

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Khusus Riset	2
1.3 Manfaat Riset	2
1.4 Urgensi Riset	2
1.5 Temuan yang Ditargetkan	2
1.6 Kontribusi Riset.....	2
1.7 Luaran Riset	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	2
2.1 Pirolisis.....	2
2.2 Biomassa	3
2.3 Ampas Kopi.....	3
2.4 Tempurung Kelapa	3
2.5 <i>Bio-oil</i>	3
2.6 Esterifikasi dan Transesterifikasi	4
2.7 Biodiesel.....	4
BAB 3. METODE RISET.....	4
3.1 Waktu dan Tempat	4
3.2 Bahan dan Alat	5
3.3 Variabel Riset	5
3.3.1 Variabel Dependen	5
3.3.2 Variabel Independen	5
3.4 Tahapan Riset	5
3.5 Prosedur Riset.....	5
3.5.1 Penyiapan Bahan Baku Untuk <i>Bio-oil</i>	5
3.5.2 Pembuatan <i>Bio-oil</i>	5
3.5.3 Proses Esterifikasi dan Transesterifikasi <i>Bio-oil</i>	6
3.5.4 Pencampuran <i>Bio-oil</i> Dengan Solar.....	7
3.5.5 Uji Karakterisasi Bahan Baku dan Biodiesel.....	7

3.5.6 Uji Performansi Biodiesel.....	7
3.6 Luaran dan Indikator Capaian Setiap Tahapan	7
3.7 Analisis Data	8
3.8 Cara Penafsiran.....	8
3.9 Penyimpulan Hasil Riset	8
BAB 4. BIAYA DAN JADWAL PELAKSANAAN	8
4.1 Anggaran Biaya.....	8
4.2 Jadwal Kegiatan	9
DAFTAR PUSTAKA	9
LAMPIRAN.....	11
Lampiran 1. Biodata Ketua dan Anggota, serta Dosen Pendamping	11
Lampiran 2. Justifikasi Anggaran Kegiatan	18
Lampiran 3. Susunan Organisasi Tim Pelaksana dan Pembagian Tugas	19
Lampiran 4. Surat Pernyataan Ketua Pelaksana.....	20

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini dunia memiliki ketergantungan yang sangat tinggi pada bahan bakar fosil sebagai sumber energi. Tingkat ketergantungan yang tinggi terhadap energi fosil yang jumlahnya terbatas ini dapat memicu terjadinya krisis energi. Indonesia sebagai negara yang terletak di khatulistiwa mempunyai sumber energi yang melimpah, meliputi sumber energi fosil maupun non fosil. Namun, sampai saat ini sebagian besar energi yang dihasilkan dan digunakan berasal dari fosil yaitu sebesar 95% dari total bauran energi. Berkurangnya produksi energi fosil terutama minyak bumi serta komitmen global dalam mengurangi emisi gas rumah kaca, mendorong pemerintah untuk meningkatkan peran energi baru dan terbarukan secara terus menerus sebagai bagian dalam ketahanan dan kemandirian energi (KESDM, 2019).

Salah satu Energi Baru Terbarukan (EBT) yang muncul sebagai alternatif adalah biodiesel. Sebagai substitusi BBM, kebutuhan biodiesel meningkat dengan laju pertumbuhan rata-rata 4,9% per tahun mengikuti pertumbuhan kebutuhan minyak solar dan mandatori biodiesel. Biodiesel selain digunakan untuk sektor transportasi digunakan juga untuk sektor industri, komersial dan pembangkit listrik (BPPT, 2021). Pada tahun 2050, pangsa kebutuhan BBM akan menurun karena adanya substitusi minyak solar dengan biodiesel. Dalam memenuhi kebutuhan substitusi minyak solar, pangsa kebutuhan biodiesel akan meningkat dari 4% menjadi 6% pada tahun 2050 (BPPT, 2021).

