EFEKTIFITAS JAMUR *Trichoderma harzianum* DAN MIKROBA KOTORAN SAPI PADA PENGOMPOSAN LIMBAH SLUDGE PABRIK KERTAS

Tugas Akhir II

Disajikan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Program Studi Kimia

oleh

HILDA CHALIMATUS S.C
4350406509

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2013

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir II dengan judul "Efektivitas Jamur *Trichoderma harzianum* dan Mikroba Kotoran Sapi Pada Pengomposan Limbah Sludge Pabrik Kertas" telah disetujui oleh dosen pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Tugas Akhir II Jurusan Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.

Semarang,7 Februari 2013

Pembimbing I	Pembimbing II
Dra. Latifah, M.Si	F Widhi Mahatmanti, S.Si, M.Si
NIP.19610171991022001	NIP. 196912171997022001

PENGESAHAN

Tugas Akhir II yang berjudul

Efektivitas Jamur *Trichoderma harzianum* dan Mikroba Kotoran Sapi Pada Proses Pengomposan Limbah Sludge Pabrik Kertas

Disusun oleh

Nama : Hilda Chalimatus Sa'diyah Chawasi

NIM : 4350406509

Telah dipertahankan dihadapan Sidang Panitia Ujian Tugas Akhir FMIPA Universitas Negeri Semarang pada tanggal 7 Februari 2013

Panitia:

Ketua	Sekretaris
Prof. Dr. Wiyanto, M.Si	Drs. Woro Sumarni, M.Si
NIP. 19631012198803	NIP. 196507231993032001

Ketua Penguji

Drs. Eko Budi Susatyo, M.Si
NIP.196511111990031003

Anggota Penguji/ Pembimbing Utama	Anggota Penguji/ Pembimbing Pendamping
Dra. Latifah, M.Si	F Widhi Mahatmanti, S.Si, M.Si
NIP. 19610171991022001	NIP. 196912171997022001

PERNYATAAN

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

Semarang, 7 Februari 2013

Hilda Chalimatus S.C
NIM 4350406509

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

" Sesungguhnya Allah tidak akan merubah nasib suatu kaum sebelum mereka merubah nasib mereka sendiri"

(Ar Ra'du : 11)

" Janganlah engkau berduka cita, sesungguhnya Allah bersama kita"

(At Taubah : 41)

" Sesungguhnya, setelah kesulitan, ada kemudahan"

(QS Al Insyirah : 6)

PERSEMBAHAN

Karya ini kujadikan sebagai

- *Sebagai wujud rasa syukur kepada Allah SWT, semoga Allah selalu mengokohkan hati ini pada jalanNya.*
- *Sebagai rasa bakti dan cintaku pada kedua orang tua (Ibu Alfiyah, Abah Chaeri serta Ayah Deden Suparjan, Bunda Wiwik Mei Watie) atas segenap doa dan perjuangannya untukku, semoga Allah SWT mengasihi mereka seperti mereka mengasihiku.*
- *Sebagai cintaku kepada saudara saudaraku (Mas Im, Mbak Nunung, Dhea, Fidhel, Citra, Selma dan Ane), teman temanku dan orang yang aku sayang semoga ridha Allah SWT selalu bersama mereka.*

KATA PENGANTAR

Segenap rasa syukur terpanjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan petunjukNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Bantuan dan dukungan dari berbagai pihak tentunya sangat mendukung terselesaikannya Tugas Akhir ini. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semaraang.
2. Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang.
3. Ibu Dra Latifah, M.Si. Dosen pembimbing I yang telah membimbing dan mengarahkan serta memotivasi penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai.
4. Ibu F. Widhi Mahatmanti, M.Si. Dosen pembimbing II atas arahannya serta motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Drs. Eko Budi Susatyo, M.Si. dosen penguji yang telah banyak memberikan masukan, arahan dan saran kepada penulis.
6. Seluruh keluarga besar Laboratorium Jurusan Kimia yang telah banyak membantu selama penulis melakukan penelitian.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas akhir

Harapan penulis, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan bagi ilmu pengetahuan.

Semarang, 2013

Penulis

ABSTRAK

Chalimatus SC, Hilda, 2012, Efektivitas Jamur *Trichoderma harzianum* dan Mikroba Kotoran Sapi pada Proses Pengomposan Limbah *Sludge* Pabrik Kertas . Tugas Akhir, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama : Dra. Latifah, M.Si, Pembimbing Pendamping : F Widhi Mahatmanti, S.Si, M.Si.

Pemanfaatan Jamur *Trichoderma harzianum* dan mikroba sapi pada proses pengomposan limbah *sludge* dari industri kertas berpotensi dalam meningkatkan kualitas tanah dan tidak mencemari lingkungan. Permasalahan penelitian ini yaitu berapakah pengurangan kadar selulosa pada limbah *sludge* setelah penambahan jamur *Trichoderma harzianum* dan mikroba sapi, komposisi kompos yang tepat dan kandungan nitrogen, phospor dan kalium yang dihasilkan. Tujuan penelitian mengetahui komposisi yang tepat untuk mengolah limbah *sludge* menjadi kompos dan kandungan nitrogen, phospor , dan kalium dari kompos. Metoda yang digunakan yaitu metode Chesson untuk uji kadar selulosa. Pembuatan bibit jamur dengan menggunakan media PDA (*Potato Dextrose Agar*) yang disuspensikan dengan limbah sludge selama 28 hari. Pengomposan limbah dilakukan dengan menggunakan 4 variasi yaitu A-1 tanpa aktivator jamur *Trichoderma harzianum*, A-2 dengan aktivator jamur *Trichoderma harzianum*, A-3 dengan aktivator mikroba kotoran sapi, dan A-4 dengan aktivator jamur dan mikroba kotoran sapi yang dikomposkan selama 30 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan selulosa, karbon, nitrogen, rasio C/N, phospor dan kalium setelah 30 hari pada kompos (A-1) tanpa jamur *Trichoderma harzianum* (13,78%, 60,30%, 0,65%, 93,1, 0,05%, 0,30%). Kompos (A-2) dengan adanya jamur *Trichoderma harzianum* (10,71%, 58,11%, 0,61%, 95,26, 0,06%, 0,30%). Kompos (A-3) dengan mokroba sapi (11,65%, 54,97%, 0,54%, 101,8, 0,25%, 0,99%). Kompos (A-4) campuran jamur *Trichoderma harzianum* dan mikroba kotoran sapi (10,12%, 51,97%, 0,51%, 92,70, 0,28%, 1,75%). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengomposan yang menggunakan aktivator jamur *Trichoderma harzianum* dan mikroba sapi mampu menurunkan kadar seslulosa sebesar 2,53% dan menghasilkan kandugan N,P,K sebesar 0,56%, 0,28%, dan 1,75%.

Kata Kunci : *Trichoderma harzianum*,mikroba kotoran sapi, *sludge*, kompos

ABSTRACK

Chalimatus SC, Hilda, 2012, *Trichoderma harzianum Fungus Effectiveness and microbes in the cow manure Composting Sewage Sludge plant paper*. Final Project II, Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, State University of Semarang. First Advisor: Dra. Latifah, M.Si, Advisor II : F Widhi Mahatmanti, S.Si, M.Si.

Trichoderma harzianum Fungus and utilization of microbial composting processes cattle at the waste sludge from paper industry potential in improving soil quality and does not pollute the environment. The research problem what is the reduction in the levels of cellulose in waste sludge fungus Trichoderma harzianum after addition and composition of compost microbes cows, and the content of nitrogen, potassium and phospor produced. The purpose of knowing the exact composition of the research for processing waste sludge into compost and the content of nitrogen, potassium, and phospor of compost. The methods used to test method Chesson cellulose content. The making of mushroom seeds by using media PDA (Potato Dextrose Agar) which suspended its waste sludge for 28 days. Composting of waste is done by using A variation of the 4-1 without the fungus Trichoderma harzianum activator, A-2 with a fungus Trichoderma harzianum activator, A-3 with Activator microbes cow dung, and A-4 with fungi and microbes Activator cow dung which is composted for 30 days. The results showed that the content of cellulose, carbon, nitrogen, C/N ratio, and potassium phospor after 30 days on a compost (A-1) Trichoderma harzianum fungus without (60,30 13,78%,%, 0.65%, 93,1, 0.05%, 0.30%). Compost (A-2) in the presence of the fungus Trichoderma harzianum (10,71%,%, 0,61% 58,11, 95,26, 0.06%, 0.30%). Compost (A-3) and mokroba (cow 11,65%,%, 0.54% 54,97, 101,8, 0.25%, 0.99%). Compost (A-4) mixture of Trichoderma harzianum fungus and microbe cow dung (10.12%, 51,97%, 0.51%, 92,70, 0.28%, 1.75%). The results of this study showed that the use of composting Activator fungus Trichoderma harzianum and microbes capable of lowering the levels of seslulosa cow of 2.53% and generates kandugan N, P, K of 0,56% 0.28% and 1.75%.

Keyword*: Trichoderma harzianum, sludge, cow microbes, compost*

DAFTAR ISI

Isi Halaman

HALAMAN JUDUL i

PERSETUJUAN PEMBIMBING ii

HALAMAN PENGESAHAN iii

PERNYATAAN iv

MOTTO DAN PERSEMBAHAN v

KATA PENGANTAR vi

ABSTRAK vii

ABSTRACK viii

DAFTAR ISI ix

DAFTAR TABEL xi

DAFTAR GAMBAR xii

DAFTAR LAMPIRAN xiii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1. Latar belakang 1

1.2. Perumusan masalah ……..... 3

1.3. Tujuan penelitian……..... 3

1.4. Manfaat penelitian……..... 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5

2.1. Limbah Sludge Pabrik Kertas ……..... 5

2.2. Jamur *Trichoderma harzianum*……..... 8

2.3. Mikroba Kotoran Sapi..... 12

2.4. Pengomposan Limbah……..... 13

BAB III METODE PENELITIAN..... 20

3.1. Lokasi Penelitian 20

3.2. Variabel Penelitian 20

3.3. Alat dan Bahan……..... 21

3.4. Cara kerja……..... 22

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 31

4.1. Perlakuan Awal Mengetahui Kadar Selulosa Limbah Sludge .31

4.2. Pembuatan Bibit Jamur *Trichoderma harzianum* …… 32

4.3. Proses Pengomposan Limbah *sludge* ……... 35

4.4. Kandungan Kimia Kompos Matang....…....…..... 39

BAB V PENUTUP 53

5.1.Simpulan 53

5.2.Saran 54

DAFTAR PUSTAKA 55

LAMPIRAN-LAMPIRAN…….. 59

DAFTAR TABEL

Tabel : Halaman

2.1 Data analisa potensi limbah sludge 6

2.2 Kandungan N,P,K pada mikroba kotoran Sapi 13

2.3. Persyaratan kompos matang 19

3.1. Variasi campuran untuk proses pengomposan 23

4.1. Hasil Pengamatan Fisik Kompos 38

4.2. Data Hasil Pengamatan pH Kompos Matang 40

4.3. Data Hasil Pengamatan Kadar Air Kompos Matang 42

4.4. Data Hasil Pengamatan C-organik Kompos Matang 43

4.5. Data Hasil Pengamatan Kadar Nitrogen (N) Kompos Matang 45

4.6. Data Hasil Pengamatan Rasio C/N Kompos Matang 47

4.7. Data Hasil Pengamatan Phospor (P) Kompos Matang 49

4.8 Data Hasil Pengamatan Kalium (K) Kompos Matang 50

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

2.1 Jamur *Trichoderma harzianum* 9

2.2 Mekanisme hidrolisis selulosa …… 11

2.3 Skema Proses Pengomposan Aerobik …… 15

4.1 Medium PDA (*Potato Dextrose Agar*)…… 33

4.2 Bibit Jamur *Trichiderma harzianum* .....……. 34

4.3 Diagram Batang Hasil Pengamatan Kadar Selulosa Kompos.. 36

4.4 Reaksi Penguraian Selulosa menjadi Glukosa..... 37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Halaman

1. Skema atau Prosedur kerja 59
2. Tabel Pengamatan 66
3. Foto-foto penelitian 74

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan limbah *sludge* sebagai kompos merupakan salah satu alternatif yang telah banyak dikembangkan oleh industri kertas. Kompos yang dihasilkan dari *sludge* telah terbukti berpotensi dalam meningkatkan kualitas tanah dan produktifitas tanaman, dan kompos juga tidak mencemari lingkungan sepanjang kondisi dan penggunaanya dilakukan secara proporsional. Pada proses pengomposan memerlukan waktu sekitar tiga bulan, sehingga memerlukan lahan luas untuk dapat mengomposkan *sludge* dalam jumlah besar secara kontinyu. Untuk itu perlu dikembangkan proses pengomposan *sludge* yang efektif dalam waktu yang lebih singkat.

Salah satu penyebab lamanya proses pengomposan limbah *sludge* industri kertas adalah banyaknya kandungan senyawa organik kompleks dalam limbah tersebut dan yang terbesar adalah selulosa, karena bahan dasar pembuatan kertas adalah serat kayu yang mengandung selulosa, sehingga diperlukan mikroorganisme spesifik yang berperan sebagai pendegradasi selulosa (Hogg, 2005). Mikroorganisme selulolitik memegang peranan penting dalam biosfir dengan mendaur-ulang selulosa (Leschine**,** 1995). Mikroorganisme jenis ini juga penting dalam beberapa proses fermentasi dalam industri, terutama dalam penghancuran limbah selulosa secara anaerob (Cailliez dkk**,** 1993). Mikroorganisme selulotik menghasilkan selulase. Selulase merupakan enzim yang dapat memutuskan ikatan glikosida β 1,4 di

dalam selulosa. Enzim ini terdiri dari tiga komponen yaitu selubiohirolase (CBH), endoglukanase, β-glukosidase yang bekerja secara sinergis memecah selulosa. Mikro-organisme yang mampu menghasilkan ketiga komponen selulase tersebut adalah jamur Trichoderma. Jamur dari genus Trichoderma ini banyak tersebar luas di alam. Genus ini dikenal sebagai penghasil enzim hidrolitik, selulase, pektinase, dan xilanase yang mampu mendegradasi polisakarida kompleks seperti selulosa, pektin, hemiselulosa, dan xilan. Sudah banyak dari jamur genus ini digunakan untuk kepentingan industri dan pertanian, diantaranya adalah jamur *Trichoderma harzianum* yang merupakan jamur selulotik yang mampu mensekresi selulase dan hemiselulase yang cukup besar. Penggunaan jamur *Trichoderma harzianum* sebagai penghasil enzim selulase sangat menguntungkan karena selain mudah dibiakkan jamur ini mempunyai kecepatan tumbuh yang tinggi dan mudah dikontrol pertumbuhannya (Selby, 1988).

Jamur *Trichoderma harzianum* berperan sebagai dekomposer dalam proses pengomposan untuk mengurai bahan organik seperti selulosa menjadi senyawa glukosa. Keunggulan dalam penggunaan jamur Trichoderma harzianum adalah selain jamur ini bisa menghasilkan enzim yang dapat memecah selulosa menjadi glukosa, jamur ini juga dapat digunakan sebagai biofungisida yang ramah lingkungan karena tidak menimbulkan pencemaran atau berdampak negatif pada lingkungan melainkan dapat mengembalikan keseimbangan alamiah dan kesuburan tanah (Soesanto, 2004).

Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan pupuk kompos dari limbah *sludge* dengan menggunakan jamur *Trichoderma harzianum* dan mikroba kotoran sapi. untuk mengurangi kadar selulosa pada kompos limbah *sludge* pabrik kertas.

