

TESIS

**PEMANFAATAN CANGKANG KELAPA SAWIT DAN
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS)
SEBAGAI BIOPELET PADA *CO-FIRING***



**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan Pendidikan pada
Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan
Politeknik Negeri Sriwijaya**

OLEH :

**Riztamala Diana
062150443039**

**PROGRAM MAGISTER TERAPAN
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2023**

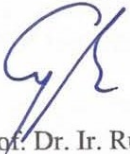
HALAMAN PENGESAHAN

TESIS

PEMANFAATAN CANGKANG KELAPA SAWIT DAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS) SEBAGAI BIOPELET PADA *CO-FIRING*

OLEH :
RIZTAMALA DIANA
062150443039

Pembimbing I,



Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si.
NIP. 196711191993032003

Palembang, Juli 2023

Menyetujui,
Pembimbing II,



Dr. Ir. Leila Kalsum, M.T.
NIP. 196212071989032001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Energi Terbarukan
Program Magister Terapan



Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si.
NIP. 196711191993032003

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tesis ini dengan judul “Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai Biopellet pada *Co-firing*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya pada tanggal 22 Juli 2023.

Palembang, 22 Juli 2023

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Berupa Tesis

Ketua:

Dr. Ir. Abu Hasan, M.Si
NIP 196410231992031001

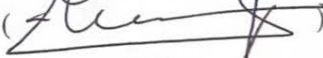
()

Anggota:

1. Dr. Ir. Aida Syarif, M.T.
NIP 196501111993032001

()

2. Dr. Ir. H. M. Yerizam, M.T.
NIP 196107091989031002

()

3. Dr. H. M. Syahirman Yusi., MS
NIP 195808171993031001

()

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Energi Terbarukan
Program Magister Terapan



Prof. Dr. I. Kusdianasari, M.Si.
NIP 196711191993032003

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Riztamala Diana
NPM : 062150443039
Judul Tesis : Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sebagai Biopelet pada *Co-firing*

Menyatakan bahwa Tesis saya merupakan hasil karya sendiri didampingi Pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 22 Juli 2023



Riztamala Diana

NIM. 062150443039

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Riztamala Diana
NPM : 062150443039
Judul Tesis : Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sebagai Biopellet pada *Co-firing*

Memberikan izin kepada pembimbing dan Politeknik Negeri Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 22 Juli 2023

Riztamala Diana

NIM. 062150443039

SUMMARY

Utilization of Palm Shell and Empty Fruit Bunch (EFB) as Biopellets for Co-firing

Scientific Paper in the form of thesis, Juli 2023

Riztamala Diana; Supervised by Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si. and Dr. Ir. Leila Kalsum, M.T.

Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sebagai Biopellet pada *Co-firing*

xviii + 78 pages, 13 tables, 23 pictures, 3 attachments

The usage of renewable energy sources, such as biofuels (BBN), should be increased because the demand for fossil fuel sources is increasing year after year, and these fuels are limited and expensive, encourage various research and development to obtain fuel that is cheaper, environmentally friendly, and from natural materials that are renewable. The increased productivity of oil palm plantations will increase the amount of solid and liquid waste produced. On the other hand, each hectare of oil palm crop produces around 1.5 tons of EFB, and palm shells are one of the most significant palm oil processing byproducts, accounting for 60% of oil production. Agricultural waste materials such as biomass can be processed as alternative energy sources with high value. Biomass has the potential as an alternative fuel to replace fossil fuels due to its high carbon content. If burned directly without processing, biomass has a low bulk density and calorific value, as well as high levels of pollutant emissions. To process biomass itself, you must pay attention to the factors that affect the combustion aspect to get optimal results. The composition of the raw materials primarily becomes the influenced by the combustion characteristics of biomass. Palm shells and empty fruit bunches (EFB), which are industrial waste, have not been used optimally and often cause environmental pollution. Therefore, efforts should be made to turn palm shell waste and EFB into more useful products. The content in palm shells and EFB can potentially be converted into fuel. The fuel is Biopellets. This biopellet is made by crushing the raw materials for palm shells and EFB with the help of starch adhesive. Each uses a variation of raw materials between palm shells and EFB, with a composition ratio of 100%:0%, 70%:30%, 50%:50%, 30%:70%. 0%:100%. This study also aims to clarify the characteristics of the raw materials for palm shells and EFB and the fuel in the form of biopellets produced and how they impact on the environment in terms of Life Cycle Assessment (LCA). This research started with selecting raw materials from a combination of palm shells and EFB. Then the raw materials are carried out drying process. Drying the raw material by oven at a temperature of 40°C within 1x 24 hours, is done to reduce the moisture content in the raw material. Then enumeration is carried out so that the particle size is smaller. Furthermore, chemical composition testing needs to be carried out to determine raw materials' potential and predict the ratio of the best composition into pellet products. The first selection process, the calorific value of the raw materials tested using a bomb calorimeter aims to obtain the right combination of raw materials in producing pellets