Ampas kopi dan tempurung kelapa dapat dijadikan sebagai salah dua bahan baku untuk membuat biodiesel. Kopi sudah menjadi tren di kalangan anak muda dan *coffeeshop* sangat banyak bertebaran di penjuru negeri. Menurut data *International Coffee Organization* (ICO), konsumsi kopi global mencapai 166,35 juta kantong berukuran 60 kilogram pada periode 2020/2021 yang mana meningkat 1,3% dari periode sebelumnya. Berdasarkan Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian, konsumsi kopi di Indonesia sepanjang periode 2016-2021 diprediksi tumbuh rata-rata 8,22%/tahun. Produksi kelapa nasional mencapai 2,85 juta ton pada 2021 dan meningkat sebesar 1,47% dari tahun sebelumnya (BPS, 2021). Sehingga dengan banyaknya produksi kelapa dan konsumsi kopi akan diikuti dengan meningkatnya jumlah limbah dari kelapa yaitu tempurung kelapa dan limbah dari kopi yaitu ampas kopi.

Sejauh tim pengusul menelaah kepustakaan, masih sangat sedikit yang menjelaskan proses konversi *bio-oil* hasil pirolisis menjadi biodiesel. Sehingga, perlu dibuat suatu kajian terkait dengan proses konversi tersebut, kemudian dilanjutkan pada uji coba biodiesel yang didapat pada mesin pembakaran dalam untuk mendapatkan performansinya. *Bio-oil* dari hasil pirolisis ampas kopi dan tempurung kelapa akan dicampur dengan solar pada variasi perbandingan 40:60, 50:50, 60:40. Data performansi mesin yang diuji berupa *specific fuel consumption*, torsi, dan efisiensi termal dari mesin. Sementara untuk properties dari biodiesel berupa analisa proximate dan ultimate, *flash point*, *pour point*, viskositas, serta nilai index cetane. Data yang didapat tersebut akan dikomparasikan dengan standar mutu bahan bakar sebagai bahan bakar substitusi di masa depan.

1.2 Tujuan Khusus Riset

Tujuan dari riset ini adalah sebagai berikut : (1) Mengetahui proses pembuatan biodiesel dari *bio-oil* hasil pirolisis ampas kopi dan tempurung kelapa yang dicampur dengan solar, (2) Mengetahui performansi mesin pembakaran dalam dengan variasi perbandingan *bio-oil* ampas kopi, tempurung kelapa dan solar sebesar 40:60, 50:50 dan 60:40 masing-masingnya.

1.3 Manfaat Riset

Riset ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar dalam pemanfaatan *bio-oil* dari limbah ampas kopi dan batok kelapa hasil pirolisis untuk menghasilkan biodiesel sebagai bahan bakar substitusi dan dapat bermanfaat bagi masyarakat khususnya dalam pengetahuan terkait pemanfaatan limbah dan energi baru terbarukan.

1.4 Urgensi Riset

Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil yang akan habis dan permintaan bahan bakar yang terus meningkat menyebabkan energi baru terbarukan harus mulai dieksplorasi. Selama ini, limbah ampas kopi dan batok kelapa yang jumlahnya mendominasi hanya dibuang begitu saja dan akan menyebabkan pencemaran lingkungan. Sedangkan, kedua limbah tersebut merupakan biomassa yang sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan baku biodiesel.

1.5 Temuan yang Ditargetkan

Target riset ini mampu menghasilkan biodiesel yang berasal dari *bio-oil* hasil pirolisis ampas kopi dan tempurung kelapa dengan performansi yang teruji baik di mesin pembakaran dalam, dan tidak mengakibatkan kerusakan lingkungan sehingga bisa menjadi dasar kajian selanjutnya dalam hal bahan bakar substitusi bahan bakar fosil.

1.6 Kontribusi Riset

Riset ini diharapkan dapat berkontribusi dalam menjawab tantangan dari kelangkaan bahan bakar yang akan terjadi di masa mendatang. Selain itu, diharapkan riset ini dapat menjadi data awal untuk riset lebih lanjut dan dapat memberikan informasi bagi masyarakat luas terkait pemanfaatan limbah yang selama ini kurang diperhatikan nilai kebermanfaatannya.

