa^[15].

Selulosa tersintesis dalam sebagai molekul individu (rantai lurus dari residu glukosil), sekitar 30 molekul individu selulosa bergabung membentuk uni yang lebih besar. Unit ini tersusun tergabung lagi menjadi unit yang lebih besar dengan mikrofibril. Mikrofibril ini bergabung dan membentuk serat selulosa. Serat selulosa memiliki karakteristik serat yang cukup halus, berstruktur linear dan memiliki ikatan hydrogen intramolekuler dan antar molekul yang cukup tinggi. Akibatnya selulosa tidak termoplastik dan sulit untuk diuraikan tanpa bantuan bahan kimia atau enzim^[15].

2.3.2. Hemiselulosa

Hemiselulosa adalah polimer polisakarida heterogen tersusun dari unit D - glukosa, D-manosa, L-arabiosa dan D-xilosa. Hemiselulosa pada kayu berkisar antara 20-30%. Dilihat dari strukturnya, selulosa dan hemiselulosa mempunyai potensi yang cukup besar untuk dijadikan sebagai penjerap karena gugus OH yang terikat dapat berinteraksi dengan komponen adsorbat. Adanya gugus OH, pada selulosa dan

hemiselulosa menyebabkan terjadinya sifat polar pada adsorben tersebut. Dengan demikian selulosa dan hemiselulosa lebih kuat menyerap zat yang bersifat polar dari pada zat yang kurang polar^[16].



Gambar 2.3.2 Struktur Hemiselulosa

Hemiselulosa adalah polimer polisakarida heterogen tersusun dari unit D -glukosa, D-manosa, L-arabiosa dan D-xilosa. Hemiselulosa pada kayu berkisar antara 20-30%. Dilihat dari strukturnya, selulosa dan hemiselulosa mempunyai potensi yang cukup besar untuk dijadikan sebagai penyerap karena gugus OH yang terikat dapat berinteraksi dengan komponen adsorbat. Adanya gugus OH, pada selulosa dan hemiselulosa menyebabkan terjadinya sifat polar pada adsorben tersebut. Dengan demikian selulosa dan hemiselulosa lebih kuat menyerap zat yang bersifat polar dari pada zat yang kurang polar^[16].

Hemiselulosa bersifat non-kristalin dan tidak bersifat serat, mudah mengembang karena itu hemiselulosa sangat berpengaruh terhadap bentuknya jalinan antara serat pada saat pembentukan lembaran, lebih mudah larut dalam pelarut alkali dan lebih mudah dihidrolisis dengan asam. Perbedaan hemiselulosa dengan selulosa yaitu hemiselulosa mudah larut dalam alkali tapi sukar larut dalam asam, sedang selulosa adalah sebaliknya. Hemiselulosa juga bukan merupakan serat-serat panjang seperti selulosa. Hasil hidrolisis selulosa akan menghasilkan D-

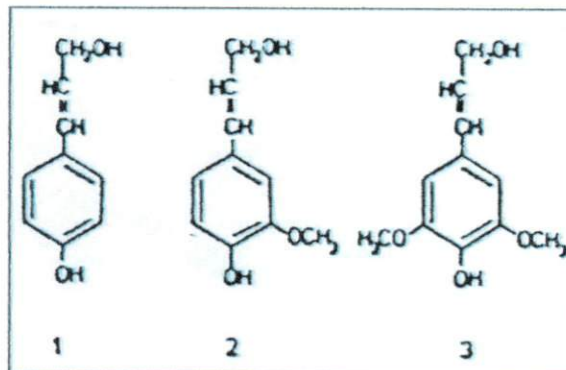
glukosa, sedangkan hasil hidrolisis hemiselulosa akan menghasilkan D-xilosa dan monosakarida lainnya. adanya hemiselulosa mengurangi waktu dan tenaga yang diperlukan untuk melunakkan serat selama proses mekanis dalam air. Hemiselulosa berfungsi sebagai pendukung dinding sel dan berlaku sebagai perekat antar sel tunggal yang terdapat didalam batang pisang dan tanaman lainnya. Hemiselulosa memiliki sifat non-kristalin dan bukan serat, mudah mengembang, larut dalam air, sangat hidrofolik, serta mudah larut dalam alkali. Kandungan hemiselulosa yang tinggi memberikan kontribusi pada ikatan antar serat, karena hemiselulosa bertindak sebagai perekat dalam setiap serat tunggal. Pada saat proses pemasakan berlangsung, hemiselulosa akan melunak, dan pada saat hemiselulosa melunak, serat yang sudah terpisah akan lebih mudah menjadi berserabut^[17].

2.3.3 Lignin

Zat organik polimer yang banyak dan penting dalam dunia tumbuhan selain selulosa adalah lignin. Lignin merupakan senyawa polimer tiga dimensi yang terdiri dari unit fenil propana yang diikat dengan C-O-C dan C-C. Polimer lignin tidak dapat dikonversi ke monomernya tanpa mengalami perubahan pada bentuk dasarnya. Lignin yang melindungi selulosa, bersifat tahan terhadap hidrolisa disebabkan oleh adanya ikatan arilalkil dan ikatan eter. Pada suhu tinggi, lignin dapat mengalami perubahan struktur dengan membentuk asam format, metanol, asam asetat, aseton, vanilin dan lain-lain, sedangkan bagian lainnya mengalami kondensasi^[18].

Menurut Badan Penelitian Kehutanan Indonesia, lignin adalah polimer alami yang terdiri dari molekul fenil propana yang terdapat di dalam dinding sel dan di daerah antar sel (atau lamela tengah) serta menyebabkan kayu menjadi keras dan kaku sehingga mampu menahan tekanan mekanis yang besar. Kadar lignin dalam kayu ada diantara 18-33 persen. Pada kayu daun lebar kadar lignin berkisar 18-33 persen sedangkan pada kayu daun jarum berkisar 28-32 persen^[19].

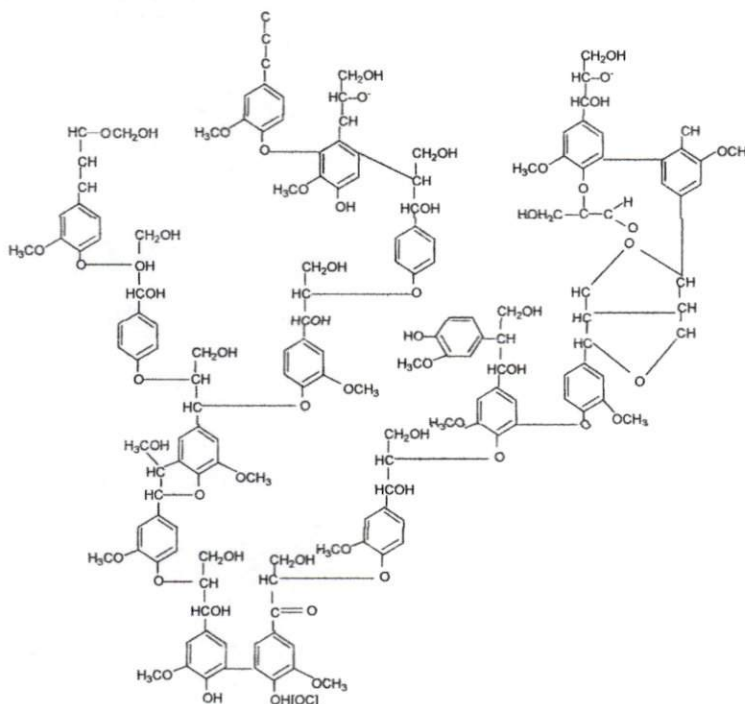
Jumlah lignin yang terdapat di dalam tumbuhan yang berbeda sangat bervariasi. Distribusi lignin di dalam dinding sel dan kandungan lignin bagian pohon yang berbeda tidak sama. P-koumaril alkohol, koniferil alkohol dan sinapil alkohol merupakan senyawa induk (precursor) primer dan merupakan unit pembentuk semua lignin^[20]. seperti terlihat pada gambar 2.3.3.1 berikut :



Gambar 2.3.3.1. Unit-unit penyusun lignin :

(1) p-koumaril alkohol, (2) koniferil alkohol, (3) sinapil alkohol

Salah satu bentuk struktur kimia (rumus bangun) lignin dapat dilihat pada Gambar 2.3.3.2^[21]



Gambar 2.3.3.2. Struktur kimia (rumus bangun) lignin yang terdiri dari 16 unit fenil-propana

Menurut Kirk dan Othmer, lignin terdiri dari 61-65 persen karbon, 5 sampai 6,1 persen hidrogen dengan panas pembakarannya sebesar 11.300 Btu/lb (6.280 kal/gram). Jumlah gugus metoksil dalam lignin bergantung pada sumber lignin dan proses isolasi yang digunakan. Casey (1980) juga menyatakan bahwa selain mengandung karbon dan hidrogen, lignin juga mengandung gugus metoksil^[22].