1.2 Perumusan Masalah

Dari uraian dalam latar belakang di atas maka muncul permasalahan sebagai berikut:

1. Berapakah pengurangan kadar selulosa pada limbah *sludge* pabrik kertas setelah penambahan jamur *Thrichoderma harzianum*?
2. Berapakah pengurangan kadar selulosa pada limbah *sludge* pabrik kertas setelah penambahan mikroba kotoran sapi?
3. Berapakah komposisi yang tepat untuk mengolah limbah *sludge* menjadi kompos?
4. Berapakah kandungan Nitrogen, Phosfor, dan Kalium dari pupuk kompos limbah *sludge*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk:

1. Mengetahui pengurangan kadar selulosa pada limbah *sludge* pabrik kertas setelah penambahan jamur *Thrichoderma harzianum*.
2. Mengetahui pengurangan kadar selulosa pada limbah *sludge* pabrik kertas setelah penambahan mikroba sapi.
3. Mengetahui cara pembuatan kompos dari limbah *sludge*.

4. Mengetahui kandungan unsur Nitrogen, Phosfor, dan Kalium dari kompos limbah *sludge.*

1.4 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat:

1. Menjadi informasi mengenai kemampuan jamur Tr*ichoderma harzianum* dalam mengurangi kadar selulosa pada limbah *sludge* pabrik kertas.
2. Mengetahui pengaruh penambahan jamur *Trichoderma harzianum* dalam proses pengomposan limbah *Sludge*
3. Menjadi bahan-bahan penelitian lebih lanjut mengenai aplikasinya untuk penggunaannya terhadap tanaman.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah *Sludge* Pabrik Kertas

Industri kertas menghasilkan beberapa jenis limbah padat antara lain *sludge, biosludge,* dan *pith.* Di antara limbah padat tersebut, *sludge* merupakan limbah dengan volume terbesar. Semakin meningkatnya kebutuhan kertas, semakin tinggi pula limbah *sludge* yang dihasilkan. Karakteristik *sludge* industri kertas antara lain lembek, strukturnya lunak seperti bubur, berwarna abu-abu keruh atau kehitaman, dan berbau tidak sedap. Seperti halnya limbah agroindustri lainnya, *sludge* merupakan limbah dengan kandungan senyawa karbon yang sangat tinggi. Limbah padat pabrik kertas juga mengandung unsur-unsur lain yaitu kalium, kalsium, magnesium, besi, dan sulfida yang merupakan hara untuk tanaman. Berdasarkan aspek nutrisi tanaman, aplikasi kompos *sludge* memperbaiki medium tumbuh karena kompos merupakan sumber hara makro dan mikro bagi tanaman (Widyati, 2006).

Sludge merupakan limbah padat pabrik kertas yang terdiri dari padatan 90% dan air 10% yang didapat dari proses pengendapan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Selain itu limbah padat kertas juga menghasilkan *sludge* sekunder yang merupakan hasil sampingan dari pengendapan air (*biological aeration*) limbah yakni dengan penambahan mikroorganisme untuk menetralisir bahan kimia yang terkandung pada air

limbah sebelum dialirkan, *sludge* sekunder tersusun dari bahan baku pulp yang mengandung mikroorganisme sebagai efek dari *biological aeration*, limbah padat kertas juga menghasilkan *pith* yang berupa bahan dari proses *depething plant* yaitu pemisahan secara mekanik bahan baku pulp yaitu bahan serat dan bahan bukan serat (Hastutik dkk., 2006).

Hasil analisa potensi limbah *sludge* pabrik kertas dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. 1. Data analisa potensi limbah sludge

Parameter	Satuan	Hasil uji
Ph	-	7,2 – 7,3
Selulosa	%	60,3
Karbon total	%	24,15 – 28,49
Nitrogen	%	0,24 – 0,31
Posfor	%	0,05 – 0,65
Kalium	%	0,17 – 0,77

(Rina . 2008).

Limbah *sludge* IPAL industri kertas memiliki sifat fisik yang terdiri atas partikel-partikel halus dan mengandung kadar air yang cukup tinggi. Selain itu, juga memiliki bahan organik yang cukup tinggi, dengan nilai rata - rata 32% (ECDG,2001). Komposisi bahan organik yang terkandung didalamnya terdiri atas serat selulosa 59%-72%, lignin 6-16% dan hemiselulosa 7-10% (Sosulski, 1993).

Menurut Supriyanto (2001) secara umum dapat dikatakan bahwa *sludge* merupakan limbah yang mengandung mikroorganisme yang bekerja untuk mengurai komponen organik dalam sistem pengolahan air limbah. *Sludge* akan selalu diproduksi sebagai hasil dari pertumbuhan bakteri/ mikroorganisme pengurai selama proses berlangsung. Jumlah *sludge* akan selalu meningkat sejalan dengan peningkatan beban cemaran yang terolah.

Supriyanto (2001) juga menjelaskan kandungan utama dari *sludge* adalah *pulp* dan $CaCO_3$. *Pulp* adalah serat selulosa yang dihasilkan dari proses penghilangan lignin pada tanaman tertentu. Serat selulosa adalah bahan organik yang dapat mempengaruhi sifat-sifat tanah. Sifat fisika tanah yang dapat diperbaiki antara lain kapasitas untuk menahan air dan merubah warna tanah menjadi coklat-kehitaman sehingga dapat menaikkan temperatur tanah. Sedangkan untuk sifat kimia tanah antara lain dapat menaikan daya absorpsi dan kemampuan pertukaran kation, meningkatkan jumlah kation yang dipertukarkan, dan mengikat mineral N, P, S serta mencegah terjadinya pelepasan mineral tersebut. Untuk sifat biologi tanah antara lain meningkatkan jumlah dan aktivitas metabolisme organisme tanah yang berperan dalam proses dekomposisi bahan organik. Karena sifat-sifat *sludge* industri kertas tersebut maka diharapkan aplikasi penambahan *sludge* dari industri kertas dapat dimanfaatkan dalam pembuatan kompos.

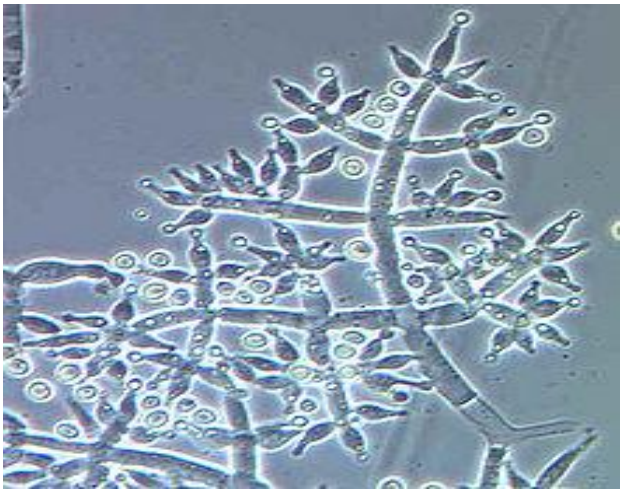
2.2 Jamur *Trichoderma harzianum*

Trichoderma merupakan sejenis fungi yang termasuk kelas ascomycetes. *Trichoderma* memiliki aktivitas antifungal. Di alam, *Trichoderma* banyak ditemukan di tanah hutan maupun tanah pertanian atau pada substrat berkayu.

1. Kondisi optimum

Suhu optimum untuk tumbuhnya *Trichoderma* berbeda-beda setiap spesiesnya. Ada beberapa spesies yang dapat tumbuh pada temperatur rendah ada pula yang tumbuh pada temperatur cukup tinggi,kisarannya sekitar 7 °C – 41 °C. *Trichoderma* yang dikultur dapat bertumbuh cepat pada suhu 25-30 °C, namun pada suhu 35 °C cendawan ini tidak dapat tumbuh. Perbedaan suhu memengaruhi produksi beberapa enzim seperti karboksimetilselulase dan xilanase.

Kemampuan merespon kondisi pH dan kandungan CO_2 juga bervariasi. Namun secara umum apabila kandungan CO_2 meningkat maka kondisi pH untuk pertumbuhan akan bergeser menjadi semakin basa. Di udara, pH optimum bagi *Trichoderma* berkisar antara 3-7. Faktor lain yang memengaruhi pertumbuhan *Trichoderma* adalah kelembaban, sedangkan kandungan garam tidak terlalu memengaruhi *Trichoderma*. Penambahan HCO_3^- dapat menghambat mekanisme kerja *Trichoderma.* Dibawah ini adalah gambar hifa jamur *Tricoderma harzianum* yaitu sebagai berikut:



Gambar 1. Jamur *Trichoderma harzianum* (wikipedia. com)

2. Karakteristik

Pada *Trichoderma* yang dikultur, Morfologi koloninya bergantung pada media tempat bertumbuh. Pada media yang nutrisinya terbatas, koloni tampak transparan, sedangkan pada media yang nutrisinya lebih banyak, koloni dapat terlihat lebih putih. Konidia dapat terbentuk dalam satu minggu, warnanya dapat kuning, hijau atau putih. Pada beberapa spesies dapat diproduksi semacam bau seperti permen atau kacang. (www.wikipedia.co.id).

3. Mekanisme Enzim

Menurut Gong dan Tsao (1979), enzim β-glukosidase merupakan enzim terpenting dalam hidrolisis selulosa, karena kedua enzim selulosa lainnya yaitu ekso dan glukoindonase dapat dihambat oleh selobiosa. Selain itu enzim ini juga penting dalam regulasi induksi selulase. Secara *in-vivo* hidrolisis dari selobiosa eksogenous menjadi glukosa berfungsi mengatur tingkat glukosa dan selobiosa intraseluler sehingga dapat mempengaruhi biosintesis selulase melalui mekanisme induksi-represi.

Mekanisme selulosa secara enzimatis dapat dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap aktifitas oleh enzim C_1 (selobiohidrolase) dan dilanjutkan dengan tahap hidrolase oleh enzim C_x (endoglukonase) dan β-glukosidase (Reese dkk, 1950)

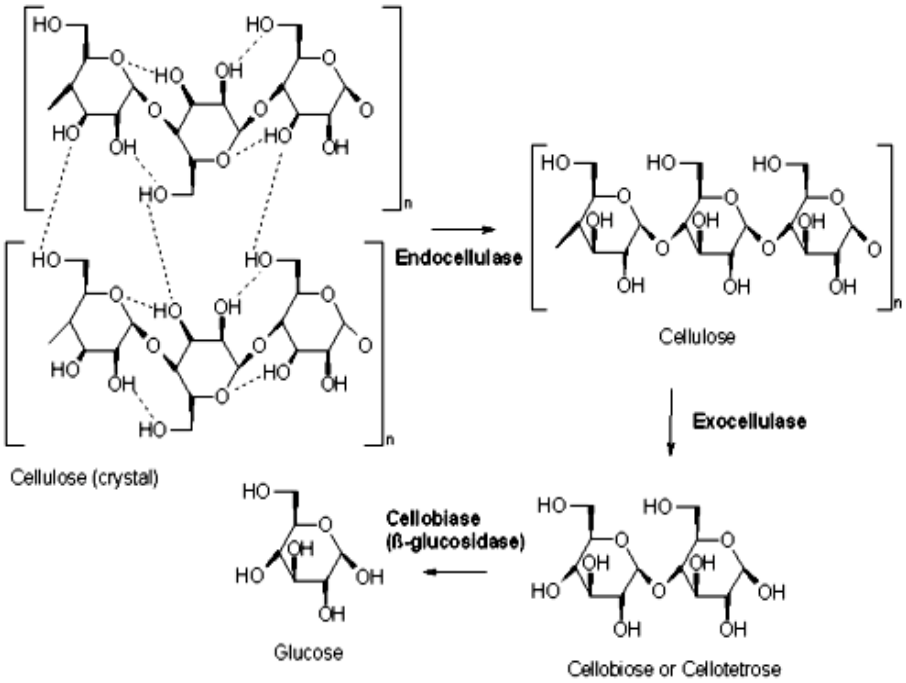
$$\text{Selulosa} \xrightarrow{C_1} \text{selulosa reaktif} \xrightarrow{C_x} \text{selobiosa} \xrightarrow{\beta\text{-glukosidase}} \text{glukosa}$$

Gambar. Mekanisme hidrolisa selulosa secara enzimatis (Reese dkk, 1950)

Enzim yang dapat menghirolisis ikatan β(1-4) pada selulosa adalah selulase. Hidrolisis enzimatik yang sempurna memerlukan aksi sinergis dari tiga tipe enzim ini, yaitu :

- Endo-1,4-β-D-glucanase (endoselulase, carboxymethylcellulase atau CMCase), yang mengurai polimer selulosa secara random pada ikatan internal α-1,4-glikosida untuk menghasilkan oligodekstrin dengan panjang rantai yang bervariasi (Ikram dkk, 2005).
- Exo-1,4-β-D-glucanase (cellobiohydrolase), yang mengurai selulosa dari ujung pereduksi dan non pereduksi untuk menghasilkan selobiosa dan/atau glukosa (Ikram dkk, 2005).
- β–glucosidase (cellobiase), yang mengurai selobiosa untuk menghasilkan glukosa (Ikram dkk, 2005).

Mekanisme hidrolisis selulosa oleh enzim selulase dapat dilihat dalam gambar berikut:



Gambar 2. Mekanisme hidrolisis selulosa (Chapin dkk. 2002)

Seperti yang dijelaskan di atas, selulosa dapat dihidrolisis menjadi glukosa dengan menggunakan asam atau enzim. Hidrolisis menggunakan asam biasanya dilakukan pada temperatur tinggi. Proses ini relatif mahal karena kebutuhan energi yang cukup tinggi. Baru pada tahun 1980-an, mulai dikembangkan hidrolisis selulosa dengan menggunakan enzim selulase (Gokhan dkk, 2002).

Selulosa diproduksi oleh fungi, bakteri dan tumbuhan. Produksi komersial selulase pada umumnya menggunakan fungi atau bakteri yang telah diisolasi. Meskipun banyak mikroorganisme yang dapat mendegradasi selulosa, hanya beberapa mikroorganisme yang memproduksi selulase

dalam jumlah yang signifikan yang mampu menghidrolisa kristal selulosa secara *invitro*. Fungi adalah mikroorganisme utama yang dapat memproduksi selulase, meskipun beberapa bakteri dan *actinomycetes* telah dilaporkan juga menghasilkan aktivitas selulase. Trichoderma adalah penghasil selulase dan *crude enzyme* secara komersial Fungi-fungi tersebut sangat efisien dalam memproduksi selulase (Ikram dkk, 2005).

2.3 Mikroba Kotoran Sapi

Seekor sapi mampu menghasilkan kotoran padat sebesar 23,4 kg/hari. (Setiawan, 2002). Kotoran sapi yang baru dihasilkan tidak dapat langsung dapat dijadikan pupuk, tetapi harus mengalami proses pengomposan terlebih dahulu.(Prihandhini dkk, 2007). Beberapa alasan mengapa kotoran sapi tidak dapat langsung digunakan sebagai pupuk adalah sebagai berikut:

1. Bila tanah mengandung cukup udara dan air, penguraian bahan organik berlangsung secara cepat sehingga dapat mengganggu pertumbuhan tanaman.
2. Pengurain bahan segar sedikit sekali memasok humus dan unsur hara kedalam tanah.
3. Struktur bahan organik segar sangat kasar dan daya ikatnya terhadap air sangat kecil, sehingga bila langsung dibenamkan akan mengakibatkan tanah menjadi sangat remah.

4. Kotoran sapi tidak selalu tersedia pada saat diperlukan, sehingga pembuatan kompos adalah cara penyimpanan bahan organik sebelum digunakan sebagai pupuk.