1.7 Luaran Riset

Luaran riset yang diharapkan dari riset ini adalah laporan kemajuan, laporan akhir mengenai pemanfaatan *bio-oil* hasil pirolisis ampas kopi dan tempurung kelapa menjadi biodiesel dengan variasi perbandingan *bio-oil* dan solar 40:60, 50:50, 60:40, produk dari program, publikasi artikel ilmiah sebagai sumber referensi bagi masyarakat luas.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pirolisis

Pirolisis telah dipelajari dalam berbagai aspek dan telah diterapkan terhadap berbagai biomassa seperti jerami padi, ampas tebu, mikroalga, kayu putih, serbuk gergaji kayu, tandan kosong sawit dan lainnya (Ferreira *et al.*, 2020). Pirolisis lambat adalah proses termokimia yang banyak digunakan untuk menghasilkan bio-

oil dari biomassa lignoselulosa dengan mendepolimerasi tiga kandungan utama biopolimer yaitu selulosa, lignin dan hemiselulosa di bawah pengaruh panas dalam atmosfer. Dibandingkan dengan proses termal lainnya seperti pencairan hidrotermal, produksi bio-oil melalui pirolisis lambat membutuhkan energi yang lebih sedikit dan bio-oil dari pirolisis lambat berpotensi untuk dicampur dengan bahan bakar transportasi lain setelah peningkatan katalitik (Modak *et al.*, 2023).

2.2 Biomassa

Biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintesis, baik berupa produk maupun buangan. Biomassa yang umum yang digunakan sebagai bahan bakar adalah yang memiliki nilai ekonomis rendah atau merupakan limbah setelah diambil produk primernya (Parinduri *et al.*, 2020). Stok limbah biomassa saat ini (nilai tahunan) diperkirakan sekitar 43 exajoule (EJ) untuk biomassa peternakan, 48 EJ untuk biomassa pertanian, dan 37 EJ untuk biomassa kehutanan dengan total sekitar 128 EJ. Sekitar 22 EJ kotoran sapi merupakan sumber daya terbesar dan diikuti dengan sekitar 20 EJ dari limbah kayu (Herlambang *et al.*, 2017).

2.3 Ampas Kopi

Ampas kopi dibandingkan dengan limbah lainnya seperti lemak babi, minyak ikan dan lemak unggas untuk produksi biodiesel lebih banyak keuntungan karena stabilitasnya yang lebih tinggi, mudah didapat dan bau yang menyenangkan. Di sisi lain, ampas kopi mengandung asam lemak, asam amino, polifenol, lignin dan polisakarida yaitu galaktoman dan arabinogalaktan yang tetap tidak larut dalam ampas kopi dan bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan biofuel seperti biodiesel, pelet bahan bakar, bio oil, bioetanol atau aplikasi produk bernilai tambah seperti kompos, senyawa bioaktif, adsorben, polimer (Atabani *et al.*, 2019). Kandungan lipid pada ampas kopi yaitu 10%-16% dari berat total. Dengan demikian, karena kandungan lipid yang tinggi, ampas kopi sangat berpotensi sebagai bahan baku produksi biodiesel (Supang *et al.*, 2022).

2.4 Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa terdiri dari 28% pentosa, 27% selulosa, 29,4% lignin, 8% air dan 7,6% komponen anorganik lainnya seperti aluminium, silikon, kalium dan kalsium. Pirolisis cocok digunakan sebagai metode untuk mengekstraksi bahan bakar hidrokarbon cair dari tempurung kelapa (Gowthaman dan Thangavel, 2022).

2.5 Bio-oil

Bio-oil bisa didapatkan dari pirolisis biomassa pada temperatur 400-800. Proses ini relatif cepat, murah dan tidak membutuhkan banyak pretreatment dari biomassa (Gea *et al.*, 2022). *Bio-oil* atau dikenal sebagai minyak pirolisis yang berwarna cokelat gelap, polar, kepadatan yang tinggi dan cairan organik kental yang mengandung campuran kompleks senyawa oksigen seperti levoglukosan, asam karboksilat, alkohol, ester, keton, aldehida dan benzenoid. Kandungan tersebut berasal dari depolimerasi dan reaksi fragmentasi dari tiga komponen utama

biomassa yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin yang mana merupakan komponen terbesar yang dibutuhkan dalam produksi energi (Chang, 2014).