with high calorific value and strong physique. The process is continued by making pellets with various composition ratios and the final step is testing the quality of the resulting pellets, namely calorific value, proximate and ultimate analysis. The results showed that the optimum biopellet with a variation of 30%:70% had a moisture content of 6.97%. This water content is quite low, this is because the drying process of the material runs quite perfectly. The ash content is 5.08%, volatile matter is 76.14% and fixed carbon is 11.81%. This calorific value indicates that in this composition the raw material has gone through a fairly good preparation so that it has a higher calorific value than the ratio of other compositions. The results of the ultimate analysis for this variation were C content of 51.92%, H content of 8.73%, N content of 0.44%, O content of 26.76% and S content of 0.17%. This shows that the ratio of C, H, O, N, and S atoms contained in biopellets can be used to indicate the amount of calorific value that can be used for certain fuels. The results of the research showed that the production of biopellet using the Simapro V.9 application with the Impact 2002+ method has the greatest environmental impact of 13.362342 kg CO₂ eq because the use of electricity and fuel in this process is more.

Keywords: Biopellet, Co-firing, Palm Shell, Empty Fruit Bunch
Citations: 40 (2006 – 2023)

RINGKASAN

Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sebagai Biopelet pada *Co-firing*

Karya tulis ilmiah berupa Tesis, Juli 2023

Riztamala Diana; Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si. dan Dr. Ir. Leila Kalsum, M.T.

Utilization of Palm Shell and Empty Fruit Bunch (EFB) as Biopellets for Co-firing

xviii + 78 halaman, 13 tabel, 23 gambar, 3 lampiran

Penggunaan sumber energi terbarukan berupa bahan bakar nabati (BBN) perlu ditingkatkan, mengingat kebutuhan akan sumber bahan bakar yang berasal dari fosil setiap tahun makin meningkat dan bahan bakar tersebut terbatas dan mahal, mendorong berbagai penelitian dan pengembangan untuk mendapatkan bahan bakar yang lebih murah, ramah lingkungan, dan dari bahan alam yang sifatnya terbarukan. Meningkatnya jumlah produksi perkebunan kelapa sawit, maka akan meningkat pula jumlah limbah yang dihasilkan, baik berupa limbah padat ataupun cair. Di sisi lain, setiap 1 hektar kebun kelapa sawit akan menghasilkan sekitar 1,5 ton TKKS dan cangkang kelapa sawit merupakan salah satu limbah pengolahan minyak kelapa sawit yang cukup besar, yaitu mencapai 60% dari produksi minyak. Bahan limbah pertanian seperti biomassa memiliki potensi sebagai bahan bakar alternatif menggantikan bahan bakar fosil karena kandungan karbonnya yang tinggi. Biomassa jika dibakar secara langsung tanpa proses pengolahan memiliki nilai densitas bulk dan nilai kalor yang rendah, serta kadar emisi polutan yang tinggi. Untuk mengolah biomassa sendiri harus diperhatikan faktor-faktor yang berpengaruh pada segi pembakaran agar mendapatkan hasil yang optimal. Komposisi dari bahan baku sebagian besar menjadi pengaruh dari karakteristik pembakaran biomassa. Cangkang kelapa sawit dan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang merupakan limbah industri sampai saat ini belum dimanfaatkan secara optimal dan sering menimbulkan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, perlu diupayakan agar limbah cangkang kelapa sawit dan TKKS dapat menjadi produk yang lebih bermanfaat. Kandungan yang ada pada cangkang kelapa sawit dan TKKS berpotensi dapat dikonversi menjadi bahan bakar. Bahan bakar tersebut berupa Biopelet. Biopelet ini dibuat dengan menghancurkan bahan baku cangkang kelapa sawit dan TKKS dengan bantuan perekat amilum. Masing-masing menggunakan variasi bahan baku antara cangkang kelapa sawit dan TKKS yaitu 100%:0%, 70%:30%, 50%:50%, 30%:70%, 0%:100%. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengklarifikasi karakteristik bahan baku cangkang kelapa sawit dan TKKS dan bahan bakar berupa biopelet yang dihasilkan serta bagaimana dampaknya terhadap lingkungan ditinjau dari *Life Cycle Assessment* (LCA). Penelitian ini dimulai dari pemilihan bahan baku dari kombinasi cangkang kelapa sawit dan TKKS. Kemudian bahan baku dilakukan proses pengeringan. Pengeringan bahan baku dengan oven di suhu 40 °C dalam waktu 1x 24 jam, ini dilakukan untuk mengurangi kadar air di dalam bahan baku, lalu dilakukan pencacahan agar ukuran partikel lebih kecil. Selanjutnya, pengujian

