

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**POTENSI *BIO-OIL* DARI PELEPAH SAWIT DENGAN
KATALIS NI/NZA SEBAGAI BAHAN BAKAR MESIN
COMBINE HARVESTER DI DESA SEPOTONG**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



Oleh :

EBBEL RIVANO

11950515105

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2023**



- 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 UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSETUJUAN

LEMBAR PERSETUJUAN

POTENSI *BIO-OIL* DARI PELEPAH SAWIT DENGAN KATALIS
NI/NZA SEBAGAI BAHAN BAKAR MESIN *COMBINE HARVESTER*
DI DESA SEPOTONG

TUGAS AKHIR

oleh:

EBBEL RIVANO

11950515105

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro
di Pekanbaru, pada tanggal 06 Juli 2023

Ketua Prodi Teknik Elektro

Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T.
NIP. 19721021 200604 2 001

Pembimbing

Marhama Jelita, S.Pd., M.Sc.
NIK. 130517054

- 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 UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN

POTENSI *BIO-OIL* DARI PELEPAH SAWIT DENGAN KATALIS NINZA SEBAGAI BAHAN BAKAR MESIN *COMBINE HARVESTER* DI DESA SEPOTONG

TUGAS AKHIR

oleh:

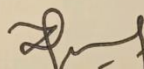
EBBEL RIVANO
11950515105

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru, pada tanggal 06 Juli 2023

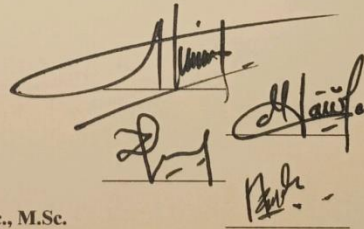
Pekanbaru, 06 Juli 2023
Mengesahkan,


Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Hartono, M.Pd.
NIP. 19640301 199203 1 003

Ketua Prodi Teknik Elektro

Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T.
NIP. 19721021 200604 2 001

DEWAN PENGUJI :
Ketua : Ahmad Faizal, S.T., M.T.
Sekretaris : Marhama Jelita, S.Pd., M.Sc.
Anggota 1 : Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T.
Anggota 2 : Nanda Putri Miefthawati, B.Sc., M.Sc.





LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi kepustakaan di perkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan oleh penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



- 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 UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERNYATAAN

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan di dalam daftar pustaka.

Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, 06 Juli 2023
Yang membuat pernyataan,



Ebbel Rivano
NIM.11950515105



HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang
Barang siapa Yang menghendaki kehidupan dunia, maka wajib baginya berilmu, dan barangsiapa yang menghendaki kehidupan akhirat, maka wajib baginya berilmu, dan barang siapa yang menghendaki keduanya, maka wajib baginya berilmu.

(HR. Tirmidzi)

Terima Kasih Ya Allah...

Sembah sujud serta syukurku kepada-Mu ya Allah, zat yang Maha Pengasih namun tak pernah pilih kasih dan Maha Penyayang yang kasih sayang-Nya tak terbilang. Engkau zat yang Maha membolak-balikkan hati, teguhkanlah hati ini di atas agama-Mu ya Allah. Lantunan sholawat beriring salam penggugah hati dan jiwa, menjadi persembahan penuh kerinduan pada sosok panutan umat, pembangun peradaban manusia yang beradab Nabi Besar Muhammad SAW.

Niscaya Allah akan mengangkat (derajat) orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat.

(QS: Al-Mujadilah 11)

Ku persembahkan karya ini untuk Papa tercinta, sosok pejuang dalam hidupku yang tak pernah mengenal kata lelah apalagi mengeluh serta Mama tersayang, yang sekarang berada di tempat ternyaman dan terindah di sisi Allah SWT, Kakak dan Adik tercinta, seluruh keluarga serta sahabat dan seluruh keluarga besar Teknik Elektro UIN SUSKA RIAU yang doanya senantiasa mengiringi setiap derap langkahku dalam meniti kesuksesan.

Dan katakanlah: "Ya Tuhan-ku, masukkan aku ketempat masuk yang benar dan keluarkanlah (pula) aku ketempat keluar yang benar dan berilah aku disisi-Mu kekuasaan yang dapat menolongku."

(QS: Al-Isra 80)

/ Ebbel Rivano |

| 06 Juli 2023 |

- 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 UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

POTENSI *BIO-OIL* DARI PELEPAH SAWIT DENGAN KATALIS Ni/NZA SEBAGAI BAHAN BAKAR MESIN *COMBINE HARVESTER* DI DESA SEPOTONG

EBBEL RIVANO
NIM : 11950515105

Tanggal Sidang : 06 Juli 2023

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
JL. Soebrantas No.155 Pekanbaru

ABSTRAK

Desa Sepotong memiliki luas lahan padi dan kelapa sawit yaitu 340 Ha dan 260 Ha. Dalam proses pemanenan padi terdapat 2 mesin *combine harvester* yang menggunakan bahan bakar solar. Ketersediaan solar dari Desa Sepotong sangat jauh, sehingga membutuhkan waktu yang lama. Jika ditinjau dari luas kelapa sawit, Desa Sepotong memiliki limbah pelepah sawit yang hanya ditumpuk dan pelepah sawit dapat dimanfaatkan sebagai sumber pengganti bahan bakar mesin *combine harvester*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi *bio-oil* dari pelepah sawit, energi dari *bio-oil* yang diperoleh, kinerja mesin *combine harvester*, serta biaya penggunaan bahan bakar solar dan *bio-oil* pada mesin *combine harvester*. Adapun metode yang digunakan adalah metode pirolisis dengan katalis Ni/NZA menggunakan simulasi *superpro designer v10*. Hasil yang diperoleh ialah untuk *volumetric flow bio-oil* yang dihasilkan sebesar 170,472 L dalam 1 bulan dan densitas *bio-oil* sebesar 996 kg/m³. Dari *volumetric flow* dan densitas *bio-oil* yang diperoleh, maka untuk energi *bio-oil* yang didapatkan ialah 686,316.34 J. Waktu dan luas lahan operasi yang dilakukan oleh mesin *combine harvester* yaitu 62 h dan 41 Ha. Dan hasil total biaya penggunaan solar selama 1 bulan sebesar Rp. 5,095,920 dan menggunakan *bio-oil* sebesar Rp. 6,052,140. Dengan melihat densitas yang didapatkan, maka, dapat dikatakan *bio-oil* dari pelepah sawit dengan katalis Ni/NZA dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif mesin *combine harvester*.

Kata Kunci: Pelepah Sawit, Pirolisis, Superpro, Bio-Oil, Combine Harvester

UIN SUSKA RIAU



BIO-OIL POTENTIAL OF PALM FRONDS WITH Ni/NZA CATALYSTS AS FUEL FOR COMBINE HARVESTER MACHINE IN SEPOTONG VILLAGE

EBBEL RIVANO
NIM : 11950515105

Date of Final Exam : July 06th, 2023

*Department of Electrical Engineering
 Faculty of Science of Technology
 State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
 Soebrantas St. Number. 155 Pekanbaru*

ABSTRACT

The Sepotong Village has a rice plant and oil palm land area of 340 Ha and 260 Ha. In the process of harvesting rice there are 2 combine harvester machines that use diesel fuel. The availability of diesel fuel from the Sepotong Village is very far away, so that it takes a long time. If viewed from the area of oil palm, Sepotong Village has palm frond waste which is only piled up and the palm fronds can be used as a substitute for fuel for combine harvester machine. This study aims to determine the potential of bio-oil from palm fronds, energy from bio-oil produced, combine harvester machine performance based on a time and area operating, and the cost of using diesel fuel and bio-oil on the combine harvester machine. The method used is the pyrolysis method with Ni/NZA catalyst use superpro designer v10 simulation. The results obtained were for the volumetric flow of bio-oil produced at 170,472 L in 1 month and the density of bio-oil was 996 kg/m³. From the volumetric flow and the density of bio-oil produced, then for the bio-oil energy obtained is 686,316.34 J. The combine harvester machine has a time and area operating of 62 h and 41 Ha. And the total cost of use diesel fuel for 1 month of Rp. 5,095,920 and use bio-oil of Rp. 6,052,140. By looking at the density obtained, then it can be said that bio-oil from palm fronds with Ni/NZA catalysts can be used as an alternative fuel for combine harvester machine.

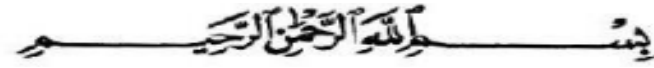
Keywords: *Palm fronds, Pyrolysis, Superpro, Bio-oil, Combine harvester*

- 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 UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada Penulis, sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat dan salam juga Penulis haturkan kepada baginda Rasulullah SAW, sebagai seorang sosok pemimpin dan suri tauladan bagi seluruh umat di dunia yang patut di contoh dan menjadi teladan bagi kita semua. Atas Ridho Allah SWT Penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Potensi *Bio-Oil* dari Pelepah Sawit dengan Katalis Ni/NZA Sebagai Bahan Bakar Mesin *Combine Harvester* di Desa Sepotong”.

Atas bantuan dan bimbingan dari semua pihak sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Untuk itu Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang ikut membantu dan membimbing dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, terutama kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, yang telah memberikan semangat, moril maupun materil serta do'a yang tiada hentinya kepada Penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Khairunnas, M.Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Bapak Dr. Hartono, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Ibu Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Bapak Sutoyo, S.T, M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
6. Ibu Marhama Jelita, S.Pd., M.Sc, selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu serta pemikirannya dalam memberikan penjelasan dan masukan yang sangat berguna

**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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

sehingga Penulis menjadi lebih mengerti dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

7. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknik Elektro yang telah memberikan bimbingan dan ilmu kepada Penulis, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Bapak dan Ibu masyarakat Desa Sepotong yang telah memberikan masukan dan pendapat serta mengizinkan Penulis, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Teman-teman seperjuangan Program Studi Teknik Elektro yang selalu membantu dan memberikan dukungannya kepada Penulis.
10. Serta seluruh pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dari awal penulisan Tugas Akhir ini yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa pembuatan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, Penulis berharap adanya kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan yang lebih baik lagi. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi Penulis khususnya dan Pembaca pada umumnya.

Amin Yaa Rabbal 'Alamin.....

Pekanbaru, 06 Juli 2023

Penulis,

EBBEL RIVANO
NIM.11950515105

UIN SUSKA RIAU



DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
DAFTAR LAMBANG	xvii
DAFTAR SINGKATAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Rumusan Masalah.....	I-5
1.3. Tujuan Penelitian	I-5
1.4. Batasan Masalah	I-5
1.5. Manfaat Penelitian	I-6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
1. Penelitian Terkait	II-1
2. Biomassa	II-4
2.2.1. Sumber – Sumber Biomassa	II-4
2.2.2. Proses dan Teknologi Konversi Biomassa	II-5
2.2.3. Produk Biomassa	II-9
3. Kelapa Sawit	II-10
2.3.1. Struktur Kelapa Sawit	II-11
2.3.2. Persyaratan Penanaman Kelapa Sawit	II-12

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

24.	<i>Bio-Oil</i>	II-12
25.	Katalis	II-13
26.	Mesin <i>Combine Harvester</i>	II-15
27.	Hukum Termodinamika I.....	II-17
28.	Perhitungan Waktu Operasi dan Luas Lahan Operasi	II-18
29.	Perhitungan Biaya.....	II-18
210.	<i>Superpro Designer v10</i>	II-19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		III-1
31.	<i>Flowchart</i> Penelitian.....	III-1
32.	Tahapan Perencanaan.....	III-2
3.2.1.	Identifikasi Masalah	III-2
3.2.2.	Penentuan Judul Penelitian.....	III-2
3.2.3.	Rumusan Masalah	III-2
3.2.4.	Tujuan Penelitian.....	III-3
3.2.5.	Batasan Masalah.....	III-3
3.3.	Studi Literatur	III-3
3.4.	Pengumpulan Data	III-3
3.4.1.	Data Sekunder	III-3
3.4.2.	Data Primer	III-5
35.	Perhitungan Potensi Pelepah Sawit.....	III-5
36.	Perhitungan <i>Bio-Oil</i>	III-5
37.	Verifikasi Hasil Simulasi	III-10
38.	Analisis Perhitungan Energi dari <i>Bio-Oil</i>	III-11
39.	Analisis Perhitungan Waktu Operasi dan Luas Lahan Operasi	III-11
310.	Analisis Perhitungan Biaya.....	III-12
311.	Kesimpulan dan Saran	III-12
BAB IV HASIL DAN ANALISA		IV-1
41.	Hasil Perhitungan Potensi Pelepah Sawit di Desa Sepotong	IV-1
42.	Hasil dan Analisis Potensi <i>Bi-Oil</i> dari Pelepah Sawit dengan Penambahan Katalis Ni/NZA.....	IV-2
4.2.1.	Menentukan Mode Proses	IV-2



- 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 UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.2.2.	Menginputkan <i>Pure Components</i> dan <i>Stock Mixtures</i>	IV-2
4.2.3.	Menginputkan Unit Prosedur	IV-4
4.2.4.	Hasil Simulasi	IV-9
4.3.	Hasil Perhitungan Energi dari <i>Bio-Oil</i>	IV-10
4.4.	Hasil Perhitungan Waktu Operasi dan Lahan Operasi	IV-11
4.5.	Hasil dan Analisis Perhitungan Biaya.....	IV-12
4.5.1.	Perhitungan Biaya	IV-12
4.5.2.	Analisis Hasil Perhitungan Biaya.....	IV-13
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		V-1
1.	Kesimpulan	V-1
2.	Saran	V-2
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN A		
LAMPIRAN B		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		



