

**PEMANFAATAN LIMBAH KELAPA SAWIT
MENJADI PELET BIOMASSA
DAN KELAYAKANNYA SECARA EKONOMI**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik**



**ANDI JAVIER LAFIEDRIDO
1152005019**


**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2019**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Andi Javier Lafiedrido

NIM : 1152005019

Tanda Tangan : 

Tanggal : 23 Agustus 2019

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Andi Javier Lafiedrido

NIM : 1152005019


Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer


Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit Menjadi Pelet Biomassa dan Kelayakannya Secara Ekonomi


Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan untuk melakukan penelitian pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr., Ph.D. ()

Pembimbing 2 : Aqil Azizi, Ph.D ()

Penguji 1 : Sandra Madonna, S.Si., M.T. ()

Penguji 2 : Prisma Nursetyowati, S.T., M.T. ()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 16 Agustus 2019

UNGKAPAN TERIMA KASIH

Penulis panjatkan puji syukur saya ke hadirat Allah SWT. Yang telah melimpahkan hidayahnya dan member saya kesempatan dalam menyelesaikan tugas akhir yang saya buat ini.

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan kuliah bagi para Mahasiswa dari Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Bakrie.

Pada tugas akhir ini penulis membahas mengenai Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit Menjadi Pelet Biomassa dan Kelayakannya secara ekonomi. Penulis harap tugas akhir ini akan memberi banyak manfaat bagi saya maupun bagi pembaca.

Di kesempatan ini, Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak – pihak terkait tugas akhir. Yang telah memberikan dukungan moral dan juga bimbingannya kepada penulis. Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada:

1. Orang tua penulis yang telah membesarkan dan mendidik penulis hingga sekarang yang menduduki bangku kuliah dan menyelesaikan proses tugas akhir.
2. Ibu Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr., Ph.D., selaku Pembimbing I
3. Bapak Aqil Azizi, Ph.D., selaku Pembimbing II, Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Bakrie, dan Koordinator tugas akhir mahasiswa Teknik Lingkungan Universitas Bakrie
4. Ibu Sandra Madonna, S.Si., M.T., selaku Penguji I
5. Ibu Prisma Nursetyowati, S.T., M.T., selaku Penguji II
6. Bapak Diki Surya Irawan, S.T., M.Si., dan Ibu Irna Rahmaniar, S.T., M.T., selaku Pembimbing Akademik
7. Ibu Sirin Fairus, S.T.P, M.T., selaku dosen Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Bakrie

8. Bapak IR. Pawenary, M.T., IPM., MPM selaku dosen di STT PLN yang berkolaborasi dalam penelitian ini
9. Dosen-dosen Universitas Bakrie yang telah membimbing saya
10. Mas Erdy selaku *staff* Teknik Lingkungan Universitas Bakrie
11. *Blackeel* dan *7mm* yang telah mendukung penulis selama ini
12. Seluruh anggota Mahasiswa Pecinta Alam (MAPALA) WICAKTALA Universitas Bakrie
13. Seluruh anggota Keluarga Mahasiswa Teknik Lingkungan Universitas Bakrie (KMTL-UB)
14. Teman – teman penulis yang ikut mendukung proses tugas akhir sampai selesai.

Akhir kata, penulis menyusun tugas akhir ini dengan sebaik – baiknya, namun tentu masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu jika ada kritik atau saran apapun yang sifatnya membangun bagi penulis, dengan senang hati akan penulis terima.