komposisi kimia perlu dilakukan untuk mengetahui potensi bahan baku dan prediksi rasio komposisi terbaik menjadi produk pelet. Proses seleksi pertama, nilai kalor bahan baku yang diuji menggunakan kalorimeter bom bertujuan untuk mendapatkan kombinasi bahan baku yang tepat dalam produksi pelet dengan nilai kalor tinggi dan fisik yang kuat. Proses dilanjutkan dengan pembuatan pelet dengan berbagai rasio komposisi dan langkah terakhir adalah pengujian kualitas pelet yang dihasilkan yaitu analisa nilai kalor, proksimat dan ultimat. Hasil penelitian didapatkan biopelet optimum dengan variasi 30%:70% memiliki kadar air 6,97%. Kadar air ini tergolong cukup rendah, hal ini dikarenakan proses pengeringan pada bahan berjalan cukup sempurna. Kadar abu 5,08%, zat terbang 76,14% dan karbon tetap 11,81%. Dari rasio komposisi bahan baku didapatkan rasio terbaik biopelet adalah kombinasi komposisi cangkang kelapa sawit:TKKS (30:70) dengan nilai kalor 5.734 kkal/kg, sehingga rasio biopelet ini dapat digunakan sebagai *co-firing* pembangkit listrik sesuai SNI 8951:2020. Nilai kalor ini menunjukkan bahwa pada komposisi ini bahan baku telah melalui preparasi yang cukup baik sehingga memiliki nilai kalor yang lebih tinggi dibandingkan rasio komposisi lain. Hasil analisa ultimat pada variasi ini yaitu kadar C sebesar 51,92%, kadar H sebesar 8,73%, kadar N sebesar 0,44%, kadar O sebesar 26,76% dan kadar S sebesar 0,17%. Hal ini menunjukkan bahwa rasio atom C, H, O, N, dan S yang terkandung dalam biopelet dapat digunakan untuk menunjukkan besarnya nilai kalor yang dapat digunakan untuk bahan bakar tertentu. Proses persiapan bahan baku, *pretreatment* dan pencetakan biopelet dilakukan *Life Cycle Assessment*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembuatan biopelet menggunakan aplikasi Simapro V.9 dengan metode Impact 2002+ memiliki dampak terhadap lingkungan yang paling besar 13,362342 kg CO₂ eq dikarenakan konsumsi listrik dan bahan bakar pada proses ini lebih besar.

Kata Kunci: Biopelet, *Co-firing*, Cangkang Kelapa Sawit, Tandan Kosong Kelapa Sawit
Kepustakaan: 40 (2006 – 2023)

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Sesungguhnya bersama kesukaran itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhan-mu lah hendaknya kamu berharap.

(Q.S Al Insyirah : 6-8)

Life is like riding a bicycle. To keep your balance, you must keep moving

(Albert Einstein)

Tesis ini penulis persembahkan untuk :

- Suami tercinta Wahyu Prabowo
- Kedua orang tua dan keluarga
- Dosen Magister Terapan Teknik Energi Terbarukan
- Teman-teman Magister Terapan Teknik Energi Terbarukan Angkatan 2021
- Almamater

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tesis dengan judul “**Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit dan Tandan Kelapa Sawit (TKKS) sebagai Biopellet pada *Co-firing***”.