Selain mengandung bahan berlignoselulosa, TKS juga mengandung zat ekstraktif. Zat ekstraktif adalah komponen kayu yang berbobot molekul rendah.

2.4. *Trichoderma*

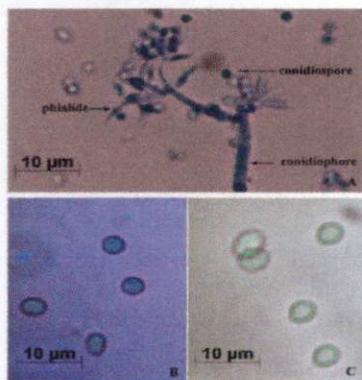
2.4.1 Taksonomi

Klasifikasi jamur *Trichoderma* spp. adalah sebagai berikut ini ^[23] :

Kingdom	: Fungi
Divisi	: Amastigomycota
Subdivisi	: Deuteromycotina
Klas	: Deuteromycetes
Ordo	: Moniliales
Famili	: Moniliaceae
Genus	: <i>Trichoderma</i>
Species	: <i>Trichoderma viride</i>

2.4.2 Morfologi

Berikut ini adalah gambar morfologi dari *T. viride*



Gambar 2.4.2 morfologi jamur *T. viride* (kannan neethu, 2012)

Koloni *Trichoderma viride* awalnya bewarna putih kehijauan dan selanjutnya hijau redup terutama pada bagian yang banyak terdapat konidia. Susunan sel *Trichoderma viride* bersel banyak berderet membentuk benang halus yang disebut dengan hifa. Hifa pada jamur ini berbentuk pipih, bersekat, dan bercabang-cabang membentuk anyaman yang disebut miselium. Miseliumnya dapat tumbuh dengan cepat dan dapat memproduksi berjuta-juta spora, karena sifatnya inilah *Trichoderma viride* dikatakan memiliki daya kompetitif yang tinggi. Jamur *Trichoderma viride* memiliki bagian yang khas antara lain miselium bersekat, bercabang banyak, konidia spora bersekat dan cabang yang paling ujung berfungsi sebagai sterigma. Konidiofornya bercabang berbentuk *verticillate*. Pada bagian ujung konidiofornya tumbuh sel yang bentuknya menyerupai botol (*filida*), sel ini dapat berbentuk tunggal maupun berkelompok. Konidia berbentuk semi bulat hingga oval berwarna hijau cerah, berukuran $(2,8-3,2) \times (2,5-2,8) \mu\text{m}$, dan berdinding halus. *Trichoderma* berkembangbiak secara aseksual dengan membentuk spora di ujung *filida* atau cabang dari hifa^[24].

2.4.3. Fisiologi

Trichoderma viride adalah salah satu jamur tanah yang tersebar luas (kosmopolitan), yang hampir dapat ditemui di lahan-lahan pertanian dan perkebunan. *Trichoderma* bersifat saprofit pada tanah, kayu, dan beberapa jenis bersifat parasit pada jamur lain. *Trichoderma* bersifat kosmopolit, dan dapat diisolasi dari tanah, biji-bijian, kertas, tekstil, rhizomer kentang, gandum, gula bit, rumput, jerami, serta kayu. Memiliki suhu pertumbuhan optimum $15^{\circ} - 30^{\circ}$ (35°C) dan maksimum $30^{\circ}-36^{\circ}\text{C}$. Konidiofor dapat bercabang menyerupai piramid, yaitu pada bagian bawah cabang lateral yang berulang-ulang, sedangkan kearah ujung percabangan menjadi bertambah pendek. Konidia berbentuk semibulat hingga oval pendek^[24].

Trichoderma viride merupakan jamur yang memiliki aktivitas sellulolitik yang cukup tinggi, jamur ini memiliki enzim sellulase yang terdiri

dari enzim eksoglukonase (β -1.4 glikanhidrolase), dan sellubiase (β -glukosidase)^[25].

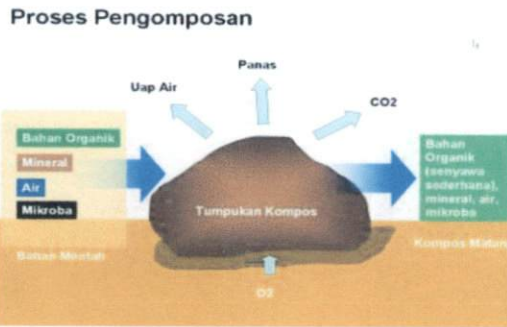
2.4.4 Ekologi

Trichoderma viride tergolong jamur yang banyak terdapat pada lapisan olah yang mengandung banyak lahan organik. Jamur *Trichoderma* dapat berkembang biak dengan baik pada kondisi tanah yang asam, netral maupun alkalin, akan sangat baik pada kondisi asam karena persaingannya dengan bakteri dan actinomycetes sangat terbatas. Selanjutnya jamur *Trichoderma* memiliki kemampuan untuk dapat menghancurkan sellulosa, zat pati, lignin, gum dan senyawa-senyawa organik yang mudah larut seperti protein dan gula^[26].

2.5 Pengomposan

Pengomposan merupakan suatu proses penguraian mikrobiologis alami dari bahan buangan organik. Metode ini mempunyai prinsip dasar menguraikan atau mendegradasi bahan-bahan organik secara terkontrol menjadi bahan-bahan anorganik dengan menggunakan aktifitas mikroorganisme. Mikroorganisme yang berperan dalam pengolahan ini dapat berupa bakteri, jamur atau yang lainnya^[27].

Proses pengomposan dapat terjadi secara aerobik (menggunakan oksigen) atau anaerobik (tidak ada oksigen). Proses aerobik dimana mikroba menggunakan oksigen dalam proses dekomposisi bahan organik. Proses dekomposisi dapat juga terjadi tanpa menggunakan oksigen yang disebut proses anaerobik. Namun, proses ini tidak diinginkan selama proses pengomposan karena akan dihasilkan bau yang tidak sedap. Proses aerobik akan menghasilkan senyawa-senyawa yang berbau tidak sedap, seperti: asam organik (asam asetat, asam butirat, asam valerat, putrecine), amonia, dan H_2S . Berikut ini adalah proses umum pengomposan limbah padat organik^[28].



Gambar 2.5. Proses pengomposan secara umum limbah padat organik (dimodifikasi dari Rynk, 1992)

2.5.1 Faktor faktor yang mempengaruhi proses pengomposan

1. Ukuran Partikel

Aktivitas mikroba berada diantara permukaan area dan udara. Permukaan area yang lebih luas akan meningkatkan kontak antara mikroba dengan bahan dan proses dekomposisi akan berjalan lebih cepat. Ukuran partikel juga menentukan besarnya ruang antar bahan (porositas). Untuk meningkatkan luas permukaan dapat dilakukan dengan memperkecil ukuran partikel bahan tersebut.

2. Aerasi

Pengomposan yang cepat dapat terjadi dalam kondisi yang cukup oksigen. Aerasi secara alami akan terjadi pada saat terjadi peningkatan suhu yang menyebabkan udara hangat keluar dan udara yang lebih dingin masuk ke dalam tumpukan kompos. Aerasi ditentukan oleh porositas dan kandungan air bahan (kelembaban). Apabila aerasi terhambat, maka akan terjadi proses anaerob yang akan menghasilkan bau yang tidak sedap. Aerasi dapat ditingkatkan dengan melakukan pembalikan atau mengalirkan udara di dalam tumpukan kompos.

3. Kelembaban (*Moisture content*)

Kelembaban memegang peranan yang sangat penting dalam proses metabolisme mikroba dan secara tidak langsung berpengaruh pada suplay oksigen. Mikroorganisme dapat memanfaatkan bahan organik apabila bahan organik tersebut larut di dalam air. Kelembaban 40-60 %

apabila bahan organik tersebut larut di dalam air. Kelembaban 40-60 % adalah kisaran optimum untuk metabolisme mikroba. Apabila kelembaban di bawah 40%, aktivitas mikroba akan mengalami penurunan dan akan lebih rendah lagi pada kelembaban 15%. Apabila kelembaban lebih besar dari 60%, hara akan tercuci, volume udara berkurang, akibatnya aktivitas mikroba akan menurun dan akan terjadi fermentasi anaerobik yang menimbulkan bau tidak sedap.