2.6 Esterifikasi dan Transesterifikasi

Esterifikasi adalah metode yang dapat digunakan untuk mengubah asam organik reaktif dalam *bio-oil* menjadi ester yang lebih stabil. Secara fungsi, reaksi esterifikasi melibatkan adanya katalis asam (padat/cair), asam organik dan alkohol, kemudian direaksikan sesuai suhu dan waktu reaksi yang optimal. Salah satu jenis reaksi esterifikasi adalah asetilasi aldehid dengan alkohol yang mengubah aldehid menjadi asetal yang jauh lebih stabil. Menambahkan alkohol (metanol, etanol, dan propanol) dan katalis asam pada *bio-oil* dapat menyebabkan terbentuknya ester, hemiasetal, dan asetal, setelah reaksi berlangsung pada suhu ruang selama 2 sampai 5 jam. Penambahan pelarut seperti etanol adalah salah satu metode fisik dalam meningkatkan kualitas *bio-oil* karena etanol mudah terikat secara kimia dengan asam organik dalam *bio-oil*. Pelarut polar telah digunakan selama bertahun-tahun untuk menghomogenkan dan untuk mengatomisasi sebelum pembakaran (Sondakh, 2019).

Perolehan gliserol dari biodiesel menggunakan proses transesterifikasi. Reaksi transesterifikasi secara umum merupakan reaksi alkohol dengan trigliserida menghasilkan metil ester dan gliserol dengan bantuan katalis basa. Alkohol yang umumnya digunakan adalah metanol dan etanol. Reaksi ini cenderung lebih cepat membentuk metil ester dari pada reaksi esterifikasi yang menggunakan katalis asam. Namun, bahan baku yang akan digunakan pada reaksi transesterifikasi harus memiliki asam lemak bebas yang kecil ($< 2\%$) untuk menghindari pembentukan sabun. Penggunaan katalis basa dalam jumlah ekstra dapat menetralkan asam lemak bebas di dalam trigliserida. Sehingga, semakin banyak jumlah katalis basa yang digunakan, maka metil ester yang terbentuk akan semakin banyak (Arita *et al.*, 2008). Salah satu bagian dari proses produksi biodiesel adalah pemurnian metil ester hasil reaksi transesterifikasi menjadi biodiesel. Saat ini, metode yang umum digunakan dalam pemurnian biodiesel adalah dengan metode distilasi (Christian dan Setiadi, 2019).

2.7 Biodiesel

Biodiesel umumnya diproduksi dari minyak nabati dan/atau dari lemak hewani yang komponen utamanya berupa trigliserida. Biodiesel membawa nama *fatty acid methyl ester* atau FAME. Metode produksi yang populer melibatkan pencampuran minyak sayur atau lemak dengan katalis dan metanol (atau etanol) dalam proporsi yang tepat. Proporsi yang umum adalah minyak 87%, katalis NaOH 1% dan alkohol 12%. Katalis asam dan basa bisa digunakan, tetapi katalis dasar NaOH adalah yang paling umum (Basu, 2013).

BAB 3. METODE RISET

3.1 Waktu dan Tempat

Riset ini akan dilaksanakan selama 5 bulan di Laboratorium *Bioenergy and Fuelcell Research Group*, Departemen Teknik Mesin, Universitas Sumatera Utara dan Politeknik Negeri Medan.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada riset ini adalah ampas kopi, tempurung kelapa, kayu, etanol, asam sulfat, asam klorida 37%, asam sitrat, kalium hidroksida 0,1N, natrium sulfat, methanol, aquadest, dan solar. Alat yang digunakan pada riset ini adalah reaktor pirolisis, *blower*, *kondenser*, *engine*, labu leher tiga, erlenmeyer, corong, corong pisah, kertas saring, *stirrer*, pemanas mantel, *beaker glass*, oven, dan thermometer.