Laporan Tesis ini disusun untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan pendidikan Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya. Dalam penyusunan Laporan Tesis ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya. Yang telah memberikan kesempatan menggunakan segala fasilitas selama masa pendidikan
2. Carlos RS, S.T., M.T., selaku Pembantu Direktur I Politeknik Negeri Sriwijaya
3. Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si., selaku Ketua Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya, dan selaku Dosen Pembimbing I di Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya
4. Dr. Ir. Leila Kalsum, M.T., selaku Dosen Pembimbing II di Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya
5. Segenap Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya
6. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya angkatan 2021

Dengan adanya Laporan Tesis ini penulis mengharapkan semoga penelitian ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan dan menunjang perkembangan ilmu pengetahuan secara umum dan mata kuliah Biomassa secara khusus.

Palembang, 22 Juli 2023

Riztamala Diana

RIWAYAT HIDUP



Riztamala Diana, dilahirkan di Prabumulih pada tanggal 23 Januari 1991. Anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Taufik dan Ibu Husdiana. Penulis memulai Pendidikan pada tahun 1996-2002 di SD Negeri 03 Prabumulih, dilanjutkan dengan pendidikan menengah SMP Negeri 02 Prabumulih pada tahun 2002-2005, SMA Negeri 03 Prabumulih pada tahun 2005-2008, kemudian melanjutkan pendidikan Diploma 3 di jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya pada tahun 2008-2011, lalu penulis melanjutkan pendidikan tinggi Strata 1 di jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya Palembang pada tahun 2011-2013. Setelah menyelesaikan pendidikan, penulis bekerja di PT. Carsurin Tbk sebagai *Operation Monitoring Officer*. Mei 2023, penulis lulus *assessment* untuk mengikuti *HODM development program* dan pindah ke posisi *Head of Data Management (HODM)*. Selama berkarir, penulis sering dilibatkan dalam kegiatan acara serta mengikuti beberapa seminar dan pelatihan tentang ISO 9001, 14001, 45001, 27001, SNI ISO/IEC 17020:2012, *product knowledge*, minerba verifikasi batubara, LSP Perhapi *coal verifier* dan sebagainya. Pada tahun 2021, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata 2 Program Magister Terapan Teknik Energi Terbarukan Politeknik Negeri Sriwijaya.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMBUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
SUMMARY	vi
RINGKASAN	viii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	x
KATA PENGANTAR	xi
RIWAYAT HIDUP	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GLOSARIUM	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Hipotesa	4
1.6 Kebaruan (Novelty)	4
1.7 Kerangka Pikir Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 <i>State of the Art</i> Penelitian	7
2.2 Biomassa	9
2.3 Cangkang Kelapa Sawit	11
2.4 Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)	12
2.5 Biopellet	15
2.6 <i>Co-firing</i> PLTU di Indonesia	17
2.7 <i>Life Cycle Assessment</i> (LCA)	22
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	24
3.2 Alat dan Bahan	24
3.2.1 Alat Yang Digunakan	24
3.2.2 Bahan Penelitian Yang Digunakan	25
3.3 Prosedur Penelitian dan Pengambilan Data	25
3.3.1 Prosedur Penelitian	25
3.3.1.1 Persiapan Bahan Baku Cangkang Kelapa Sawit	25
3.3.1.2 Persiapan Bahan Baku Tandan Kosong Kelapa Sawit	25
3.3.1.3 Persiapan Bahan Baku Perekat 50%	26

3.3.1.4	Prosedur Pembuatan Biopelet.....	26
3.3.1.5	Tahapan <i>Life Cycle Assessment</i> (LCA).....	26
3.4	Diagram Alir Penelitian.....	28
BAB IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1	Hasil Penelitian.....	29
4.2	Pembahasan	31
4.2.1	Komposisi Kimia Cangkang Kelapa Sawit	31
4.2.2	Komposisi Kimia Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS).....	34
4.2.3	Komposisi Kimia Biopelet	37
4.3	<i>Life Cycle Assessment</i>	41
4.3.1	<i>Goal and Scope Defenition</i>	41
4.3.2	<i>Life Cycle Inventory</i>	43
4.3.2.1	<i>Life Cycle Impact Assessment</i>	43
4.3.2.2	<i>Analisa Characterization</i>	44
4.3.2.3	<i>Analisa Weighting dan Single Score</i>	46
BAB V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
5.1	Kesimpulan	47
5.2	Saran	48
DAFTAR PUSTAKA		49
LAMPIRAN		52