Jakarta, 23 Agustus 2019



Penyusun

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai civitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Andi Javier Lafiedrido
NIM : 1152005019
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Jenis Tugas Akhir : Studi Eksperimental

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit Menjadi Pelet Biomassa dan Kelayakannya Secara Ekonomi

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 23 Agustus 2019

Yang menyatakan



Andi Javier Lafiedrido

**PEMANFAATAN LIMBAH KELAPA SAWIT MENJADI
PELET BIOMASSA DAN KELAYAKANNYA SECARA EKONOMI**

Andi Javier Lafiedrido

ABSTRAK

Pabrik kelapa sawit menghasilkan limbah biomassa seperti tandan kosong, serat, dan cangkang yang memiliki potensi sebagai sumber energi biomassa. Penelitian ini bertujuan untuk mengolah dan memanfaatkan limbah biomassa kelapa sawit yang berasal dari pabrik kelapa sawit di Bengkulu (Bio Nusantara Teknologi) dan di Medan (Bakrie Sumatera Plantations) menjadi pelet yang merupakan sumber energi biomassa, serta menganalisis ekonomi pemanfaatan limbah kelapa sawit. Penelitian ini menggunakan limbah kelapa sawit berupa tandan kosong, cangkang, dan serat kelapa sawit. Dengan menggunakan metode eksperimen, data yang diperoleh dianalisis secara kuantitatif. Uji standar pelet menggunakan standarisasi DIN 51731, Enplus A1, dan EN-B. pada uji standar ini diketahui bahwa nilai kalor pelet biomassa tandan kosong kelapa sawit Bio Nusantara Teknologi sebesar 4.124 kal/g (17.256 Kj/kg). Nilai kalor sampel Bakrie Sumatera Plantations untuk pelet biomassa serat kelapa sawit sebesar 4.098 kal/g (17.148 Kj/kg), pelet biomassa campuran sebesar 3.597 kal/g (15.050 Kj/kg), pelet biomassa tandan kosong kelapa sawit sebesar 3.918 kal/g (16.394 Kj/kg), dan biomassa cangkang kelapa sawit sebesar 3.882 kal/g (16.244 Kj/kg). Analisis ekonomi yang dihitung adalah pelet biomassa tandan kosong Bio Nusantara Teknologi dimana nilai kalornya sesuai dengan uji standarisasi dan hasil parameter analisis ekonomi NPV sebesar Rp. 19.575.500.645, IRR 75,78% dan *Payback Period* 1,24 tahun.

Kata kunci: pelet biomassa, limbah kelapa sawit, analisis ekonomi, sumber energi biomassa

**UTILIZATION OF PALM OIL WASTE INTO
BIOMASS PELLETS AND ITS ECONOMIC VIABILITY**

Andi Javier Lafiedrido

ABSTRACT

Palm oils mills produce biomass waste such as empty fruit bunches, fibers, and shells which have potential as a source of biomass energy. This study aims to process and utilize palm oil biomass waste originating from the palm oil mills in Bengkulu (Bio Nusantara Teknologi) and in Medan (Bakrie Sumatera Plantations) into pellets which are a source of biomass energy, and analyzing the economic use of palm oil waste. This study uses palm oil waste such as empty fruit bunches, fibers, and shells. By using the experimental method, the data obtained were analyzed quantitatively. Pellet standards are using DIN 51731, Enplus A1, and EN-B. in this standard test it is known that the heating value of Bio Nusantara Teknologi's empty fruit bunches biomass pellets is 4.124 cal/g (17.256 Kj/kg). The heating value of Bakrie Sumatera Plantations sample for fiber biomass pellets is 4.098 cal/g (17.148 Kj/kg), mixed biomass pellets is 3.597 cal/g (15.050 Kj/kg), empty fruit bunches biomass pellets is 3.918 cal/g (16.394 Kj/kg), and shell biomass is 3.882 cal/g (16.244 Kj/kg). The economic analysis calculated is empty fruit bunches biomass pellets from Bio Nusantara Teknologi where the heating value in accordance with the standardization test and the economic analysis parameters results of NPV is Rp. 19.575.500.645, IRR 75,78% and payback period 1,24 years.

