

DESAIN TEKNIK PROSES *CO-COMPOSTING* SLUDGE DAN ABU KETEL PT TANJUNGENIM LESTARI *PULP AND PAPER* DENGAN METODE *WINDROW COMPOSTING*

FAZHAN ALWI PASARIBU



DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
Institut Pertanian Bogor

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Penggunaan karya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Penggunaan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini kami menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “Desain Teknik Proses *Co-composting Sludge* dan Abu Ketel PT Tanjungenim Lestari *Pulp and Paper* dengan Metode *Windrow Composting*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tugas akhir ini.

Dengan ini kami melimpahkan hak cipta dari karya tulis kami kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2024

Fazhan Alwi Pasaribu
F3401201053

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Berdasarkan Undang-undang

1. Dilarang menyalin sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Kenggunaan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumarkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

FAZHAN ALWI PASARIBU. Desain Teknik Proses *Co-composting Sludge* dan Abu Ketel PT Tanjungenim Lestari *Pulp and Paper* dengan Metode *Windrow Composting*. Dibimbing oleh NASTITI SISWI INDRASTI dan MOHAMMAD YANI.

PT Tanjungenim Lestari *Pulp and Paper* menghasilkan limbah *sludge* (30 ton/hari) dan abu ketel (33,3 ton/hari). Penanganan limbah saat ini menggunakan metode *sanitary landfill*. Salah satu alternatif pemanfaatan limbah adalah melalui proses *co-composting*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik *sludge* dan abu ketel, mendesain teknik proses *co-composting* dan menganalisis mutu produk kompos berdasarkan SNI-7847:2012. Penelitian ini merupakan penelitian faktor tunggal dengan metode *windrow composting* berskala 500 kg dan menggunakan komposter kayu berukuran panjang 100 cm, lebar 80 cm, dan tinggi 70 cm. Rasio C/N awal ditetapkan senilai 30, komposisi bahan senilai 2:1 (*sludge* 333 kg : 167 kg abu). *Co-composting* dilakukan selama 32 hari dengan pembalikan setiap 3 hari sekali. Fase termofilik tercapai dengan suhu 51 °C. Karakter fisik kompos sesuai dengan SNI-7847:2012, dengan warna hitam dan aroma seperti tanah. Kadar air akhir kompos adalah 46,31%, pH kompos 6, dan rasio C/N produk kompos 15,64. Kompos tidak mengandung *Coliform fecal* dan *Salmonella sp.* Kandungan logam berat kompos berada dibawah baku mutu. Bobot akhir produk kompos sebesar 365,5 kg dengan rendemen 69,5%.

Kata kunci: abu ketel, *co-composting*, *sludge*, *windrow*

ABSTRACT

FAZHAN ALWI PASARIBU. Co-composting Process Engineering Design of Sludge and Boiler Ash PT Tanjungenim Lestari Pulp and Paper using Windrow Composting Method. Supervised by NASTITI SISWI INDRASTI and MOHAMMAD YANI.

PT Tanjungenim Lestari Pulp and Paper produced sludge waste (30 tons/day) and boiler ash (33.3 tons/day). The current waste management method used sanitary landfill. One alternative for waste utilization was through the co-composting process. This study aimed to analyze the characteristics of sludge and ash, design co-composting process engineering, and analyze the quality of compost product based on SNI-7847:2012. This study was a single-factor research using the windrow composting method on a scale of 500 kg and used a wooden box composter with dimensions of length 100 cm, width 80 cm, height 70 cm. The initial C/N ratio was set at 30, the material composition of 2:1 (sludge 333 kg : 167 kg ash). Co-composting was carried out for 32 days with turning every 3 days. The thermophilic phase was reached at a temperature of 51 °C. The physical characteristics of the compost complied with SNI-7847:2012. With a black color and soil-like aroma. The final moisture content of the compost was 46.31%, the pH was 6, and the C/N ratio of the compost product was 15.64. The compost did not contain *Coliform fecal* and *Salmonella sp.* The heavy metal content of the compost was comply to the quality standards. The final weight of the compost product was 365.5 kg with a yield of 69.5%.

Keyword: boiler ash, co-composting, sludge, windrow

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024¹
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.





@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
Institut Pertanian Bogor

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Penggunaan karya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**DESAIN TEKNIK PROSES *CO-COMPOSTING* LIMBAH
PADAT PT TANJUNGENIM LESTARI *PULP AND PAPER*
DENGAN METODE *WINDROW COMPOSTING***

FAZHAN ALWI PASARIBU

Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada
Program Studi Teknik Industri Pertanian

**DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Penggunaan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University
2. Dilarang mengutamakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tugas Akhir:
1. Prof. Dr. Ir. Muhammad Romli, M.Sc.
2. Dr. Andes Ismayana, S.TP., M.T.

Judul Tugas Akhir : Desain Teknik Proses *Co-composting Sludge* dan Abu Ketel PT Tanjungenim Lestari *Pulp and Paper* dengan Metode *Windrow Composting*

Nama : Fazhan Alwi Pasaribu
NIM : F3401201053

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Nastiti Siswi Indrasti, IPU.



Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Moh. Yani, M.Eng., IPM.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ono Suparno, S.TP., M.T.
NIP. 197212031997021001



Tanggal Ujian:
18 Juli 2024

Tanggal Lulus:
Agustus 2024



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Kengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Februari 2024 sampai bulan Juni 2024 ini ialah pemanfaatan limbah padat dengan judul “Desain Teknik Proses *Co-composting Sludge* dan Abu Ketel PT Tanjungenim Lestari *Pulp and Paper* dengan Metode *Windrow Composting*.”. Oleh karena itu, penulis ucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Nastiti Siswi Indrasti, IPU., dan Dr. Andes Ismayana, S.TP., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah membantu, membimbing dan memberikan motivasi kepada penulis.
2. Prof. Dr. Ir. Moh. Yani, M.Eng., IPM., selaku dosen PIC tugas akhir yang telah memberikan banyak arahan, masukan, saran dan bimbingannya kepada penulis dalam penyelesaian penulisan karya ilmiah ini.
3. PT Tanjungenim Lestari *Pulp and Paper* dan tim konsultan PT Enviro Karya Indonesia sebagai mitra dalam penelitian ini yang telah memberikan ilmu, arahan dan pembelajaran kepada penulis.
4. Prof. Dr. Ono Suparno, S.TP., M.T., selaku ketua departemen Teknologi Industri Pertanian yang telah banyak membantu dan memberikan motivasi kepada penulis.
5. Seluruh dosen, tenaga pendidik, dan civitas akademik Departemen Teknologi Industri Pertanian yang telah memberikan ilmu dan bantuan kepada penulis.
6. Orang tua penulis, Bapak Syawaluddin Pasaribu dan Ibu Hilma Winda Pohan, abang, adik, dan seluruh keluarga yang selalu memberikan do'a, motivasi, dan memberikan dukungan kepada penulis.
7. Alif Zikri Fadhali, Maslahatul Ummah, dan Jasmine Aisya Putri sebagai rekan satu tim dalam menyelesaikan karya ilmiah ini yang telah banyak membantu dan memberikan semangat bagi penulis.
8. Teman-teman seperjuangan Tintisari (TIN 57) yang telah memberikan warna dalam kehidupan perkuliahan dan terus membersamai penulis.
9. BPH, Pimpinan, dan seluruh rekan-rekan Kabinet Simpul Karya Himalogin 2022/2023 yang telah banyak memberikan pengalaman berharga bagi penulis.

Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi kebutuhan pembelajaran dan memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2024

Fazhan Alwi Pasaribu

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Co-composting</i>	4
2.2 <i>Sludge</i>	7
2.3 Abu Ketel	7
2.4 Metode <i>Windrow Composting</i>	8
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Prosedur Kerja	9
3.4 Analisis Data	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Proses Produksi Pulp PT TeL	12
4.2 Penanganan Limbah PT TeL	13
4.3 Karakteristik <i>Sludge</i> dan Abu Ketel	14
4.4 Kondisi Proses <i>Co-composting</i>	16
4.5 Mutu Produk Kompos	22
4.6 Neraca Masa dan Rendemen	23
4.7 Analisis <i>Life Cycle Cost (LCC) Co-composting</i>	25
V SIMPULAN DAN SARAN	27
5.1 Simpulan	27
5.2 Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	31
RIWAYAT HIDUP	46

DAFTAR TABEL

1	Karakteristik kimia bahan baku	14
2	Karakteristik logam berat bahan dibandingkan dengan PP-22:2021	14
3	Karakteristik logam pada bahan dibandingkan dengan SNI-7847:2012	14
4	Hasil uji verifikasi formulasi	15
5	Total mikroba <i>co-composting</i>	20
6	Hasil identifikasi jenis mikroorganismenya	21
7	Kandungan logam H0 dan produk kompos	21
8	Mutu produk kompos	22
9	Komponen biaya <i>Life Cycle Cost (LCC)</i>	26

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram alir proses <i>co-composting</i>	11
2	Diagram alir proses produksi pulp	12
3	Diagram alir IPAL	13
4	Desain komposter	16
5	Grafik perubahan suhu <i>co-composting</i>	16
6	Grafik perubahan nilai pH	17
7	Grafik perubahan kadar air	18
8	Grafik perubahan rasio C/N	19
9	Tampilan fisik produk kompos	23
10	Neraca massa <i>co-composting</i> (a) basis basah dan (b) bobot kering	24
11	Sistem <i>gate-to-gate LCC</i>	25

DAFTAR LAMPIRAN

1	Prosedur analisis mutu kompos	32
2	Perhitungan formulasi campuran bahan	34
3	Hasil pengukuran suhu	35
4	Hasil pengukuran pH	36
5	Hasil pengukuran kadar air	37
6	Hasil pengukuran rasio C/N	38
7	Hasil pengujian kandungan logam berat pada bahan baku	39
8	Hasil pengujian kandungan logam berat pada produk kompos	42
9	Neraca massa komponen <i>co-composting</i>	44
10	Perhitungan <i>Life Cycle Cost (LCC)</i>	45