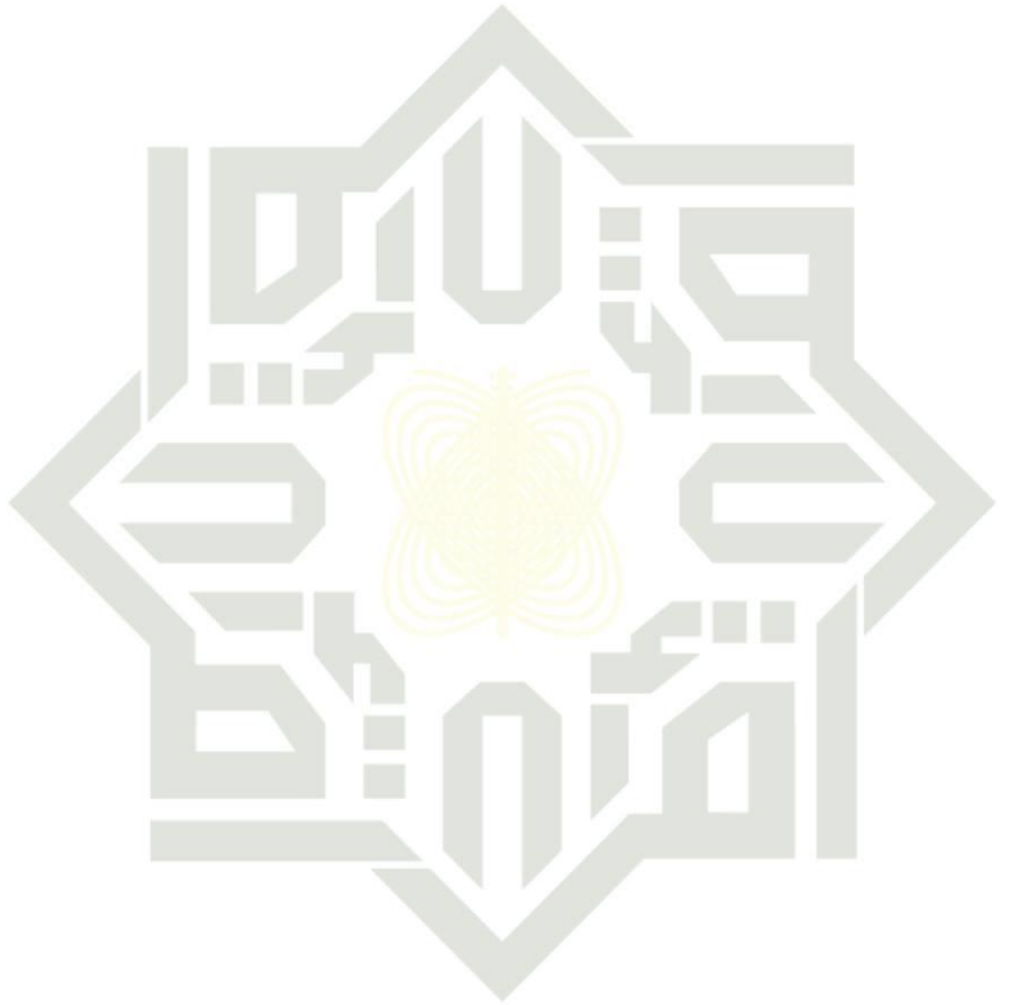
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Biomassa	II-4
2.2 Tahapan Pirolisis	II-7
2.3 Tahapan Gasifikasi.....	II-7
2.4 Tahapan Hidrogenasi	II-8
2.5 Tahapan Biogas	II-9
2.6 Tahapan Biodiesel.....	II-9
2.7 <i>Bio-Oil</i>	II-13
2.8 <i>Mesin Combine Harvester</i>	II-17
3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	III-1
3.2 <i>Flowchart</i> Simulasi	III-6
3.3 Mode Proses	III-7
3.4 <i>Pure Components</i> dan <i>Stock Mixtures</i>	III-7
3.5 Register <i>Pure Components</i>	III-8
3.6 Register <i>Stock Mixtures</i>	III-8
3.7 <i>Unit Procedure</i>	III-9
3.8 Lembar Kerja Simulasi <i>Superpro Designer v10</i>	III-9
3.9 Permodelan Unit Prosedur	III-9
3.10 <i>Operation Data Procedure</i>	III-10
3.11 <i>Solve/Run</i>	III-10
4.1 Mode <i>Batch</i>	IV-2
4.2 Inputan <i>Pure Components</i> Pelepah Sawit.....	IV-3
4.3 Inputan <i>Pure Components</i> Zeolit Alam	IV-3
4.4 Inputan <i>Stock Mixtures</i>	IV-4
4.5 <i>Single Line Diagram</i> Proses <i>Bio-Oil</i> Simulasi <i>Superpro Designer v10</i>	IV-4
4.6 <i>Grinding Bulk</i>	IV-5
4.7 <i>Operation Data Grinding</i>	IV-5
4.8 Inputan <i>Grinding</i>	IV-6
4.9 <i>Stationary Screen</i>	IV-6

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.1	<i>Operation Data Stationary Screen</i>	IV-7
4.1	<i>Vessel Procedure</i>	IV-8
4.1	<i>Proses Reaction</i>	IV-8
4.1	<i>Inputan Katalis Ni/NZA</i>	IV-8
4.1	<i>Operation Data Condensation</i>	IV-9



UIN SUSKA RIAU

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Data Luas Lahan Perkebunan Sawit	III-3
3.2 Kandungan Pelepah Sawit	III-4
3.3 Kandungan Zeolit Alam.....	III-4
3.4 Data Spesifikasi Mesin <i>Combine Harvester</i>	III-4
3.5 Karakteristik <i>Bio-Oil</i>	III-5
3.6 Harga Bahan Bakar	III-5
3.7 Data Total Pelepah Sawit di Desa Sepotong.....	III-5
3.8 Verifikasi Hasil Simulasi	III-11
4.1 Total Pelepah Sawit di Desa Sepotong	IV-1
4.2 Hasil Simulasi <i>Superpro Designer v10</i>	IV-9
4.3 Energi dari <i>Bio-Oil</i>	IV-11
4.4 Kinerja Mesin <i>Combine Harvester</i>	IV-12
4.5 Biaya Penggunaan Bahan Bakar Solar dan <i>Bio-Oil</i>	IV-14

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR RUMUS

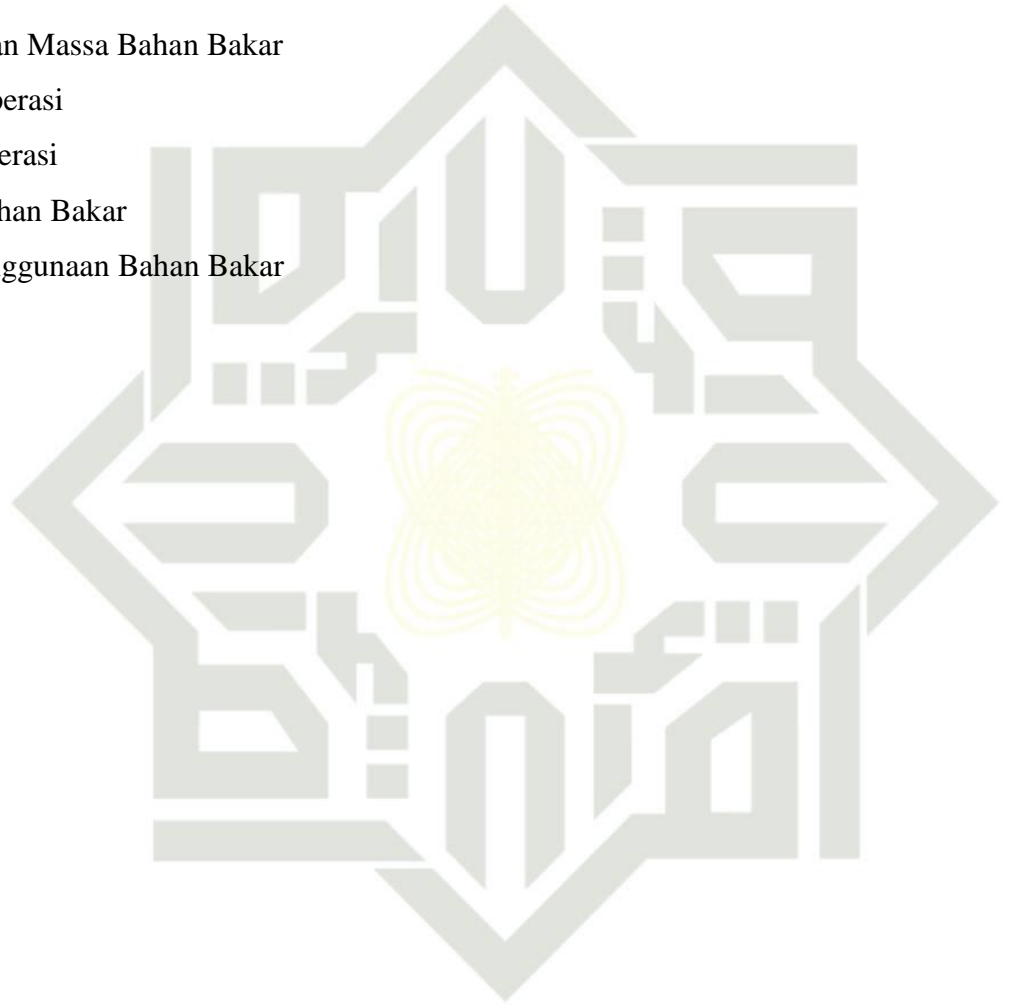
- 3.1 Total Pelepah Sawit per Ha
- 3.2 Total Pelepah Sawit Keseluruhan
- 3.3 Energi Bahan Bakar
- 3.4 Kalor
- 3.5 Laju Aliran Massa Bahan Bakar
- 3.6 Waktu Operasi
- 3.7 Lahan Operasi
- 3.8 Massa Bahan Bakar
- 3.9 Biaya Penggunaan Bahan Bakar

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

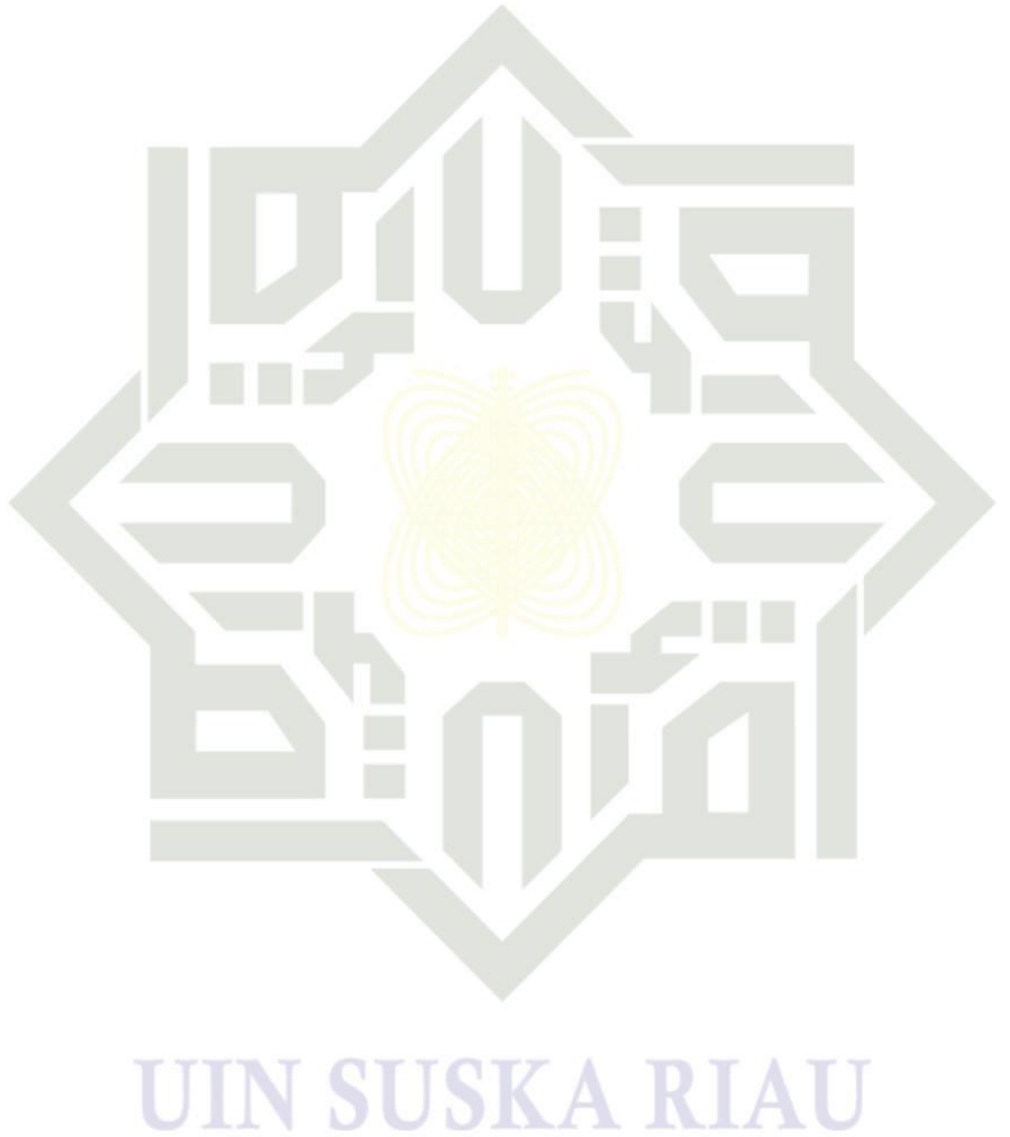


UIN SUSKA RIAU



DAFTAR LAMBANG

= Derajat
= Persen



© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR SINGKATAN

C	= Celcius
cS	= <i>CentiStoke</i>
d	= <i>Day</i>
h	= <i>Hour</i>
Ha	= Hektar
J	= <i>Joule</i>
Kg	= Kilogram
Km	= Kilometer
L	= Liter
m	= Meter
mm	= Mili Meter
mo	= <i>Month</i>
MJ	= <i>Mega Joule</i>
Ni	= <i>Nickel</i>
NZA	= <i>Natural Zeolit Active</i>
Rp	= Rupiah
s	= <i>Secon</i>

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU


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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sebagai negara agraris, Indonesia merupakan salah satu negara beriklim tropis yang mendapatkan sinar matahari dan intensitas hujan yang cukup sehingga memiliki kesuburan tanah yang sangat luas. Dengan kesuburan tanah tersebut sebagian besar tanahnya dimanfaatkan sebagai lahan perkebunan dan pertanian. Sektor perkebunan dan pertanian merupakan sektor yang paling vital di Indonesia dikarenakan memiliki kontribusi akan ketahanan pangan yang berkelanjutan yang mampu mendorong pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Dari beberapa komoditas perkebunan dan pertanian yang terdapat di Indonesia yang memiliki luas area dan potensi yang besar yaitu pada kelapa sawit dan padi. Menurut data Kementerian Pertanian Republik Indonesia, luas area perkebunan kelapa sawit Indonesia pada tahun 2021 sekitar 14,663,416 Ha [1] dan luas dari padi sekitar 10,410,000 Ha [2].

Dari 26 Provinsi yang tersebar dengan sentra produsen kelapa sawit di Indonesia, Provinsi Riau termasuk salah satu provinsi yang sangat berpotensi dalam sektor perkebunan [1]. Provinsi Riau memiliki sebagian besar tanah berjenis tanah gambut yang memiliki tingkat pertumbuhan tanaman menjadi lebih cepat dibandingkan tanah biasa sehingga sangat cocok untuk budidaya komoditas kelapa sawit. Luas area kelapa sawit di Provinsi Riau sekitar 2,862,132 Ha dengan produksi sawit sebesar 8,863,932 ton [1]. Selain kelapa sawit, komoditas lainnya yang memiliki kontribusi yang cukup baik di Provinsi Riau yaitu padi. Total luas panen padi pada tahun 2021 di Provinsi Riau sekitar 53,000.06 Ha dengan produksi sebesar 217,000.46 ton GKG (Gabah Kering Giling) [3].

Dari 12 Kabupaten/Kota yang terdapat di Provinsi Riau, Kabupaten Bengkalis merupakan salah satu kabupaten yang memberikan kontribusi yang cukup baik terhadap Provinsi Riau. Selain itu juga, letak geografis dari Kabupaten Bengkalis yang berbatasan langsung dengan Selat Malaka dan Sungai Siak yang sangat strategis. Sehingga mendukung area resapan air pada kelapa sawit dan padi. Adapun luas dari kelapa sawit dan padi yaitu 142,831 Ha dan 4,220.71 Ha



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 UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

[4] Dengan total luas dari kelapa sawit dan padi menyebar di beberapa desa di Kabupaten Bengkalis, salah satunya di Desa Sepotong. Desa Sepotong merupakan salah satu desa di Kecamatan Siak Kecil, Kabupaten Bengkalis yang secara geografis terletak di perbatasan Kabupaten Siak dengan Kabupaten Bengkalis [5]. Desa Sepotong memiliki potensi perkebunan dan pertanian terkhususnya kelapa sawit dengan lahannya sekitar 260 Ha dan padi dengan lahannya sekitar 340 Ha [6]

Pemanenan padi merupakan suatu moment yang paling ditunggu-tunggu petani selama 4 – 6 bulan. Pemanenan padi dilakukan pada umur yang tepat, jika dilakukan ketidak tepatan saat panen padi dapat mengakibatkan hasil yang kurang optimal, sehingga merugikan petani. Pada proses pemanenan di Desa Sepotong menggunakan suatu mesin yaitu *combine harvester*. Mesin *combine harvester* merupakan suatu mesin yang berfungsi untuk memanen padi dengan 3 operasi yang berbeda yaitu menuai, merontokkan, dan menampi [7]. *Combine harvester* mampu bekerja pada area sawah yang luas dengan cepat, sehingga waktu pemanenan lebih singkat dibandingkan tenaga manusia serta mengurangi penyusutan hasil panen padinya. Di Desa Sepotong terdapat 2 mesin *combine harvester* yang dimiliki oleh pemerintah Desa Sepotong dengan bahan bakar solar. Menurut keterangan dari Pak Isman selaku Kepala Desa Sepotong, mesin *combine harvester* mampu memanen padi seluas 10 Ha/hari.