Kandungan nitrogen (N), phospor (P), dan Kalium (K) dalam kotoran sapi potong tertera pada tabel 2.2 dibawah ini:

Tabel 2.2. Kandungan N, P, dan K pada kotoran sapi potong

Bobot badan (kg)	N(%)	P(%)	K(%)
277	28,1	9,1	20,0
340	42,2	13,6	30,0
454	56,2	18,2	39,9
567	70,3	22,7	49,9

Sumber: Pusat penelitian dan pengembangan peternakan. (Prihandhini dkk, 2002).

2.4 Pengomposan Limbah

Kompos adalah hasil penguraian parsial/tidak lengkap dari campuran bahan-bahan organik yang dapat dipercepat secara artifisial oleh populasi berbagai macam mikroba dalam kondisi lingkungan yang hangat, lembab, dan aerobik atau anaerobik. Sedangkan pengomposan adalah proses dimana bahan organik mengalami penguraian secara biologis, khususnya oleh mikroba-mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi. Membuat kompos adalah mengatur dan mengontrol proses alami tersebut agar kompos dapat terbentuk lebih cepat. Proses ini meliputi membuat

campuran bahan yang seimbang, pemberian air yang cukup, mengaturan aerasi, dan penambahan aktivator pengomposan.

a. Manfaat Kompos

1. Meningkatkan kesuburan tanah.
2. Memperbaiki struktur dan karakteristik tanah.
3. Meningkatkan kapasitas penyerapan air oleh tanah.
4. Meningkatkan aktivitas mikroba tanah.
5. Meningkatkan kualitas hasil panen (rasa, nilai gizi, dan jumlah panen).
6. Menyediakan hormon dan vitamin bagi tanaman.
7. Menekan pertumbuhan/serangan penyakit tanaman.
8. Meningkatkan retensi/ketersediaan hara di dalam tanah. (Gaur, 1980)

b. Proses Pengomposan

Proses pengomposan akan segera berlansung setelah bahan-bahan mentah dicampur. Proses pengomposan secara sederhana dapat dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap aktif dan tahap pematangan. Selama tahap-tahap awal proses, oksigen dan senyawa-senyawa yang mudah terdegradasi akan segera dimanfaatkan oleh mikroba mesofilik. Suhu tumpukan kompos akan meningkat dengan cepat. Demikian pula akan diikuti dengan peningkatan pH kompos. Suhu akan meningkat hingga di atas 50° - 70° C. Suhu akan tetap tinggi selama waktu tertentu. Mikroba yang aktif pada kondisi ini adalah mikroba Termofilik, yaitu mikroba yang aktif pada suhu tinggi. Pada saat ini terjadi dekomposisi/penguraian bahan organik yang sangat aktif. Mikroba-mikroba di dalam kompos dengan menggunakan

oksigen akan menguraikan bahan organik menjadi CO_2, uap air dan panas. Setelah sebagian besar bahan telah terurai, maka suhu akan berangsur-angsur mengalami penurunan. Pada saat ini terjadi pematangan kompos tingkat lanjut, yaitu pembentukan komplek liat humus. Selama proses pengomposan akan terjadi penyusutan volume maupun biomassa bahan. Pengurangan ini dapat mencapai 30 – 40% dari volume/bobot awal bahan.

Dibawah ini adalah skema proses pengomposan aerobik:

Gambar 3. Skema Proses Pengomposan Aerobik (isroi dan widiastuti. 2005)

c. Faktor-faktor yang memperngaruhi proses pengomposan antara lain:

1. **Rasio C/N** Rasio C/N yang efektif untuk proses pengomposan berkisar antara 30: 1 hingga 40:1. Mikroba memecah senyawa C sebagai sumber energi dan menggunakan N untuk sintesis protein. Pada rasio C/N di antara 30 s/d 40 mikroba mendapatkan cukup C untuk energi dan N untuk sintesis protein. Apabila rasio C/N terlalu tinggi, mikroba akan

kekurangan N untuk sintesis protein sehingga dekomposisi berjalan lambat. Umumnya, masalah utama pengomposan adalah pada rasio C/N yang tinggi, terutama jika bahan utamanya adalah bahan yang mengandung kadar kayu tinggi (sisa gergajian kayu, ranting, ampas tebu, dan sebagainya). Untuk menurunkan rasio C/N diperlukan perlakuan khusus, misalnya menambahkan mikroorganisme selulotik atau dengan menambahkan kotoran hewan karena kotoran hewan mengandung banyak senyawa nitrogen.

2. **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 % 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.
3. **Temperatur/suhu** faktor temperature sangat berpengaruh terhadap proses pengomposan karena berhubungan dengan jenis mikroorganisme yang terlibat. Temperatur optimum bagi pengomposan adalah 40 – 60°C dengan suhu maksimum mencapai 75°C. jika suhu pengomposan

mencapai 40°C, aktivitas mikroorganisme termofil. Jika suhu mencapai 60°C, fungi akan berhenti bekerja dan proses perombakan dilanjutkan oleh aktinomisetes serta strain bakteri pembentuk spora (spore forming bacteria) (Simamora dan salundink, 2008). Ada hubungan langsung antara peningkatan temperatur dengan konsumsi oksigen. Semakin tinggi temperatur akan semakin banyak konsumsi oksigen dan akan semakin cepat pula proses dekomposisi (Isroi dan widiastuti, 2005).

4. **pH** Proses pengomposan dapat terjadi pada kisaran pH yang lebar. pH yang optimum untuk proses pengomposan berkisar antara 6.5 sampai 7.5. pH kotoran ternak umumnya berkisar antara 6.8 hingga 7.4. Proses pengomposan sendiri akan menyebabkan perubahan pada bahan organik dan pH bahan itu sendiri. pH kompos yang sudah matang biasanya mendekati netral. Pengontrolan pH proses pengomposan akan menyebabkan perubahan pada bahan organik dan pH bahan itu sendiri. pH kompos yang sudah matang biasanya mendekati netral (Isroi dan Widiastuti 2005).Jika bahan yang dikomposkan terlalu asam, pH dapat dinaikkan dengancara menambahkan kapur. Sebaliknya, jika nilai pH tinggi (basa) bisa diturunkan dengan bahan yang bereaksi asam (mengandung Nitrogen) seperti urea atau kotoran hewan (Simamora dan salundink, 2008).
5. **Kandungan Hara** Kandungan P dan K juga penting dalam proses pengomposan dan bisanya terdapat di dalam kompos-kompos dari

peternakan. Hara ini akan dimanfaatkan oleh mikroba selama proses pengomposan.

6. **Lama pengomposan** Lama waktu pengomposan tergantung pada karakteristik bahan yang dikomposkan, metode pengomposan yang dipergunakan dan dengan atau tanpa penambahan aktivator pengomposan. Secara alami pengomposan akan berlangsung dalam waktu beberapa minggu sampai 2 tahun hingga kompos benar-benar matang. (Ryak, 1992)
7. **Standar pematangan kompos** kematangan kompos sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor selama pengomposan**.** Setelah selesai pengomposan, semua bahan baku mengalami perubahan warna menjadi coklat kehitaman. Hal ini terjadi karena penambahan mikroorganisme dapat mempercepat pematangan kompos sehingga mencapai warna kematangan kompos yang lebih cepat pula dibandingkan dengan warna kematangan kompos dari sampel lain. Kematangan kompos dikatakan tercapai bila warnanya telah menjadi coklat kehitaman (Indriani, 2000). Kematangan kompos dapat dilihat dari kandungan karbon dan nitrogen melalui rasio C/Nnya. Prinsip pengomposan adalah menurunkan rasio C/N bahan organik hingga sama dengan C/N tanah yaitu 10 - 12. Kompos yang memilikirasio C/N mendekati rasio C/N tanah lebih dianjurkan untuk digunakan (Indriani, 2002).

Tabel 2.3. Persyaratan kompos matang

Parameter	Satuan	SNI
pH	-	6,80-7,49
Karbon C	%	9,8-32
Nitrogen N	%	0,4
C/N	-	10-20
P sebagai P_2O_5	%	0,1
K sebagai K_2O	%	0,2
Selulosa	meq/100 g	-

SNI 19-7030-2004. Spesifikasi kompos

BAB III

METODE PENELITIAN

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada untuk menguji pengurangan kadar selulosa, Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia dan Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Universitas Negeri Semarang untuk mengembangbiakan jamur *Trichoderma harzianum*, dan Rumah Kompos Universitas Negeri Semarang untuk pembuatan kompos.

3.3 Variabel Penelitian

1. Variabel Terikat

Dalam penelitian ini, variabel terikat adalah uji kadar selulosa limbah sludge, uji kematangan kompos yaitu nitrogen, phospor dan kalium

2. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah yang nilainya divariasi. penelitian ini sebagai variasi bebasnya adalah variasi dalam penggunaan jamur *Trichoderma harzianum* dan mikroba kotoran sapi pada proses pembuatan kompos.

3. Variabel Terkendali

Variabel terkendali dalam penelitian ini adalah pH kompos, kelembaban kompos, temperatur kompos.

3.4 Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan kompos limbah *sludge*

a. Bak pengomposan
b. Neraca
c. Plastik
d. Thermometer

alat yang digunakan untuk menentukan pH, C, N, dan K

a. Neraca analitik
b. Botol timbang
c. Desikator
d. Oven
e. Penangas listrik
f. Unit Destilator
g. Labu Kjeldahl
h. Buret
i. Erlemeyer volume 100 ml
j. Labu takar volume 50 ml dan 100 ml
k. Tabung kimia volume 20 ml
l. Vortex Mixer
m. Pipet volume 1 ml
n. Pipet ukur volume 5 ml dan 10 ml merck Pyrex
o. Spektrophotometer Visible
p. Spektrometer Serapan Atom
q. Flamefotometer
r. pH meter

2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan bibit jamur *Trichoderma harzianum* dan kompos *sludge*

a. *Trichoderma harzianum*
b. Kotoran sapi
c. Dedak
d. Serbuk kayu (*Brown fiber*)
e. Pupuk Urea
f. PDA *(Potato Dextrose Agar)*

Bahan yang digunakan untuk menentukan pH, C, N, P, dan K

a. Asam Borat 1%
b. Aquades
c. Brom Cresol Green
d. $HClO_4$ pa 70%
e. HNO_3 pa 65%
f. H_2SO_4 pa 98%
g. K_2CrO_4 2 N
h. Larutan standar kalium 1000 ppm
i. Larutan standar Phospat 500 ppm
j. Metil Merah
k. NaOH 40%
l. Selenium Mixture

3.5 Cara Kerja

1. Proses Pembuatan Kompos limbah Sludge

a. Pembuatan Bibit Jamur

1) Limbah *sludge* sebanyak 100 gram ditambah serbuk kayu 20 gram, dedak 8 gram dan urea 2 gram diaduk campuran hingga homogen.
2) Diatur pH medium pada angka 5 dengan menggunakan H_2SO_4 1 Molar, kemudian tuang kedalam botol 100 ml dan disterilkan selama 15 menit pada temperatur 121^0C.
3) Tambahkan 5 gram jamur *Trichoderma harzianum*.
4) Campuran diinkubasi selama 28 hari pada suhu 28 ± 1^oC.

(Rina. 2008)

b. Percobaan Pengomposan Limbah Sludge

1) Membuat variasi campuran untuk proses pengomposan

Tabel 3.1. Variasi campuran untuk proses pengomposan

Perlakuan percobaan	Aktivator, gram (dasar berat)	
	Mikroba dari kotoran sapi	Jamur *T.harzianum*
A-1	0	0
A-2	0	50
A-3	100	0
A-4	100	50

2) Limbah *sludge* sebanyak 1000 gram ditambah dengan masing-masing activator.
3) Siapkan medium dengan kadar air pada kisaran 50-60%.
4) Campuran medium ditutup plastik untuk diinkubasi selama 28 hari pada suhu 28 ± 1°C.
5) Pembalikan tumpukan dilakukan setiap 7 hari sekali.
6) Dihitung suhu dan pH tumpukan setiap 7 hari sekali.

(Rina. 2008)

2. Uji Selulosa *Sludge*

1) Sampel *sludge* keringditimbang sebanyak 1 gram (berat a), ditambahkan 150 ml H_2O atau alkohol-benzene dan direfluk pada suhu 100°C dengan water bath selama 1 jam.
2) Hasilnya disaring, residu dicuci dengan air panas 300 ml.

3) Residu kemudian dikeringkan dengan oven sampai beratnya konstan dan kemudian ditimbang (berat b).
4) Residu ditambah 150 ml H_2SO_4 1 N, kemudian direfluk dengan water bath selama 1 jam pada suhu 100^oC.
5) Hasilnya disaring dan dicuci dengan H_2O 300 ml hingga netral dan residunya dikeringkan hingga beratnya konstan. Berat ditimbang (berat c).
6) Residu kering ditambahkan 100 mL H_2SO_4 72% dan direndam pada suhu kamar selama 4 jam.
7) Ditambahkan 150 mL H_2SO_4 1 N dan direfluk pada suhu 100^oC dengan water bath selama 1 jam pada pendingin balik.
8) Residu disaring dan dicuci dengan H_2O sampai netral (400 ml).
9) Residu kemudian dipanaskan dengan oven dengan suhu 105^oC sampai beratnya konstant dan ditimbang (berat d).

Perhitungan kadar selulosa dan kadar lignin menggunakan rumus berikut ini:

Kadar selulosa = (berat c- berat d)/ berat a x 100%

(Chesson. 1981).

3. Uji Kadar Selulosa Kompos

1) Sampel kompos ditimbang sebanyak 1 gram (berat a), ditambahkan 150 mL H_2O atau alkohol-benzene dan direfluk pada suhu 100^oC dengan water bath selama 1 jam.
2) Hasilnya disaring, residu dicuci dengan air panas 300 mL.
3) Residu kemudian dikeringkan dengan oven sampai beratnya konstan dan kemudian ditimbang (berat b).

4) Residu ditambah 150 mL H_2SO_4 1 N, kemudian direfluk dengan water bath selama 1 jam pada suhu 100^oC.
5) Hasilnya disaring dan dicuci dengan H_2O 300 mL hingga netral dan residunya dikeringkan hingga beratnya konstan. Berat ditimbang (berat c).
6) Residu kering ditambahkan 100 mL H_2SO_4 72% dan direndam pada suhu kamar selama 4 jam.
7) Ditambahkan 150 mL H_2SO_4 1 N dan direfluk pada suhu 100^oC dengan water bath selama 1 jam pada pendingin balik.
8) Residu disaring dan dicuci dengan H_2O sampai netral (400 mL).
9) Residu kemudian dipanaskan dengan oven dengan suhu 105^oC sampai beratnya konstant dan ditimbang (berat d).

Perhitungan kadar selulosa dan kadar lignin menggunakan rumus berikut ini:

Kadar selulosa = (berat c- berat d)/ berat a x 100%

(Chesson. 1981).

4. Uji Kematangan Kompos

a. Uji pH Pada Kompos

Pupuk halus ditimbang sebanyak 10 gram, masukan ke dalam botol kocok. Tambahkan 50 ml air bebas ion. Kocok dengan mesin kocok selama 30 menit. Suspensi tanah diukur dengan pH meter yang telah dikalibrasi menggunakan larutan buffer pH 7,0 dan pH 4,0 (Departemen Pertanian. 2005)

b. Uji kadar air kompos

Sampel pupuk kasar ditimbang 10 gram dan sampel pupuk halus 5 gram, masukkan ke dalam cawan porselin bertutup yang sudah diketahui

bobotnya. Masukan ke dalam oven dan dikeringkam selama semalam pada suhu 105 ^{o}C. Dinginkan dalam desikator dan timbang.