3.3 Variabel Riset

3.3.1 Variabel Dependen

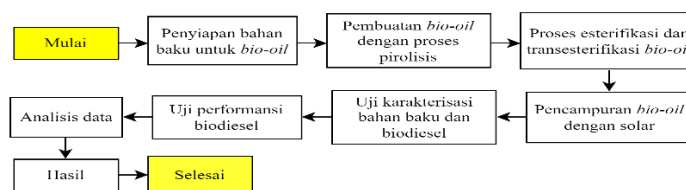
Variabel dependen dari riset ini adalah performansi mesin pembakaran dalam menggunakan biodiesel berupa *specific fuel consumption*, torsi, efisiensi termal, emisi gas buang, properties dari biodiesel berupa *gas chromatography–mass spectrometry* (GC-MS), *flash point*, *pour point*, viskositas, serta nilai *index cetane* dari masing-masing campuran, dan *ultimate/proximate analysis* dari ampas kopi dan tempurung kelapa.

3.3.2 Variabel Independen

Variabel independen dari riset ini adalah variasi perbandingan dari campuran *bio-oil* ampas kopi dengan solar dan *bio-oil* tempurung kelapa dengan solar yaitu 40:60, 50:50, 60:40.

3.4 Tahapan Riset

Adapun tahapan pada riset ini seperti pada gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Tahapan Riset Pembuatan Biodiesel

3.5 Prosedur Riset

3.5.1 Penyiapan Bahan Baku Untuk *Bio-oil*

Persiapan bahan baku dalam riset ini menggunakan ampas kopi dan tempurung kelapa. Ampas kopi terlebih dahulu dikeringkan dan juga untuk tempurung kelapa dibersihkan dari daging-daging buah yang masih tersisa di tempurung kelapa.

3.5.2 Pembuatan *Bio-oil*

Ampas kopi yang sudah kering dan tempurung kelapa yang sudah bersih kemudian dimasukkan ke dalam reaktor pirolisis dan dijaga waktu pembakarannya hingga suhu 500°C dengan kisaran waktu selama 3 jam. Proses pirolisis untuk ampas kopi dan tempurung kelapa dilakukan secara bergantian. Pada suhu sekitar 300°C, syngas akan mulai keluar dan dialirkan menuju kondenser yang terdapat di sebelah reaktor pirolisis untuk selanjutnya melalui proses kondensasi sehingga syngas tersebut akan terkondensasi menjadi *bio-oil*. Kemudian *bio-oil* ditampung pada wadah untuk selanjutnya diproses menuju proses esterifikasi dan transesterifikasi.

3.5.3 Proses Esterifikasi dan Transesterifikasi *Bio-oil*

3.5.3.1 Tahap Persiapan Proses Esterifikasi *Bio-oil*

Sebelum dilakukan proses esterifikasi, terlebih dahulu disiapkan sampel berupa *bio-oil* sebanyak 50 mL. Pelarut yang digunakan adalah etanol sebesar 50% w/w dari massa minyak. Proses esterifikasi dilakukan pada suhu 60 °C dengan waktu reaksi 240 menit. Katalis yang digunakan adalah asam sulfat (H₂SO₄), asam klorida HCl (37%), dan asam sitrat. Konsentrasi katalis yang digunakan bervariasi yaitu 1, 3, dan 5% dari berat sampel (Sondakh, 2019).

3.5.3.2 Reaksi Esterifikasi *Bio-oil* dengan Etanol dan Katalis Asam

Sebanyak 50 mL *bio-oil* dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan kemudian dipanaskan selama 30 menit sampai mencapai suhu yang telah ditetapkan yaitu 60°C. Pada saat yang bersamaan, disiapkan etanol 50% (w/w) dari berat sampel yaitu sebanyak 25 mL dan disiapkan katalis asam sesuai taraf perlakuan masing-masing yaitu 1, 3, dan 5% dari berat sampel. Setelah itu, dilakukan pencampuran antara etanol dan katalis asam di erlenmeyer. Pada saat suhu mencapai 60°C, dimasukkan campuran etanol dan katalis asam ke dalam labu leher tiga. Kemudian, dilakukan pengadukan secara kontinyu yang berlangsung selama 4 jam (Sondakh, 2019).

3.5.3.3 Tahapan Pemisahan Etanol dan Katalis

Pada tahap ini dilakukan pemisahan antara etanol dan katalis yang tidak bereaksi serta memisahkan *coke* dari *bio-oil*. Proses pemisahan *bio-oil* ini dilakukan dengan larutan KOH 0.1 N yang diperoleh berdasarkan standarisasi (Sondakh, 2019).