Berdasarkan keterangan Pak Isman, dibalik canggihnya mesin *combine harvester* ternyata juga mengkonsumsi bahan bakar solar ± 25.08 L/d. Untuk memenuhi ketersediaan bahan bakar solar pada mesin *combine harvester* di Desa Sepotong, harus menempuh jarak ke SPBU terdekat yakni di SPBU Pangkalan Jambi sekitar 16 km. Dan menghabiskan waktu hanya untuk memenuhi ketersediaan solar dan berdasarkan data Pertamina saat ini pun harga solar sekitar Rp 6,800, sehingga membuat petani di Desa Sepotong merasakan beban dan menyebabkan dalam hal proses pemanenan kembali menggunakan tenaga manusia. Dalam sehari total biaya yang dikeluarkan dalam proses pemanenan padi di Desa Sepotong sekitar Rp. 170,000.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut ialah dengan memanfaatkan salah

Hak Cipta Ditindungi 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 UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

salah satu sumber bahan bakar alternatif yang berasal dari biomassa pada mesin *combine harvester* yaitu pelepah sawit. Pelepah sawit merupakan salah satu limbah kelapa sawit yang belum banyak digunakan, namun ketersediaannya sangat melimpah dibandingkan limbah lainnya. Jika ditinjau dari luas perkebunan sawit di Desa Sepotong sekitar 260 Ha dan menurut keterangan dari Pak Suprianto, selaku masyarakat Desa Sepotong, untuk 1 Ha kelapa sawit terdiri dari 125 pohon dengan 1 pohonnya menghasilkan 1 hingga 2 pelepah sawit dalam sekali panen dan dengan massa sebesar 4.5 kg/pelepah sawit. Berdasarkan luas area perkebunan kelapa sawit di Desa Sepotong terdapat 65,000 pelepah sawit yang dihasilkan dalam sekali panen. Kelapa sawit mampu panen dalam sebulan sebanyak 2 kali, sehingga diperkirakan jumlah pelepah sawit yakni 130,000 pelepah sawit. Menurut keterangan dari Pak Suprianto, pelepah sawit yang diperoleh di Desa Sepotong hanya ditumpuk di sekitar pohon kelapa sawit dan menjadi tempat sarang ular dan tikus.

Dalam hal pemanfaatan pelepah kelapa sawit yang diperoleh di Desa Sepotong melalui proses teknologi pirolisis. Pirolisis dianggap sebagai proses yang dapat mengkonversi biomassa. Pirolisis merupakan tahapan yang terjadi pada biomassa dengan dilakukan pemanasan pada biomassa tanpa adanya oksigen dalam prosesnya [8]. Dari proses pemanasan dalam pirolisis, diperoleh uap yang akan dikondensasikan menjadi *bio-oil* [8]. *Bio-oil* merupakan cairan hasil kondensasi dari uap proses pirolisis yang berwarna gelap [9]. Pengembangan *bio-oil* dapat digunakan 100% tanpa pencampuran dengan solar dan ramah lingkungan [10]. *Bio-oil* dapat digunakan sebagai pensubstitusi *diesel oil*, *heavy fuel oil*, dan berbagai macam boiler. Biomassa yang dapat digunakan untuk memproduksi *bio-oil* dapat didapatkan dari limbah perkebunan, pertanian, industri dan rumah tangga [10].

Bio-oil yang dihasilkan dari proses pirolisis belum memenuhi standar sebagai bahan bakar. Untuk memenuhi standar *bio-oil* sebagai bahan bakar, maka perlu diperhatikan pH dari *bio-oil* yakni 2.5, densitas *bio-oil* yakni 940 -1,200 kg/m³ dan viskositas *bio-oil* yakni 4 – 78 cSt [10]. Jika parameter tersebut sudah terpenuhi, maka *bio-oil* dapat digunakan sebagai bahan bakar [10]. Oleh karena



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 UIN Suska Riau.

2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

itu untuk mempengaruhi kualitas *bio-oil* yang dihasilkan salah satunya dengan katalis [11]. Katalis memiliki peranan penting pada prosesan pirolisis karena katalis dapat memperbaiki kuantitas dan kualitas hasil produknya serta mendorong selektifitas produk akhir yang dihasilkan [12].

Mengacu dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya terdapat penelian terkait katalis Ni/NZA yang menghasilkan produk *bio-oil* mendekati dari karakteristik *bio-oil* sebagai bahan bakar. Sehingga katalis yang digunakan adalah Ni/NZA. Ni/NZA merupakan salah satu gabungan atau campuran nikel dan zeolit alam. Zeolit alam terbentuk dari batuan mineral anorganik yang melalui proses kimiawi dan fisika yang mengalami perubahan dialam. Zeolit alam banyak ditemukan pada batuan vulkanik, batuan sedimen, dan batuan metamorfosa [13].

Berdasarkan penjelasan masalah diatas, Penulis tertarik meneliti *bio-oil* dari pelepah sawit dengan penambahan katalis Ni/NZA. Dalam hal tersebut yang dilakukan ialah menghitung *volumetric flow* dan densitas yang dihasilkan dengan metode pirolisis menggunakan bantuan *software superpro designer v10*. Penggunaan *software superpro designer v10* ialah untuk memudahkan proses mendesign, merancang dan optimalisasi yang berintegrasi dan berkelanjutan terkhususnya pada biomassa [14].

Selain aspek teknis, Penulis akan melakukan perhitungan pelepah sawit yang dihasilkan di Desa Sepotong, energi dari *bio-oil* terhadap mesin *combine harvester* dan menghitung waktu operasi dan luas lahan operasi yang dilakukan oleh mesin *combine harvester*. Serta Penulis akan melakukan penelitian mengenai aspek perhitungan biaya yang dikeluarkan oleh masyarakat Desa Sepotong. Agar perhitungan tersebut dapat menjadi referensi masyarakat Desa Sepotong jika menggunakan bahan bakar solar dan *bio-oil*.

Dari pemaparan diatas dan pembaruan penelitian, maka diperlukan suatu penelitian untuk mengetahui potensi *bio-oil* yang dihasilkan di Desa Sepotong, energi dari *bio-oil* terhadap mesin *combine harvester*, waktu operasi dan luas lahan operasi yang dilakukan oleh mesin *combine harvester* serta analisis biaya yang dikeluarkan masyarakat Desa Sepotong jika menggunakan bahan bakar solar dan *bio-oil*. Oleh karena itu, Penulis tertarik untuk melakukan sebuah penelitian



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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

yang berjudul “**Potensi *Bio-Oil* dari Pelepah Sawit dengan Katalis Ni/NZA sebagai Bahan Bakar Mesin *Combine Harvester* di Desa Sepotong**”.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Berapa potensi pelepah sawit yang dihasilkan di Desa Sepotong ?
2. Berapa potensi *bio-oil* dari pelepah sawit dengan penambahan katalis Ni/NZA yang dihasilkan ?
3. Berapa energi *bio-oil* yang dihasilkan terhadap mesin *combine harvester* ?
4. Berapa waktu operasi dan luas lahan operasi yang dilakukan oleh mesin *combine harvester* ?
5. Bagaimana analisis perhitungan biaya yang dikeluarkan oleh masyarakat Desa Sepotong dari penggunaan solar dan *bio-oil* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut :

1. Menghitung potensi pelepah sawit yang dihasilkan di Desa Sepotong
2. Menghitung dan menganalisis potensi *bio-oil* dari pelepah sawit dengan penambahan katalis Ni/NZA dengan simulasi *superpro designer v10*.
3. Menghitung energi *bio-oil* yang dihasilkan terhadap mesin *combine harvester*.
4. Menghitung waktu operasi dan luas lahan operasi yang dilakukan oleh mesin *combine harvester*.
5. Menghitung dan menganalisis perhitungan biaya yang dikeluarkan oleh masyarakat Desa Sepotong dari penggunaan solar dan *bio-oil*.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menganalisis permasalahan diatas, berikut ini beberapa batasan masalah yang diambil dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Metode yang digunakan adalah pirolisis.
2. Parameter yang diperoleh pada *bio-oil* yang dihasilkan adalah *volumetric flow* dan densitas.

**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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3. *Software* yang dilakukan menggunakan *superpro designer v10*.
4. Analisis dan perhitungan berdasarkan data hasil simulasi dan data penelitian.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Memberikan rekomendasi kepada masyarakat Desa Sepotong mengenai bahan bakar alternatif pada mesin *combine harvester*.
2. Dapat menjadi acuan pada analisis biaya yang dikeluarkan oleh masyarakat Desa Sepotong dalam menggunakan solar dan *bio-oil* pada mesin *combine harvester*.
3. Dapat menjadi acuan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

**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 UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait

Sebelum memulai penelitian, langkah yang penting adalah melakukan kajian literatur. Tujuan dari kajian literatur adalah untuk mendapatkan referensi dan informasi yang relevan untuk mendukung pelaksanaan penelitian. Referensi yang digunakan harus korelasi dan keterkaitan dengan pembahasan yang diteliti pada permasalahan tugas akhir. Referensi atau rujukan dapat diperoleh dari buku, jurnal, website resmi.

Pada penelitian [15] yang meneliti tentang pelepah sawit menjadi *bio-oil* sebagai sumber bahan bakar alternatif. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan pelepah sawit menjadi sumber bahan bakar alternatif agar menghasilkan produk *bio-oil*. Pada penelitian [15] untuk mengonversi pelepah sawit menjadi produk *bio-oil* dengan menggunakan metode semi *fast pyrolysis*. Hasil yang diperoleh pada penelitian [15] adalah dari 10 g pelepah sawit yang di pirolisis menghasilkan *bio-oil* sebanyak 38%, karakteristik pH 3, dan viskositas 893.4 cSt.

Pada penelitian [16] membahas tentang karakteristik *bio-oil* dari pelepah sawit dan tandan kosong. Penelitian ini bertujuan untuk mengubah pelepah sawit dan tandan kosong menjadi *bio-oil*. Metode yang digunakan adalah pirolisis cepat. Hasil dari penelitian ini adalah karakterisasi *bio-oil* dari hasil pirolisis cepat pelepah sawit dan tandan kosong telah dilakukan yakni nilai kalor dari pelepah sawit dan tandan kosong yang masing-masing adalah 12.19 dan 26.49 MJ/kg, sedangkan nilai pH yang diperoleh 3.1 dan 2.8.

Pada penelitian [11] membahas tentang *bio-oil* dari biomassa kelapa sawit dengan katalis plastik. Penelitian ini bertujuan untuk mengubah biomassa kelapa sawit menjadi *bio-oil* dan penambahan katalis plastik untuk peningkatan *bio-oil*. Metode yang digunakan adalah pirolisis. Hasil dari penelitian ini adalah nilai pH sekitar 3, dan nilai kalor 18 - 30 MJ/kg.

Pada penelitian [17] meneliti tentang katalis abu sekam padi dalam



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 UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

pembuatan biodiesel dari minyak sawit. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan abu sekam padi yang telah dikalsinasi dengan impregnasi KOH sebagai katalis pembuatan biodiesel dari minyak sawit secara konvensional. Metode yang digunakan adalah transesterifikasi. Hasil dari penelitian ini adalah dengan penambahan katalis abu sekam padi sebanyak 10% menghasilkan densitas yaitu 864 kg/m^3 dan viskositas 5.56 cSt.

Pada penelitian [18] membahas tentang *bio-oil* dari pelepah sawit dengan katalis *natural zeolit dealuminated*. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan potensi pelepah sawit untuk dijadikan *bio-oil* sebagai bahan bakar alternatif serta mengetahui pengaruh variasi katalis NZA terhadap biomassa pada kualitas *bio-oil* yang dihasilkan. Metode yang digunakan adalah pirolisis. Hasil dari penelitian ini adalah pada katalis NZA yang terbaik sebesar 3% menghasilkan densitas 0.996 kg/L dan viskositas 11.733 cSt.

Pada penelitian [19] meneliti tentang *bio-oil* dari tandan kosong kelapa sawit dengan katalis Ni/NZA. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik *bio-oil* dari tandan kosong kelapa sawit melalui penambahan katalis Ni/NZA. Metode yang digunakan adalah *free fall pyrolysis*. Hasil dari penelitian ini adalah dengan penambahan 6% katalis Ni/NZA menghasilkan *bio-oil* yaitu pH 2.94, viskositas 44 cSt, nilai kalor 29.38 MJ/kg.

Pada penelitian [20] tentang *bio-oil* dari tandan kosong dan pelepah sawit dengan katalis Ni/NZA. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kinerja katalis Ni/NZA terhadap yield *bio-oil* yang dihasilkan tandan kosong dan pelepah sawit menjadi *bio-oil*. Metode yang digunakan adalah pirolisis. Hasil dari penelitian ini adalah dengan katalis sebesar 7% menghasilkan densitas $1,014 \text{ kg/m}^3$, viskositas 9.096 cSt.

Pada penelitian [21] membahas tentang pengaruh lempung gambut sebagai katalis pada tandan kosong sawit sebagai *bio-oil*. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh penggunaan lempung gambut sebagai katalis pada proses *upgrading bio-oil* dari hasil pirolisis tandan kosong sawit (TKS). Metode yang digunakan adalah pirolisis. Hasil dari penelitian ini adalah densitas 973.4 kg/m^3 dan viskositas 6.546 cSt.



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 UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Pada penelitian [22] meneliti tentang pengaruh Ni/Silika-Alumina sebagai katalis pada tandan kosong sawit menjadi *bio-oil*. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh impregnasi logam Ni (1 - 7%) pada silika-alumina terhadap karakteristik katalis Ni/Silika-Alumina dan uji kinerja katalis pada proses perengkahan katalitik *bio-oil* tandan kosong sawit. Metode yang digunakan adalah perengkahan katalitik. Hasil dari penelitian ini adalah nilai kalornya sebesar 36.41 MJ/kg.

Pada penelitian [23] membahas tentang *bio-oil* dari tandan kosong sawit dengan katalis Ni/NZA. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi kelayakan teknis peningkatan kualitas *crude bio-oil* (CBO) hasil pirolisis tandan kosong kelapa sawit menggunakan katalis Ni/NZA. Metode yang digunakan adalah pirolisis. Hasil dari penelitian ini adalah dengan katalis Ni/NZA 6% nilai pH yang dihasilkan sebesar 3.54, densitas 995 kg/m³, viskositas 14.3 cSt, dan 30.85 MJ/kg.

Pada penelitian ini, Penulis akan menggabungkan penelitian [15] dan [23] yang sudah dijelaskan diatas. Penelitian [15] hanya membahas mengenai *bio-oil* dari pelepah sawit tanpa katalis. Dan hasil yang diperoleh pada penelitian [15] sangat jauh dari karakteristik *bio-oil* sebagai bahan bakar, sehingga diperlukan adanya katalis. Pada penelitian [23] membahas mengenai *bio-oil* dari tandan kosong dengan katalis Ni/NZA. Dari hasil yang diperoleh pada penelitian [23] mendekati dari karakteristik *bio-oil* sebagai bahan bakar. Selain itu juga pada penelitian ini akan menghitung pelepah sawit yang dihasilkan di Desa Sepotong, energi *bio-oil* terhadap mesin *combine harvester* dan menghitung waktu operasi dan luas lahan operasi yang dilakukan oleh mesin *combine harvester*. Serta penelitian ini akan menganalisis perhitungan biaya yang dikeluarkan oleh masyarakat Desa Sepotong dari dampak penggunaan solar dan *bio-oil*.