Perhitungan Kadar air (%) = (W – W1) x 100/W

Dimana: W = bobot contoh asal dalam gram

W1 = bobot contoh setelah dikeringkan dalam gram

= faktor konversi ke %

c. Uji Kadar N (Nitrogen) Pada Kompos

Indikator Conway

BCG (*Brom Cresol Green*) ditimbang 0,15 gram dan ditambah 0,1 gram metil merah dalam 100 ml etanol 96%.

Penetapan N (Nitrogen)

Timbang teliti 0,25 gram pupuk halus kedalam labu Kjeldahl. Tambahkan 0,25–0,50 gram selenium mixture dan 3 ml H_2SO_4 pa, kocok hingga campuran merata dan biarkan 2–3 jam supaya diperarang. Didestruksi sampai sempurna dengan suhu bertahap dari 150 ^{o}C hingga akhirnya suhu maksimal 350 ^{o}C dan diperoleh cairan jernih (3–3,5 jam). Setelah dingin diencerkan dengan sedikit akudes agar tidak mengkristal. Pindahkan larutan secara kuantitatif ke dalam labu didih destilator volume 250 ml, tambahkan air bebas ion hingga setengah volume labu didih dan sedikit batu didih. Siapkan penampung destilat yaitu 10 ml asam borat 1% dalam erlenmeyer volume 100 ml yang dibubuhi 3 tetes indikator conway. Destilasikan dengan menambahkan 20 ml NaOH 40%. Destilasi selesai bila volume cairan dalam erlenmeyer sudah mencapai sekitar 75 ml. Destilat dititrasi dengan H_2SO_4

0,05N hingga titik akhir (warna larutan berubah dari hijau menjadi merah jambu muda) = A ml, penetapan blanko dikerjakan = A1 ml.

Perhitungan

Kadar N (%) = (A ml–A1 ml) x 0,05 x 14 x 100 mg contoh^{-1} x fk

Keterangan:

A ml = ml titran untuk contoh (N-org + N-NH_4)

A1 ml = ml titran untuk blanko (N-org + N-NH_4)

14 = bobot setara N

fk = faktor koreksi kadar air = 100/(100 – % kadar)

(Eviati dkk. 2005).

d. Uji Kadar C (karbon) pada Kompos

Sampel pupuk halus ditimbang teliti 0,05 – 0,1 gram kedalam labu takar volume 100 ml. Tambahkan berturut-turut 5 ml larutan $K_2Cr_2O_7$ 2 N, kocok, dan 7 ml H_2SO_4 pa. 98%, kocok lagi, biarkan 30 menit jika perlu sekali-kali dikocok. Untuk standar yang mengandung 250 ppm C, pipet 5 ml larutan standar 5000 ppm C kedalam labu takar volume 100 ml, tambahkan 5 ml H_2SO_4 dan 7 ml larutan $K_2Cr_2O_7$ 2 N dengan pengerjaan seperti di atas. Kerjakan pula blanko yang digunakan sebagai standar 0 ppm C. Masing-masing diencerkan dengan air bebas ion dan setelah dingin volume ditepatkan hingga tanda tera 100 ml, kocok bolak-balik hingga homogen dan biarkan semalam. Esok harinya diukur dengan spektrofotometer visibel pada panjang gelombang 651 nm.

Perhitungan

Kadar C-organik (%) = ppm kurva x100/ mg contoh x fk

Keterangan:

ppm kurva = kadar contoh yang didapat dari kurva regresi hubungan antar kadar deret standar dengan pembacaannya setelah dikurangi blanko.

fk = faktor koreksi kadar air = 100/(100 – % kadar air)

Kadar bahan organik (%) = 100/58 x kadar C-org (%)

100/58 adalah faktor Van Bemmelen. (Eviati dkk. 2005)

e. Uji Kadar P dan Kadar K Pada Kompos

Sampel pupuk halus ditimbang 0,5 gram ke dalam labu Kjeldahl. Tambahkan 5 ml HNO_3 dan 0,5 ml $HClO_4$, kocok-kocok dan biarkan semalam. Panaskan pada block digestor mulai dengan suhu 100 ^oC, setelah uap kuning habis suhu dinaikan hingga 200 ^oC. Destruksi diakhiri bila sudah keluar uap putih dan cairan dalam labu tersisa sekitar 0,5 ml. Dinginkan dan encerkan dengan H_2O dan volume ditepatkan menjadi 50 ml, kocok hingga homogen, biarkan semalam atau disaring dengan kertas saring W-41 agar didapat ekstrak jernih (ekstrak A).

Larutan standar (kurva kalibrasi)

Deret standar yang mengandung K dengan kepekatan sebagai berikut:

0; 2; 4; 8; 12; 16; dan 20 ppm dari larutan induk 1000 ppm K

Deret standar yang mengandung P dengan kepekatan sebagai berikut:

0; 1; 2; 4; 6; 8; dan 10 ppm dari larutan induk 500 ppm PO_4

Pereaksi pembangkit warna penetapan Fosfat

Pereaksi Pekat : 12 gram Amonium heptamolibdat ditambah 0,275 gram Kalium antimoniltartat ditambah 140 ml H_2SO_4 dalam 1000 ml air bebas ion.

Pereaksi Encer : (dibuat ketika akan digunakan) 0,53 gram Asam askorbat ditambah 50 ml pereaksi pekat dalam 500 ml air bebas ion.

Penetapan kadar Kalium (K)

Pipet 1 ml ekstrak A ke dalam tabung kimia volume 20 ml, tambahkan 9 ml air bebas ion, kocok dengan vortex mixer sampai homogen. Ekstrak ini adalah hasil pengenceran 10x (ekstrak B). Ukur K dalam ekstrak B menggunakan flamefotometer atau SSA dengan deret standar campuran I sebagai pembanding, dicatat emisi/absorbansi baik standar maupun contoh.

Penentuan kadar Posfor (P)

Pipet 1 ml ekstrak B ke dalam tabung kimia volume 20 ml (dipipet sebelum pengukuran K), begitupun masing-masing deret standar P (standar campuran II). Tambahkan masing-masing 9 ml pereaksi pembangkit warna ke dalam setiap contoh dan deret standar, kocok dengan vortex mixer sampai homogen. Biarkan 15–25 menit, lalu diukur dengan spektrophotometer pada panjang gelombang 693 nm dan dicatat nilai absorbansinya.

Perhitungan

Kadar K (%) = ppm kurva x ml ekstrak 1.000 ml^{-1} x 100 mg $contoh^{-1}$ x fp x fk

Kadar P (%) = ppm kurva x ml ekstrak 1.000 ml^{-1} x 100 mg $contoh^{-1}$ x fp x 31/95 x fk

Keterangan:

ppm kurva = kadar contoh 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 – % kadar air)

100 = faktor konversi ke %

31 = bobot atom P

95 = bobot molekul PO_4. (Eviati dkk. 2005)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas mengenai hasil penelitian tentang analisa potensi jamur *Trichoderma harzianum* untuk proses pengomposan limbah *sludge* dari industri kertas di daerah Pati, Jawa Tengah. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia dan Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Universitas Negeri Semarang pada bulan Februari hingga Juli 2012. Kegiatan penelitian meliputi penyiapan Jamur *Trichoderma harzianum* sebelum digunakan sebagai aktivator dan pembuatan bibit jamur. Pembuatan kompos dilakukan di rumah kompos Universitas Negeri Semarang. Analisa kandungan kompos dilakukan di Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian Ungaran, Semarang Jawa Tengah. Uji kadar selulosa dilakukan di Laboratorium Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

4.1. Perlakuan Awal Mengetahui Kadar Selulosa Limbah Sludge

Limbah *sludge* yang digunakan adalah hasil sisa produksi kertas dari pabrik kertas PT. Sinar Indah Kertas Pati, Jawa Tengah. Kertas yang diproduksi berasal dari bahan dasar sampah kertas, limbah sludge dengan kadar serat selulosa minimal 20% dan serbuk kayu (*brown fiber*) yang didaur ulang menjadi kertas kembali. Limbah *sludge* yang digunakan adalah *sludge* dari sisa produksi kertas. Selulosa yang terdapat pada limbah *sludge* berasal dari bahan baku kertas bekas

yang lolos dari proses dan keluar bersama air limbah. Secara fisik, selulosa berupa serat yang sangat halus yang tidak dapat di daur ulang kembali. (Rina, 2008).

Dari data yang di peroleh, kadar selulosa pada limbah *sludge* sebelum diolah adalah 12,65%. Hal ini di karenakan pada produksi jika kadar selulosa masih dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan kertas.

Karakteristik fisika dan kimia limbah *sludge* pabrik pulp dan kertas berbeda-beda tergantung dari bahan baku masukan, jenis teknologi yang digunakan dalam proses produksi, dan jenis penanganan limbah cairnya. Secara umum *sludge* berasal dari dua tahapan proses pengolahan effluen. Penanganan *sludge* primer yang biasanya dilakukan dengan proses sedimentasi, tetapi dapat juga dilakukan dengan dissolved air flotation. Di dalam sedimentasi, limbah cair dipompakan ke bak pengendapan dan terjadi pemisahan padatan dengan proses gravitasi, dimana endapannya dibuang secara regular dari bak tersebut. Padatannya sekitar 1,5 persen sampai 6,5 persen tergantung dari karakter bahan baku kertas (Scott, dkk, 1997).

4.2. Pembuatan Bibit Jamur *Trichoderma harzianum*

Preparasi pembuatan bibit jamur dilakukan dengan cara yang cukup mudah dan sederhana. Membudidayakan jamur dengan menggunakan media PDA (*Potato Dextrose Agar*). Pembuatan media PDA (*Potato Dextrose Agar*) sebanyak 18 gram ditambahkan 500 ml aquades kemudian dipanaskan hingga homogen. Setelah media larut sempurna, media disterilisasi selama 15 menit pada temperatur 121°C. kemudian media dituang dalam cawan petri hingga media menjadi padat. Untuk mengembangbiakkan jamur menggunakan metode gores.

Diambil jamur *Trichoderma harzianum* sebanyak 1 ose dan digoreskan pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*), kemudian diinkubasi pada temperatur kamar selama 7 hari. Berikut ini adalah media PDA (*Potato Dextrose Agar*) untuk pengembangbiakan jamur *Trichoderma harzianum.*

Gambar 4.1. Medium PDA (*Potato Dextrose Agar*)

Pembuatan bibit jamur *Trichoderma harzianum*, dibutuhkan 100 gram limbah *sludge* ditambah dengan 20 gram serbuk kayu, 8 gram dedak, dan 2 gram urea., campuran semua bahan tersebut, kemudian diaduk hingga homogen dengan menambahkan larutan asam sulfat encer sampai pH menjadi 5. Campuran dimasukkan kedalam botol 100 ml kemudian disterilisasi selama 15 menit pada suhu 121^0C kemudian didinginkan. setelah media jamur dingin, tambahkan Jamur *Trichoderma harzianum* sebanyak 2 gram dan di inkubasi selama 28 hari pada suhu kamar.

Bibit Jamur *Trichoderma harzianum* yang telah diinkubasi selama 28 hari menunjukkan perubahan fisik. Bibit Jamur didalam botol membentuk 3 (tiga) lapisan, yaitu lapisan bawah berupa endapan sludge sebagai media Jamur untuk

hidup dan cadangan makanan. Lapisan hitam adalah Jamur *Trichoderma harzianum* lapisan atas adalah larutan asam sulfat encer.

Berikut ini adalah gambar hasil pembuatan bibit jamur *Trichoderma harzianum* setelah 28 hari dalam inkubasi.

Gambar 4.2. Bibit Jamur *Trichiderma harzianum.*

Pada pembibitan jamur Trichoderma harzianum memiliki konidiofor bercabang – cabang teratur, tidak membentuk berkas, konidium jorong, bersel satu, dalam kelompok-kelompok kecil terminal, kelompok konidium berwarna hijau biru (Semangun, 1996).

Klasifikasi *Trichoderma harzianum* menurut Frazier dan Westhoff (1978) adalah divisi Thallophyta, kelas Deuteromycetes, famili Moniliaceae dan ordo Moniliales. Koloni jamur yang tua berwarna hijau tua dan bentuknya bola-bola konidia yang berwarna hijau yang melekat satu sama lain. Ciri spesifik jamur ini adalah (1) miselium septat, (2) konidia bercabang banyak, septat dan ujung percabanganya merupakan *sterigma*, membentuk konidia bulat atau oval, berwarna hijau terang dan berbentuk bola-bola (Fardiaz 1998). *Trichoderma* adalah salah satu jamur tanah yang tersebar luas (kosmopolitan) di lahan-lahan pertanian dan perkebunan.

4.3 Proses Pengomposan Limbah *sludge*

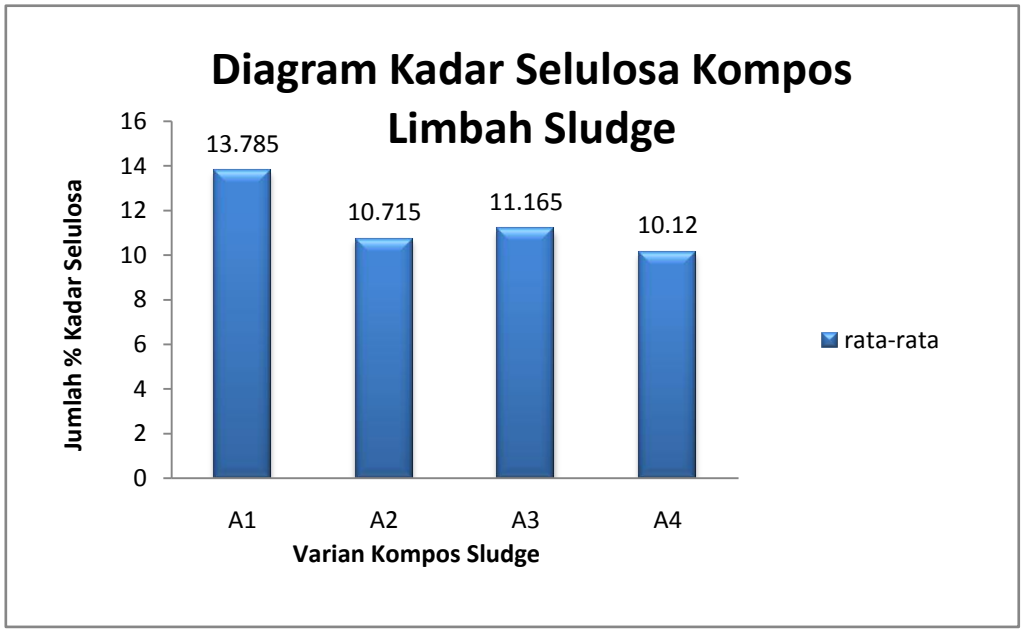
Proses pengomposan limbah *sludge* dilakukan di rumah kompos Universitas Negeri Semarang. Pengomposan limbah *sludge* diaplikasikan dengan penambahan jamur *Trichoderma harzianum* dan mikroba kotoran sapi. Limbah *sludge* di tambahkan dengan dedak, serbuk kayu dan urea dicampur hingga homogen, kemudian dimasukkan kedalam tempat pengomposan. Pengecekan kompos dilakukan setiap 3 (tiga) hari sekali sampai kompos matang. Hal ini bertujuan untuk menjaga kadar air dan suhu selama proses pengomposan. Limbah *sludge* mempunyai kandungan selulosa, maka di perlukan aktivator untuk mempercepat proses pengomposan, yaitu dengan penambahan jamur *Trichoderma harzianum* dan mikroba kotoran sapi. Sesuai dengan rancangan penelitian yang menghasilkan 4 (empat) macam kompos dengan komposisi sebagai berikut:

1. Kompos (A-1) tanpa Jamur *Trichoderma harzianum* dan Mikroba Sapi.
2. Kompos (A-2) + 50 gram Jamur *Trichoderma harzianum.*
3. Kompos (A-3) + 100 gram Mikroba Sapi.
4. Kompos (A-4) + 50 gram Jamur Trichoderma harzianum + 100 gram Mikroba Sapi.