4. Temperatur

Panas dihasilkan dari aktivitas mikroba. Ada hubungan langsung antara peningkatan suhu dengan konsumsi oksigen. Semakin tinggi temperatur akan semakin banyak konsumsi oksigen dan akan semakin cepat pula proses dekomposisi. Peningkatan suhu dapat terjadi dengan cepat pada tumpukan kompos. Temperatur yang berkisar antara 30 – 60°C menunjukkan aktivitas pengomposan yang cepat. Suhu yang lebih tinggi dari 60°C akan membunuh sebagian mikroba dan hanya mikroba termofilik saja yang akan tetap bertahan hidup. Suhu yang tinggi juga akan membunuh mikroba patogen tanaman dan benih-benih gulma^[28].

Bahan organik tanaman yang digunakan untuk kompos umumnya terbagi 2 macam, yaitu :

1. Bahan organik yang memiliki kandungan nitrogen tinggi dan karbon tinggi, contohnya pupuk kandang, daun legume (kacang-kacangan) atau limbah rumah tangga.
2. Bahan organik yang memiliki kandungan nitrogen rendah dan karbon tinggi, contohnya dedaunan yang gugur, jerami, serbuk gergaji, bagian tanaman yang tua seperti TKKS^[29].

2.5.2 Kompos

Kompos merupakan salah satu jenis pupuk organik alami yang banyak dikenal oleh petani. Istilah kompos lazim digunakan untuk pupuk organik yang berasal dari daun atau bagian tanaman lainnya. Setelah dilapukkan, daun atau bagian tanaman lain akan menjadi bahan yang berbeda dengan

asalnya dan sebagai penyedia unsur hara bagi tanaman. Selain sisa tanaman, untuk membuat kompos dapat juga digunakan sampah kota atau sampah rumah tangga. Secara alamiah, bagian atas tanah yang disebut serasah merupakan kompos hasil pelapukan sisa tanaman^[30].

Kompos yang baik adalah kompos yang sudah mengalami pelapukan yang cukup dengan dicirikan warna sudah berbeda dengan warna bahan pembentuknya, tidak berbau, kadar air rendah, dan mempunyai suhu sesuai dengan suhu ruangan^[30].

Cara membuat kompos sangat bervariasi. Namun, pada dasarnya cara pembuatannya sama, yaitu mengubah bahan – bahan yang bersifat organik menjadi bahan anorganik atau siap diserap tanaman. Terjadinya perubahan pada bahan kompos tersebut disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme atau bakteri pembusuk. Oleh karena itu, salah satu kunci agar didapat kompos yang berkualitas baik adalah dengan cara merangsang dan mengembangkan mikroba pembusuk^[30].

2.5.3. Manfaat Kompos Bagi Tanaman

Kompos sangat berperan dalam proses pertumbuhan tanaman. Kompos tidak hanya menambah unsur hara, tetapi juga menjaga fungsi tanah sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik. Manfaat kompos yaitu :

1. Memberikan nutrisi bagi tanaman

Berdasarkan jumlah yang dibutuhkan tanaman, unsur hara terbagi atas unsur hara makro dan unsur hara mikro, yang keduanya dapat dilengkapi apabila menggunakan kompos sebagai pupuk.

2. Memperbaiki struktur tanah

Kompos merupakan perekat pada butir – butir tanah dan mampu menjadi penyeimbang tingkat kerekahan tanah. Kehadiran kompos pada tanah juga menjadi daya tarik bagi mikroorganisme untuk melakukan aktivitas pada tanah. Dengan demikian, tanah yang semula keras dan sulit ditembus air dan udara, kini dapat menjadi gembur akibat dari adanya mikroorganisme tersebut.

3. Menambah kemampuan tanah untuk menahan air

Tanah mempunyai pori – pori (suatu bagian yang tidak terisi bahan padat). Bagian ini biasanya diisi oleh air dan udara. Tanah yang dicampur dengan kompos akan mempunyai pori – pori yang mempunyai daya rekat dengan tanah yang baik sehingga mampu mengikat dan mempertahankan ketersediaan air didalam tanah. Secara tidak langsung penambahan kompos membantu untuk menahan terjadinya erosi.

4. Membantu meningkatkan aktivitas biologi

Kompos yang diberikan kepada tanah berisi mikroorganisme yang menguntungkan tanaman. Jika berada didalam tanah, mikroorganisme tersebut akan membantu kehidupan mikroorganisme didalam tanah. Selain berisi jamur dekomposer dan bakteri, keberadaan kompos akan membuat tanah menjadi sejuk, kondisi inilah yang disenangi oleh banyak mikroorganisme.

5. Meningkatkan unsur hara mikro

Kompos membantu mencukupkan kebutuhan tanaman akan unsur hara mikro yang jumlahnya sangat sedikit didalam tanah.

6. Kompos tidak menimbulkan masalah lingkungan

Berbeda dengan jenis pupuk kimia yang akhir dari penggunaannya hanya menambah kerusakan lingkungan karena zat kimia yang dipakai tidak dapat diuraikan kembali oleh mikroorganisme yang terdapat didalam tanah^[31].

2.5.4 Unsur Hara yang Diperlukan Tanaman

2.5.4.1 Unsur Hara Makro

a. Unsur Karbon (C), Oksigen (O), dan Hidrogen (H)

Ketiga unsur ini didapat dari udara dan air. Karbon diambil dari udara dalam bentuk CO₂, oksigen selain berasal dari CO₂ juga berasal dari udara dan bahan organik. Hidrogen banyak terdapat dalam air juga pada bahan organik. Unsur tersebut dapat langsung diserap oleh tanaman.

b. Unsur Nitrogen (N)

Unsur ini diperlukan untuk pertumbuhan vegetatif (pertumbuhan daun dan batang), dan untuk berkembangnya mikroorganisme dalam tanah. Nitrogen diserap akar tanaman dalam bentuk nitrat atau ammonium, yang berpengaruh mempercepat sintesis karbohidrat diubah menjadi protein. Nitrogen memang banyak terdapat diudara yaitu sekitar 78%, tetapi untuk dapat diserap tanaman harus dalam bentuk nitrat dan amoniak^[32].

Fungsi nitrogen yang selengkapnya bagi tanaman adalah sebagai berikut :

1. Untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman
2. Dapat menyehatkan pertumbuhan daun, daun tanaman lebar dengan warna yang lebih hijau. Kekurangan nitrogen dapat menyebabkan klorosis (pada daun muda menjadi berwarna kuning pucat).
3. Meningkatkan kadar protein dalam tanaman
4. Meningkatkan kualitas tanaman penghasil daun – daunan
5. Meningkatkan perkembangbiakan mikroorganisme didalam tanah

c. Unsur Fosfor

Unsur ini penting untuk mempercepat pertumbuhan akar, mempercepat pendewasaan tanaman, dan mempercepat pembentukan buah dan biji serta meningkatkan produksi. Sumber fosfat yang terdapat didalam tanah berasal dari batu kapur fosfat mineral misalnya, sisa – sisa tanaman dan bahan organik lainnya, dan juga pupuk buatan yang masih tersisa dalam tanah. Pada pemupukan fosfor yang dilakukan bersamaan dengan ammonium (NH_4^+) dalam tanaman akan menyebabkan tanaman tumbuh pesat. Kekurangan fosfor mengakibatkan pertumbuhan akar terhambat, pematangan buah terhambat, dan biji menjadi tidak normal.

d. Unsur Kalium

Meskipun bukan elemen pembentuk bahan organik tetapi peran kalium penting untuk pembentukan karbohidrat protein, mengeraskan batang tanaman, meningkatkan ketahanan tanaman dari penyakit, dan meningkatkan kualitas biji. Ion kalium sangat penting bagi berlangsungnya fotosintesis, tanpa kalium fotosintesis berhenti. Sumber – sumber kalium adalah beberapa jenis mineral, sisa tanaman, air irigasi, abu tanaman, dan pupuk buatan.

2.5.4.2 Unsur Hara Mikro yang Diperlukan Tanaman

Selain unsur hara makro yang diperlukan oleh tanaman dalam jumlah banyak, ada unsur hara yang diperlukan dalam jumlah yang sedikit, biasa disebut unsur hara mikro, unsur hara minor atau *trace element*. Dalam satu hektar lahan misalnya hanya memerlukan beberapa gram sampai satu kilogram unsur hara mikro saja. Sumber utama unsur hara mikro ini antara lain batu – batuan mineral, sisa – sisa bahan organik, dan air irigasi. Unsur – unsur hara mikro ini yaitu Besi (Fe), Boron (B), Mangan (Mn), Tembaga (Cu), Seng (Zn), Molybdenum (Mo), dan yang terakhir adalah Klor (Cl)^[32].

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan mulai bulan Februari sampai November 2014 di laboratorium Biokimia dan Elektro, Jurusan Kimia FMIPA dan laboratorium Terpadu KOPERTIS WILAYAH X, Padang.