3.5.3.4 Tahap Pemurnian

Tahap pemurnian dilakukan menggunakan natrium sulfat (Na₂SO₄) sebagai adsorben. Tujuannya adalah untuk menyerap kandungan air yang terdapat dalam *bio-oil* sehingga terpisah. Setelah itu, dilakukan tahap dekantasi dan filtrasi dimana sampel yang telah dimurnikan menggunakan natrium sulfat (Na₂SO₄) dilakukan beberapa proses pemisahan menggunakan corong pemisah selanjutnya akan terlihat lapisan atas adalah *bio-oil* dan lapisan bawah adalah natrium sulfat (Na₂SO₄), air dan partikel lainnya. Selanjutnya, dilakukan proses filtrasi menggunakan corong yang dilapisi kertas saring bertujuan untuk memisahkan dan memastikan *bio-oil* terpisah secara sempurna dengan natrium sulfat (Na₂SO₄), air, dan partikel lainnya (Sondakh, 2019).

3.5.3.5 Proses Transesterifikasi *Bio-oil*

Setelah didapat komposisi reaksi esterifikasi yang paling baik, dilakukan kembali reaksi esterifikasi dengan menggunakan komposisi tersebut dengan perlakuan yang sama sebanyak variasi rasio dan persentase massa KOH yang akan dilakukan pada tahap transesterifikasi. Seluruh hasil reaksi esterifikasi (lapisan atas) dilanjutkan ke tahap transesterifikasi dengan mereaksikannya dengan metanol dan katalis KOH (Arita *et al.*, 2008). *Bio-oil* dan metanol dimasukkan ke dalam labu leher tiga dengan variasi rasio mol reaktan (*Bio-oil*:metanol) 1:3; 1:4; 1:5; 1:6. Katalis NaOH juga dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan nilai beratnya menjadi variabel tetap (1%wt). Kemudian, campuran diaduk dengan menggunakan *stirrer* sambil dipanaskan menggunakan pemanas mantel dengan suhu 65°C selama 1 jam.

Hasil reaksi kemudian dipisahkan antara produk atas dan bawah dimana produk atas berupa metil ester dan produk bawah berupa gliserol. Selanjutnya, metil ester dimasukkan kembali ke dalam corong pemisah untuk dilakukan proses pencucian. Aquadest ditambahkan ke dalam corong pemisah dengan rasio 1:1 dengan sampel. Kemudian, didiamkan sejenak hingga terbentuk lapisan air di bagian bawah. Lapisan air tersebut dikeluarkan. Hasil pencucian berupa metil ester dikeluarkan ke dalam gelas beaker, kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu 80°C selama ± 1 jam. Setelah 1 jam, hasil pencucian dikeluarkan dari oven. Metil ester hasil pengeringan tersebut didinginkan hingga suhu kamar (Ristianingsih *et al.*, 2015).

3.5.4 Pencampuran *Bio-oil* Dengan Solar

Bio-oil yang sudah melalui proses esterifikasi dan transesterifikasi sudah homogen. Sehingga, sudah bisa dicampurkan dengan solar untuk membuat biodiesel. *Bio-oil* ampas kopi dicampur dengan solar menggunakan variasi perbandingan 40:60,50:50,60:40. Lalu selanjutnya *bio-oil* tempurung kelapa dicampur dengan solar menggunakan variasi 40:60,50:50,60:40. Maka, akan dihasilkan sebanyak 6 jenis biodiesel dengan bahan baku dan variasi perbandingan campuran yang berbeda.

3.5.5 Uji Karakterisasi Bahan Baku dan Biodiesel

Ampas kopi dan tempurung kelapa akan diuji untuk mengetahui nilai proximate dan ultimate. Biodiesel akan diuji karakteristiknya berupa *gas chromatography–mass spectrometry* (GC-MS), *flash point*, *pour point*, viskositas, serta nilai *index cetane* dari masing-masing campuran.