Masing – masing aktivator diatas digunakan untuk mengomposkan 1000 gram limbah *sludge*. Proses pengomposan dilakukan selama 30 hari, Setelah kompos matang, berat kompos yang dihasilkan berbeda-beda dan mengalami penyusutan menjadi kurang dari 1 kilogram. Karena kadar air dalam kompos berkurang sehingga berat kompos menyusut. Selama proses pengomposan meskipun bahan yang digunakan sama menghasilkan kompos yang berbeda.

Kompos matang yang direfluk kemudian dicuci dengan larutan H_2SO_4, larutan ini berfungsi untuk melarutkan zat-zat pengotor, kecuali selulosa kemudian menghasilkan berat akhir yang digunakan sebagai data untuk menghitung kadar selulosanya. Dibawah ini adalah tabel hasil data analisa kadar selulosa kompos matang sebagai berikut:

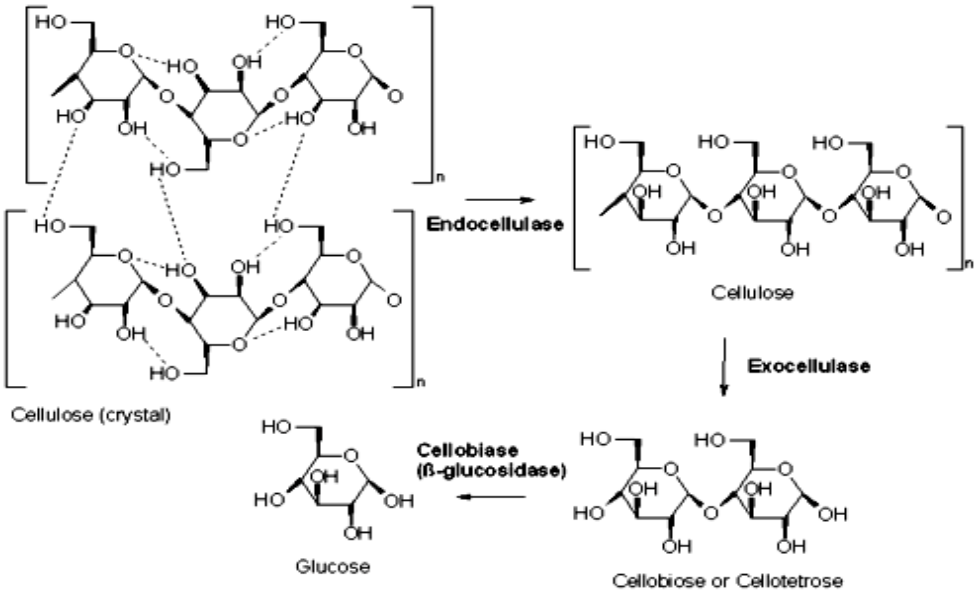
Pengurangan kadar selulosa pada kompos limbah sludge ini dapat dilihat dalam bentuk diagram batang sebagai berikut:



Gambar 4.3. Diagram Batang Hasil Pengamatan Kadar Selulosa Kompos.

Dari hasil diagram batang tersebut, dapat disimpulkan dengan adanya penambahan aktivator pada Kompos A-2 dan Kompos A-4 berupa mikroorganisme jamur *Trichoderma harzianum* dibandingkan dengan Kompos A-1 dan A-3 tanpa penambahan jamur *Trichoderma harzianum*, pada kompos yang mendapat aktivator jamur tersebut mengalami penurunan dibandingkan dengan tanpa aktivator. Pada kompos A-2, kompos yang diberikan aktivator jamur saja

mengalami pengurangan kadar selulosa sebesar 1,94%. Dibandingkan dengan kompos A-4 (kompos dengan campuran Jamur *Trichoderma harzianum* dan mikroba sapi) mengalami penurunan sebesar 2,53 % hal ini terjadi akibat adanya penguraian selulosa yang dibantu oleh jamur *Trichoderma harzianum* dalam suasana asam. *Trichoderma harzianum* adalah mikroorganisme yang mampu menghasilkan enzim selulase, yaitu enzim yang mampu mengurai selulosa menjadi glukosa.



Gambar 4.4 Reaksi Penguraian Selulosa menjadi Glukosa (Chapin dkk. 2002)

Trichoderma adalah salah satu jamur perombak selulosa yang mempunyai kombinasi enzim C1 dan Cx (Wiseman 1981). Menurut Schmidt (2006) *Trichoderma* merupakan jamur selulolitik yang memiliki potensi yang baik mendekomposisi selulosa dan hemiselulosa dibandingkan lignin. Hal ini juga dilaporkan oleh Samingan (2009) bahwa *Trichoderma harzianum* mampu mendekomposisi selulosa lebih tinggi dibandingkan lignin.

Berikut ini adalah tabel hasil pengamatan fisik kompos:

Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Fisik Kompos

No.	Kompos	Suhu (^oC)	Warna Kompos	Bau Kompos
1.	Kompos (A-1)	31	Hitam keabu-abuan	Bau Tanah
2.	Kompos (A-2)	30	Hitam kecoklatan	Bau Tanah
3.	Kompos (A-3)	30	Coklat kehitaman	Bau Tanah
4.	Kompos (A-4)	29	Coklat kehitaman	Bau Tanah

Keterangan :

Kompos A-1 = Kompos tanpa penambahan Jamur *Trichoderma harzianum* dan Mikroba Sapi.

Kompos A-2 = Kompos dengan penambahan 50 gram Jamur *Trichoderma harzianum.*

Kompos A-3 = Kompos dengan penambahan 100 gram Mikroba Sapi.

Kompos A-4 = Kompos dengan penambahan 50 gram Jamur Trichoderma harzianum + 100 gram Mikroba Sapi.

Secara fisik, pada kompos A-1 warnanya hitam keabu-abuan, hal ini terjadi karena penguraian kompos berjalan lambat. Sedangkan pada kompos A-2 berwarna hitam kecoklatan, hal ini disebabkan karena kompos terurai dengan bantuan jamur *Trichoderma harzianum*. Pada kompos A-2 sudah memenuhi kriteria kompos yang baik, dengan bau kompos yang menyerupai tanah. Sedangkan pada kompos A-3 adalah kompos dengan penambahan Mikroba sapi, warna kompos setelah 30 hari berubah menjadi coklat kehitaman, hal ini bisa di sebabkan karena adanya mikroba sapi yang membantu proses pengomposan. Pada

kompos A-4 yang di tambahkan campuran Jamur *Trichoderma harzianum* dan mikroba sapi, warna kompos coklat kehitaman, berbau tanah dan tekstunya lebih lembut dibandingkan dari keempat kompos lainnya. Hal ini disebabkan oleh adanya penambahan jamur dan mikroba sapi yang mempercepat proses pengomposan.

Dalam Standar kualitas kompos sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk kualitas suhu, pada SNI adalah suhu air tanah, dari keempat sampel yang masuk dalam kelayakan kualitas kompos Standar Nasional Indonesia (SNI) adalah Kompos A-4 dengan suhu 29^0C. Standar kualitas warna kompos dalam SNI adalah kehitaman, dalam hal ini yang paling baik adalah kompos A-4 yang berwarna coklat kehitaman. Standar kualitas bau kompos dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) kompos yang baik mempunyai aroma seperti berbau tanah. Dari data yang diperoleh keempat kompos mempunyai bau yang sama yaitu berbau tanah.

4.4 Kematangan Kompos

Kandungan kimia pada kompos matang dapat di ketahui dengan cara uji laboratorium. Uji kelayakan kompos matang meliputi uji pH, kadar air, C (karbon), N, P dan K.

1. **Penetapan pH Kompos**

Nilai pH menunjukkan konsentrasi ion H^+ dalam larutan, yang dinyatakan sebagai – log [H^+]. Peningkatan konsentrasi H^+ menaikkan potensial larutan yang diukur oleh alat dan dikonversi dalam skala pH. (Eviati dkk. 2005). Dibawah ini adalah data hasil penetapan pH pada kompos.

Tabel 4.2. Data Hasil Pengamatan pH Kompos Matang

No.	Sampel Kompos	pH
1.	Kompos A-1	7,40
2.	Kompos A-2	7,45
3.	Kompos A-3	7,71
4.	Kompos A-4	7,63

Keterangan :

Kompos A-1 = Kompos tanpa penambahan Jamur *Trichoderma harzianum* dan Mikroba Sapi.

Kompos A-2 = Kompos dengan penambahan 50 gram Jamur *Trichoderma harzianum.*

Kompos A-3 = Kompos dengan penambahan 100 gram Mikroba Sapi.

Kompos A-4 = Kompos dengan penambahan 50 gram Jamur Trichoderma harzianum + 100 gram Mikroba Sapi.

Dalam proses pengomposan, pada tahap awal proses dekomposisi, akan terbentuk asam – asam organik. Kondisi ini akan mendorong pertumbuhan jamur dan mendekomposisi lignin dan selulosa pada bahan kompos. Selama proses pengomposan asam–asam organik tersebut akan menjadi netral dan kompos akan menjadi matang. Semakin tinggi pH pada saat proses pengomposan maka semakin cepat proses penguraian bahan kompo, pH akan mendekati notmal ketika proses penguraian selesai. Proses pengomposan dapat terjadi pada kisaran pH yang lebar. pH yang optimum untuk proses pengomposan berkisar antara 6,5 sampai 7,5. pH

kotoran ternak umumnya berkisar antara 6,8 hingga 7,4. Proses pengomposan akan menyebabkan terjadinya perubahan pada bahan organik dan pH nya. pH kompos yang sudah matang biasanya mendekati netral (Isroi dkk, 2009).

Dalam Standar kualitas kompos, kompos mempunyai pH antara 6,80 – 7,49. Pada penelitian ini pH kompos yang dihasilkan menunjukkan bahwa kompos mempunyai pH diatas 6,80 - 7,49. Dalam penelitian ini kompos yang mempunyai pH sesui dengan standar kualitas kompos Standar Nasional Indonesia (SNI) adalah A-1 dengan pH 7,40 dan kompos A-2 dengan pH 7,45, pada kompos A-3 memiliki pH tertinggi, hal ini disebabkan karena penguraian dalam kompos belum selesai sempurna. dan kompos A-4 dengan pH 7,63 yang diharapkan dapat memenuhi kelayakan mutu tidak sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Kualitas kompos yang baik salah satunya ditunjukkan dengan pH yang normal karena dapat meningkatkan kualitas tanah, karena derajat keasamannya sesuai dengan kebutuhan tanaman. (anif dkk, 2007)

2. Penetapan Kadar Air Kompos

Air dalam sampel kompos diuapkan dengan cara pengeringan oven pada suhu 105^0 C selama (16 jam). (Eviati dkk, 2005). Dibawah ini adalah hasil data pengamatan kadar air pada kompos limbah sludge:

Tabel 4.3. Data Hasil Pengamatan Kadar Air Kompos Matang

No.	Sampel Kompos	Kadar Air (%)	SNI (%)
1.	Kompos A-1	8,74	0 – 50
2.	Kompos A-2	13,96	0 – 50
3.	Kompos A-3	8,42	0 – 50
4.	Kompos A-4	3,14	0 – 50

Keterangan :

Kompos A-1 = Kompos tanpa penambahan Jamur *Trichoderma harzianum* dan Mikroba Sapi.

Kompos A-2 = Kompos dengan penambahan 50 gram Jamur *Trichoderma harzianum.*

Kompos A-3 = Kompos dengan penambahan 100 gram Mikroba Sapi.

Kompos A-4 = Kompos dengan penambahan 50 gram Jamur Trichoderma harzianum + 100 gram Mikroba Sapi.

Dalam proses pengomposan kelembaban atau kandungan air sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup mikroorganisme. Sebagian besar mikroorganisme tidak dapat hidup apabila kekurangan air. Penentuan kadar air ini juga sangat berpengaruh untuk proses penentuan analisa nitrogen, karbon, phospor dan kalium sebagai faktor koreksi kadar air. Kadar air juga mempengaruhi daya simpan suatu barang, semakin besar kadar air yang dihasilkan, semakin cepat kemungkinan kerusakan komposnya. Dalam hal ini kadar air dalam kompos sludge ini masih dalam batas kualitas kompos yang baik.

Dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) kelayakkan kualitas kadar air dalam kompos adalah 0 – 50%. Dalam penelitian ini kadar air dalam kompos masih dalam standar kelayakkan yang dianjurkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI).

3. Penetapan Kadar Karbon (C organik)

Karbon organik dalam sampel pkompos ini, dioksidasi oleh dikromat dalam suasana asam. Krom III yang terbentuksetara dengan C-organik yang teroksidasi dan diukur secara spektrometri. (Eviati dkk, 2005). Dibawah ini adalah data hasil pengukuran kadar karbon dalam sampel kompos limbah sludge:

Tabel 4.4. Data Hasil Pengamatan C-organik Kompos Matang

No	Sampel	C-organik (30 hari) %	C-organik (45 hari) %	SNI (%)
1.	Kompos A-1	60,30	24,80	9,80 – 32
2.	Kompos A-2	58,11	26,27	9,80 – 32
3.	Kompos A-3	54,97	30,65	9,80 – 32
4.	Kompos A-4	51,91	35,17	9,80 – 32

Keterangan :

Kompos A-1 = Kompos tanpa penambahan Jamur *Trichoderma harzianum* dan Mikroba Sapi.

Kompos A-2 = Kompos dengan penambahan 50 gram Jamur *Trichoderma harzianum.*

Kompos A-3 = Kompos dengan penambahan 100 gram Mikroba Sapi.

Kompos A-4 = Kompos dengan penambahan 50 gram Jamur Trichoderma harzianum + 100 gram Mikroba Sapi.

Berdasarkan tabel di atas, pada pengomposan selama 30 hari dapat diketahui bahwa kandungan C organik kompos tidak memenuhi rentang C organik dalam SNI 19-7030-2004. Kandungan C organik kompos masih sangat besar dan jauh dari kadar maksimum SNI hal ini disebabkan karena proses dekomposisi yang kurang sempurna. Kondisi tumpukan kompos berada pada skala laboratorium sehingga tumpukan tidak dapat mengisolasi panas dengan cukup. Hal ini mengakibatkan kandungan C organik yang ada dalam setiap bahan kompos tidak dapat terdekomposisi secara sempurna.(Andhika dkk. 2008). Pada saat pengomposan setelah 45 hari, kandungan C organik menurun, terlihat pada kompos A-1 (24,80%), A-2 (26,27), dan A-3 (30,65) kandungan C organik ini masih memasuki standar kualitas kompos SNI. Sedangkan pada kompos A-4 kandungan Corganiknya diatas standar yang ditentukan. Hal ini terjadi karena terlalu banyak menambahkan serbuk kayu dan dedak, sehingga kandungan karbon yang dihasilkan lebih dari yang diharapkan.

4. Penetapan Kadar Nitrogen (N)

Kandungn Nitrogen dalam kompos adalah unsur penting dan menjadi faktor pembatas. N-organik dan N-NH_4 yang terdapat dalam kompos didekstruksi dengan asam sulfat dan selenium mixture membentuk amonium sulfat, H_2SO_4 berfungsi sebagai pembantu pemanasan, dan selenium mixture sebagai katalisator mempercepat penguraian, kemudian didestilasi dengan menambahkan basa berlebih, kemudian destilat dititrasi menggunakan H_2SO_4 dengan titik akhir titrasi berwarna merah muda.(Eviati dkk, 2005).