3.2 Bahan dan Peralatan yang digunakan

Jamur *trichoderma viride* diambil dari laboratorium Mikrobiologi pertanian jurusan Pertanian Universitas Andalas. Bahan yang digunakan: Tandan kosong kelapa sawit, media Potato Dextrosa Agar (PDA), glukosa, ammonium heptamolibdat tetrahidrat $((\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O})$, Kalium antimonit tartat $(\text{K}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O})$, magnesium sulfat heptahidrat $(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$, asam borat (H_3BO_3) , asam nitrat (HNO_3) pekat, H_2SO_4 pa, H_2SO_4 0,05 N, HCl 0,01 N, amonium sulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, Kalim dihidrophosphat (KH_2PO_4) , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, glukosa pa, akuabides, indikator conway (metil red (MR) dan brom cresol blue (BCG)), NaOH 40 %, asam askorbat, kertas whatman-42 dan kain satin.

Peralatan yang digunakan : Rumah kayu ukuran 1,5 x 0,5 x 0,5 m, plastik penutup kompos, timbangan, parang, inkubator, shaker, autoklaf, cawan petri, batang pengaduk, labu kjedahl, pipet takar, pipet tetes, termometer, neraca analitik, cawan porselen, oven, pemanas/block digester, AAS (Varian Spectra Absorpsi A-240), dan Spektrofotometer UV/VIS, dan peralatan analisa unsur hara lainnya.

3.3 Pembuatan Medium dan Reagen

3.3.1 Pembuatan Medium Potato Dextrosa Agar (PDA)

Sebanyak 3,9 g medium PDA dilarutkan dalam aquades sebanyak 100 mL dan dipanaskan dengan hotplate pada suhu 100°C sambil distirer sampai homogen. Setelah homogen medium di autoclave pada suhu 121°C pada 1 atm.

3.3.2 Medium pembuatan pelet

Sebanyak 15 g KH_2PO_4 , 5 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 10 g glukosa, 1,23 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,0016 g $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 0,0027 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,0014 g $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 0,0036 g $\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan 0,8 g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dilarutkan dalam 1 L aquadest.

3.3.3 Pembuatan Reagen Pewarna

Ditimbang ammonium heptamolibdat sebanyak 12,00 g, ditambahkan 0,275 g kalium antimoniltartat dan 140 mL H_2SO_4 pekat kemudian diencerkan dalam gelas piala 1000 mL dengan air destilasi.²⁵

50 mL larutan di atas ditambahkan 0,53 g asam askorbat dimasukkan ke dalam labu ukur 500 mL, kemudian diencerkan dengan air destilasi sampai tanda batas.

3.3.4 Pembuatan Larutan Standar Pospat 1000 mg/L

KH_2PO_4 0,4390 gram dilarutkan dalam labu ukur 100 mL dengan sedikit air destilasi, dihomogenkan, kemudian diencerkan dengan air destilasi sampai tanda batas

3.3.5 Pembuatan Indikator Conway

Ditimbang 0,15 g Brom Cresol Green dan 0,19 g metil merah kemudian dilarutkan dalam 100 mL etanol 96 % dan dihomogenkan.

3.3.6 Larutan NaOH 40%

Ditimbang 40 g NaOH, kemudian dilarutkan dengan air destilasi sampai volume 100 mL pada gelas piala dan aduk sampai semuanya larut.

3.4 Perlakuan dan Prosedur Percobaan

3.4.1 Persiapan Sampel

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) diambil dari Nagari Rimbo Karambia, Pariaman. Tandan terlebih dahulu dipotong, dicacah dan dikering anginkan

3.4.2 Biakan Jamur

Biakan jamur yang digunakan adalah *Trichoderma viride* koleksi laboratorium Mikrobiologi jurusan Pertanian Universitas Andalas yang ditumbuhkan pada media PDA dalam cawan petri.

Medium PDA yang sudah steril dituang pada masing-masing cawan petridisk kira kira 10-15 mL dan ditunggu dingin. Selanjutnya jamur diinokulasikan pada medium dengan cara zigzag. Jamur ditunggu tumbuh selama 5 hari

3.4.3 Pembuatan Pelet Misellium

Medium pembuatan pellet yang telah disterilisasi dituangkan secukupnya ke dalam biakan jamur pada cawan petri, kemudian spora jamur yang tumbuh di permukaan media PDA dimasukkan kembali kedalam media penumbuh spora *pellet* yang selanjutnya akan diagitasi dengan shaker pada kecepatan putaran 120 rpm selama 4 hari.

3.4.4 Pengomposan

Proses pengomposan berlangsung dengan mencampurkan tandan kosong kelapa sawit yang telah dicincang kecil kecil sebanyak 50 gr dengan pelet jamur dengan variasi 0 (tanpa jamur), 5, 10, 15 g sambil diaduk secara merata dan perlahan-lahan sambil ditambahkan air sampai lembab, kemudian ditutup dengan terpal/ plastik. Suhu pengomposan dipertahankan 38 - 40°C. Jika suhu lebih dari 40°C karung penutup dibuka dan dibolak-balik, kemudian ditutup kembali. Pengecekan suhu dilakukan setiap 8 jam. Proses pengomposan dilakukan selama 45 hari.

Tabel 3.4.4.1 perbandingan jumlah TKKS dan pellet jamur *Trichoderma viride* yang digunakan dalam pembuatan kompos

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) (g)	Pellet misellium jamur <i>Trichoderma</i> (g)
50	0
50	5
50	10
50	15

3.5 Penentuan Kandungan N- total, P dan K pada kompos yang dihasilkan

3.5.1 Destruksi Sampel

Untuk penentuan K dan P dalam kompos sebelum diukur dengan SSA dan Spektrofotometer, sampel didestruksi terlebih dahulu. Sampel diambil masing-masing sebanyak 0,5023 gram dan dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl, kemudian ditambahkan 5 mL HNO_3 pekat, ditambahkan 0,5 mL H_2O_2 dan dibiarkan 30 menit supaya bereaksi sempurna, lalu dipanaskan pada *block digester/pemanas* mulai dengan suhu 100°C . Setelah uap kuning habis suhu dinaikan hingga 200°C , destruksi diakhiri bila larutan menjadi jernih, biarkan sampai dingin dan diencerkan dengan air destilasi hingga volume tepat 50 mL, dikocok hingga homogen, dan disaring dengan kertas saring W-41 agar didapat ekstrak jernih (ekstrak A)

3.5.2 Penentuan Kalium (K) dengan metoda AAS

Dipipet 1 mL ekstrak A ke dalam labu ukur 100 mL, tambahkan dengan air destilasi sampai tanda batas, kocok dengan *vortex mixer* sampai homogen. Ekstrak ini adalah hasil pengenceran 100x (ekstrak B). Kalium dalam ekstrak B diukur dengan SSA pada panjang gelombang 769,9 nm. kemudian kadar K dihitung berdasarkan persamaan regresi dari kurva kalibrasi standar.

3.5.3 Penentuan Fosfor (P) dengan metoda Spektrofotometer

Kurva kalibrasi standar P dibuat dengan memipet 10 mL larutan standar fosfor 1000 mg/L, diencerkan dalam labu ukur 100 mL diperoleh konsentrasi 100 mg/L. Kemudian dipipet masing-masing (0, 2, 4, 6, 8, 10) mL ke dalam labu ukur 100 mL lalu ditambahkan 9 mL reagen pewarna, dikocok sampai homogen kemudian serapannya diukur dengan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 693 nm. Untuk penentuan kadar P dalam sampel dipipet 1 mL ekstrak A, kemudian tambahkan 9 mL reagen pewarna ke dalam setiap contoh, kocok sampai

homogen lalu diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 693 nm.