Untuk tahapan awal ialah melakukan perhitungan pelepah sawit yang dihasilkan di Desa Sepotong, kemudian analisis potensi *bio-oil* dari pelepah sawit dengan katalis Ni/NZA menggunakan metode pirolisis dan bantuan *software superpro designer v10* sebagai aspek teknisnya. Setelah *bio-oil* dihasilkan, maka menghitung energi dari *bio-oil* yang dihasilkan terhadap mesin *combine harvester* dan menghitung waktu operasi dan luas lahan operasi yang dilakukan oleh mesin

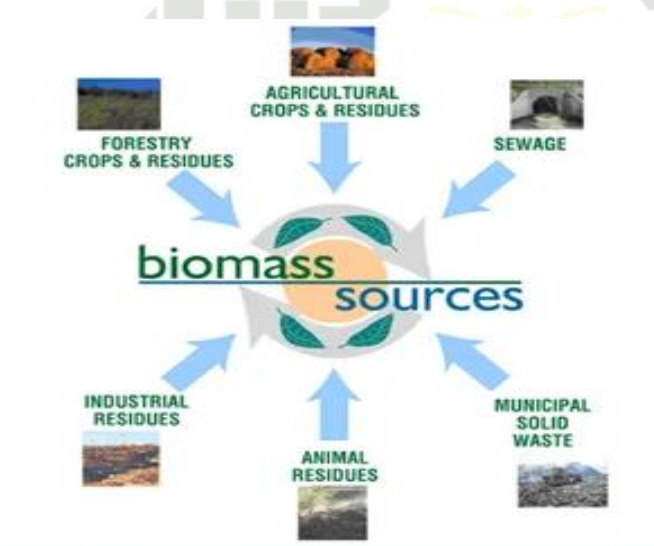
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

combine harvester. Serta tahapan terakhir ialah menganalisis perhitungan biaya yang dikeluarkan masyarakat Desa Sepotong dari penggunaan solar dan *bio-oil*.

2.2 Biomassa

Biomassa merupakan sumber energi terbarukan berbentuk padatan yang berasal dari tumbuhan maupun limbah yang dapat digunakan secara langsung ataupun diproses terlebih dahulu. Biomassa sangat mudah diperoleh, kandungan energinya yang cukup tinggi, dan ramah lingkungan. Biomassa adalah produk dari reaksi fotosintesis yang pada karbondioksida dan air digunakan untuk membentuk senyawa organik kompleks yang mengandung karbon, oksigen, dan hidrogen. Komposisi biomassa dapat bervariasi tergantung pada jenisnya, tetapi umumnya mengandung sekitar 40 - 60% selulosa, 20 - 40% hemiselulosa, dan 10 - 25% lignin. [10].



Gambar 2.1 Biomassa [10]

2.2.1. Sumber – Sumber Biomassa

Biomassa merupakan salah satu sumber energi alternatif yang sangat mudah diperoleh. Berikut ini sumber – sumber dari biomassa yaitu :

A. Limbah

Limbah menjadi salah satu dari sumber biomassa yang didapatkan dari limbah pertanian, perkebunan, dan limbah organik. Limbah pertanian dapat diperoleh pada proses pasca panen dan saat pengolahan hasil panen, seperti jerami, sekam padi, dan tongkol jagung [24]. Pada limbah perkebunan juga



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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dapat diperoleh saat terjadinya panen dan saat pengolahan panen di pabrik. Limbah perkebunan harus melakukan penanaman kembali atau pengelolaan limbah yang baik agar mencapai hasil yang optimum. Contoh dari limbah perkebunan yaitu kelapa sawit, kelapa, tebu, kayu akasia dan sebagainya. Limbah organik bersumber dari sisa aktivitas masyarakat di pemukiman dan saat ini jarang dimanfaatkan, seperti serbuk gergaji, kotoran hewan, sampah dapur, sisa *pulp* [24].

B. Produk Kehutanan

Produk kehutanan terbagi atas 3 sumber yaitu :

- 1) Serasah hutan yang diperoleh dari komponen pepohonan dan pepohonan yang tidak berfungsi lagi, seperti dahan, ranting, daun, dan batang [24].
- 2) Limbah penebangan yang berasal dari sisa komponen pepohonan yang terjadi setelah melakukan penebangan pohon. Biasanya limbah penebangan kadar airnya masih tergolong tinggi, sehingga diperlukan untuk mengeringkannya [24].
- 3) Limbah industri kayu yang diperoleh dari industri pengolahan kayu, seperti potongan kulit kayu, serbuk kayu, dan sisa kayu yang tidak lagi digunakan [24].

C. Tanaman Energi

Tanaman energi yang dimaksud ialah tanaman khusus yang dibudidayakan sebagai bahan baku energi sebagai prioritas dan untuk kebutuhan pangan. Biasanya tanaman energi ini berasal dari singkong, jagung, tebu [24].

D. Tanaman Akuatik

Tanaman akuatik ialah tanaman yang hidup pada ekosistem air, seperti algae, eceng gondok, rumput laut [24].

2.2.2. Proses dan Teknologi Konversi Biomassa

Proses mengubah biomassa menjadi energi terbagi atas 2 yaitu dekomposisi kimia dan penguraian secara biologi. Sedangkan teknologi untuk mengubah biomassa menjadi energi terbagi atas 4 yaitu :



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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

A. Pembakaran Langsung

Dalam proses pembakaran langsung biomassa, biomassa tersebut dibakar dengan udara untuk menghasilkan gas buang yang panas. Gas panas ini kemudian dimanfaatkan dalam boiler untuk menghasilkan uap. Uap yang dihasilkan dapat digunakan untuk menjalankan turbin, yang kemudian menggerakkan generator listrik untuk menghasilkan energi listrik. Proses pembakaran langsung dapat dilakukan dua cara yaitu bahan baku biomassa langsung dimasukkan ke dalam tungku pembakaran dan bahan baku biomassa dapat juga dicampur dengan batubara. Hasil dari proses pembakaran langsung akan menghasilkan panas dan debu [24].

B. Konversi Termokimia

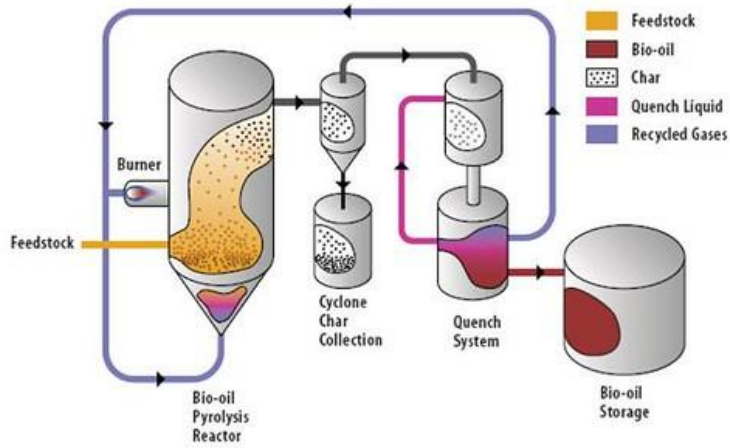
Pada proses ini terjadi proses perubahan biomassa dengan termokimia. Ada 5 bagian dari konversi termokimia yaitu :

1) Pirolisis

Pada proses ini terjadi pembakaran secara tertutup dan tanpa oksigen. Biasanya temperatur dari proses ini berkisar 500°C dan mengubah biomassa menjadi beberapa bagian, seperti biogas, biochar, dan *bio-oil* yang ditunjukkan pada Gambar 2.2. Terdapat tiga macam pirolisis yaitu *slow pyrolysis*, *fast pyrolysis*, dan *flash pyrolysis* [24]. Pada biasanya di metode pirolisis akan memproses senyawa kimia, seperti hemi selulosa, selulosa, dan lignin pada bahan baku inputannya. Proses penguraian senyawa – senyawa dari biomassa tersebut melalui pembakaran tanpa oksigen. Dan hasil dari pirolisis akan melalui tahapan *condensation* agar mendinginkan uap cairan hasil pirolisis melalui kondenser agar menghasilkan *bio-oil* dan air [24].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

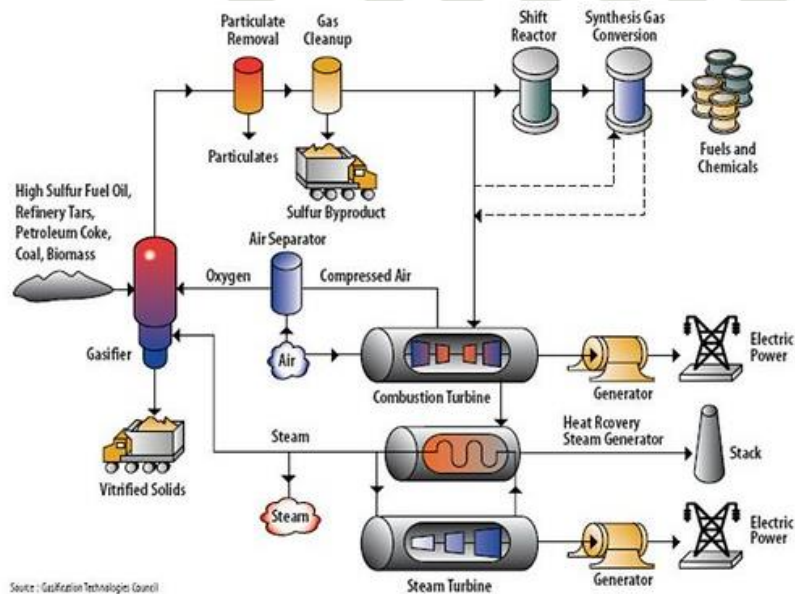
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



Gambar 2.2 Tahapan Pirolisis [24]

2) Gasifikasi

Pada proses gasifikasi terjadi perubahan biomassa menjadi gas pada suhu dan tekanan tertentu. Proses gasifikasi termasuk juga bentuk dari pirolisis, namun menghasilkan lebih banyak gas sebagai produk utama dibanding dengan biochar ataupun *bio-oil* [24]. Pada proses gasifikasi akan mengkombinasikan panas dengan sistem gas turbin dengan memanfaatkan buangan panas agar dapat menjalankan turbin dan *steam* turbin untuk menghasilkan listrik, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3. Efisiensi konversi energi pada kombinasi ini mampu > 50% [24].



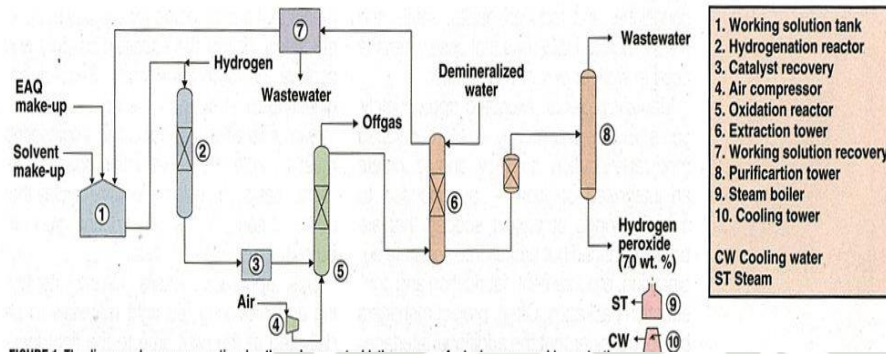
Gambar 2.3 Tahapan Gasifikasi [24]

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3) Hidrogenasi

Pada proses hidrogenasi terjadi proses perubahan biomassa agar menghasilkan hidrogen [24], seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Tahapan Hidrogenasi [24]

4) *Liquefaction and Catalytic Liquefaction*

Pada proses *liquefaction* dan *catalytic liquefaction*, biomassa mengalami konversi menjadi bahan bakar cair dengan menggunakan katalis. Proses ini dilakukan pada suhu rendah namun tekanan tinggi [24].

5) *Supercritical Fluid Extraction and Catalytic Supercritical Fluid Extraction*

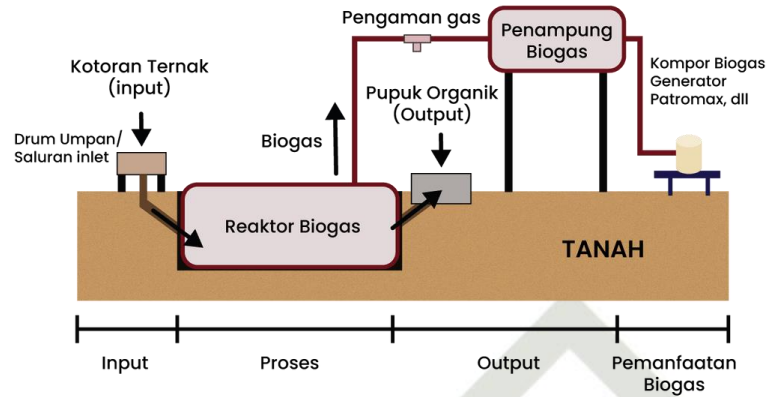
Dalam proses ini memang terdapat kesamaan dengan proses *liquefaction*, tetapi fokusnya lebih pada penggunaan fluida superkritis dan karakteristik katalis dalam konversi biomassa [24].

C. Konversi Biokimia

Pada proses ini terjadi perubahan biomassa dengan biokimia dengan waktu yang relatif lama. Karena harus menunggu bakteri pengurai dalam mengubah biomassa menjadi komponen gas dan limbah padat, seperti pada Gambar 2.5. Hasil produk dari proses ini adalah biogas [24].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

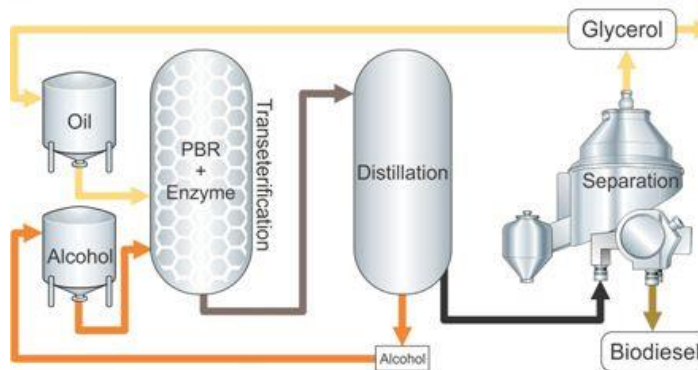
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



Gambar 2.5 Tahapan Biogas [24]

D. Konversi Agrokimia

Pada proses ini terjadi perubahan biomassa yang mengandung produk dari pertanian, seperti tanaman jarak ataupun kelapa sawit. Hasil produk dari proses ini adalah biodiesel yang tidak memerlukan proses kimia lanjutan [24], seperti pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Tahapan Biodiesel [24]

2.2.3. Produk Biomassa

Produk biomassa yang telah diolah melalui proses konversi akan menghasilkan produk sebagai berikut :

A. Biodiesel

Biodiesel adalah bahan bakar minyak yang diproduksi melalui reaksi kimia yang dikenal sebagai transesterifikasi. Proses ini melibatkan minyak nabati atau hewani sebagai bahan baku utama dan metanol sebagai reagen. Biodiesel memiliki warna kuning yang khas dan dapat dimanfaatkan



langsung ke mesin diesel ataupun bisa dicampur dengan solar sesuai dengan konsentrasi yang ditentukan untuk meningkatkan kemampuan mesin dan mengurangi emisi gas [24].

B. Bioetanol

Bioetanol merupakan bahan bakar minyak yang berwarna jernih yang diproses dengan mengubah pati – patian menjadi gula melalui difermentasi, distilasi, dan dehidrasi agar memperoleh bahan bakar. Bioetanol dapat dicampur dengan bensin sehingga proses pembakaran menjadi lebih bersih dan mengurangi emisi gas [24].

C. Biogas

Biogas merupakan bahan bakar yang diproses melalui digesti anaerob atau fermentasi bahan organik dalam keadaan rendah oksigen. Biogas dapat digunakan untuk memproduksi panas, uap dan listrik dari gas yang dibakar [24].

D. Bio-Oil

Bio-Oil merupakan bahan bakar minyak yang berwarna hitam kecoklatan yang diproses melalui pirolisis. *Bio-oil* dapat digunakan untuk bahan bakar boiler, dipretreatment, dan untuk turbin serta mesin diesel untuk menghasilkan listrik [24].