Dibawah ini adalah data hasil uji kandungan N-total pada kompos limbah sludge pabrik kertas, sebagai berikut:

Tabel 4.5 Data Hasil Pengamatan Kadar Nitrogen (N) Kompos Matang

No.	Sampel	N total (30 hari) %	N total (45 hari) %	SNI (%)
1.	Kompos A-1	0,65	0,89	0,40 - ∞
2.	Kompos A-2	0,61	0,87	0,40 - ∞
3.	Kompos A-3	0,54	1,06	0,40 - ∞
4.	Kompos A-4	0,56	1,04	0,40 - ∞

Keterangan :

Kompos A-1 = Kompos tanpa penambahan Jamur *Trichoderma harzianum* dan Mikroba Sapi.

Kompos A-2 = Kompos dengan penambahan 50 gram Jamur *Trichoderma harzianum.*

Kompos A-3 = Kompos dengan penambahan 100 gram Mikroba Sapi.

Kompos A-4 = Kompos dengan penambahan 50 gram Jamur Trichoderma harzianum + 100 gram Mikroba Sapi.

Dalam kompos limbah sludge ini kompos yang dihasilkan, kandungan Nitrogen yang dihasilkan masih dalam standar kelayakan kompos pada Standar Nasional Indonesia (SNI). Kandungan nitrogen dalam kompos menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu 0,40 – tak terbatas. Pada pengomposan 30 hari, kadar Nitrogen pada kompos sangat kecil. Pada pengomposan 45 hari kadar nitrogen mengalami kenaikan. Kadar nitrogen yang paling besar adalah pada kompos A-3 sebesar 1,06 %. Hal ini disebabkan proses dekomposisi oleh

mikroorganisme yang menghasilkan amonia dan nitrogen terperangkap di dalam tumpukan kompos karena pori-pori tumpukan kompos yang sangat kecil sehingga amonia dan nitrogen yang terlepas ke udara berada dalam jumlah yang sedikit. Sedangkan variasi kompos yang lain memiliki pori-pori tumpukan kompos lebih besar (Andhika dkk. 2008). Nitrogen merupakan komponen paling penting sebagai penyusun protein dan bakteri yang disusun oleh tidak kurang dari 50% dari biomassanya adalah protein.

Mineralisasi N-O terjadi dalam 3 tahapan yaitu amonifikasi, nutrifikasi dan nitrifikasi. Dibawah ini adalah proses penguraian nitrogen menurut (Winarso S. 2005)

$$\text{Protein} \longrightarrow R\text{-}NH_3 + CO_2 + \text{Energi} + \text{hasil samping}$$

Selanjutnya senyawa amina dan asam- asam amino tersebut dihancurkan oleh mikroorganisme heterotof sehingga menghasilkan senyawa amonium sehingga prpses tersebut disebut sebagai proses amonifikasi.

$$R\text{-}NH_3 + H_2O \longrightarrow NH_3 + R\text{-}OH + \text{Energi}$$

Kemudian,

$$NH_3 + H_2O \longrightarrow NH_4^- + OH^-$$

Mikrooganisme yang berperan dalam reaksi tersebut adalah bakteri maupun fungi, baik dalam proses aerobik maupun anaerobik. Proses nitrifikasi terjadi dalam dua tahapan, yaitu tahap pembentukan nitrit (NO_2) dan tahap pembentukan nitrat (NO_3). Prosesnya adalah sebagai berikut:

$$2NH_4^- + 3O_2 \longrightarrow 2NO_2 + 2H_2O + 4H^+$$

Selanjutnya nitrit yang terbentuk diubah menjadi nitrat. Reaksinya adalah sebagai berikut:

$$2NO_2 + O_2 \longrightarrow 2NO_3$$

(Winarso. S, 2005)

Berdasarkan hal tersebut, semakin banyak mikroorganisme yang berada dalam perombakan bahan organik tersebut maka semakin tinggi kandungan nitrogen yang dihasilkan.

5. Penetapan Rasio C/N

Setelah diperoleh hasil kandungan Karbon dan Nitrogen maka dapat diperoleh hasil Rasio C/N. Dibawah ini adalah data hasil perhitungan rasio C/N dalam kompos limbah sludge, sebagai berikut:

Tabel 4.6 Data Hasil Pengamatan Rasio C/N Kompos Matang

No.	Sampel	Rasio C/N (30 hari)	Rasio C/N (45 hari)	SNI
1.	Kompos A-1	93,10	27,86	10 – 20
2.	Kompos A-2	95,26	30,19	10 – 20
3.	Kompos A-3	101,80	28,92	10 – 20
4.	Kompos A-4	92,70	33,82	10 – 20

Keterangan :

Kompos A-1 = Kompos tanpa penambahan Jamur *Trichoderma harzianum* dan Mikroba Sapi.

Kompos A-2 = Kompos dengan penambahan 50 gram Jamur *Trichoderma harzianum.*

Kompos A-3 = Kompos dengan penambahan 100 gram Mikroba Sapi.

Kompos A-4 = Kompos dengan penambahan 50 gram Jamur Trichoderma harzianum + 100 gram Mikroba Sapi.

Syarat standar kelayakan kompos yang terdapat dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) adalah 10 – 20. Pada kompos yang dihasilkan tidak memenuhi syarat yang ada. Pada pengomposan 30 hari, rasio C/N yang dihasilkan sangatlah besar, dilihat dari standar kualitas kompos komposisi rasio C/N tidak sesuai. Hal ini terjadi dikarenakan dalam proses perombakan bahan organik dalam kompos belum selesai secara keseluruhan. Pada pengomposan 45 hari komposisi rasio C/N mengalami penurunan yang cukup besar, tetapi rasio C/N yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar kualitas kompos Standar Nasional Indonesia (SNI). Hal ini disebabkan karena kandungan nitrogen yang terlalu sedikit dan pada saat pencampuran bahan baku yang mengandung C dan N tidak seimbang sehingga menyebabkan nilai rasio C/N menjadi sangat kecil. Seharusnya pencampuran bahan baku kompos antara C dan N sebesar 30 : 1 (berdasarkan berat) untuk mencapai Rasio C/N yang tepat. Nitrogen yang sangat sedikit maka populasi tidak akan optimum dan dekomposisi akan melambat.

Suatu bahan yang mengandung unsur C tinggi maka nilai C/N rasionya akan tinggi, sebaliknya bahan yang mengandung unsur N yang tinggi nilai C/N rasionya akan rendah. Nilai rasio C/N tersebut akan berpengaruh terhadap proses pengomposan. Semakin tinggi rasio C/N suatu bahan maka semakin lambat untuk diubah menjadi kompos; sebaliknya bahan dengan rasio C/N rendah akan mempercepat proses pengomposan, tetapi apabila nilai rasio C/N terlalu rendah

maka proses pengomposan akan menghasilkan produk sampingan yaitu gas amoniak yang berbau busuk (Aminah dkk. 2003).

6. Penetapan Kadar Phospor (P) dan Kalium (K)

Pada penelitian ini penetapan kadar phospor (P) menggunakan metode *Spektrofotometri*. Dasar penetapannya yaitu, sampel (kompos) dioksidasi menggunakan HNO_3 dengan $HClO_4$. Ekstrak yang diperoleh untuk mengukur kadar unsur phospor dalam kompos, dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 693nm. penetapan kadar Kalium (K) diukur dengan menggunakan Spektrometer Serapan Atom (SSA). Dasar penetapannya yaitu, sampel (kompos) dioksidasi menggunakan HNO_3 dengan $HClO_4$. Ekstrak yang diperoleh untuk mengukur kadar unsur kalium dalam kompos, dengan menggunakan Spektrometer serapan atom (SSA) (Eviati dkk. 2005). Hasil data pengamatan penetapan kadar Phospor (P) dan kalium (K) dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.7 Data Hasil Pengamatan Phospor (P) Kompos Matang

No.	Sampel	Kadar Phospor (P) (%)	SNI (%)
1.	Kompos A-1	0,05	0,10 - ∞
2.	Kompos A-2	0,06	0,10 - ∞
3.	Kompos A-3	0,25	0,10 - ∞
4.	Kompos A-4	0,28	0,10 - ∞

Tabel 4.8 Data Hasil Pengamatan Kalium (K) Kompos Matang

No.	Sampel Kompos	Kadar Kalium (K) (%)	SNI (%)
1.	Kompos A-1	0,30	0,20 - *
2.	Kompos A-2	0,30	0,20 - *
3.	Kompos A-3	0,99	0,20 - *
4.	Kompos A-4	1,75	0,20 - *

Keterangan :

Kompos A-1 = Kompos tanpa penambahan Jamur *Trichoderma harzianum* dan Mikroba Sapi.

Kompos A-2 = Kompos dengan penambahan 50 gram Jamur *Trichoderma harzianum.*

Kompos A-3 = Kompos dengan penambahan 100 gram Mikroba Sapi.

Kompos A-4 = Kompos dengan penambahan 50 gram Jamur Trichoderma harzianum + 100 gram Mikroba Sapi.

(*) = Nilainya lebih besar dari minimum atau lebih kecil dari maksimum.

Pada standar kelayakan kadar Phospor pada kompos Standar Nasional Indonesia (SNI) adalah 0,1 – tak terhingga. Dalam penelitian ini kompos yang mengandung phospor paling besar adalah kompos A-4 sebesar 0,28 dan terkecil adalah kompos A-1 sebesar 0,05. Standar kualitas kompos Standar Nasional Indonesia (SNI) kadar kalium dalam kompos adalah 0,2 – tak terhingga. Dalam penelitian ini kadar kalium yang dihasilkan yang masuk dalam standar kualitas

kompos adalah kompos A-4. Yang paling besar kandungan kaliumnya adalah kompos A-4 sebesar 1,75%.

Pada kompos A-1 dan kompos A-2 mempunyai kandungan phospor yang sangat sedikit yaitu 0,05 % dan 0,06 %. Hal ini disebabkan karena adanya banyak mikroorganisme yang terdapat dalam kompos tersebut sehingga banyak phospat yang terbuang, sedangkan pada kompos A-3 dan kompos A-4 yang memperoleh tambahan phospat dari mikroba kotoran sapi mempunyai kadar phospat yang masih layak digunakan sebagai kompos. Seperti yang dikemukakan oleh Budiyanto (2009) yaitu semakin banyak mikroorganisme dalam kompos, semakin banyak juga pospat yang digunakan untuk menutrisi, sehingga kadar phospat yang dihasilkan semakin kecil.(Budiyanto, 2009).

Unsur hara makro yang terdapat dalam pupuk organik dari limbah padat industri pulp adalah P termasuk kategori rendah, sedangkan K termasuk kategori sedang (Anonim, 2000). Umumnya kandungan hara kompos/pupuk organik sangat tergantung dari jenis dan kualitas bahan baku yang digunakan. Apabila pupuk organik ini akan di uji coba pada tanaman, sebaiknya kandungan unsur hara ditingkatkan terlebih dahulu dengan cara menambahkan bahan-bahan organik lainnya. Hal ini disebabkan karena unsur hara makro seperti di atas sangat diperlukan oleh tanaman, dimana mmasing-masing unsur hara akan memberikan dampak yang berbeda jika nantinya diberikan pada tanaman.

Pada penelitian pengomposan limbah sludge kadar kalium yang dihasilkan masih dalam standar kelayakan kompos. Dari kompos A-1, A-2,A-3 dan A-4 kadar kaliumnya semakin besar hal ini dipengaruhi oleh banyak sedikitnya

mikroba dalam proses pengomposan. Semakin banyak mikroba yang ada dalam proses pengomposan, semakin banyak pula kalium yang digunakan sebagai kofaktor enzim yang berfungsi mengaktifkan enzim, sehingga kadar kalimnya berkurang. Seperti yang dikemukakan oleh Ali (2011) mikroba membutuhkan mineral seperti kalium untuk pertumbuhannya. Kalium digunakan sebagai kofaktor enzim untuk mengaktifkan enzim (Ulu, 2011). Pada kompos A-1 dan kompos A-2 kadar kalium yang dihasilkan sangat sedikit hal ini terjadi karena tanpa adanya penambahan mikroba kotoran sapi sebagai sumber kalium, sedang kan pada kompos A-3 dan kompos A4 dengan penambahan mikroba kotoran sapi mengandung kadar kalium yang cukup besar.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat ditarik kesimpulan penelitian ini sebagai berikut :

1) Pada limbah *sludge* penambahan jamur *Trichoderma harzianum* menyebabkan pengurangan kadar selulosa sebesar 2,53% melalui pengomposan.
2) Pada limbah *sludge* penambahan mikroba kotoran sapi menyebabkan pengurangan kadar selulosa sebesar 1,485% melalui pengomposan
3) Pada proses pengomposan belum terjadi pengomposan yang maksimal, hal ini disebabkan karena pada proses penguraian selama 30 hari kompos yang dihasilkan belum mencapai kelayakan kompos sesuai SNI 19-7030-2004 dan kompos dalam keadaan setengah jadi. Pada proses pengomposan 45 hari terjadi penurunan unsur karbon dan kenaikan unsur nitrogen.
4) Kandungan Nitrogen, Phospor dan kalium yang sesuai dengan standar kualitas kompos SNI 19-7030-2004 adalah kompos A-4 dengan kandungan nitrogen 1,04%, phospor 0,28%, dan kalium 1,75%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dan setelah mengambil simpulan, penulis memberikan saran :

1. Pada pengomposan limbah *sludge* perlu dicari komposisi bahan pembuat kompos agar kompos yang dihasilkan sesuai dengan standar SNI 19-7030-2004.
2. Pada proses pengomposan setelah pencampuran limbah sludge, serbuk kayu dan dedak perlu di uji kadar selulosanya terlebih dahulu.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2000. Pedoman pengharkatan hara kompos. Laboratorium Natural Products, SEAMEO - BIOTROP. Bogor.

Anonim . 2001. European Commission Directorate General for Environment (ECGD).

Ali, I. 2011. *Nutrisi Bagi Mikroba*. Malang. Universitas Negeri Malang.

Aminah, S., G.B. Soedarsono dan Y. Sastro. 2003. *Teknologi Pengomposan*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Jakarta.

Amran, Ali. 2008. Produksi dan Karakterisasi Enzim selulase jamur *Trichoderma harzianum* Rifai pada Substrat Serbuk Gergaji. *Skripsi.* Universitas Andalas.

Anif. S, Triastuti. R, dan Mukhlissul. F. Pemanfaatan Limbah Tomat sebagai Pengganti EM-4 pada Proses Pengomposan Sampah Organik. Jurnal Penelitian Sains & Teknologi. Vol 8(2): 128. Surakarta. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Budiyanto, M. A. K. 2009. Nutrisi Mikroba, Sebuah Esensi Dasar Untuk Kehidupan Mikroba. Biologi Online. Tersedia di http://zaifbio.wordpress.com/2009/01/31/nutrisi-mikroba-sebuah-esensi-dasar-untuk-kehidupan-mikroba/ diakses (09/02/2013).

Cahaya, Andhika T S, dan Dody Adi Nugroho. 2008. Pembuatan Kompos dengan Menggunakan Limbah Padat Organik (Sampah Sayuran dan Ampas Tebu). Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro.

Cailliez, C., L. Benoit, E. Gelhaye, H. Petitdemange, dan G. Raval. 1993. Solubilization of cellulose by mesophilic cellulolytic clostridia isolated from a municipal solidwaste digester. *Bioresource. Technol*. 43:77–83.

Carter, C.N. 1983. *Compost Disposes of Sludge Yields by Product at Glatfeller*. Pulp and Papers. Canada.

Chapin III, F.S., P.A. Matson, dan H.A. Mooney. 2002. *Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology*. Springer-Verlag New York.