3.5.4 Penentuan Kandungan N- total

Ditimbang dengan teliti 0,5069 g sampel dan dimasukkan kedalam labu kjedahl, ditambahkan 5 mL H_2SO_4 pekat, dimasukkan kedalam labu kjedahl. Setelah itu didestruksi sampai keluar uap putih dan ekstrak jernih (sekitar 6 jam), kemudian dibiarkan sampai larutan dingin, setelah dingin hasil destruksi diencerkan dengan akuades sampai dengan 50 mL, dikocok sampai homogen. Ekstrak sampel kemudian dimasukkan kedalam labu didih 250 mL dan ditambahkan sedikit batu didih. Setelah itu ditambahkan NaOH 40% sebanyak 2,5 mL, kemudian dihubungkan dengan alat destilasi. Distilat yang dibebaskan ditampung dengan erlenmeyer 100 mL yang berisi 8,5 mL asam borat 4% dan tiga tetes indikator conway. Destilasi dihentikan apabila sudah tidak ada lagi destilat yang menetes kedalam erlenmeyer penampung dan tidak ada lagi gelembung yang terbentuk pada labu didih. Destilat dititrasi menggunakan HCl 0,1 N hingga warna merah muda, kemudian dicatat volume HCl pentiter untuk sampel dan blanko.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Tandan Kosong Kelapa Sawit

Tandan kosong kelapa sawit yang diambil dari nagari Rimbo karambia. Pariaman dengan kondisi segar berwarna kuning kecoklatan. Hasil analisa kandungan unsur hara sebelum dikomposkan seperti pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 kandungan unsur hara limbah sawit (TKKS) sebelum dikomposkan

Unsur hara	Kosentrasi (%)
Nitrogen	0,0028
Kalium	0,0524
Phosfor	0,0331

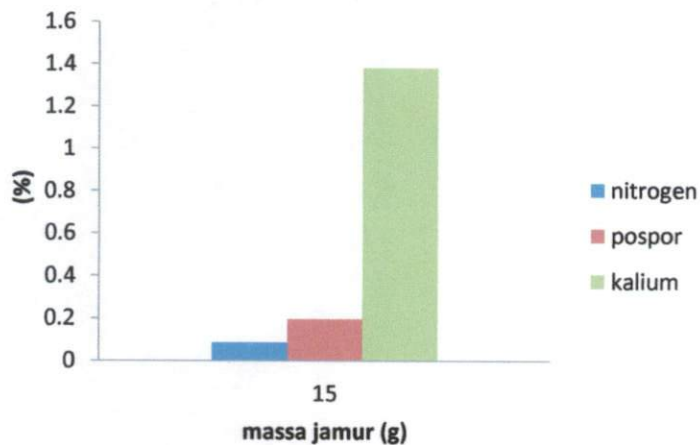
Setelah dilakukan pengomposan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dengan penambahan jamur *Trichoderma viride* dengan beberapa variasi massa pellet jamur maka didapatkan kompos yang sudah matang. Dimana warna kompos yang didapatkan yaitu berwarna kehitaman dan berbau tanah.

4.2 Pengamatan Kondisi Kompos

Hasil pengamatan pada hari terakhir yaitu pada hari ke 45 dapat dilihat dengan jelas bahwa tandan kosong kelapa sawit telah menjadi kompos. Hal ini dapat dilihat pada gambar dibawah, dimana sifat fisiknya berwarna agak gelap, bau seperti bau tanah dan rapuh/ remah. Gambar dibawah ini merupakan bentuk kompos dengan beberapa variasi penambahan massa jamur *Trichoderma viride*.

dibandingkan dengan kualitas pupuk kompos SNI-19-7030-2004 kandungan kalium ini lebih tinggi yaitu sekitar 1,182 %. Hal ini diakibatkan oleh proses penguraian bahan-bahan organik yang dibantu oleh jamur *Trichoderma Viride* dan juga disebabkan oleh kandungan Kalium yang tinggi didalam TKKS.

4.3.1 Kandungan NPK kompos yang dihasilkan



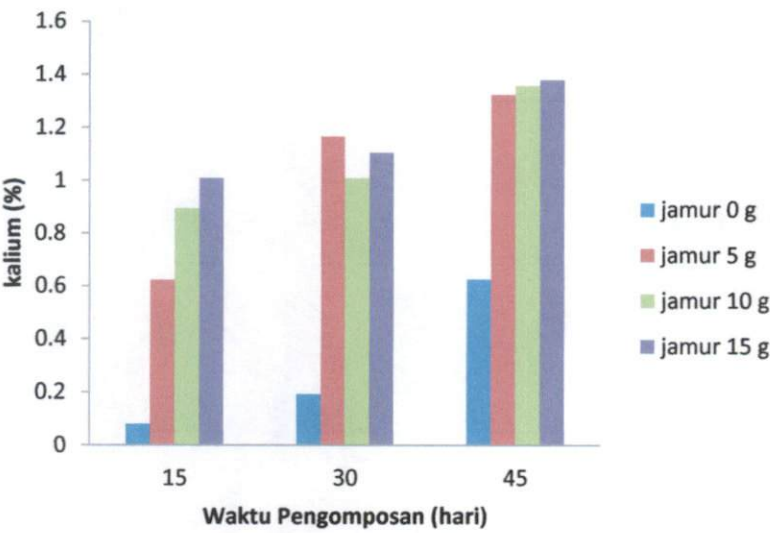
Gambar 4. Kandungan NPK pupuk kompos yang dihasilkan dengan penambahan pellet jamur 15 g selama 45 hari

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa kandungan NPK pada kompos yang dihasilkan dari proses pengomposan TKKS dengan penambahan jamur *Trichoderma viride* selama 45 hari telah memenuhi SNI 19-7030-2004 (lampiran 10).

Dimana seiring meningkatnya waktu pengomposan kandungan Posfor juga meningkat. Kandungan Posfor yang tertinggi terdapat pada kompos dengan berat penambahan pellet jamur sebesar 15 g pada waktu 45 hari dimana kandungan posfornya adalah sebesar 0,1972 %. Bila dibandingkan dengan SNI-19-7030-2004 (kandungan P = 0,1%) kadar posfor pada kompos yang dihasilkan oleh penambahan jamur *Trichoderma* ini telah memenuhi kualitas SNI.

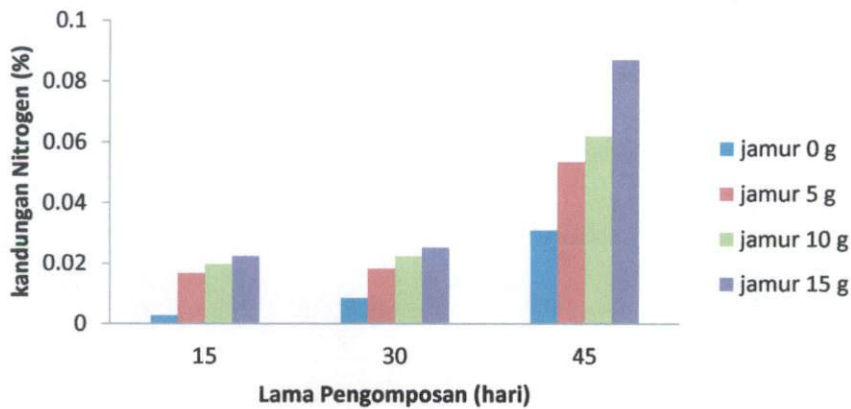
Unsur Kalium (K)

Kandungan kalium pada kompos yang dihasilkan dapat kita lihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 3. Kandungan kalium vs lama pengomposan

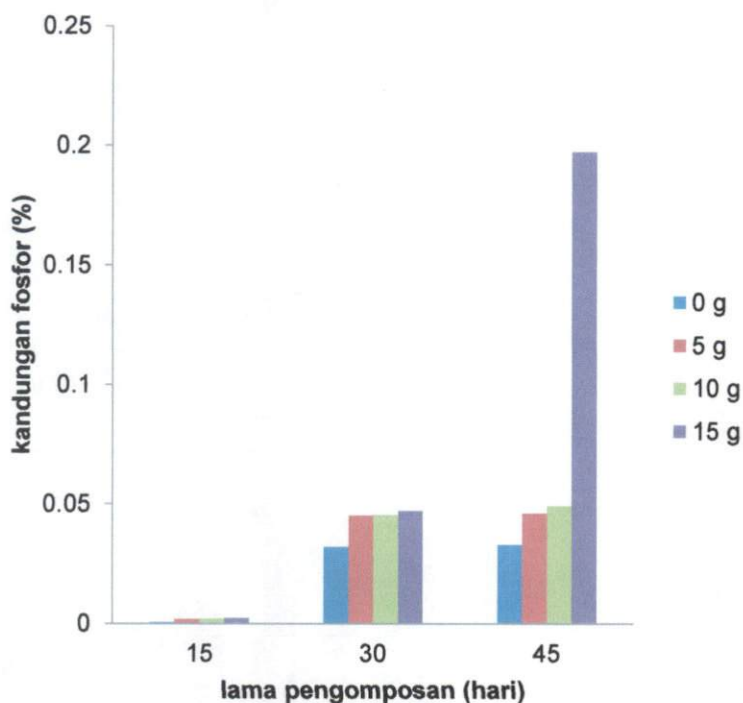
Kalium merupakan unsur hara makro yang sangat penting bagi tanaman dan menjadi perhatian ketiga setelah nitrogen dan fosfor. Pada proses dekomposisi tandan kosong kelapa sawit, kandungan unsur hara kalium yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan dengan kandungan nitrogen dan fosfor. Dimana kandungan kalium tertinggi terdapat pada kompos dengan massa penambahan jamur *Trichoderma viride* sebanyak 15 g pada waktu pengomposan 45 hari yaitu sebesar 1,382%. Bila