2.3. Kelapa Sawit

Kelapa sawit adalah tanaman perkebunan yang memiliki berbagai manfaat ekonomi. Tanaman ini banyak dimanfaatkan sebagai sumber penghasil minyak masak, minyak industri, dan bahan bakar bio. Ada dua spesies utama kelapa sawit yang umum digunakan dalam pertanian komersial, yaitu *elaeis guineensis* dan *elaeis oleifera*. Kelapa sawit dengan jenis *elaeis guineensis* berasal dari Afrika Barat terutama di Angola dan Gambia yang memiliki tingkat produksi yang tinggi, sedangkan kelapa sawit dengan jenis *elaeis oleifera* berasal dari Amerika Tengah dan Amerika Selatan yang memiliki tinggi tanaman yang rendah. Pada akhir abad ke 19, kelapa sawit mulai populer di masa revolusi Industri yang dikarenakan permintaan minyak nabati untuk bahan pangan dan industri sabun yang semakin meningkat. Kelapa sawit merupakan salah satu tanaman yang

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



memiliki ketinggian hingga 24 m [25].

2.3.1. Struktur Kelapa Sawit

Setiap tanaman memiliki struktur yang berbeda – beda berdasarkan ciri – ciri dan fungsinya. Berikut ini struktur dari kelapa sawit yaitu :

A. Akar

Kelapa sawit memiliki sistem akar yang khas. Akar kelapa sawit terdiri dari akar serabut yang cenderung tumbuh ke arah bawah dan samping. Kemudian ada juga beberapa akar yang tumbuh mengarah ke samping atas yang berfungsi untuk menambah tambahan aerasi. Kelapa sawit termasuk pada salah satu tanaman monokotil atau tanaman berbiji satu [26].

B. Batang

Pada kelapa sawit memiliki batang yang tidak mengandung kambium dan umumnya tidak bercabang. Fungsi dari batang kelapa sawit untuk tempat mendukung daun, bunga, dan buah. Kemudian fungsi lainnya adalah untuk mengangkut unsur hara dan makanan atau sebagai sistem pembuluh darah. Pada umumnya batang kelapa sawit diselubungi bekas pelepah sawit hingga \pm 12 tahun. Setelahnya, pelepah akan mengering dan terlepas dengan sendirinya [26].

C. Daun

Daun kelapa sawit memiliki karakteristik daun majemuk, dengan irisan daun yang berbilangan genap dan bertulang sejajar. Setiap pelepah daun kelapa sawit biasanya mengandung sekitar 250 - 300 helai daun, tergantung pada jenis kelapa sawitnya. Pada pohon kelapa sawit yang normal, biasanya terdapat sekitar 40 - 50 pelepah. Jumlah ini dapat bervariasi tergantung pada faktor-faktor seperti usia pohon, kondisi pertumbuhan, dan perawatan yang diberikan [26].

D. Bunga

Kelapa sawit memiliki bunga yang termasuk ke dalam *monocius* yakni bunga jantan dan betina tumbuh pada satu pohon yang sama, namun beda tandan. Kelapa sawit akan berbunga biasanya di umur sekitar 12 - 14 bulan. Bunga jantan biasanya berbentuk lancip dan panjang, sedangkan bunga

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 UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

betina memiliki bentuk yang lebih besar dan mekar [26].

E. Buah

Kelapa sawit memiliki buah yang bercirikan *epicarpium* (lapisan luar), *mesocarpium* (lapisan tengah), dan *endocarpium* (lapisan dalam). Biasanya yang mengandung *crude palm oil* terdapat pada *mesocarpium* atau daging buah dan yang mengandung *palm kernel oil* terdapat pada *endocarpium* atau inti. Pada biasanya 1 tandan terdapat > 2,000 buah. Buah sawit memiliki variasi warna dari yang hitam, ungu, hingga merah tergantung pembibitannya [26].

2.3.2. Persyaratan Penanaman Kelapa Sawit

Tempat yang cocok untuk penanaman kelapa sawit memiliki curah hujan sekitar 2.000 - 2.500 mm per tahun. Suhu optimal untuk pertumbuhan kelapa sawit berkisar antara 29 - 30°C. Penyinaran matahari yang cukup baik untuk kelapa sawit adalah sekitar 5 - 7 jam per hari, dengan tingkat kelembapan optimal sekitar 80 - 90%. Intensitas penyinaran matahari yang bagus sekitar 5 – 7 jam/hari dengan kelembapan optimal sekitar 80 – 90%. Jenis tanah yang ideal untuk pertumbuhan kelapa sawit termasuk podzolik, latosol, hidromorfik kelabu, alluvial, dan regosol. Kelapa sawit dapat tumbuh dengan baik pada tanah yang subur, datar, gembur, dan memiliki drainase yang baik. Selain itu juga dapat hidup di tanah gambut, mineral, dan pasang surut. Kondisi topografi kelapa sawit yang baik tidak lebih dari sekitar 15°. Biasanya kelapa sawit mampu menanen 2 kali dalam sebulan. Untuk 1 Ha ditanami kelapa sawit sekitar 125 pohon dengan 1 pohon menghasilkan 1 - 2 pelepah dalam sekali panen [26].

$$\text{Total Pelepah/Ha} = \text{Jumlah Pohon/Ha} \times \text{Jumlah Pelepah/Pohon} \quad (3.1)$$

$$\text{Total Pelepah Keseluruhan} = \text{Luas Area} \times \text{Jumlah Pelepah/Ha} \quad (3.2)$$

2.4 Bio-Oil

Bio-oil adalah sebuah bahan bakar minyak yang dihasilkan melalui proses pirolisis, dan memiliki warna hitam kecoklatan, seperti pada Gambar 2.7. Komponen organik yang terkandung pada *bio-oil* adalah lignoselulosa, alkohol,

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

asam organik, dan karbonil. *Bio-oil* dapat dimurnikan dan diubah menjadi berbagai bahan bakar dan bahan kimia [10]. Adapun beberapa kelebihan *bio-oil* yaitu [10]:

- 1) Dapat digunakan secara langsung tanpa perlu dicampur dengan solar atau bahan bakar lainnya.
- 2) Tidak memerlukan proses transesterifikasi dan penggunaan metanol.
- 3) Kualitas minyak dapat dikontrol sesuai dengan spesifikasi mesin.
- 4) Harga jauh lebih murah dari solar industri.

Bio-oil dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pengganti bahan bakar hidrokarbon untuk industri, seperti boiler, mesin diesel statis, dan gas turbin. Selain itu juga sangat efektif dimanfaatkan sebagai substitusi diesel, *heavy fuel oil*, dan natural gas. *Bio-oil* dapat diperbaharui dan ramah lingkungan. *Bio-oil* dengan densitas yang tinggi akan kesulitan dalam kemampuan pembakaran. Densitas *bio-oil* diakibatkan oleh suhu pemanasan. Semakin tinggi suhu pemanasan, maka densitas dari *bio-oil* yang dihasilkan semakin rendah. Standar densitas *bio-oil* sebagai bahan bakar yaitu $940 - 1,200 \text{ kg/m}^3$. Nilai viskositas yang tidak memenuhi standar akan mempengaruhi atomisasi bahan bakar dan udara menjadi kurang bagus. Standar viskositas *bio-oil* yaitu $4 - 78 \text{ cSt}$ [10].



Gambar 2.7 *Bio-Oil* [10]

2.5 Katalis

Katalis adalah senyawa yang, saat ditambahkan ke dalam reaksi, mampu mengurangi energi aktivasi dan meningkatkan laju reaksi. Kuantitas katalis tidak mengalami perubahan selama reaksi karena tidak dikonsumsi sebagai bagian dari proses reaksi itu sendiri. Katalis adalah senyawa kimia yang berperan dalam



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 UIN Suska Riau.

2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

meningkatkan laju reaksi tanpa dikonsumsi oleh reaksi itu sendiri. Katalis banyak digunakan di berbagai lingkungan, termasuk alam, laboratorium, dan industri. Katalis adalah zat yang mempercepat terjadinya reaksi kimia dengan meningkatkan lajunya [12]. Meskipun terlibat dalam reaksi, katalis akan kembali ke bentuk aslinya pada akhir reaksi. Oleh karena itu, katalis tidak menambahkan energi ke dalam sistem dan tidak memiliki kemampuan untuk mempengaruhi keseimbangan termodinamika. Katalis mempercepat reaksi dalam beberapa cara menurunkan energi aktivasi reaksi. Pengurangan energi aktivasi merupakan hasil interaksi antara katalis dan reaktan. Katalis juga dapat mengurangi waktu reaksi inisiasi dan meningkatkan kuantitas dan kualitas produk yang dihasilkan. Katalis juga dapat meningkatkan selektivitas produk akhir yang diinginkan [27].

Berdasarkan tingkat kebutuhannya, berikut ini komponen inti katalis yaitu [27] :

- 1) Selektivitas adalah kemampuan katalis untuk menyediakan produk reaksi yang diinginkan (dalam jumlah besar) dari berbagai kemungkinan produk.
- 2) Aktivitas mengacu pada kemampuan katalis untuk mengubah bahan mentah menjadi produk yang diinginkan.
- 3) Stabilitas adalah katalisator yang mempertahankan aktivitas, produktivitas, dan selektivitas dalam jangka waktu tertentu.

Untuk mengurangi kandungan oksigen dan mencapai stabilitas termal yang tinggi, *bio-oil* harus ditingkatkan dengan katalis yang tepat. Proses perengkahan katalitik lebih disukai karena tidak memerlukan H_2 dan kondisi reaksinya mirip dengan reaksi pirolisis. Produk utama dari proses ini adalah hidrokarbon, organik hidrat, air, gas alam, dan kokas, yang memiliki keunggulan pemrosesan dan ekonomi yang signifikan. Hasil hidrokarbon yang rendah dan hasil kokas yang tinggi merupakan kelemahan utama dari proses ini, meskipun masalah ini dapat diperbaiki pada kondisi yang sesuai dengan katalis yang berkinerja baik [27].

Katalis yang digunakan dalam proses perengkahan katalitik terutama adalah zeolit, seperti yang digunakan di kilang minyak. Proses tersebut menggunakan zeolit seperti ZSM-5, Y, silika-alumina, SAPO, MCM-41, SBA-15 untuk



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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

menghilangkan oksigen dari *bio-oil*. Selain itu juga ada katalis lainnya yaitu katalis heterogen dan katalis homogen [27]. Katalis heterogen adalah jenis katalis yang memiliki fase yang berbeda dari reaktan. Dalam reaksi yang dikatalisis secara heterogen, katalis biasanya berada dalam fase padat dan berinteraksi dengan reaktan yang berada dalam fase gas atau cair. Interaksi antara reaktan dan katalis heterogen umumnya terjadi di permukaan katalis. Katalis heterogen terbagi atas 2 jenis yaitu katalis asam dan basa. Katalis heterogen memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan katalis homogen. Salah satunya adalah kemampuan mudahnya dalam dipisahkan dari produk reaksi setelah proses berlangsung. Selain itu, katalis heterogen juga memiliki ketahanan yang lebih kuat terhadap asam lemak bebas yang terkandung dalam bahan baku, tanpa memerlukan reaksi saponifikasi. Selanjutnya, katalis heterogen dapat diregenerasi untuk berbagai kegunaan dan dengan demikian sangat ekonomis. Beberapa contoh katalis heterogen ialah MgO, CaO, SrO dan BaO [27].

Katalis homogen adalah jenis katalis yang dapat larut dalam reaktan dan/atau produk reaksi. Namun, penggunaan katalis homogen terbatas pada skala laboratorium. Saat ini, katalis homogen dihindari karena umumnya memiliki sifat korosif dan tidak dapat digunakan kembali, sehingga tidak ramah lingkungan. Beberapa contoh katalis homogen meliputi hidrolisis asam ester (dalam bentuk cairan), oksidasi NO₂ dan SO₂ (dalam bentuk uap), serta dekomposisi kalium klorat menggunakan MnO₂ (dalam bentuk padatan) [27].

2.6 Mesin *Combine Harvester*

Mesin *combine harvester* merupakan suatu mesin yang berfungsi untuk memanen padi dengan 3 operasi yang berbeda yaitu menuai, merontokkan, dan menampi [7]. Berikut ini bagian – bagiannya sesuai dengan fungsinya yaitu [7] :

A. Header Unit

Header unit bertanggung jawab untuk memotong jerami padi dan memasukkannya ke dalam penampungan sementara, yang kemudian diterima oleh unit *conveyor*. Bagian yang terletak di bagian depan pemanen padi mencapai batang padi bagian bawah dan memotongnya dengan batang pemotong. Kemudian diarahkan oleh komponen *reel guide* gulungan



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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

sehingga batang padi yang dipotong masuk ke mesin dan diarahkan ke *conveyor* [7].

B. *Conveyor*

Fungsi dari *conveyor* adalah untuk memindahkan batang padi yang sudah dipotong ke bagian *thresher* atau perontok. Saat mesin pemotong terus beroperasi, bagian pemindahan ini juga bergerak konstan secara bersamaan [7].

C. *Thresher Unit*

Thresher unit ini biasanya memiliki bentuk drum dengan grinder yang bergerak dengan kecepatan antara 600 hingga 800 rpm. Kecepatan ini penting untuk diatur agar proses pemisahan biji dan jerami berjalan dengan efisien dan menghasilkan biji padi yang berkualitas [7].

D. *Cleaner and Separator*

Pada proses ini hasil keluaran dari *thresher* akan masuk ke mesin *blower* yang berputar dengan kecepatan 70 – 300 rpm. Selain itu juga pada proses ini, biji padi akan di *cook* dan *immature grain* yang masin tercampur dengan jerami akan ditiup angin agar biji masakny dapat terpisah [7].

E. *Grain Output*

Pada proses *grain output*, biji padi yang telah mengalami proses sortiran dan matang akan dialirkan melalui saluran keluar agar menghasilkan biji yang bersih dari jerami. Pada proses ini terjadi penyusutan biji gabah hasil panen 2%. Dan hasil tersebut jauh lebih bersih dibandingkan dengan menggunakan sistem manual yang hanya 5% [7].

F. *Transportation Unit*

Berfungsi untuk memindahkan dari lahan satu ke lahan lainnya. Pada biasanya dalam satu hari, mesin *combine harvester* dapat menyelesaikan 3 - 4 lokasi panen [7].

G. *Engine and Driving Panel*

Pada proses ini, mesin *combine harvester* mengendalikan pergerakan mesin. Mesin utama yang berfungsi mengubah bahan bakar menjadi gerak. Sedangkan *driving panel* berfungsi untuk mengarahkan pergerakan mesin

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

combine harvester [7].

H. *Canopi*

Berfungsi untuk melindungi pengemudi dari panas atau hujan [7].