Chesson, A. 1981. Effects of sodium hydroxide on cereal straws in relation to the enhanced degradation of structural polysaccharides by rumen microorganisms. *J. Sci. Food Agric*. 32:745–758.

Eviati, Sulaeman, dan Suparto. 2005. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah.

Ferguson, K.1991. *Environmental Solution for The pulp and Paper Industry*. Miller Freeman. San Fransisco.

Gaur, D. C. 1980. Present Status of Composting and Agricultural Aspect, in: Hesse, P. R. (ed). Improvig Soil Fertility Through Organic Recycling, Compost Technology. FAO of United Nation. New Delhi.

Gokhan C, Burhan Arikan, M. Nisa Unaldi, dan Hatice Guvenmez. 2002. Some Properties of Crude Carboxylmethyl Cellulase of *Aspergillus niger* Z10 Wild-Type Strain.*Turk J Biol* 26 (2002) 209-213.

Gong, C.S. dan G.T. Tsao. 1979. *Cellulose and biosyntesis regulation*. Ann. Reports on fermentations processes. 3: 111–140.

Happy Widiastuti, Isroi, dan Siswanto. 2009. Keefektifan Beberapa Dekomposer untuk Pengomposan Limbah Sludge Pabrik Kertas sebagai Bahan Baku Pupuk Organik. Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia. Bogor.

Hardiani, Henggar, dan Susy Sugesty. 2009. Pemanfaatan Limbah Sludge Industri Kertas Sigaret untuk Bahan Baku Bata Beton. Balai Besar Pulp dan Kertas. Bandung.

Hastutik, W., Apriyanto, H. dan B. Nasution. 2006. Pengaruh Limbah Padat Pabrik Kertas Terhadap Hasil Tanaman Bawang Merah. Fakultas Pertanian, Universitas Tunas Pembangunan. Surakarta.

Hogg, S., 2005, *Essential Microbiology*, John Wiley & Sons Ltd, England.

http://en.wikipedia.org/wiki/Cellulase. Diakses pada tanggal 1 desember 2011.

Ikram-ul-haq, Muhammad Mohsin Javed, Tehmina Saleem Khan dan Zafar Siddiq. 2005. Cotton Saccharifying Activity of Cellulases Produced by Co-culture of Aspergillus niger and Trichoderma viride. Res. *J. Agric & Biol. Sci*. 1(3):241-245.

Indriyani, YH. 2000. *Membuat Kompos Secara Singkat*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta

Isroi dan Happy Widiastuti. 2005.Kompos Limbah Padat Organik Dinas KLHKab. Pemalang. Pemalang, Jawa Tengah

Komarayati, S., dan Gusmailina. G. Pari. 2002. Pembuatan dan Pemanfaatan Arang Kompos. Prosiding Seminar Nasional MAPEKI V. Pusat Litbang Teknologi Hasil Hutan. pp 525 - 530.

Leschine, S. B. 1995. Cellulose degradation in anaerobic environments. *Annu. Rev. Microbiol*. 49:399–426.

Martina, A., yuli, N dan Sutisna, M. 2002. Optimasi Beberapa Faktor Fisik terhadap Laju Degradasi Selulosa Kayu Albasia (Paraseriansthes falcataria (L.,)) *Jurnal Natur Indonesia 4*. 2: 156-163.

Prihandini, P W ,dan Teguh, P. 2007. *Petunjuk Teknisi Pembuatan Kompos Berbahan Kotoran Sapi*. Bogor : Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan.

Reese, E.T., R.G.H., Siu dan H.S. Levinson. 1950. The Biological degradation of soluble selluloses derivate and its relationship to the mechanism of cellulose hydrolysis. J Bacteriol. 59 :485-486.

Rina. S. Soetopo, Endang RCC. 2008. Efektivitas Proses Pengomposan Limbah Sludge IPAL Industri Kertas dengan Jamur. *Berita Selulosa*. Vol. 43. No. 2. Hal 93 – 100.

Rina S. Soetopo, Krisna Septiningrum, dan Aep Suharman. 2009. Potensi Kompos dari Limbah Padat Pabrik Joss Paper untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman. Balai Pulp dan Kertas. Bandung.

Samingan. 2009. *Suksesi fungi dan dekomposisi serasah daun Acacia mangium Willd dalam kaitan dengan keberadaan Ganoderma dan Trichoderma di lantai hutan akasia (disertasi).* Bogor. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

Schlegel, H.G., 1994. *Mikrobiologi Umum*. Edisi ke-6. UGM Press, Jokyakarta. 470-471.

Scott, G.M., Abubakr, S., dan Smith, A. 1997. Characterization of paper mill sludge. *Jurnal Pengkomposan dan daurulang BioCycle*. November 1997. Hal. 34.

Semangun, H. 1996. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Selby. K. 1967. The Cellulase of Trichoderma viride. *Bio Chemistry Journal*. Hal 104.

Simamora, S dan Salundink. 2008. Meningkatkan Kualitas Kompos. PT. Argo Media Pustaka, Jakarta.

Sosulski,K., E. Swerhone., 1993. Study of Newsprint and other Paper Waste as a Substrate for Ethanol Production. *SCR Report* No. R-1680-IE-93

Soesanto, L. 2004. Ilmu Penyakit Pascapanen: Sebuah Pengantar. Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.

Supriyanto, A. 2001. Aplikasi Wastewater Sludge untuk Proses Pengomposan Serbuk Gergaji. http:// sinergyforum.net/ zoa/ paper/ html/ paperAgusSupriyanto.htm. diakses pada 14 juli 2011

Standar Nasional Indonesia., 19-7030-2004.

Ulu , H. N. 2011. *Mikroorganisme* Makalah. Nusa Tenggara Timur. Universitas Nusa Cendana.

Widyati, Enny. 2009. Pemanfaatan Sludge Industri Pulp dan Kertas sebagai Amelioran Tanah untuk Memacu Rehabilitasi Lahan. Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam. Bogor.

Widyati, Enny. 2006. Bioremediasi Tanah Bekas Tambang Batubara dengan Sludge Industri Kertas Untuk Memacu Revegetasi Lahan. *Disertasi*. Program Pendidikan Doktor. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor.

Winarso, S. 2005. *Kesuburan Tanah Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah*. Yogyakarta : Gava Media.

Wiseman. 1981. *Handbook of Enzyme Biotechnology*. New York: John Willey and Sons.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur atau Skema Kerja Penelitian

1. Pembuatan bibit jamur

100 gram limbah sludge + 10 gram serbuk kayu + 8 gram dedak + 2 gram urea

↓

Campur hingga homogen ditambah H_2SO_4 1 M 1 Lhingga pH = 5,masukkan kedalam botol dan sterilkan. Ditambahkan 2 gramJamur Trichoderma harzianum Inkubasi 28 hari

↓

Bibit jamur Tricoderma harzianum membentuk benang- benang halus berwarna hijau

2. Percobaan pengomposan limbah *sludge*

1000 gram Sludge + 200 gram serbuk kayu + 80 gram dedak + 20 gram urea + aktivator

↓

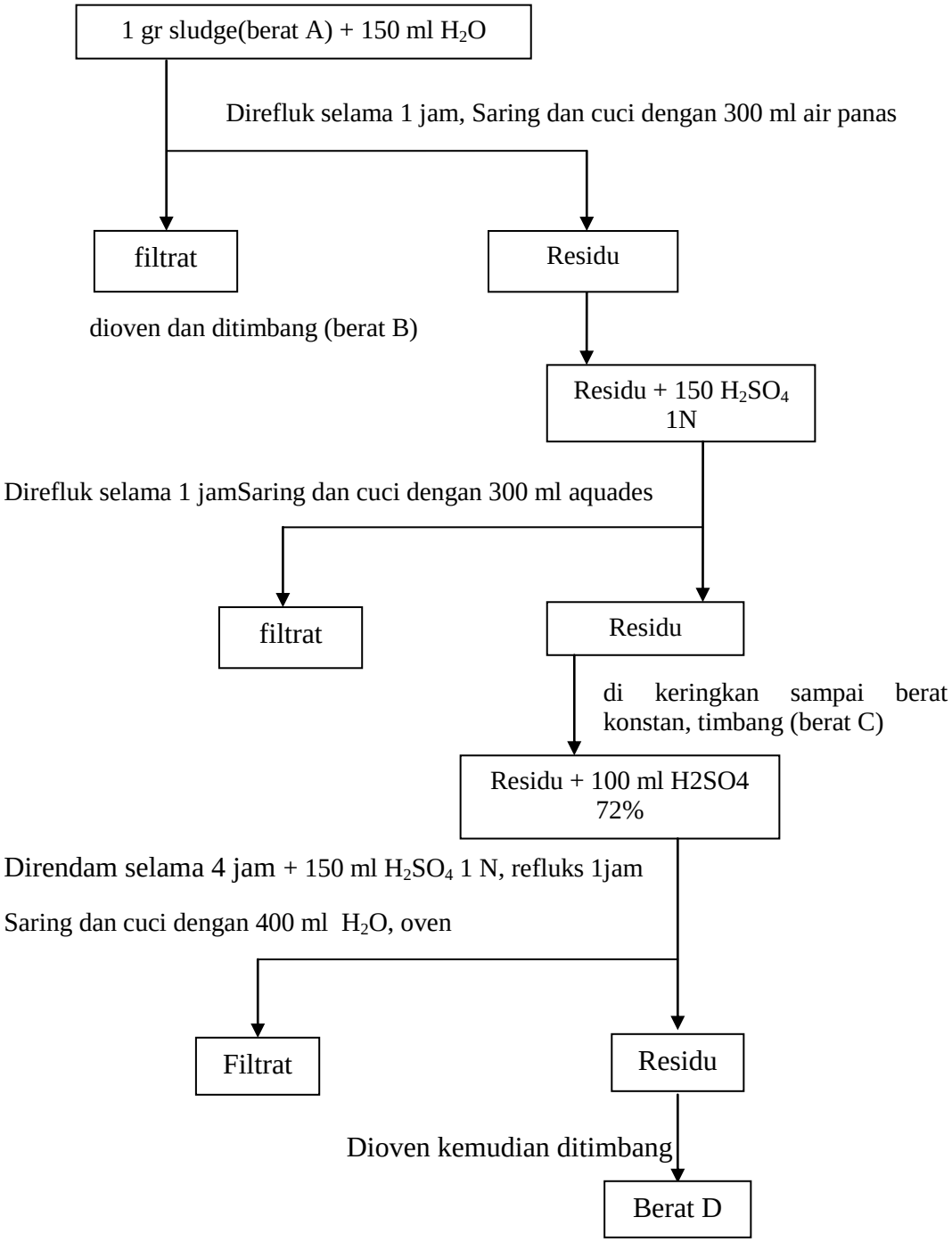
Campur bahan hingga homogen. Tutup kompos dengan plastik selama 30 hari dan setiap 7 hari sekali kompos dibalik

↓

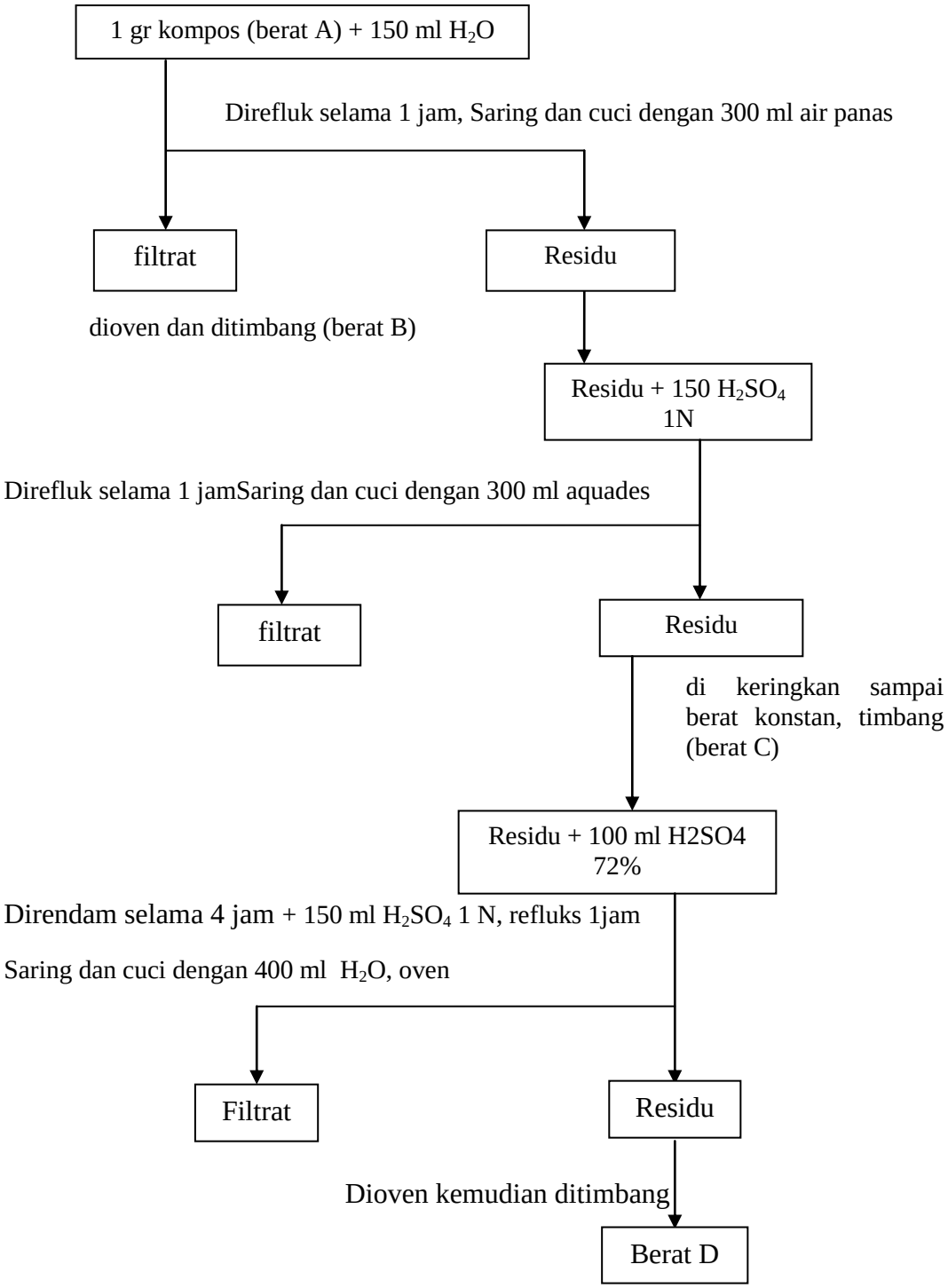
Kompos

3. Uji Kadar Selulosa

a. Uji kadar selulosa *sludge* (awal)



b. Uji kadar selulosa kompos



4. Uji Kematangan Kompos

a. Uji pH Kompos

10 gram kompos matang

↓ + 50 ml air bebas ion, kocok 30 menit

Ukur pH

b. Uji Kadar Air Kompos

15 gr kompos matang dalam

↓ Masukan dalam oven, suhu 105 ^{O}C semalam dan dinginkan dalam desikator dan timbang

Kompos kering

c. Penetapan Kadar Nitrogen

Timbang 0,15 gr Bromocresol green + 0,1 gr Metil merah dalam 100 ml etanol 96% → Indikator conway

Penetapan kadar Nitrogen

0,25 gram kompos matang (halus) + 0,25 – 0,50 gram selenium mixture dan 3 ml H_2SO_4 pa,

↓ Kocok campuran hingga merata dan biarkan 2 – 3 jam dan didestruksi sampai sempurna pada suhu 150 ^{0}C sampai 350 ^{0}C

Cairan jernih

↓ Setelah dingin diencerkan dengan aquades agar tidak mengkristal. Pindahkan larutan ke dalam labu didih destilator volume 250 ml. + air bebas ion hingga setengah volume labu dan sedikit batu didih

Siapkan penampung destilat yaitu 10 ml asam borat 1 % +3 tetes indikator Conway. Destilasikan dengan menambahkan 20 ml NaOH 40 %. Destilasi selesai bila volume cairan dalam erlenmeyer sudah mencapai sekitar 75 ml.

destilat.