Keyword: biomass pellets, palm oil waste, economic analyses, source energy of biomass

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
UNGKAPAN TERIMA KASIH.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Biomassa	4
2.2. Pelet Biomassa.....	5
2.3. Cangkang	6
2.4. Serat.....	7
2.5. Tandan Kosong.....	7
2.6. Pemanfaatan Biomassa dengan Tujuan Energi	10
2.7. Metode Perubahan Energi	12
2.7.1. <i>Physical Method</i>	12
2.7.2. <i>Thermal Method</i>	12
2.7.3. <i>Biological Method</i>	14
2.8. Gambaran IPTEK	14
2.9. Standarisasi Kualitas Pelet	15

2.10.	Analisis Ekonomi.....	17
2.11.	Penelitian Terdahulu.....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		25
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.2.	Metode Penelitian.....	25
3.3.	Objek Penelitian	25
3.4.	Diagram Alir.....	26
3.5.	Tahapan Proses Penelitian.....	27
3.5.1.	Pembuatan Pelet Biomassa	27
3.5.2.	Uji Nilai Kalor, Nilai Kadar Air dan Densitas	28
3.5.3.	Uji Standar Pelet	30
3.5.4.	Analisis Ekonomi.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		32
4.1.	Perubahan Berat dan Volume dari Sampel Biomassa	33
4.2.	Analisis Nilai Kalor Biomassa dan Nilai Kadar Air	34
4.2.1.	Cangkang Kelapa Sawit dari Bakrie Sumatera Plantations.....	35
4.2.2.	Pelet Serat Kelapa Sawit dari Bakrie Sumatera Plantations	38
4.2.3.	Pelet Tandan Kosong Kelapa Sawit dari Bakrie Sumatera Plantations 42	
4.2.4.	Pelet Tandan Kosong Kelapa Sawit dari Bio Nusantara Teknologi ...	45
4.2.5.	Campuran Cangkang, Serat, dan Tandan Kosong Kelapa Sawit dari Bakrie Sumatera Plantations.....	49
4.3.	Uji Densitas Pelet	53
4.3.1.	Pelet Tandan Kosong Kelapa Sawit dari Bio Nusantara Teknologi ...	53
4.3.2.	Pelet Tandan Kosong Kelapa Sawit dari Bakrie Sumatera Plantations 54	
4.3.3.	Serat Kelapa Sawit dari Bakrie Sumatera Plantation.....	54
4.3.4.	Campuran Cangkang, Serat, dan Tandan Kosong Kelapa Sawit dari Bakrie Sumatera Plantations.....	55
4.4.	Uji Kualitas Pelet.....	55
4.4.1.	Serat Kelapa Sawit dari Bakrie Sumatera Plantations	55

4.4.2.	Tandan Kosong Kelapa Sawit dari Bio Nusantara Teknologi.....	57
4.4.3.	Tandan Kosong Kelapa Sawit dari Bakrie Sumatera Plantations.....	58
4.4.4.	Campuran Cangkang, Serat, dan Tandan Kosong Kelapa Sawit dari Bakrie Sumatera Plantations.....	59
4.5.	Analisis Ekonomi	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		64
5.1.	Kesimpulan.....	64
5.2.	Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA		66
LAMPIRAN.....		69

