

PENAMBAHAN BIOAKTIVATOR PADA PRODUKSI REFUSE DERIVED FUEL (RDF) BIOMASSA SAMPAH KOTA DENGAN METODE *BIODRYING*

ESTI MEGA MAULIDAYANTI



**TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

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.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

@Halqiaulita IPB University

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “*Penambahan Bioaktivator Pada Produksi Refuse Derived Fuel (RDF) Biomassa Sampah Kota Dengan Metode Biodrying*” 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 tesis ini.

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

Bogor, September 2024

Esti Mega Maulidayanti
NIM F3501211022

- 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.

RINGKASAN

ESTI MEGA MAULIDAYANTI. *Penambahan Bioaktivator Pada Produksi Refuse Derived Fuel (RDF) Biomassa Sampah Kota Dengan Metode Biodrying*. Dibimbing oleh ERLIZA HAMBALI dan DWI SETYANINGSIH.

Sampah menjadi salah satu masalah lingkungan saat ini karena belum dikelola dengan baik, sehingga pengolahan sampah dan pemanfaatan sampah menjadi energi baru dan terbarukan saat ini sangat diperlukan. Selain untuk mengurangi timbunan sampah, meningkatkan pengelolaan sampah di tahun 2030, juga digunakan sebagai energi alternatif. Sampah kota yang diolah menggunakan teknologi *bio-drying* untuk menghasilkan produk *refuse derived fuel* (RDF).

Penelitian dilakukan di TPST Bantar Gebang Bekasi, dengan sumber biomassa sampah kota berasal dari DKI Jakarta. Teknologi yang digunakan pada penelitian ini yaitu teknologi *bio-drying* untuk memproses sampah menjadi RDF. Tujuan dari penelitian untuk menganalisis kinerja *bio-aktivator* terhadap kadar air dan performa suhu dalam reaktor *bio-drying*, menghitung jejak karbon yang dihasilkan dari proses *bio-drying*, mengkaji peran RDF dalam SDGs dan melihat apakah terjadi perbaikan sehingga dapat digunakan pada PLTU karena seringkali RDF hanya digunakan pada Industri Semen. Pada penelitian ini penulis menggunakan penambahan *bio-aktivator* dengan dosis 0, 5, 10 dan 15 ml / kg sampah.

Dari hasil penelitian, proses *bio-drying* dengan penambahan *bio-aktivator* memiliki hubungan signifikan dengan penurunan kadar air, penambahan *bio-aktivator* dengan dosis 10 mengalami penurunan kadar air tertinggi yaitu dari 60% menjadi 24%. Proses *bio-drying* dengan penambahan *bio-aktivator* juga memperoleh peningkatan suhu didalam reaktor sekitar 32 % dengan suhu tertinggi mencapai 47 °C dibandingkan tanpa penambahan *bio-aktivator*. Penambahan *bio-aktivator* juga dapat mempersingkat waktu proses *bio-drying* menjadi 13 hari dari 21 hari dengan penurunan berat massa dan volume sampah rata-rata 55,50 %. Sehingga penambahan *bio-aktivator* dikatakan dapat mempercepat, memperbaiki proses dan produk RDF.

Jejak karbon yang dihasilkan pada proses *bio-drying* dengan lingkup pemakaian listrik, bahan bakar, dan sampah yang digunakan yaitu sebesar 83,975 kg CO_{2e} atau setara dengan 0,0839 ton CO_{2e}. Hasil kajian produk RDF yang digunakan sebagai alternatif bahan bakar ini sangat mendukung pembangunan berkelanjutan atau *sustainable development program* (SDGs) dan ekonomi sirkular, hal ini dapat dilihat menurut hasil wawancara 9 dari 17 point SDGs masuk sebagai manfaat dan yang menjadi peran RDF. Dampak yang diberikan yaitu pada poin 1 (bebas kemiskinan, membuka lapangan pekerjaan), 3 (kesehatan dan kesejahteraan yang baik, mengurangi dampak buruk lingkungan), 6 (air bersih dan sanitasi, mengurangi dampak buruk lingkungan), 7 (energi yang terjangkau dan bersih, menciptakan energi baru dan terbarukan sebagai energi alternatif), 8 (pekerjaan layak dan pertumbuhan ekonomi, membuka lapangan pekerjaan), 9 (industri, inovasi dan infrastruktur, menjaga kesinambungan industri), 12 (produksi yang berkelanjutan, menjada kehidupan manusia dengan mengolah sampah), 14 (ekosistem laut, mengurangi dampak buruk lingkungan), dan 15 (kehidupan darat, mengurangi dampak buruk lingkungan).