Destilat dititrasi dengan H_2SO_4 0,05 N, hingga titik akhir (warna larutan berubah dari hijau menjadi merah jambu muda)

Titran merah jambu muda

d. Uji kadar C-organik

0,05 – 0,10 gram kompos (halus).

+ berturut-turut 5 ml $K_2Cr_2O_7$ 2 N, kocok, dan 7 ml H_2SO_4 pa. 98%, kocok lagi. Biarkan 30 menit, jika perlu dikocok

Larutan berwarna kuning

Untuk Standar 250 ppm C: 5 ml standar 5000 ppm C + 5 ml H_2SO_4 + 7 ml $K_2Cr_2O_7$ 2 N, kocok. Biarkan 30 menit, jika perlu dikocok

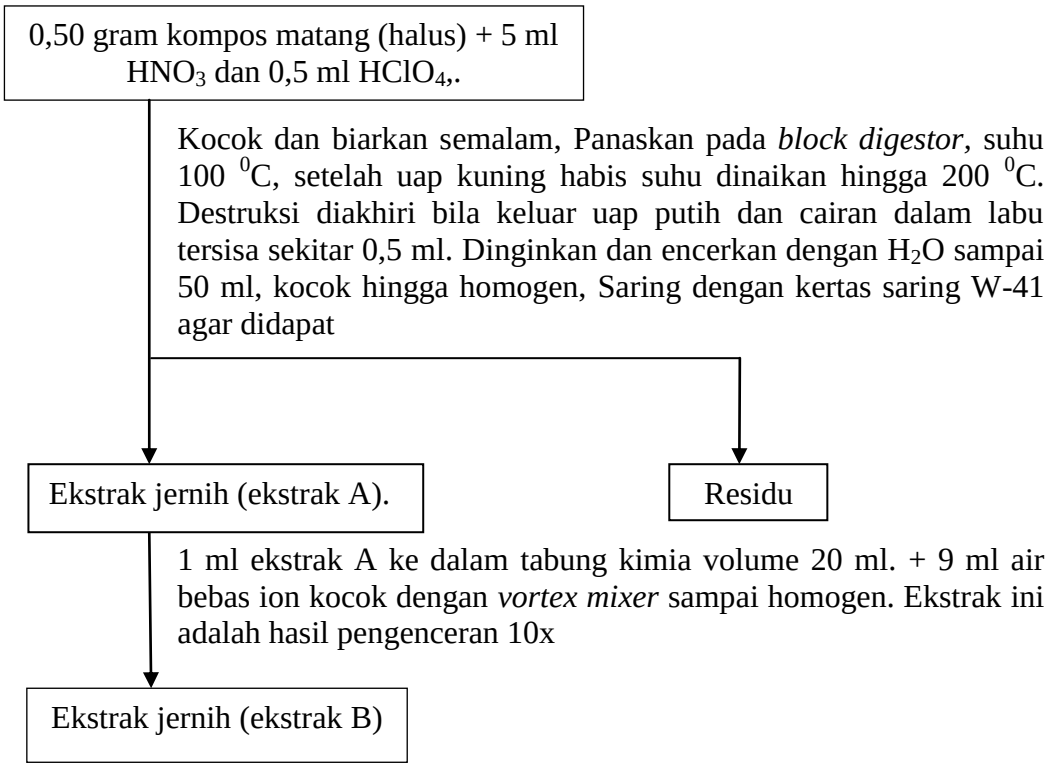
Larutan berwarna kuning

Blanko standar 0 ppm C: standar C + air bebas ion didinginkan, + aquades sampai 100 ml

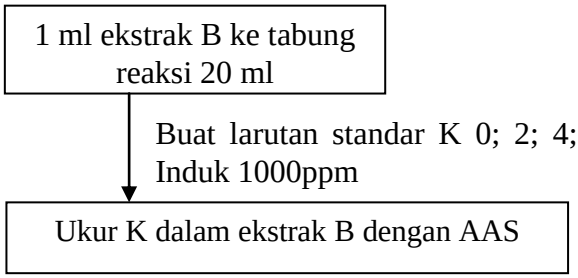
Kocok bolak-balik hingga homogen dan biarkan semalam

Ukur panjang gelombang pada $\lambda = 651$

e. Uji kadar P dan K pada kompos



<u>Pengukuran K</u>



Pengukuran P

Buat larutan standar P 0; 1; 2; 4; 6; 8; dan 10 ppm dari lar. Induk 500ppm

1 mL ekstrak

↓ Tambahkan 9 ml pereaksi pembangkit warna ke dalam sampel dan deret standar, kocok dengan *vortex mixer* sampai homogen. Biarkan 15-25 menit

Ukur dengan spektrophotometer pada λ= 693 nm

Lampiran 2. Tabel Pengamatan

1. **Hasil uji kadar selulosa awal (*sludge*)**

Sampel	Macam Analisa Selulosa		
	Ulangan 1(%)	Ulangan 2 (%)	Rata-rata (%)
Limbah sludge	13,11	12,19	12,65

2. **Hasil uji kadar Selulosa akhir (kompos)**

No.	Sampel Kompos	Macam Analisa Selulosa		
		Ulangan 1	Ulangan 2	Rata – rata
1.	Kompos A-1	13,68	13,89	13,78
2.	Kompos A-2	10,27	11,16	10,71
3.	Kompos A-3	11,34	10,99	11,65
4.	Kompos A-4	9,92	10,32	10,12

3. **Hasil Pengamatan Fisik Kompos**

No.	Kompos	Suhu (^oC)	Warna Kompos	Bau Kompos
1.	Kompos (A-1)	31	Hitam keabu-abuan	Bau Tanah
2.	Kompos (A-2)	30	Hitam kecoklatan	Bau Tanah
3.	Kompos (A-3)	30	Hitam kecoklatan	Bau Tanah
4.	Kompos (A-4)	29	Hitam kecoklatan	Bau Tanah

4. Data Hasil Pengamatan pH Kompos Matang

No.	Sampel Kompos	pH
1.	Kompos A-1	7,40
2.	Kompos A-2	7,45
3.	Kompos A-3	7,71
4.	Kompos A-4	7,63

5. Data Hasil Pengamatan Kadar Air Kompos Matang

No.	Sampel Kompos	Kadar Air
1.	Kompos A-1	8,74
2.	Kompos A-2	13,96
3.	Kompos A-3	8,42
4.	Kompos A-4	3,14

6. Data Hasil Pengamatan C-organik Kompos Matang

No.	Sampel Kompos	C-organik (30 hari)	C-organik (45 hari)
1.	Kompos A-1	60,30	24,80
2.	Kompos A-2	58,11	26,27
3.	Kompos A-3	54,97	30,65
4.	Kompos A-4	51,91	35,17

7. Data Hasil Pengamatan Kadar Nitrogen (N) Kompos Matang

No.	Sampel Kompos	N total (30 hari)	N total (45 hari)
1.	Kompos A-1	0,65	0,89
2.	Kompos A-2	0,61	0,87
3.	Kompos A-3	0,54	1,06
4.	Kompos A-4	0,56	1,04

8. Data Hasil Pengamatan Rasio C/N Kompos Matang

No.	Sampel Kompos	Rasio C/N (30 hari)	Rasio C/N (45 hari)
1.	Kompos A-1	93,10	27,86
2.	Kompos A-2	95,26	30,19
3.	Kompos A-3	101,80	28,92
4.	Kompos A-4	92,70	33,82

9. Data Hasil Pengamatan Phospor (P) Kompos Matang

No.	Sampel Kompos	Kadar Phospor (P) (%)
1.	Kompos A-1	0,05
2.	Kompos A-2	0,06
3.	Kompos A-3	0,25
4.	Kompos A-4	0,28

10. Data Hasil Pengamatan Kalium (K) Kompos Matang

No.	Sampel Kompos	Kadar Phospor (P) (%)
1.	Kompos A-1	0,30
2.	Kompos A-2	0,30
3.	Kompos A-3	0,99
4.	Kompos A-4	1,75

Keterangan :

Kompos A-1 = Kompos tanpa penambahan Jamur *Trichoderma harzianum* dan Mikroba Sapi.

Kompos A-2 = Kompos dengan penambahan 50 gram Jamur *Trichoderma harzianum.*

Kompos A-3 = Kompos dengan penambahan 100 gram Mikroba Sapi.

Kompos A-4 = Kompos dengan penambahan 50 gram Jamur Trichoderma harzianum + 100 gram Mikroba Sapi.

UNIVERSITAS GADJAH MADA

PUSAT STUDI PANGAN DAN GIZI

LAPORAN HASIL UJI

(Analysys Certificate)
No.PS/25/I/2012

Nomor Pengujian : PS/11/I/2012
(Analysis Report Number)
Nama Pelanggan : **Hilda Chalimatus**
(Name of client)
Alamat Pelanggan :
(Addres of client)
No. Telepon Pelanggan :
(Phone No. of client)
Contoh Uji : **Padatan**
(Type of sample)
Tanggal Penerimaan Contoh Uji : 5 Januari 2012
(Received on)
Tanggal Pengujian : 6 Januari 2012
(Date of analysis)
Metode Uji :
(Analysis Method)
Hasil Uji :
(Analysis Result)

No.	Kode Sampel	Macam Analisa selullosa	
		Ulangan I %	Ulangan II %
1.	Padatan	13.11	12.19

Yogyakarta, 26 Januari 2012
Bagian Publik Servis,

Ratna Handayani

Gedung PAU Universitas Gadjah Mada
Jl. Teknika Utara, Barek, Yogyakarta 55281
Telp. (0274) 6492282, 589242 Fax. (0274) 589242
E-mail: cfns@ugm.ac.id; Website: www.cfns.ugm.ac.id

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Pusat Studi Pangan dan Gizi
Jln. Teknika Utara, Barek, YOGYAKARTA 55281
Telp. 0274 589242, 6492282

LAPORAN HASIL UJI

(Analysys Certificate)
No.PS/198/VIII/2012

Nomor Pengujian : PS/267/VIII/2012
(Analysis Report Number)
Nama Pelanggan : **Hilda Chalimatus**
(Name of client)
Alamat Pelanggan :
(Addres of client)
No. Telepon Pelanggan :
(Phone No. of client)
Contoh Uji : **Padatan**
(Type of sample)
Tanggal Penerimaan Contoh Uji : 3 Agustus 2012
(Received on)
Tanggal Pengujian : 4 Agustus 2012
(Date of analysis)
Metode Uji :
(Analysis Method)
Hasil Uji :
(Analysis Result)

No.	Kode Sampel	Macam Analisa Selullosa	
		Ulangan I %	Ulangan II %
1.	A1	13.68	13.89
2.	A2	10.27	11.16
3.	A3	11.34	10.99
4.	A4	9.92	10.32

Yogyakarta, 14 AGustus 2012
Bagian Publik Servis,

Ratna Handayani

BALAI PENGKAJIAN TEKNOLOGI PERTANIAN JAWA TENGAH
LABORATORIUM KIMIA

Alamat : Bukit Tegalepek, Kotak Pos 101 Ungaran 50501
Telp. : (024) 6924 965
Email : labbptpjtg@gmail.com
: labtanahjtg@yahoo.co.id

DATA ANALISIS PUPUK ORGANIK

Asal Contoh :
Tanggal Pengiriman : 7 Agustus 2012
Nomor SP. : P0-78-81/VIII/12
Nama Pemohon : Hilda

Nomor			Hasil			
Urut	Parameter	Satuan	A-1 (78/VIII/12)	A-2 (79/VIII/12)	A-3 (80/VIII/12)	A-4 (81/VIII/12)
1	Kadar air	%	8,74	13,96	8,42	3,14
2	pH	-	7,40	7,45	7,71	7,63
3	C organik	%	60,30	58,11	54,97	51,91
4	N-organik + N-NH4	%	0,28	0,27	0,07	0,12
5	N-NH4	%	0,07	0,07	0,06	0,10
6	N-NO3	%	0,37	0,34	0,47	0,44
7	N-Total	%	0,65	0,61	0,54	0,56
8	C/N Rasio	-	93,10	95,26	101,80	92,70
9	P2O5 Total	%	0,05	0,06	0,25	0,28
10	K2O Total	%	0,30	0,30	0,99	1,75

Hasil pengujian ini hanya berlaku bagi contoh yang diuji dan tidak untuk diperbanyak

Ket:
A-1 : Sludge + Serbuk kayu + dedak + Urea
A-2 : Sludge + Serbuk kayu + dedak + Urea + J.T hariamum
A-3 : Sludge + Serbuk kayu + dedak + Urea + Mikroba kotoran sapi
A-4 : Sludge + Serbuk kayu + dedak + Urea + J.T hariamum + Mikroba kotoran sapi

Ungaran, September 2012
Pengelola Laboratorium

Engah Winarni
NIP. 080 118 476

BALAI PENGKAJIAN TEKNOLOGI PERTANIAN JAWA TENGAH
LABORATORIUM KIMIA

Alamat : Bukit Tegalepek, Kotak Pos 101 Ungaran 50501
Telp. : (024) 6924 965
Email : labbptpjtg@gmail.com
: labtanahjtg@yahoo.co.id

DATA ANALISIS PUPUK ORGANIK

Asal Contoh :
Tanggal Pengiriman : September 2012
Nomor SP. : P0-136-139/IX/12
Nama Pemohon : Hilda

Nomor	Kode		Hasil		
Urut	Pengirim	Laboratorium	Kadar Air %	C-Organik %	N-Total %
1	A1: Sludge, dedak, urea, serbuk kayu PT Sinar Indah Kertas Pati	PO-136/IX/12	44.20	24.80	0.89
2	A2: Sludge, dedak, urea, serbuk kayu, J.Trichoroderma H	PO-137/IX/12	45.20	26.27	0.87
3	A3: Sludge, dedak, urea, serbuk kayu, mikroba sapi	PO-138/IX/12	45.09	30.65	1.06
4	A4: Sludge, dedak, urea, serbuk kayu, J.Trichoroderma H, mikroba sapi	PO-139/IX/12	45.42	35.17	1.04

Hasil pengujian ini hanya berlaku bagi contoh yang diuji dan tidak untuk diperbanyak

Ungaran, Oktober 2012

Pengelola Laboratorium

Endah Winarni
NIP. 080 118 476

Lampiran 3. Foto-foto Penelitian

Gambar. 1 Pembuatan media PDA (*potato dextrose agar*)

Gambar. 2 Pembuatan kompos sludge dengan penambahan jamur *Trichoderma harzianum*

Gambar. 3 Pembuatan kompos sludge dengan penambahan Jamur *Trichoderma harzianum* dan Mikroba Sapi.

Gambar 4. Kompos matang A-1 (Kompos tanpa penambahan Jamur *Trichoderma harzianum* dan Mikroba Sapi)

Gambar 5. Kompos matang A-2 (Kompos dengan penambahan 50 gram Jamur *Trichoderma harzianum*.)

Gambar 6. Kompos matang A-3 (Kompos dengan penambahan 100 gram Mikroba Sapi)

Gambar 7. Kompos matang A-4 (Kompos dengan penambahan 50 gram Jamur Trichoderma harzianum + 100 gram Mikroba Sapi)