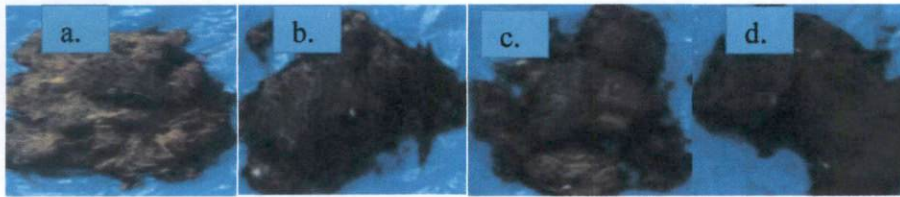
Gambar 1 :Kandungan nitrogen vs lama pengomposan

Unsur Fosfor (P)

Fosfor (P) merupakan unsur hara makro yang sangat penting bagi tanaman dan menjadi perhatian kedua setelah nitrogen. Dimana pada proses pengomposan TKKS yang berlangsung selama 45 hari dapat kita lihat kandungan posfor pada grafik berikut :



Gambar 2: Kandungan posphor vs lama pengomposan



Gambar 4.2 .a.kompos tanpa penambahan pelet *T.viride* b. Kompos dengan penambahan pelet *T.viride* 5 g c. Kompos dengan penambahan pelet *T.viride* 10 g d. Kompos dengan penambahan pelet *T.viride* 15 g

4.3 Kandungan Unsur Hara dalam Kompos

Kandungan unsur hara kompos yang dihasilkan dapat dibandingkan dengan syarat mutu kompos menurut SNI 19-7030-2004. Untuk bentuk fisik warna dan bau dari hasil kompos jika dibandingkan dengan SNI, memiliki syarat mutu yang sama yaitu warna coklat kehitaman dan berbau tanah.

Unsur Nitrogen (N-Total)

Grafik 1 menunjukkan kandungan unsur hara makro nitrogen pada berbagai waktu pengomposan, dimana konsentrasi kandungan tertinggi unsur hara makro nitrogen diperoleh pada pengomposan 45 hari dengan variasi berat pellet jamur *Trichoderma viride* 15 gr, yaitu sebesar 0,087 %. Pada grafik dapat kita lihat semakin besar massa pellet jamur yang ditambahkan, maka kandungan nitrogen juga semakin meningkat seiring dengan lamanya pengomposan. Dari hasil yang didapatkan bila dibandingkan dengan kadar nitrogen berdasarkan ketentuan kualitas Standar Nasional Indonesia (SNI 19-7030) yaitu sebesar 0,40 % . Hal ini disebabkan karena kandungan awal dari limbah sawit tersebut yang mengandung Nitrogen yang rendah.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan penambahan jamur *Trichoderma viride* pada proses pengomposan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) terhadap kandungan Nitrogen- total, Kalium dan fosfor dapat disimpulkan bahwa :

1. Penambahan jamur *Trichoderma viride* pada proses pengomposan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) telah terbukti mampu membantu mempercepat terjadinya proses pengomposan dan meningkatkan kandungan nitrogen-total sebesar 0,0842 %, kalium 1,3287 % dan fosfor 0,1639 % pada kompos yang dihasilkan.
2. Pupuk kompos yang diperoleh sudah memenuhi standar kualitas pupuk yang dikeluarkan oleh SNI-19-7030-2014 kecuali pada kandungan nitrogen total (N-total) dimana kualitas pupuk untuk kandungan nitrogen dibawah kualitas SNI.
3. Kandungan Nitrogen-total, Posphor dan Kalium tertinggi diperoleh dari penambahan pellet jamur *Trichoderma viride* sebanyak 15 g.

5.2 Saran

Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut dari penelitian ini yaitu mengaplikasikannya pada tanaman. Disini kita akan melihat bagaimana perbedaan pertumbuhan tanaman yang diberikan pupuk kompos dengan penambahan jamur *Trichoderma viride* dan yang tidak dilakukan penambahan jamur *Trichoderma viride*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Muhammad, P. *Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan Mikoriza Sebagai Media Tumbuh Anakan Gaharu (Aquilaria malaccensis Lamk). Skripsi. Pertanian. Universitas Sumatera Utara, Medan, 2010.*
2. Darnoko. Edy,S. Pabrik Kompos di Pabrik Sawit. *Tabloid Sinar Tani*. 9 Agustus 2006.
3. Direktorat Jendral Perkebunan. *Pedoman Pengelolaan Limbah Industri Kelapa Sawit*. Jakarta.2006.
4. Loebis, B.P.L., Tobing, J.F. *Pengendalian Air Limbah Pabrik Kelapa Sawit Secara Biologi. Buletin BPP Medan*. 14 : 59.1983.
5. Kone,D.H. "Eggs inactivation efficiency by faecal Sludge dewatering and co-composting in tropical climates, *Water Research*, 2007, no 19, vol 41, pp. 4397–4402.
6. Heba M.A.K., Elhan N. A., and Amal E. H, In vivo Evolution of Rock Phosphates Solubilizing Potensial in Composting, *Australian Journal of Basic and Aplied Science* , 2009, no 3,vol 4, 4601 4609.
7. Sukaryana, Y., Atmomarsono, U., Yunianto, V.D., Supriyatna, E., Bioconversion of Palm Kernel Cake and Rice Bran Mixtures by *Trichoderma viride* Toward Nutritional Contens, *International Journal of Science and Engginering*, 2010, no 1, vol 2, pp 27-32.
8. Satrosayono,S., *Budidaya Kelapa Sawit*. Agromedia Pustaka. Jakarta. 2003.
9. Lukman, S.T., *Pemanfaatan Tempurung Kelapa Sawit*. (<http://www.lipi.go.id/inforistek3>). Disadur tanggal 13 Januari 2008.
10. Ditjen perkebunan. *Peresmian Peremajaan Pertama Kebun Plasma Kelapa Sawit*, Sei Tapung, Drektorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian, *Propinsi Riau*, 2012.
11. Widiastuti, H., Panji, T., *Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sisa Jamur Merang (Volvariella Volvacea) (TKSJ) Sebagai Pupuk Organik Pada Pembibitan Kelapa Sawit, Menara Perkebunan*, 2007, 75(2): 70-79.

12. Sa'id, G.E., *Penanganan dan Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit*. Trubus Agriwidya. Semarang. 1996. hal. 1-40.
13. Goenadi, D., Away, H., Sukin, Y. *Teknologi Produksi Kompos Bioaktif Tandan Kosong Kelapa Sawit*. Teknis Bioteknologi Perkebunan Untuk Praktek. Unit Penelitian Bioteknologi Perkebunan. Bogor. 1998 hal. 1-4, 10-11.
14. Hotzapple, M.T., Cellulose, Hemicellulose, and lignin, in : Macrae, R., Robinson, R.K, Saddler, J.M., *Ensylopedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*, Academic Press London, 1993 pp 758-767, 2324-2334, 2731-2738
15. Samsuri, M., Konversi Bagas Menjadi Etanol Dengan Kombinasi Perlakuan Awal dan Enzim dalam Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serempak (SSF), *Disertasi*, Fakultas Teknik Kimia, Universitas Indonesia, Depok, 2008.
16. Sukarta, I.N., Adsorpsi Ion Cr^{3+} Oleh Serbuk Gergaji Kayu Albizia (*Albizzia Falcata*): Studi Pengembangan Bahan Alternatif Penjerap Limbah Logam Berat, *Sekolah Pascasarjana*, MIPA, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 2008
17. Oktaviani, D., Lignin Terlarut Asam Dan Delignifikasi Pada Tahap Awal Proses Pulping Alkali, *Skripsi*, Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, IPB, Bogor. 2009.
18. Judoamidjojo, R. M., Said E.G., dan Hartoto, L., Biokonversi. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 1989.
19. Badan Penelitian Kehutanan Indonesia. *Ensiklopedi Kehutanan Indonesia Edisi Pertama*. Departemen Kehutanan Badan Penelitian dan Kehutanan. Jakarta. 1997.
20. Fengel, D., Wegener G., *Kayu : Kimia, Ultrastruktur dan Reaksi*. Gadjah Mada Press University. Yogyakarta. 1995.