Gambar 2.8 Mesin *Combine Harvester* [28]

2.7. Hukum Termodinamika I

Termodinamika merupakan ilmu yang mempelajari tentang perubahan energi dari suatu bentuk ke bentuk yang lain dalam melakukan usaha. Termodinamika tidak dapat melakukan untuk menentukan kecepatan. Pada hukum termodinamika I dikenal sebagai hukum kekekalan energi [29]. Pada hukum kekekalan energi menyatakan energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, melainkan hanya dapat merubah suatu bentuk ke bentuk lainnya. Prinsip kekekalan energi ialah jika sistem memperoleh suatu kalor, maka volume dan suhu sistem akan bertambah sehingga sistem akan terlihat semakin panas. Begitu juga sebaliknya jika kalor meninggalkan sistem, maka volume dan suhu akan berkurang sehingga sistem akan terlihat semakin dingin. Hukum termodinamika I juga menjelaskan bahwa kalor dan kerja mekanik dapat saling berpindah antara sistem dengan lingkungan, maka untuk mendapatkan sejumlah kalor dibutuhkanlah kerja mekanik. Hukum termodinamika I juga merupakan suatu hukum konservasi energi yang digunakan pada sistem apapun yang berfungsi untuk mentransfer energi dari ataupun ke lingkungan melalui panas dan kerja sehingga dipergunakan perhitungan matematis sebagai berikut [30]:

$$W_{net} = \eta \times \dot{Q} \tag{3.3}$$

$$\dot{Q} = \dot{m} \times LHV \tag{3.4}$$



- 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 UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\dot{m} = \rho \times \dot{V} \tag{3.5}$$

Keterangan :

- W_{net} = Energi Bahan Bakar (J)
- η = Efisiensi Kerja Mesin (%)
- \dot{Q} = Kalor (J)
- \dot{m} = Laju Aliran Massa Bahan Bakar (kg/s)
- \dot{V} = Laju Aliran *Volume* atau *Volumetric Flow* (m³/s)
- LHV = Kandungan Nilai Kalor Bahan Bakar (MJ/kg)
- ρ = Densitas (kg/m³)

2.8. Perhitungan Waktu Operasi dan Luas Lahan Operasi

Pada perhitungan ini bertujuan untuk melihat mesin *combine harvester* terhadap waktu operasi dan luas lahan operasi. Data yang digunakan pada perhitungan ini adalah *volumetric bio-oil* yang dihasilkan, konsumsi bahan bakar mesin *combine harvester*, dan kapasitas pemanenan dengan menggunakan Persamaan (3.6) dan Persamaan (3.7).

$$\text{Waktu Operasi} = \frac{\text{Volumetric Flow}}{\text{Konsumsi Bahan Bakar}} \tag{3.6}$$

$$\text{Lahan Operasi} = \frac{\text{Waktu Operasi}}{\text{Kapasitas Pemanenan}} \tag{3.7}$$

Dengan keterangan pada Persamaan (3.6) adalah waktu operasi yang dilakukan mesin *combine harvester* (h), *volumetric flow bio-oil* yang dihasilkan (L) konsumsi bahan bakar pada mesin *combine harvester* (L/h). Dan pada Persamaan (3.7) adalah luas lahan operasi yang dilakukan mesin *combine harvester* (Ha), kapasitas pemanenan yang dilakukan mesin *combine harvester* (h/Ha).

2.9. Perhitungan Biaya

Pada perhitungan ini bertujuan untuk membandingkan biaya yang dikeluarkan masyarakat Desa Sepotong jika menggunakan solar dan *bio-oil*. Data yang digunakan pada perhitungan ini adalah densitas bahan bakar, konsumsi bahan bakar mesin *combine harvester*, massa bahan bakar, dan harga bahan bakar dengan menggunakan Persamaan (3.8) dan Persamaan (3.9) [30].



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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\text{Massa Bahan Bakar} = \text{Densitas} \times \text{Konsumsi Bahan Bakar} \quad (3.8)$$

$$\text{Biaya Penggunaan Bahan Bakar} = \text{Massa Bahan Bakar} \times \text{Harga Bahan Bakar} \quad (3.9)$$

Dengan keterangan pada Persamaan (3.8) adalah massa bahan bakar (kg/d), densitas dari bahan bakar (kg/L). Dan pada Persamaan (3.9) adalah konsumsi Bahan Bakar pada mesin *combine harvester* (L/d), harga bahan bakar (Rp/L), biaya penggunaan bahan bakar (Rp/d).

2.10. Superpro Designer v10

Superpro designer v10 merupakan suatu *software* yang menyediakan fitur permodelan, perancangan, evaluasi, dan optimalisasi proses secara *batch* maupun kontinu yang terintegrasi dengan berbagai industri [14]. Dengan adanya penggabungan model manufaktur dengan operasi lingkungan pada suatu alat yang sama, sehingga memungkinkan dalam merancang dan mengoptimalkan proses manufaktur dan pengolahan akhir pada pipa, serta mempraktikkan dalam pencegahan dan pengendalian polusi. Komponen yang terdapat pada *superpro designer v10* adalah sebagai berikut [14] :

- A. Neraca massa dan energi
- B. Pengaturan ukuran komponen
- C. Penjadwalan dari proses *batch*
- D. Analisa dan evaluasi dari segi produk dan ekonomis
- E. Dugaan dampak lingkungan.

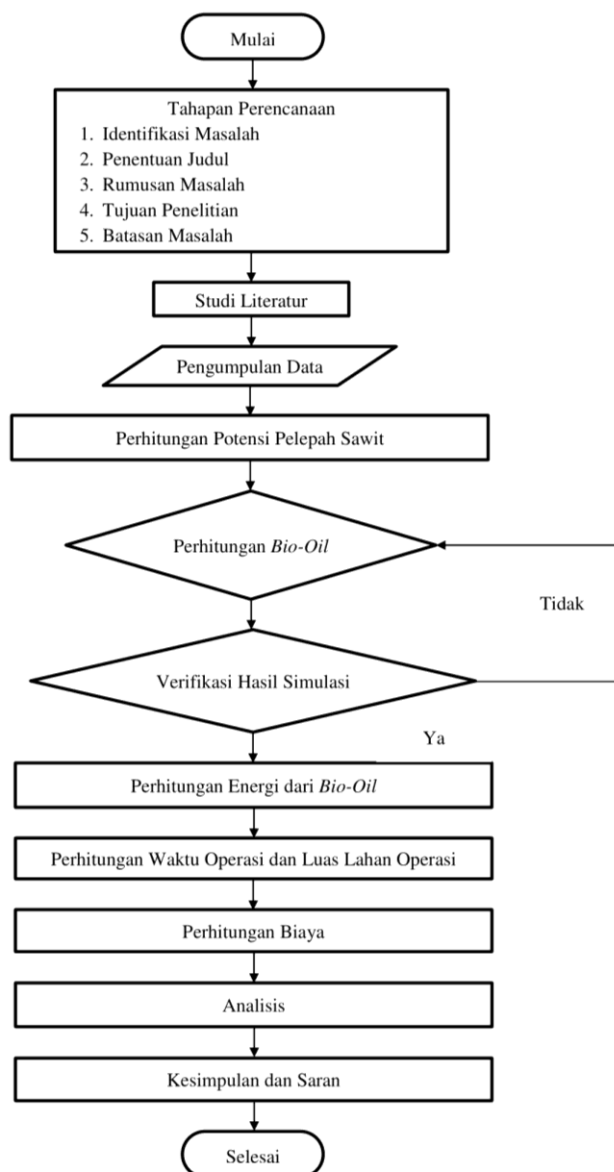
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. *Flowchart* Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif. Hasil dari penelitian ini berupa numerik dan deskriptif yang didukung dari berbagai sumber terkait, seperti buku, jurnal, dan hasil wawancara serta data yang berkaitan pada penelitian ini. Berikut ini tahapan – tahapan pada penelitian ini yaitu :



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian



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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.2 Tahapan Perencanaan

3.2.1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan salah satu prosedur tahapan penelitian yang menentukan suatu permasalahan yang nantinya akan menjadi pembahasan penelitian Penulis. Permasalahan pada penelitian ini ialah ketersediaan solar untuk mesin *combine harvester* di Desa Sepotong. Hal ini membuat akan memakan waktu yang lama dan itu sejalan juga dengan harga solar di Pertamina yang meningkat. Selain itu juga pelepah sawit yang diperoleh di Desa Sepotong begitu banyak yang hanya digunakan sebagai pakan ternak dan menjadi sarang ular dan tikus. Berdasarkan permasalahan diatas, diperlukan adanya bahan bakar alternatif untuk mesin *combine harvester* di Desa Sepotong. Dengan melakukan pemanfaatan pelepah sawit di Desa Sepotong yang merupakan salah satu sumber biomassa, sehingga dapat menjadi bahan bakar alternatif mesin *combine harvester*. Kemudian pada penelitian ini akan membahas dari aspek teknis, energi bahan bakar dari *bio-oil* yang dihasilkan, aspek kinerja dari mesin *combine harvester* berdasarkan waktu operasi dan luas lahan operasi, serta aspek pembiayaan dari pengolahan *bio-oil* serta penggunaan solar dan *bio-oil*. Aspek pembiayaan diperlukan dikarenakan untuk mengetahui perbandingan penggunaan bahan bakar solar dan *bio-oil*.

3.2.2. Penentuan Judul Penelitian

Sesuai dengan permasalahan yang sudah diperoleh, maka Penulis memberikan judul penelitian ini **“Potensi *Bio-Oil* dari Pelepah Sawit dengan Katalis Ni/NZA Sebagai Bahan Bakar Mesin *Combine Harvester* di Desa Sepotong”**.

3.2.3. Rumusan Masalah

Terdapat rumusan masalah yang akan menjadi hasil akhir dari penelitian ini adalah menghitung potensi pelepah sawit yang dihasilkan di Desa Sepotong, menganalisis perhitungan potensi *bio-oil* dengan penambahan katalis Ni/NZA dengan bantuan simulasi *superpro designer v10*, menghitung energi dari *bio-oil* terhadap mesin *combine harvester*,

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

menghitung kinerja mesin *combine harvester* berdasarkan waktu operasi dan luas lahan operasi, serta menganalisis perhitungan biaya yang dikeluarkan masyarakat Desa Sepotong jika menggunakan solar dan *bio-oil*.

3.2.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini akan berhubungan dengan identifikasi masalah dan rumusan masalah yang Penulis jelaskan.

3.2.5. Batasan Masalah

Batasan masalah ini adalah parameter yang diperoleh dari *bio-oil* hanya *volumetric flow* dan densitas, penelitian ini menggunakan bantuan simulasi *superpro designer v10*, dan analisis serta perhitungan menggunakan data hasil simulasi dan data penelitian.

3.3. Studi Literatur

Ada beberapa studi literatur yang berhubungan dengan pembahasan pada penelitian dikumpulkan agar sebagai referensi dan rujukan. Pengumpulan referensi dapat diperoleh melalui jurnal ataupun artikel.

3.4. Pengumpulan Data

3.4.1. Data Sekunder

Pada penelitian ini memerlukan data – data yang akurat mengenai kandungan pelepah sawit dan zeolit alam, *bio-oil*, dan mesin *combine harvester*. Berikut ini data – data yang diperlukan yaitu :

Tabel 3.1 Data Luas Lahan Perkebunan Sawit [4] [5] [6]

Tahun	Total Luas Area Perkebunan Kelapa Sawit (Ha)		
	Kabupaten Bengkalis	Kecamatan Siak Kecil	Desa Sepotong
2021	142,831	26,000.43	260

Pada Tabel 3.1 merupakan data total area luas perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Bengkalis, Kecamatan Siak Kecil, dan Desa Sepotong pada tahun 2021.

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 3.2 Kandungan Pelepeh Sawit [16]

Senyawa	Kadar (%)
Sellulosa	36.67
Hemisellulosa	25.91
Lignin	28.40
Water	9.02
Total	100

Pada

Tabel 3.2 merupakan kandungan senyawa kimia yang terdapat pada pelepeh sawit dan persentase kadar dari senyawa tersebut.

Tabel 3.3 Kandungan Zeolit Alam [13]

Senyawa	Kadar (%)
Aluminium Oksida	12.5
Besi (III) Oksida	1.5
Kalium Oksida	2.2
Magnesium Oksida	1.85
Natrium Oksida	1.05
Silikon Dioksida	78.8
Tembaga (II) Oksida	2.1
Total	100

Pada

Tabel 3.3 merupakan kandungan senyawa kimia yang terdapat pada zeolit alam dan persentase kadar dari senyawa tersebut.

Tabel 3.4 Data Spesifikasi Mesin *Combine Harvester* [28]

Spesifikasi	Keterangan
Manufaktur	Ranger
Daya Maksimum (KW/HP)	55 /73.8
Mesin	Diesel
Bahan Bakar/Kapasitas (L)	Solar/75
Konsumsi Bahan Bakar (L/h)	3.8
Kapasitas Pemanenan (h/Ha)	1.5
Lahan Pemanenan (Ha/d)	10
Efisiensi Kerja	66.4%

Pada Tabel 3.4 merupakan spesifikasi dari mesin *combine harvester*



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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

yang digunakan di Desa Sepotong sebagai mesin pemanenan padi.

Tabel 3.5 Karakteristik *Bio-Oil* [10]

Komponen	Keterangan
Nilai Kalor (MJ/kg)	16 – 19
Viskositas (cSt)	4 – 78
Densitas (kg/m ³)	940 – 1,200

Pada

Tabel 3.5 merupakan karakteristik yang terdapat pada *bio-oil* yakni nilai kalor, viskositas, dan densitas.

Tabel 3.6 Harga Bahan Bakar [31] [32]

Parameter	Volume (L)	Harga Satuan (Rp)
Solar	1	6,800
Biodiesel	1	8,047

Pada Tabel 3.6 merupakan daftar harga solar dan biodiesel yang diperoleh dari Pertamina dan kementerian ESDM. Dikarenakan *bio-oil* belum dipasarkan dan masih sedikit dalam proses pembuatannya serta parameter densitas dari *bio-oil* mendekati biodiesel, maka digunakan harga biodiesel.

3.4.2. Data Primer

Pada data primer diperoleh dari hasil wawancara dengan beberapa masyarakat Desa Sepotong untuk memperoleh total pelepah sawit yang dihasilkan dalam sebulan. Data tersebut disajikan pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Data Total Pelepah Sawit di Desa Sepotong

Waktu	Total Pelepah Sawit yang dihasilkan (Pelepah)	Massa (kg)
1 Bulan	130,000	585,000

3.5 Perhitungan Potensi Pelepah Sawit

Pada perhitungan ini dilakukan dengan total pelepah sawit yang diperoleh di Desa Sepotong dalam sebulan berdasarkan luas area perkebunan kelapa sawit dan

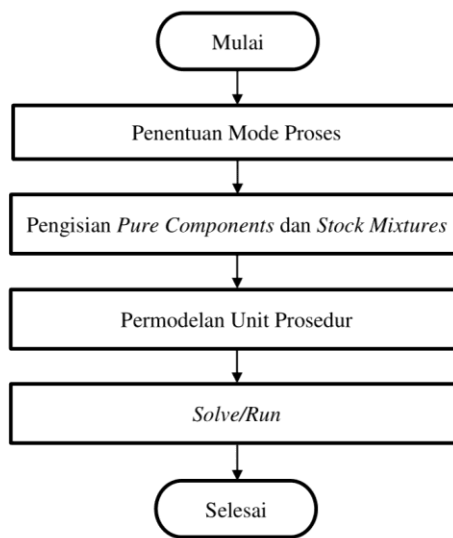
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

wawancara dengan masyarakat Desa Sepotong menggunakan Persamaan (3.1) dan Persamaan (3.2).