DAFTAR GLOSARIUM

- Ash
- Biofuel
- Biomassa
- Bio-oil
- Biopellet
- *Biorefinery*
- Cangkang Kelapa Sawit
- *Carbon Foot Print*
- *Co-combustion*
- *Co-firing*
- *Cradle to Gate*
- *Cradle to Grave*
- Dekomposisi
- Densitas
- *Elaeis guineensis Jacq*
- *Fixed Carbon*
- *Gate to Gate*
- *Global Warming*
- Hemiselulosa
- Hidrotermal
- Kondensasi
- *Life Cycle Assessment*
- *Life Cycle Inventory*
- *Life Cycle Impact Assessment*
- *Life Cycle Interpretation*
- Lignin
- Lignoselulosa
- *Moisture*
- *Off Grid*
- *On Grid*
- *Pretreatment*
- Proksimat
- *Renewable Energy*
- Selulosa
- Tandan Kosong Kelapa Sawit
- Tar
- Ultimat
- *Volatile Matter*

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian Biopelet Terdahulu	7
2. Kandungan <i>Proximate</i> Cangkang Kelapa Sawit	12
3. Kandungan <i>Ultimate</i> Cangkang Kelapa Sawit	12
4. Kandungan <i>Proximate</i> TKKS.....	15
5. Spesifikasi Standar Biopelet untuk Pembangkit Listrik (SNI 8951:2020)	16
6. Komposisi Kimia Bahan Baku dari Cangkang Kelapa Sawit	29
7. Komposisi Kimia Bahan Baku dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS).....	29
8. Proses Pembuatan Biopelet dari Campuran Cangkang Kelapa Sawit dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)	30
9. Kondisi Operasi Alat Pembuatan Biopelet dari Campuran Cangkang Kelapa Sawit dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS).....	30
10. Kadar Proksimat Biopelet dari Campuran Cangkang Kelapa Sawit dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)	30
11. Kadar Ultimate Biopelet dari Campuran Cangkang Kelapa Sawit dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)	31
12. Hasil Nilai <i>Characterization</i> proses Produksi Biopelet dari Cangkang Kelapa Sawit dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS).....	43
13. Hasil Nilai <i>Weighting and Single Score Category</i> Proses Produksi Biopelet dari Cangkang Kelapa Sawit dan Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pikir Penelitian.....	6
2. Cangkang Kelapa Sawit.....	11
3. Tandan Kosong Kelapa Sawit	13
4. Biopelet.....	16
5. Rencana Pengembangan Peningkatan Bauran EBT Berbasis Biomassa..	18
6. Metode <i>Co-firing</i>	20
7. <i>Biomass Firing and Co-firing Technology</i>	21
8. Diagram Alir Penelitian.....	28
9. Perbandingan Analisa Proksimat Cangkang Kelapa Sawit dengan Literatur Pemandangan	32
10a. Perbandingan Analisa Ultimat Cangkang Kelapa Sawit dengan Literatur Pemandangan	33
10b. Perbandingan Analisa Ultimat Cangkang Kelapa Sawit dengan Literatur Pemandangan	33
11. Perbandingan Analisa Proksimat Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Literatur Pemandangan	35
12a. Perbandingan Analisa Ultimat Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Literatur Pemandangan	36
12b. Perbandingan Analisa Ultimat Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Literatur Pemandangan	36
14. Perbandingan Rasio Komposisi Biopelet Terhadap Analisa Kadar Proksimat.....	37
15. Perbandingan Rasio Komposisi Biopelet Terhadap Nilai Kalor.....	38
15a. Perbandingan Rasio Komposisi Biopelet Terhadap Analisa Kadar Ultimat.....	39
15b. Perbandingan Rasio Komposisi Biopelet Terhadap Analisa Kadar Ultimat.....	40
16. Network Proses Produksi Biopelet	42
17. <i>Characterization Chart of Biopelet Production</i>	44
18. Grafik <i>Single Score</i> Produksi Biopelet	45
19. Preparasi Sample Cangkang Kelapa Sawit.....	55
20. Preparasi Sample Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)	56
21. Proses Pembuatan Biopelet.....	57
22. Produk Biopelet	58
23. Analisa Bahan Baku dan Produk	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
I. Surat Hasil Pengujian	52
II. Dokumentasi Penelitian.....	55
III. Surat-Menyurat.....	59