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Potensi Sumber Daya Biomassa di Indonesia	4
Tabel 2. Analisis Proksimat Tandan Kosong	9
Tabel 3. Perbandingan Standarisasi Pelet Biomassa	16
Tabel 4. Penelitian Terdahulu.....	18
Tabel 5. Penyusutan Berat dan Volume	34
Tabel 6. Nilai Kalor Cangkang Kelapa Sawit dari Bakrie Sumatera Plantations	35
Tabel 7. Nilai Kadar Air Cangkang Kelapa Sawit Bakrie Sumatera Plantations.	37
Tabel 8. Nilai Kalor Serat Kelapa Sawit yang Sudah Menjadi Pelet dari Bakrie Sumatera Plantations	39
Tabel 9. Nilai Kadar Pelet Air Serat Kelapa Sawit Bakrie Sumatera Plantations	40
Tabel 10. Nilai Kalor Tandan Kosong Kelapa Sawit dari Bakrie Sumatera Plantations yang Sudah Menjadi Pelet.....	42
Tabel 11. Nilai Kadar Air Tandan Kosong Kelapa Sawit dari Bakrie Sumatera Plantations	44
Tabel 12. Nilai Kalor Tandan Kosong Kelapa Sawit dari Bio Nusantara Teknologi yang Sudah Menjadi Pelet	46
Tabel 13. Nilai Kadar Air Tandan Kosong Kelapa Sawit dari Bio Nusantara Teknologi	48
Tabel 14. Nilai Kalor Pelet Campuran	50
Tabel 15. Nilai Kadar Air Pelet Campuran	52
Tabel 16. Perbandingan Pelet Serat Kelapa Sawit dengan Standar.....	56
Tabel 17. Perbandingan Pelet Tandan Kosong Kelapa Sawit dari Bio Nusantara Teknologi dengan Standar.....	57
Tabel 18. Perbandingan Pelet Tandan Kosong Bakrie Sumatera Plantations dengan Standar	58
Tabel 19. Perbandingan Pelet Campuran Kelapa Sawit dengan Standar	59
Tabel 20. Total Investasi Usaha Pengolahan Produk Pelet TKKS.....	61
Tabel 21. Ringkasan Analisis Ekonomi Usaha Pengolahan Produk Pelet TKKS	62
Tabel 22. Ringkasan Analisis Parameter Kelayakan Pengolahan Produk Pelet Biomassa TKKS 1 Shift	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Flowcharts proses perubahan biomassa menjadi pelet 6

Gambar 2. Cangkang Kelapa Sawit..... 6

Gambar 3. Cangkang dalam Botol 6

Gambar 4. Serat Kelapa Sawit..... 7

Gambar 5. Serat dalam Botol 7

Gambar 6. Tandan Kosong Kelapa Sawit 8

Gambar 7. Tumpukan Tandan Kosong..... 8

Gambar 8. Proses yang Dapat Mengonversi Biomassa Menjadi Energi 11

Gambar 9. Metode waste to energy 12

Gambar 10. Berbagai Proses Thermal Methods 12

Gambar 11. Pencacah 15

Gambar 12. Peletizer 15

Gambar 13. Diagram Alir Penelitian 26

Gambar 14. Oxygen Bomb Calorimeter 28

Gambar 15. Tandan Kosong Setelah Dipisahkan dengan Buahnya 32

Gambar 16. Tandan Kosong Setelah dicacah 32

Gambar 17. Pengeringan Bahan 32

Gambar 18. Peletizing 33

Gambar 19. Hasil Peletizing 33

Gambar 20. Flowcharts Pembuatan Sumber Energi Biomassa Berupa Pelet dari Limbah Kelapa Sawit 33

Gambar 21. Biomassa Cangkang 35

Gambar 22. Grafik Perubahan Suhu Cangkang Bakrie Sumatera Plantations 36

Gambar 23. Pelet Serat Kelapa Sawit..... 38

Gambar 24. Grafik Perubahan Suhu Pelet Serat Bakrie Sumatera Plantations ... 39

Gambar 25. Pembakaran Pelet Serat Bakrie Sumatera Plantations..... 41

Gambar 26. Pelet Tandan Kosong dari Bakrie Sumatera Plantations 42

Gambar 27. Grafik Perubahan Suhu Tandan Kosong Bakrie Sumatera Plantations 43

Gambar 28. Pembakaran Pelet Tandan Kosong Bakrie Sumatera Plantations.... 45

Gambar 29. Pelet Tandan Kosong dari Bio Nusantara Teknologi 46

Gambar 30. Grafik Perubahan Suhu Pelet Tandan Kosong Bio Nusantara Teknologi 46

Gambar 31. Pembakaran Pelet Tandan Kosong Bio Nusantara Teknologi..... 49

Gambar 32. Pelet Campuran..... 50

Gambar 33. Grafik Perubahan Suhu Pelet Campuran Bakrie Sumatera Plantations	50
Gambar 34. Pembakaran Pelet Campuran Bakrie Sumatera Plantations	53