3.6 Perhitungan Bio-Oil

Dalam menentukan potensi *bio-oil* pelepah sawit dengan katalis Ni/NZA dilakukan dengan metode pirolisis dengan menggunakan *software superpro designer v10*. Adapun tahapan – tahapan yang dilakukan pada simulasi dengan *software superpro designer v10* yaitu :



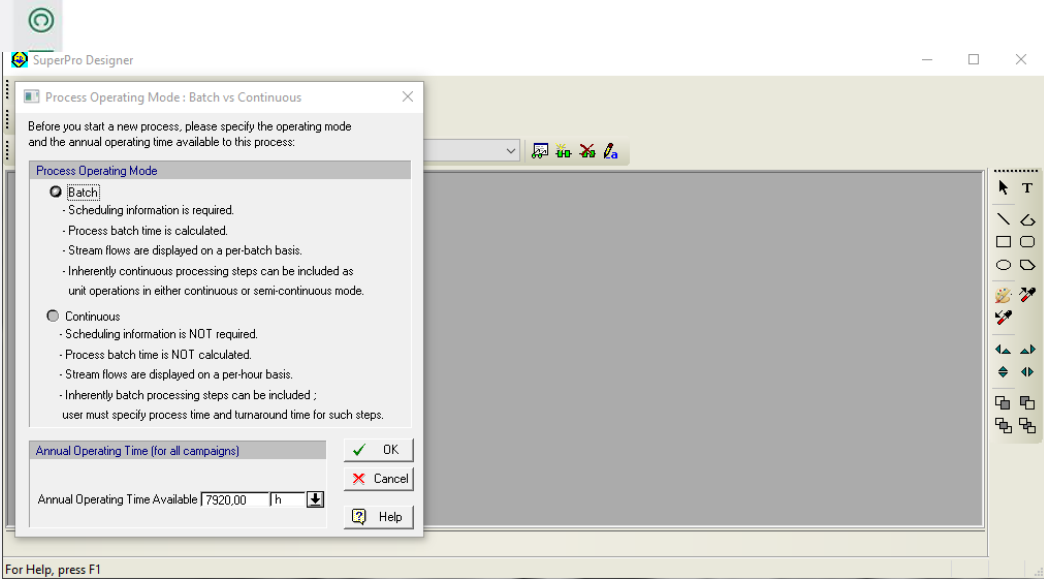
Gambar 3.2 *Flowchart* Simulasi

A. Penentuan Mode Proses

Dalam menentukan mode proses pada *superpro designer v10* terdapat 2 jenis yaitu mode *batch* dan *continuous*. Perbedaan dari kedua jenis mode ini ialah pada mode *batch* penjadwalan proses bisa diubah pada saat proses produksi lainnya sedang berlangsung, sedangkan mode *continuous* kebalikannya. Pada penelitian ini akan menggunakan mode *batch* agar mempermudah dalam mengatur proses penjadwalan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

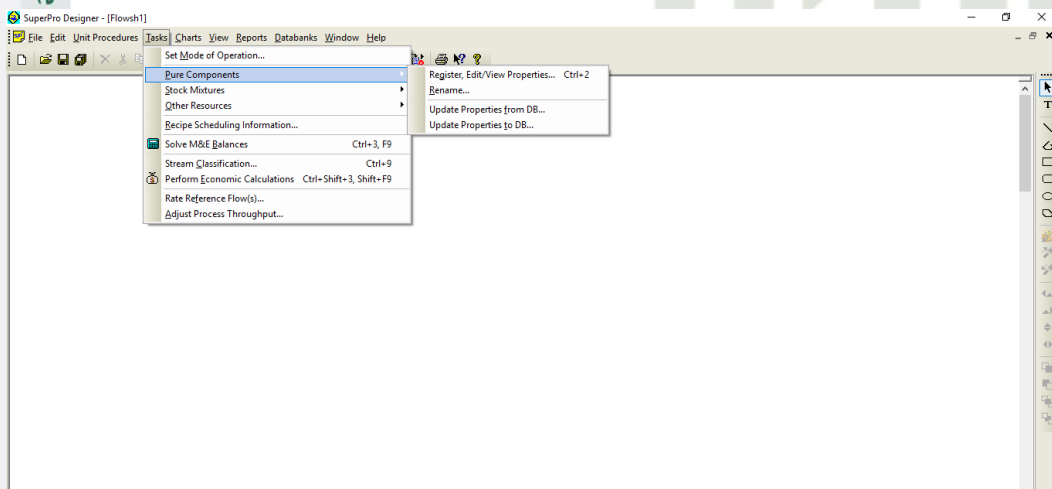
1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



Gambar 3.3 Mode Proses

B. Pengisian *Pure Components* dan *Stock Mixtures*

Pada proses ini akan menginputkan jenis komponen yang akan diperlukan dan jenis komponen yang akan diolah pada simulasi *superpro designer v10*. Kalau untuk *pure components* ialah menginputkan jenis komponen yang lebih kecil dan spesifik, sedangkan untuk *stock mixtures* menginputkan jenis komponen yang bersifat general. *Pure components* dan *stock mixtures* terletak di menu *tasks*. Data komponen yang akan diinputkan pada *pure components* ialah dibagian register, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 *Pure Components* dan *Stock Mixtures*

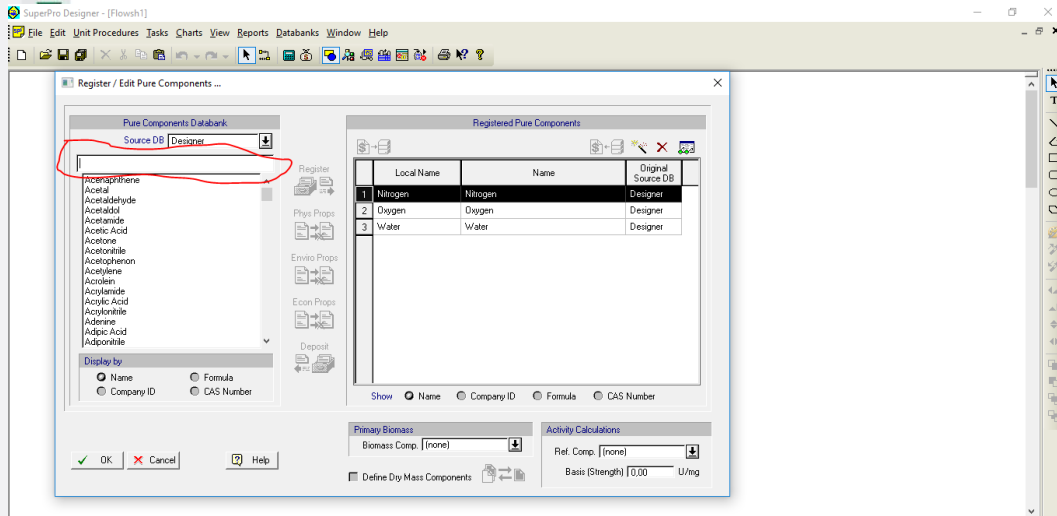
Kemudian di bagian register *pure components* terdapat menu



penginputan komponen yang dibutuhkan, seperti pada Gambar 3.5.

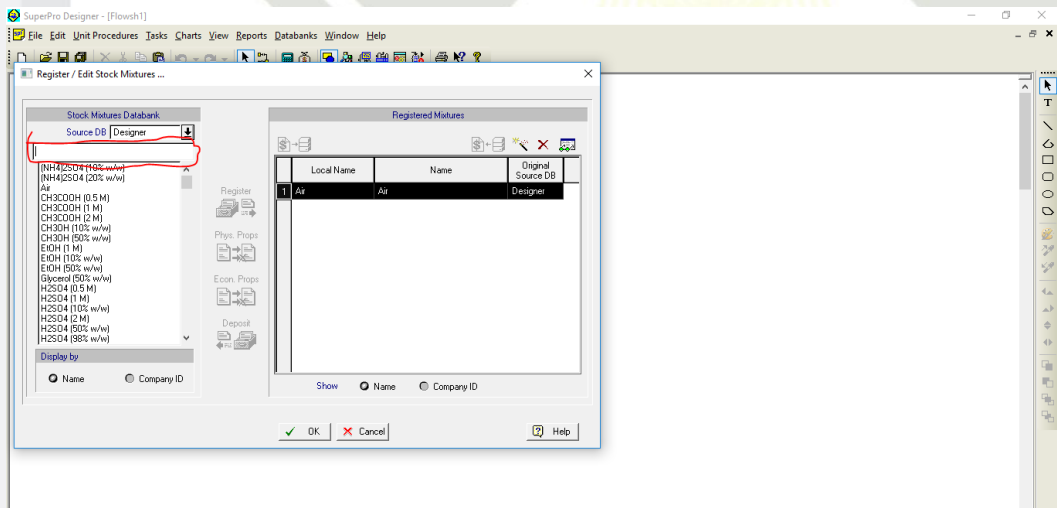
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi 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 UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.5 Register Pure Components

Begitu juga pada *stock mixtures* untuk menginputkan jenis komponen yang digunakan ialah bagian register. Di bagian register *stock mixtures* terdapat menu penginputan komponen yang dibutuhkan, seperti pada Gambar 3.6.



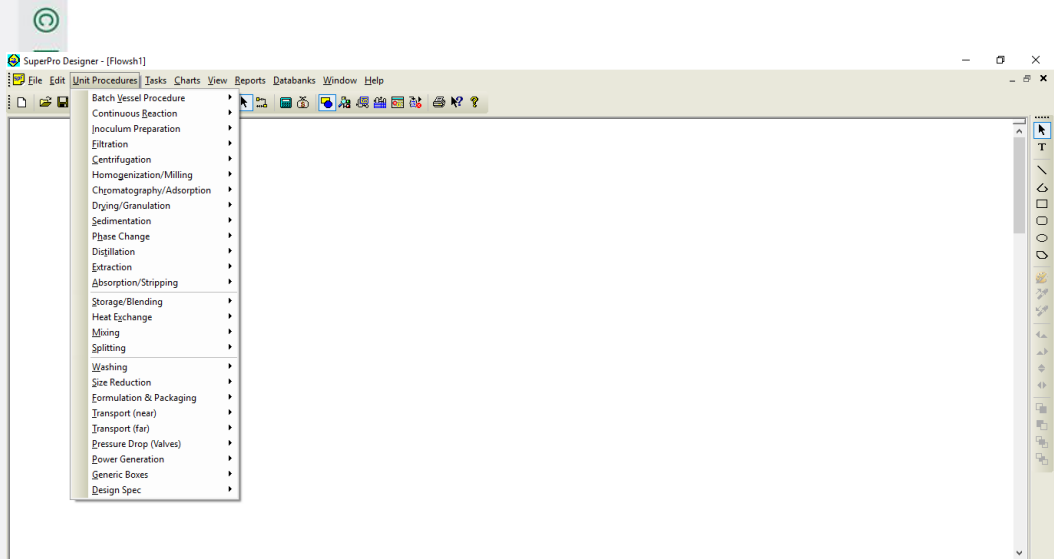
Gambar 3.6 Register Stock Mixtures

C. Permodelan Unit Prosedur

Sebelum melakukan permodelan, terdapat pemilihan unit prosedur yang akan digunakan dalam proses simulasi *superpro designer v10*. Untuk memilih unit prosedur terdapat di menu *unit procedure*, seperti pada Gambar 3.7.

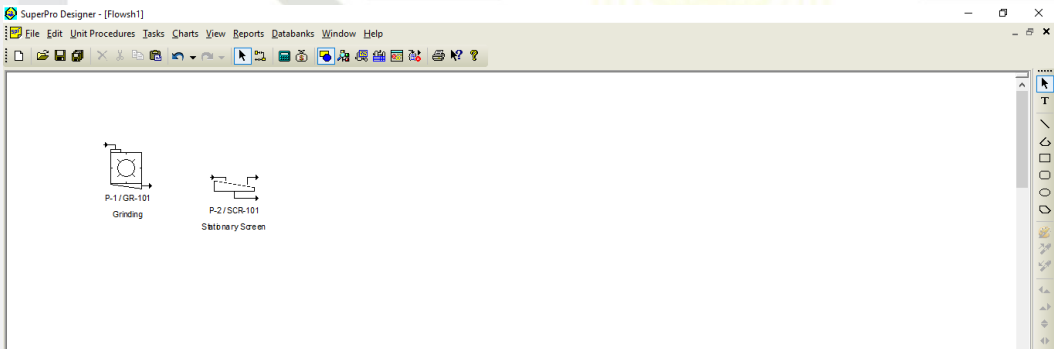
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi 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 UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

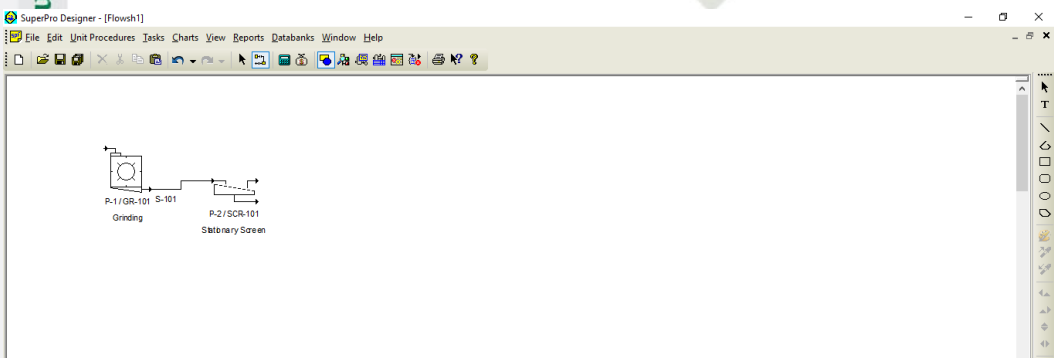


Gambar 3.7 Unit Procedure

Setelah memilih unit prosedur yang dibutuhkan, maka diletakkan di lembar kerja, seperti pada Gambar 3.8. Dan untuk menghubungkan setiap komponen agar terkoneksi dengan menghubungkan ujung output unit prosedur A dengan ujung inputan prosedur B dengan kendali dari menu *connect mode*, seperti pada Gambar 3.9.



Gambar 3.8 Lembar Kerja Simulasi *Superpro Designer v10*



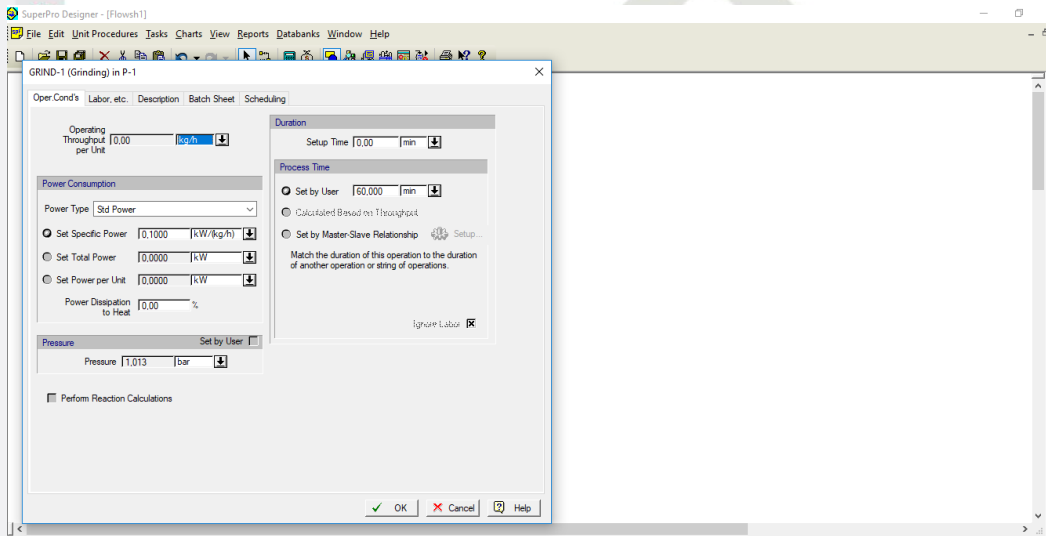
Gambar 3.9 Permodelan Unit Prosedur

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

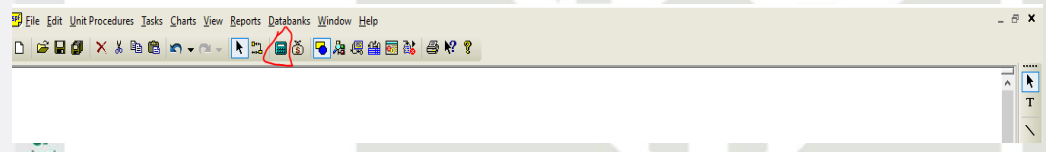
1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

D. *Solve/Run*

Setelah melakukan permodelan unit prosedur, pada tahapan selanjutnya yaitu menyetting unit prosedur yang dipilih, yaitu penjadwalan, pemanasan, dan sebagainya yang terletak di bagian *operation data*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.10. Kemudian tahapan yang terakhir yaitu menjalankan simulasi agar memperoleh hasil proses yang dibutuhkan, seperti pada Gambar 3.11.



Gambar 3.10 *Operation Data Procedure*



Gambar 3.11 *Solve/Run*

3.7. Verifikasi Hasil Simulasi

Verifikasi yang dilakukan pada penelitian ini ialah untuk melakukan perbandingan dengan penelitian [23] yang memiliki hasil penelitian yang mendekati karakteristik *bio-oil* dengan bantuan *software superpro designer v10* dan disajikan pada Tabel 3.8.