21. Achmadi, S.S., *Kimia Kayu*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Pusat Antar Universitas, Ilmu Hayat, Institut Pertanian Bogor, 1990.
22. Kirk R. E., Othmer D. F., *Encyclopedia of Chemical Technology*. The Interscience Encyclopedia, Inc., New York. 1952. Vol.8. Pp.327-338.
23. Alexopoulos, C.J. Mims, C.W. *Introductory Mycology*, Third Edition, , Inc.USA, 1979 pp 561.
24. Gandjar, I. S., Oetari, A.R., Santoso, A.I. *Pengenalan Kapang Tropik Umum*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta. 1999. hal. 120.
25. Gerrit, B., Marjo, F., Searle-van, L., Frank, M., Rombouts, and Fons, G.J.V., *Eur. J. Biochem*, 1985, no 84, vol 04, pp 146, 301-308.
26. Soepardi, G. *Sifat dan Ciri Tanah*. S.N, Bogor, 1979.
27. Taiwo, L.B., Oso, B.A., Influence of Composting Techniques on Microbial Succession, Temperature and pH in Composting Municipal Solid Waste, *African Journal of Biotechnology*, 2004, no 4, vol 3, pp 239-243.
28. Rynk, R. *On Farm Composting Handbook*. Northeast Regional Agricultural Engineering Service.. :Cooperative Extension Service. Ithaca, N, Y. A Classic in on Farm Composting . 1992. Pub No 54.
29. Sutedjo, M.M., Kartasapoetra, R.D.S., Sastroadmodjo. *Mikrobiologi Tanah*. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta. 1991. hal 447
30. Judika, M.S., Pengaruh Lama Waktu Pengomposan *Kiambang (Azoila pinnata)* Terhadap Kadar C-organik, N, P, K, *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Universitas Sumatra Utara. Medan. 2012
31. Yuwono, D., *Kompos*, Penebar Swadaya, Jakarta , 2007.
32. Isnaini, M., *Pertanian Organik : Untuk Keuntungan Ekonomi dan Kelestarian Bumi*, Kreasi Wacana , Yogyakarta .2006

Lampiran 1. Skema Kerja

Persiapan *Trichoderma viridae*

Biakan *Trichoderma viridae*

- 
- di ambil dari koleksi laboratorium jurusan Pertanian Unand
 - di inokulasikan secara zigzag pada medium PDA steril
 - dibiarkan tumbuh selama 5 hari

Stok biakan jamur

Pembuatan Pelet Misellium

Biakan jamur pada cawan petri

- 
- dituangkan media penumbuh spora pellet

Spora jamur yang tumbuh di permukaan media PDA

- 
- dimasukkan kembali ke media penumbuh spora pellet
 - diagitasi dengan shaker 120 rpm selama 4 hari

Pellet Misellium

Pengomposan

50 gr tandan kosong kering yang telah dicincang

- 
- dicampurkan dengan pellet jamur (0, 5, 10, 15) gr

Campuran

- 
- diaduk dan secara perlahan ditutup dengan plastik
 - suhu dijaga 30-40°C

Campuran suhu >40°C

- 
- dibuka penutupnya
 - campuran dibolak-balik
 - ditutup kembali
 - pengecekan suhu dilakukan setiap 8 jam

Kompos

destruksi

0,5 gr kompos

- dimasukkan ke dalam labu Kjedahl
- ditambahkan 5 mL HNO_3 pekat
- ditambahkan 0,5 mL H_2O_2

Campuran

- dibiarkan selama 30 menit
- dipanaskan pada *block digester* suhu 100°C
- suhu dinaikkan 200°C setelah uap kuning habis

Larutan jernih

- proses destruksi dihentikan
- dibiarkan sampai dingin
- diencerkan sampai volume tepat 50 mL
- dikocok sampai homogen
- disaring dengan kertas saring W-41

Ekstrak jernih (Ekastrak A)

- diencerkan 100 kali
- diukur dengan AAS

Kadar kalium (K)

Penentuan Fosfor (P) pada kompos yang dihasilkan

1 ml ekstrak A

- ditambahkan 9 mL reagen pewarna
- dikocok sampai homogen

Campuran homogen

- diukur dengan Spektrofotometer UV-Vis 693 nm

Absorban

- dibandingkan dengan kurva kalibrasi standar

Kadar Fosfor

Penentuan N-total dalam kompos yang dihasilkan

0,5 gr sampel



- dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl
- ditambahkan 5 mL H_2SO_4 pekat

Campuran



- didestruksi sampai keluar uap putih

Larutan jernih



- dibiarkan dingin

Hasil destruksi



- diencerkan dengan akuades sampai tepat volume 50 mL
- dikocok sampai homogen

Ekstrak jernih



- dimasukkan ke dalam labu didih 250 mL
- ditambahkan batu didih
- ditambahkan 2,5 mL NaOH 40%
- didestilasi sampai tidak ada lagi tetesan destilat ke Erlenmeyer dan gelembung yang terbentuk pada labu didih

Distilat



- ditampung dengan Erlenmeyer 100 mL yang berisi 8,5 mL asam borat 4 % dan 3 tetes indikator *conway*
- dititrasi dengan HCl 0,1 N hingga warna merah muda
- dicatat volume HCl yang terpakai

Kadar N-Total

Penentuan kadar air dengan metoda AOAC

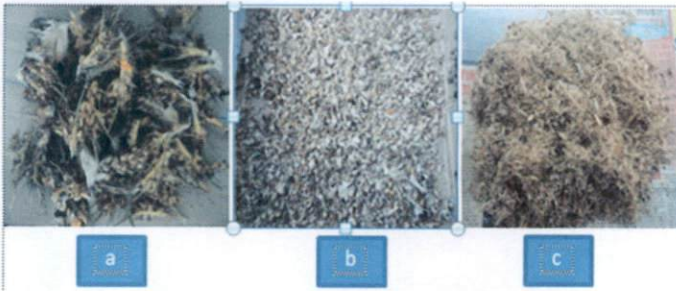
1 gr sampel



- ditimbang
- dimasukkan ke cawan yang telah diketahui beratnya
- dimasukkan ke Oven pada suhu 105°C selama 1 jam
- dikeluarkan dari oven
- dimasukkan kedalam desikator selama 10 menit
- ditimbang

% kadar air

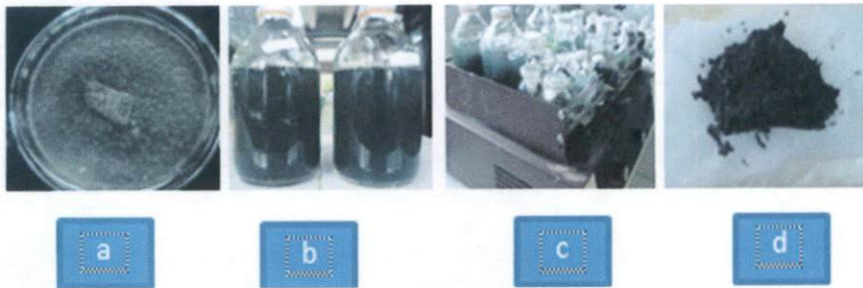
Lampiran 2. Gambar TKKS yang dikomposkan



Keterangan :

- a. TKKS segar
- b. TKKS yg telah dicacah
- c. TKKS yang telah diblender/dihaluskan

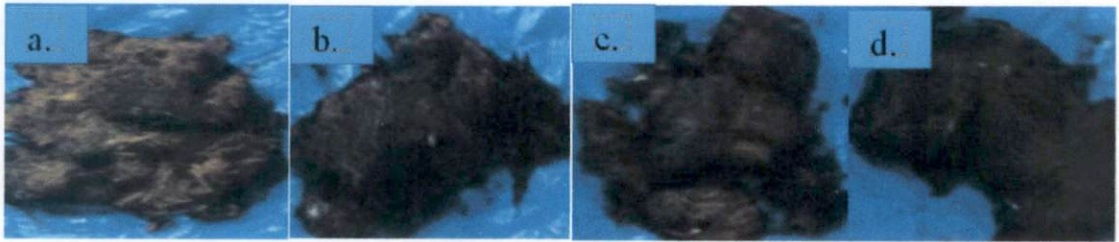
Lampiran 3. Biakan dan pelet Jamur *T.viride*



Keterangan :

- a. Biakan *T.viride* didalam medium PDA
- b. Biakan *T.viride* didalam medium pembuatan pelet
- c. Shaking Biakan *T.viride* didalam medium pembuatan pelet
- d. Pelet *T.viride*

Lampiran 4. kompos yang dihasilkan pada hari ke 45



Keterangan :

- a. Kompos tanpa penambahan jamur
- b. Kompos dengan penambahan jamur 5 g
- c. Kompos dengan penambahan jamur 10 g
- d. Kompos dengan penambahan jamur 15 g

Lampiran 5. Tabel kadar air dan faktor koreksi dengan variasi massa jamur dan lama pengomposan