Kata kunci: biomassa, *cofiring*, ekonomi sirkular, RDF, *sustainability*

@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. 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.

SUMMARY

ESTI MEGA MAULIDAYANTI. *The addition of the bioactivator to the production of refuse-derived fuel (RDF) from municipal waste biomass by the biodrying method. Supervised by ERLIZA HAMBALI and DWI SETYANINGSIH.*

Waste is one of the current environmental problems because it has not been appropriately managed. So, waste processing and utilizing waste in new and renewable energy sources is currently very necessary. In addition to reducing waste generation and emissions by 2030, it will also be used as alternative energy. Municipal waste, which is processed using bio-drying technology to produce refuse-derived fuel products, commonly abbreviated as RDF.

The research was conducted at TPST Bantar Gebang Bekasi, with municipal waste biomass sourced from the Jakarta Special Capital Region (DKI Jakarta). The technology employed in this research is bio-drying technology, which is used to process waste into RDF. The objective of this research is to evaluate the performance of bio-activators on moisture content and temperature performance in bio-drying reactors, calculate the carbon footprint generated from the bio-drying process, examine the role of RDF in SDGs, and identify potential improvements to enhance its suitability for use in PLTU, given that RDF is currently only utilized in the cement industry. In this study, the authors employed the addition of bio-activators at doses of 0, 5, 10, and 15 ml /kg of waste.

The results of the research indicate a significant correlation between the bio-drying process and the addition of the bio-activator, with regard to the reduction in water content. The addition of the bio-activator at a dose of 10 exhibited the most pronounced decline in water content, from 60% to 24%. Furthermore, the bio-drying process with the addition of bio-activator resulted in a notable increase in temperature within the reactor, reaching a maximum of 47°C, in comparison to the absence of bio-activator. The addition of the bio-activator has also been observed to reduce the duration of the bio-drying process, with an average reduction of 55.50% in mass, weight, and volume of waste, from 21 days to 13 days. This suggests that the addition of bio-activators may facilitate the acceleration and improvement of the process and the resulting RDF products.

The carbon footprint generated in the bio-drying process, encompassing electricity consumption, fuel usage, and waste production, is 83.975 kg CO₂e, equivalent to 0.0839 tons of CO₂e. The results of the research on RDF products used as an alternative fuel is very supportive of sustainable development programs (SDGs) and the circular economy. This can be seen from according to the results of the interviews, 9 out of 17 SDGs items are included as benefits and that is the role of RDF. These points include SDG 1 (poverty-free, creating jobs), SDG 3 (good health and welfare, reducing adverse environmental impacts), and SDG 6 (clean water and sanitation). The results demonstrate that RDF can play a role in reducing adverse environmental impacts, as evidenced by points 1, 3, 7, and 9. Point 1 highlights the potential of RDF to contribute to poverty alleviation and job creation, while point 3 emphasizes its capacity to advance the production of affordable and clean energy through the development of new and renewable sources. Point 7 underscores the importance of maintaining sustainability through the creation of



jobs and the advancement of industrial, innovative, and infrastructural development. Furthermore, the results indicate that RDF can be utilized as an alternative energy source, thereby creating new and renewable energy. Additionally, the findings suggest that RDF can contribute to the creation of jobs, as outlined in SDG 8, which addresses decent work and economic growth.

Keywords: biomass, cofiring, circular economy, RDF, sustainability

- 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 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, Tahun 2024

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

**PENAMBAHAN BIOAKTIVATOR PADA PRODUKSI
REFUSE DERIVED FUEL (RDF) BIOMASSA SAMPAH KOTA
DENGAN METODE *BIODRYING***

ESTI MEGA MAULIDAYANTI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Teknik pada
Program Studi Teknik Industri Pertanian

**TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
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. 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.

Penguji pada Ujian Tesis :
1. Prof. Dr. Ir. Suprihatin, IPU

Judul Tesis : *Penambahan Bioaktivator Pada Produksi Refuse Derived Fuel (RDF) Biomassa Sampah Kota Dengan Metode Biodrying*
Nama : Esti Mega Maulidayanti
NIM : F3501211022

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Erliza Hambali, M.S
NIP. 196210091989032001

Pembimbing 2:
Dr. Dwi Setyaningsih, S.TP, M.Si
NIP. 197012191998021001



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Illah Sailah, M.S.
NIP. 195805211982112001

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian:
Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M.Agr
NIP. 196105021986031002