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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 3.8 Verifikasi Hasil Simulasi

Parameter	Jurnal	Simulasi
Bahan Baku	Tandan Kosong Sawit	Tandan Kosong Sawit
<i>Volume Input</i> (kg)	0.5	0.5
<i>Bio-Oil</i> (L)	0.1327	0.1434
Densitas (kg/m ³)	995	996
<i>Error</i>	8.06%	

Berdasarkan Tabel 3.8 yang merujuk pada penelitian [23] dengan *volume input* 0.5 kg tandan kosong kelapa sawit. Pada tandan kosong sawit memiliki karakteristik kandungan kimia, seperti hemisellulosa, selulosa, dan lignin yang sama dengan kandungan kimia pelepah sawit [16]. Sehingga, pada verifikasi hasil simulasi ini menggunakan penelitian [23] yang inputannya tandan kosong dengan *bio-oil* yang dihasilkan yaitu sebesar 0.1327 L dan hasil simulasi *superpro designer v10* dengan inputan yang sama menghasilkan *bio-oil* sebesar 0.1434 L. Dari hasil validasi tersebut, diketahui nilai *error* yang terjadi sebesar 8.06%. Dari perbandingan dan nilai *error* yang diperoleh, maka penelitian ini dikatakan valid karena nilai *error* yang diperoleh tidak melebihi 10%. Hal tersebut disebabkan oleh pada penelitian yang dijadikan rujukan untuk validasi hasil simulasi menggunakan eksperimen langsung yang berarti terdapat faktor *losses*, seperti suhu dan reaksi kimia yang mempengaruhi hasil pada saat proses sedang berlangsung, sedangkan jika menggunakan simulasi tidak ada faktor *losses* yang mempengaruhi hasil simulasi. Serta densitas yang dihasilkan pada penelitian [23] sudah memenuhi karakteristik *bio-oil* sebagai bahan bakar dan hasil simulasi *superpro designer v10* tidak jauh berbeda.

3.8 Analisis Perhitungan Energi dari *Bio-Oil*

Setelah diketahui nilai *volumetric flow* dan densitas *bio-oil*, maka pada perhitungan ini untuk mengetahui nilai energi yang dihasilkan dari *bio-oil* yang diperoleh terhadap mesin *combine harvester*.

3.9 Analisis Perhitungan Waktu Operasi dan Luas Lahan Operasi

Setelah *volumetric flow* telah diperoleh, maka sudah dapat melakukan pada perhitungan. Perhitungan ini bertujuan untuk melihat kinerja mesin *combine*



harvester terhadap waktu operasi dan luas lahan operasi.

3.10. Analisis Perhitungan Biaya

Pada langkah ini adalah melihat pengeluaran biaya masyarakat Desa Seotong terhadap penggunaan bahan bakar solar dan *bio-oil*. Data yang digunakan pada perhitungan ini sesuai dengan Persamaan (3.8) dan (3.9), data harga bahan bakar sesuai dengan Tabel 3.6, desnitas bahan bakar, dan konsumsi bahan bakar mesin *combine harvester*.

3.11. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan merupakan point – point penting dari hasil penelitian yang disesuaikan dengan tujuan penelitian. Saran merupakan masukan atas kekurangan yang terdapat pada penelitian dan berkontribusi untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah diperoleh, maka dapat disimpulkan beberapa hal yaitu :

1. Dari luas area perkebunan sawit di Desa Sepotong yaitu 260 Ha, maka menghasilkan total pelepah sawit dalam sebulan yaitu 130,000 pelepah, sehingga dari total tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber dari *bio-oil*.
2. Total pelepah sawit 585,000 kg/mo diolah menjadi *bio-oil* dengan metode pirolisis menggunakan simulasi *superpro designer v10*, diperoleh hasil *volumetric flow* sebesar 170,472 L/mo dan densitas 996 kg/m³. Sehingga jika berdasarkan densitas yang diperoleh, maka *bio-oil* yang didapatkan sesuai dengan karakteristik *bio-oil* sebagai bahan bakar.
3. Dengan *volumetric flow* dan densitas *bio-oil* yang dihasilkan, maka dengan efisiensi kerja mesin *combine harvester* mampu menghasilkan $W_{net} = 686,316.34$ J yang akan menggerakkan mesin *combine harvester*.
4. Waktu operasi yang dilakukan oleh mesin *combine harvester* selama 62 h dengan luas lahan operasi sebesar 41 Ha. Sehingga untuk ketersediaan *bio-oil* dalam memanen padi sudah cukup banyak.
5. Dan total biaya penggunaan bahan bakar yang dikeluarkan oleh masyarakat Desa Sepotong selama 1 bulan jika menggunakan solar sebesar Rp. 5,095,920 dan menggunakan *bio-oil* per bulan sebesar Rp. 6,052,140. Sehingga dari perhitungan biaya tersebut, maka masyarakat Desa Sepotong dapat meminimalisir biaya yang dikeluarkan jika menggunakan *bio-oil*.

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

5.2.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, terdapat beberapa saran yang bisa dipertimbangkan untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Dikarenakan kajian tentang *bio-oil* sebagai bahan bakar masih sangat minim, diperlukan untuk penelitian selanjutnya untuk mengkaji terkait viskositas dan nilai pH dari *bio-oil*.
2. Penelitian selanjutnya dapat melakukan aspek teknis dari *bio-oil* dengan metode lainnya.



UIN SUSKA RIAU



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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. J. Perkebunan, *Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2020-2022*. Jakarta: Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021.
- [2] BPS, *Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2021*. Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2022.
- [3] BPS Provinsi Riau, *Luas Panen dan Produksi Padi di Provinsi Riau 2021*. Pekanbaru: Badan Pusat Statistik Provinsi Riau, 2022.
- [4] Badan Pusat Statistik Provinsi Riau, *Provinsi Riau dalam Angka 2022*. Pekanbaru: BPS Provinsi Riau, 2022.
- [5] BPS Kabupaten Bengkalis, *Kecamatan Siak Kecil dalam Angka 2021*. Bengkalis: Badan Pusat Statistik Kabupaten Bengkalis, 2021.
- [6] Pemerintah Desa Sepotong, *Desa Sepotong 2021*. Sepotong: Pemerintah Desa Sepotong, 2021.
- [7] I. Maksud, "Efektivitas Penggunaan Mesin Panen (Combine Harvester) pada Pemanenan Padi di Kabupaten Pidie Jaya," *J. Ilm. Mhs. Pertan.*, vol. 3, no. 1, pp. 140–146, 2018.
- [8] A. V. Bridgwater, *Biomass Pyrolysis*. Birmingham: Aston University, 2007.
- [9] N. Nuraini, N. B. Osman, and E. Astuti, "Bio-Oil Production Using Waste Biomass via Pyrolysis Process: Mini Review," *J. Bahan Alam Terbarukan*, vol. 11, no. 1, pp. 37–49, 2022, doi: 10.15294/jbat.v11i1.37171.
- [10] D. S. Fardhyanti, *Bio-Oil Berbasis Biomassa*, vol. 7, no. 1. Yogyakarta: Deepublish, 2020.
- [11] L. M. Terry *et al.*, "Bio-Oil Production from Pyrolysis of Oil Palm Biomass and The Upgrading Technologies: A Review," *Carbon Resour. Convers.*, vol. 4, no. June, pp. 239–250, 2021, doi: 10.1016/j.crcon.2021.10.002.
- [12] M. Syamsiro, "Kajian Pengaruh Penggunaan Katalis Terhadap Kualitas Produk Minyak Hasil Pirolisis Sampah Plastik," *Teknik*, vol. 5, no. 1, pp. 1–85, 2015.
- [13] W. S. Atikah, "Karakterisasi Zeolit Alam Gunung Kidul Teraktivasi



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 UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Sebagai Media Adsorben Pewarna Tekstil,” *Arena Tekstil*, vol. 32, no. 1, 2017, doi: 10.31266/at.v32i1.2650.

- [14] U. Guide, *SuperPro Designer Manual For Printing v11*, no. 908. Scotch Plains: INTELLIGEN INC, 2021.
- [15] M. I. Hasibuan, A. F. Husna, F. Febrianti, R. A. Pangaribuan, T. A. Surbakti, and A. N. Pulungan, “Studi Awal Konversi Limbah Pelepah Kelapa Sawit Menjadi Bio-Oil dengan Teknik Semi Fast Pyrolysis sebagai Sumber Bahan Bakar Alternatif,” *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia*, vol. 2, pp. 32–38, 2021.
- [16] M. D. Solikhah *et al.*, “Characterization of Bio-Oil from Fast Pyrolysis of Palm Frond and Empty Fruit Bunch,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 349, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/349/1/012035.
- [17] K. Kusyanto and P. A. Hasmara, “Pemanfaatan Abu Sekam Padi menjadi Katalis Heterogen dalam Pembuatan Biodiesel dari Minyak Sawit,” *J. Trop. Pharm. Chem.*, vol. 4, no. 1, pp. 14–21, 2017, doi: 10.25026/jtpc.v4i1.127.
- [18] R. Azri, S. Bahri, and D. Aman, “Pirolisis Biomassa Pelepah Sawit Menjadi Bio-Oil dengan Katalis Natural Zeolit Dealuminated (NZA),” *Jom FTEKNIK*, vol. 1, no. 2, p. 1, 2014.
- [19] S. Wibowo, L. Efiyanti, and G. Pari, “Karakterisasi Bio-Oil Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Penambahan Katalis Ni/NZA Menggunakan Metode Free Fall Pyrolysis,” *J. Penelit. Has. Hutan*, vol. 35, no. 2, pp. 83–100, 2017, doi: 10.20886/jphh.2017.35.2.83-100.
- [20] A. Sumianto, S. Bahri, and Khairat, “Pembuatan Bio-Oil dari Tandan Kosong Sawit dan Pelepah Sawit dengan Teknologi Pirolisis Menggunakan Katalis Ni/NZA,” *Jom FTEKNIK*, vol. 3, no. 2, pp. 1–10, 2020.
- [21] D. R. Wicakso *et al.*, “Pengaruh Suhu pada Proses Catalytic Cracking untuk Up-Grading Bio-Oil dari Hasil Pirolisis Tandan Kosong Sawit (TKS) dengan Katalisator Lempung Gambut,” *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, vol. 6, no. April, pp. 2–6, 2021.
- [22] Sunarno, and S. Herman, “Sintesis Katalis Ni/Silika-Alumina dan Uji



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 UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Kinerja pada Perengkahan Katalitik Bio-Oil Tandan Kosong Sawit,” *Seminar Nasional Teknik Kimia – Teknologi Oleo Petro Kimia Indonesia*, 2016.

- [23] S. Wibowo, L. Efiyanti, and G. Pari, “Catalytic and Thermal Cracking of Bio-Oil from Oil-Palm Empty Fruit Bunches in Batch Reactor,” *Indones. J. Chem.*, vol. 20, no. 5, pp. 1000–1009, 2020, doi: 10.22146/ijc.44076.
- [24] Syukri M Nur dan Jusri Jusuf, “Biomassa Bahan Baku & Teknologi Konversi untuk Energi Terbarukan,” *PT. Insan Fajar Mandiri Nusantara*, 2014.
https://www.academia.edu/9138185/BIOMASSA_Bahan_Baku_and_Teknologi_Konversi_untuk_Energi_Terbarukan (accessed Jun. 22, 2023).
- [25] “Kelapa Sawit,” *Universitas Negeri Yogyakarta*, 2022.
[https://eprints.uny.ac.id/30170/2/BAB II.pdf](https://eprints.uny.ac.id/30170/2/BAB%20II.pdf) (accessed Jun. 22, 2023).
- [26] “Tanaman Kelapa Sawit,” *UIN Sultan Syarif Kasim Riau*, 2022.
[http://repository.uin-suska.ac.id/5792/3/BAB II.pdf](http://repository.uin-suska.ac.id/5792/3/BAB%20II.pdf) (accessed Jun. 22, 2023).
- [27] N.S. Saputri, “Katalis,” *Politeknik Negeri Sriwijaya*, 2019.
[http://eprints.polsri.ac.id/7752/3/File III.pdf](http://eprints.polsri.ac.id/7752/3/File%20III.pdf) (accessed Jun. 23, 2023).
- [28] Kementerian Pertanian RI, *Catalogue of Combine Harvester Ranger G-8*. Jakarta: Balai Pengujian Mutu Alat dan Mesin Pertanian Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Kementerian Pertanian RI, 2017.
- [29] L. Nadia, *Modul Termodinamika*. Yogyakarta: Universitas Terbuka, 2018.
- [30] M. A. B. and Y. A. Cengel, *Thermodynamics An Engineering Approach*, vol. 8, no. 1. New York: McGraw-Hill Education, 2015.
- [31] Pertamina, “Harga BBM Pertamina,” <https://Mypertamina.Id/Fuels-Harga>, 2023. <https://mypertamina.id/fuels-harga> (accessed Jun. 04, 2023).
- [32] Humas EBTKE, *Harga Indeks Pasar (HIP) Bahan Bakar Nabati (BBN) Jenis Biodiesel Bulan Agustus 2022*. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2022.
- [33] M. D. Solikhah *et al.*, *Pedoman Umum Penanganan dan Penyimpanan Biodiesel & B30*, vol. 16, no. 3. Jakarta: Direktorat Jenderal Energi Baru,

Terbarukan dan Konversi Energi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2020.



UIN SUSKA RIAU

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

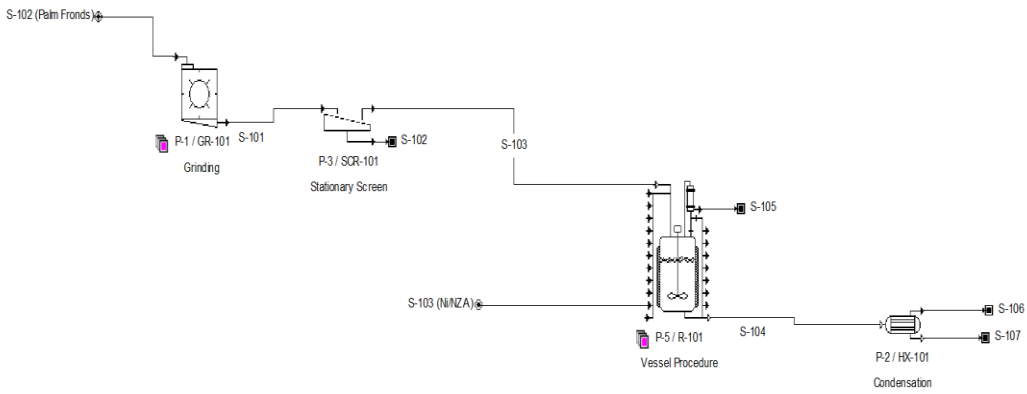
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



LAMPIRAN A

SINGLE LINE DIAGRAM SIMULASI SUPERPRO DESIGNER

V10



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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LAMPIRAN B WAWANCARA



© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Ebbel Rivano lahir pada tanggal 10 Juni 2001 sebagai anak pertama dari Supriyono dan Siti Zulaiha dengan jumlah saudara sebanyak 3 saudara. Beralamat di Jalan Pauh KM.7, Perawang, Kabupaten Siak, Provinsi Riau. Penulis menempuh pendidikan Sekolah Dasar di SD YPPI Perawang dan lulus pada tahun 2013, kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP YPPI Perawang dan lulus pada tahun 2016, selanjutnya melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Kejuruan di SMK YPPI Perawang dengan jurusan Teknik Otomasi Industri. Kemudian setelah lulus SMK pada tahun 2019, Penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dengan jurusan Teknik Elektro. Pada semester 4 Penulis mengambil konsentrasi Energi.

Dengan karunia Allah SWT, ketekunan serta rasa motivasi yang tinggi untuk terus belajar dan berusaha, Penulis telah berhasil menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga dengan penulisan tugas akhir ini mampu memberikan manfaat dan kontribusi untuk siapa saja yang membutuhkannya.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT atas terselesaikannya tugas akhir yang berjudul **“Potensi Bio-Oil dari Pelepah Sawit dengan Katalis Ni/NZA Sebagai Bahan Bakar Mesin Combine Harvester di Desa Sepotong”**.

No HP : 081277127251

Email : 11950515105@students.uin-suska.ac.id

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.