Massa jamur (g)	Kadar Air/ lama pengomposan (%)				Faktor koreksi/ lama pengomposan			
	0	15	30	45	0	15	30	45
0	13,47	51,8	42,8	52	1,0013	1,0052	1,0043	1,0052
5		37,7	51	49,9		1,0038	1,0051	1,0050
10		47,7	49,7	44,4		1,0048	1,0050	1,0044
15		52,2	43,6	46,6		1,0052	1,0044	1,0047

Contoh perhitungan kadar air

$$\% \text{ Kadar air} = \frac{A - B}{A} \times 100 \%$$

$$\begin{aligned} \% \text{ kadar air} &= \frac{4,0121 - 3,4716}{4,0121} \times 100 \% \\ &= 13,47 \% \end{aligned}$$

Keterangan :

A = massa sampel awal (g)

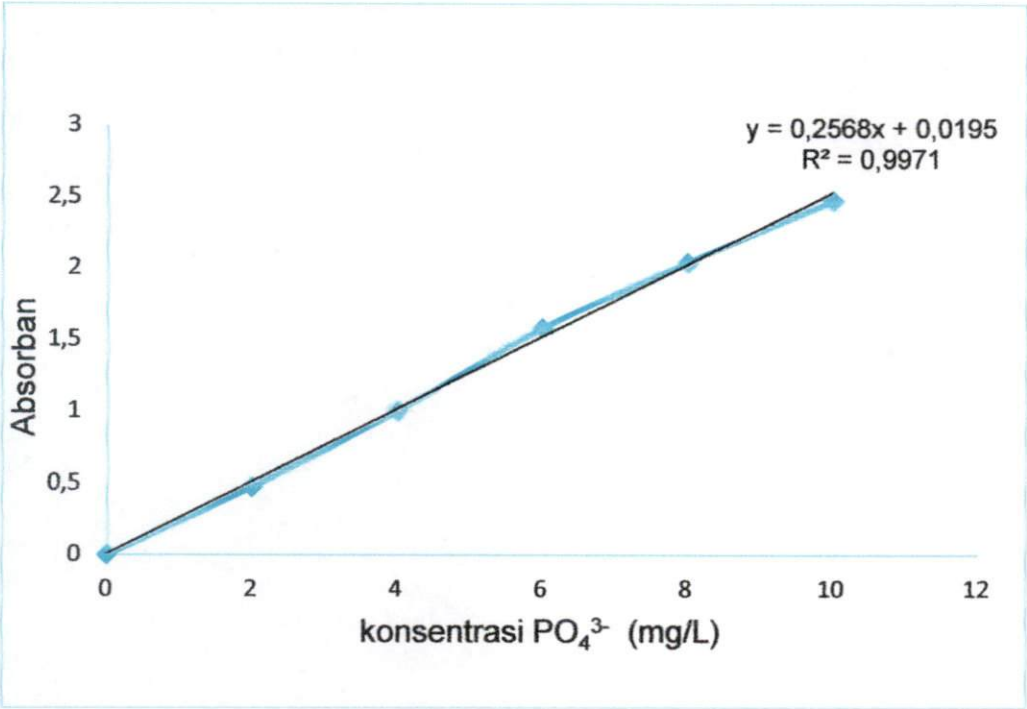
B = massa setelah dikeringkan (g)

Fp = faktor koreksi kadar air = $100 / (100 - \% \text{ kadar air})$

Lampiran 6. Pembuatan kurva kalibrasi standar Posphat

Tabel Nilai absorban masing-masing larutan standar Posphat

Konsetrasi larutan standar PO ₄ ³⁻ (mg/L)	Absorban
0	0,000
2	0,628
4	1,002
6	1,495
8	2,056
10	2,640



Gambar . Kurva kalibrasi standar fosfat

Lampiran 7. Hasil penentuan kadar fosfor pada variasi massa jamur dan lama pengomposan.

no	Massa jamur (g)	Kadar Pospbor /lama pengomposan			
		0	15	30	45
0	0	0,0001	0,0006	0,0321	0,0330
5	5		0,0020	0,0454	0,0460
10	10		0,0022	0,0452	0,0491
15	15		0,0024	0,0471	0,197

Contoh perhitungan persentase fosfor (P)

$$\% P = \text{konsentrasi fosfor} \times \frac{\text{Volume ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \times fp \times fk \times \frac{31}{95}$$

$$\begin{aligned} \% P &= \frac{6,0105 \text{ mg}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{50 \text{ mL}}{500 \text{ mg}} \times 100\% \times 1,0047 \times \frac{31}{95} \\ &= 0,197 \end{aligned}$$

Keterangan :

Konsentrasi fosfor = kadar sampel yang didapat dari kurva regresi hubungan antara kadar deret standar dengan pembacaannya setelah dikurangi blanko

fp = faktor pengenceran (bila ada)

fk = faktor koreksi kadar air = $100 / (100 - \% \text{ kadar air})$

31 = bobot atom P

95 = bobot molekul PO_4

lampiran 8. Hasil penentuan kadar kalium pada variasi massa jamur dan lama pengomposan.

no	Massa jamur (g)	Kadar Posphor /lama pengomposan			
		0	15	30	45
0	0	0,0523	0,0804	0,1930	0,6275
5	5		0,6275	1,1670	1,3260
10	10		0,8955	1,0100	1,3604
15	15		1,0098	1,1070	1,3819

Contoh perhitungan persentase kalium (K)

$$\% P = \text{konsentrasi kalium} \times \frac{\text{Volume ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \times f_p \times f_k$$

$$\begin{aligned} \% P &= \frac{1,3755 \text{ mg}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{50 \text{ mL}}{500 \text{ mg}} \times 100\% \times 1,0047 \times 100 \\ &= 1,3819 \end{aligned}$$

Lampiran 9. Hasil penentuan kadar nitrogen pada variasi massa jamur dan lama pengomposan.

no	Massa jamur (g)	Kadar Pospkor /lama pengomposan			
		0	15	30	45
0	0	0,0028	0,0028	0,0084	0,031
5	5		0,0168	0,0183	0,0535
10	10		0,0197	0,0225	0,0620
15	15		0,0225	0,0253	0,087

Contoh perhitungan persentase nitrogen (%):

B = 0,9 mL

B1 = 0,8 mL

$$\begin{aligned}
 \% \text{ N- total} &= (B \text{ mL} - B1 \text{ mL}) \times 0,01 \text{ N} \times 14 \text{ g/mol} \times \frac{1}{\text{mg contoh}} \times \text{fk} \times 100\% \\
 &= (4,0 - 0,9 \text{ mL}) \times 0,01 \text{ N} \times 14 \text{ g/mol} \times \frac{1}{500 \text{ mg}} \times 1,0047 \times \\
 &\quad 100\% \\
 &= 0,087
 \end{aligned}$$

Keterangan :

B mL = mL HCl untuk contoh,

B1 mL = mL HCl untuk blanko,

14 = bobot setara N,

Fk = faktor koreksi kadar air.

Lampiran 10. Standar National Indonesia (SNI) kompos SNI 19-7030-2004

Tabel I Standar kualitas kompos

No	Parameter	Satuan	Minim	Maks.	No	Parameter	Satuan	Minim.	Maksi.
1	Kadar Air	%	°C	50	17	Cobal (Co)	mg/kg	*	34
2	Temperatur			suhu air tanah	18	Chromium (Cr)	mg/kg	*	210
3	Wama			kehitaman	19	Tembaga (Cu)	mg/kg	*	100
4	Bau			berbau tanah	20	Mercuri (Hg)	mg/kg		0.8
5	Ukuran partikel	mm	0.55	25	21	Nikel (Ni)	mg/kg	*	62
6	Kemampuan ikat air	%	58		22	Timbal (Pb)	mg/kg	*	150
7	pH		6.80	7.49	23	Selenium (Se)	mg/kg	*	2
8	Bahan asing	%	*	1.5	24	Seng (Zn)	mg/kg	*	500
Unsur makro					Unsur lain				
9	Bahan organik	%	27	58	25	Calsium	%	*	25.50
10	Nitrogen	%	0.40		26	Magnesium (Mg)	%	*	0.60
11	Karbon	%	9.80	32	27	Besi (Fe)	%	*	2.00
12	Phosfor (P205)	%	0.10		28	Aluminium (Al)	%		2.20
13	C/N-rasio		10	20	29	Mangan (Mn)	%		0.10
14	Kalium (K2O)	%	0.20	*	Bakteri				
Unsur mikro					30	Fecal Coli	MPN/gr		1000
15	Arsen	mg/kg	*	13	31	Salmonella sp.	MPN/4 gr		3
16	Cadmium (Cd)	mg/kg	*	3					

Keterangan : * Nilainya lebih besar dari minimum atau Lebih kecil dari maksimum