Tanggal Ujian:
1 Juli 2024

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga proposal tesis ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah Pemanfaatan biomassa sampah kota menjadi bahan bakar alternatif sebagai pengganti Batubara dengan judul “*Penambahan Bioaktivator Pada Produksi Refuse Derived Fuel (RDF) Biomassa Sampah Kota Dengan Metode Biodrying*”. Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Prof. Dr. Erliza Hambali dan Dr. Dwi Setyaningsih, S.TP, M.Si. yang telah membimbing dan banyak memberi saran sehingga dapat terbentuknya proposal tesis ini
2. Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang telah memberikan beasiswa Sains dan Teknologi (SAINTEK) selama proses perkuliahan.
3. Direktorat Manajemen Talenta, Biro Organisasi dan Sumber Daya Manusia (BOSDM) serta Pusat Riset Lingkungan dan Teknologi Bersih (PRLTB) di lingkungan Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang telah membantu dalam proses penelitian, pengumpulan data dan administrasi kepegawaian selama tugas belajar.
4. Rekan-rekan mahasiswa pascasarjana TIP IPB yang telah memberikan dukungan dan semangat selama kuliah, serta
5. Ayah (alm), ibu, suami serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, moral dan kasih sayangnya dalam pelaksanaan perkuliahan sampai penyusunan tesis ini.

Semoga tesis ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, September 2024

Esti Mega Maulidayanti

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
1.6 Hipotesis	4
II TINJUAN PUSTAKA	5
2.1 Biomassa Sampah Kota	5
2.2 <i>Bio-activator</i>	9
2.3 Teknologi <i>Refuse Derived Fuel</i> (RDF)	10
2.4 Penelitian Terdahulu	11
III METODE	13
3.1 Kerangka Pemikiran	13
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	14
3.4 Prosedur Kerja	14
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Identifikasi Jenis Sampah	20
4.2 Identifikasi Proses <i>Bio-drying</i>	22
4.3 Perhitungan Jejak Karbon	34
4.4 Kajian Berkelanjutan	36
V SIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 Simpulan	40
5.2 Saran	41
LAMPIRAN	46
RIWAYAT HIDUP	63

DAFTAR TABEL

1	Penanganan dan pengolahan sampah	6
2	Produk dari pengolahan materi organik sampah	7
3	Hasil analisis proksimat sampah DKI Jakarta	7
4	Analisis <i>ultimate</i> sampah DKI Jakarta	8
5	Nilai kalor HHV dan LHV sampah kota DKI Jakarta	8
6	Perbandingan proses aerobik dan anaerobik	10
7	Penelitian-penelitian terdahulu	12
8	Matriks tujuan, metode dan data penelitian	16
9	Interpretasi hasil nilai korelasi	19
10	Komposisi sampah yang masuk TPST Bantar Gebang dengan metode sampling total	20
11	Komposisi sampah yang masuk TPST Bantar Gebang dengan metode kuadran	21
12	Data penimbangan sampah yang masuk kedalam reaktor (gram)	24
13	Analisis korelasi	31
14	Hasil perhitungan jejak karbon penggunaan RDF pada reaktor <i>bio-drying</i>	35
15	Peran RDF dalam SDGs	39

DAFTAR GAMBAR

1	Kerangka pemikiran	13
2	Pemilahan sistem kuadran	15
3	Tahapan penelitian	15
4	Komposisi sampah DKI Jakarta (SIPSN 2023)	21
5	Profil penurunan kadar air sampah pada reaktor <i>bio-drying</i>	25
6	Kurva suhu <i>bio-drying</i>	26
7	Penyebaran data berat sampah pada reaktor A, B, C dan D	28
8	Penyebaran data rata-rata suhu pada reaktor A, B, C dan D	29
9	Penyebaran data kadar air pada reaktor A, B, C dan D	30
10	Tahapan proses produksi RDF	32
11	Reaktor <i>bio-drying</i> kotak	33
12	Produk RDF biomassa sampah kota	33
13	Kurva jejak karbon proses <i>bio-drying</i>	36

DAFTAR LAMPIRAN

1	Dokumentasi penimbangan sampah kota dan pemanasan sampah kota	47
2	Data pengukuran suhu selama 13 hari proses <i>bio-drying</i>	48

3 Data pengamatan <i>bio-drying</i> sampah pada reaktor	49
4 Analisis data statistik regresi berganda	50
5 Dokumentasi pengukuran suhu pada proses <i>bio-drying</i>	56
6 Prosedur pembuatan larutan <i>bio-activator</i>	57
7 Dokumentasi bahan <i>bio-activator</i>	58
8 Dokumentasi reaktro <i>bio-drying</i> kotak	59
9 <i>Carbon footprint calculator</i>	60
10 Kuesioner peran RDF dalam SDGs	61

- 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.