3.5.6 Uji Performansi Biodiesel

Biodiesel tersebut akan diuji menggunakan mesin pembakaran dalam sehingga didapat data performansinya berupa *specific fuel consumption*, torsi, emisi gas buang dan efisiensi mesin pembakaran dalam.

3.6 Luaran dan Indikator Capaian Setiap Tahapan

Berikut ini adalah luaran dan indikator capaian yang terukur di setiap tahapan yang dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Luaran dan Indikator Capaian Setiap Tahapan

No	Kegiatan	Luaran	Indikator Capaian
1	Studi Literatur	Jurnal riset	Didapatkan jurnal riset yang benar dan sesuai
2	Pembuatan Izin Riset	Surat izin riset	Didapatkan surat izin riset di Laboratorium <i>Bioenergy and Fuelcell</i> Teknik Mesin USU dan Politeknik Negeri Medan
3	Penyiapan Alat dan Bahan	Alat dan bahan	Didapatkan alat dan bahan yang dibutuhkan
4	Pengambilan Data	Data Hasil Uji Performansi Biodiesel	Didapatkan data performansi biodiesel dari bio oil ampas kopi dan tempurung kelapa yang dicampur solar dengan variasi perbandingan 40:60,50:50,60:40

5	Pembuatan Laporan Kemajuan	Laporan kemajuan	Didapatkan laporan kemajuan yang sesuai pedoman PKM 2023
6	Pengolahan Data	Analisis data	Didapatkan data yang sesuai
7	Pembuatan Laporan Akhir	Laporan akhir	Didapatkan laporan akhir yang telah dievaluasi dan di- <i>upload</i> dalam sistem SIMBelmawa
8	Hak Kekayaan Intelektual	Hak paten	Didapatkan hak paten secara elektronik
9	Pembuatan Artikel Ilmiah	Artikel ilmiah mengenai hasil riset	Artikel ilmiah dimuat pada website jurnal

3.7 Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan dalam riset ini adalah analisis kualitatif dan kuantitatif melalui pengumpulan dan pengolahan data menggunakan *software* analisa dan melalui perbandingan hasil uji performansi dengan standar yang sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) yang telah ditetapkan.

3.8 Cara Penafsiran

Kriteria penafsiran data dalam riset ini berpedoman pada data primer dan sekunder yang telah dihasilkan, serta mendukung topik riset tentang performansi biodiesel dari biooil ampas kopi dan tempurung kelapa hasil pirolisis dengan campuran solar dengan variasi perbandingan 40:60,50:50 dan 60:40.

3.9 Penyimpulan Hasil Riset

Kesimpulan dari riset yang berjudul “Pemanfaatan *Bio-oil* Hasil Pirolisis Ampas Kopi serta Tempurung Kelapa untuk Campuran Solar Sebagai Biodiesel pada Mesin Pembakaran Dalam” diambil berdasarkan data-data dari hasil pengujian dan analisa. Penarikan kesimpulan diambil dari data penafsiran dan perbandingan hasil pengujian.

BAB 4. BIAYA DAN JADWAL PELAKSANAAN

4.1 Anggaran Biaya

Berikut ini adalah rincian rekapitulasi rencana anggaran biaya yang disusun sesuai dengan kebutuhan dan dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut

Tabel 4.1 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

No	Jenis Pengeluaran	Sumber Dana	Besaran Dana (Rp)
1	Bahan Habis Pakai	Belmawa	6.000.000,-
		Perguruan Tinggi	300.000,-
		Instansi Lain	-
2	Belanja Sewa	Belmawa	1.275.000,-
		Perguruan Tinggi	300.000,-
		Instansi Lain	-
3	Perjalanan dalam Kota	Belmawa	900.000,-
		Perguruan Tinggi	150.000,-
		Instansi Lain	-

4	Lain-lain	Belmawa	1.425.000,-
		Perguruan Tinggi	150.000,-
		Instansi Lain	-
Jumlah			10.500.000,-
Rekap Sumber Dana		Belmawa	9.600.000,-
		Perguruan Tinggi	900.000,-
		Instansi Lain	-
		Jumlah	10.500.000,-

4.2 Jadwal Kegiatan

Berikut ini adalah jadwal tahap kegiatan yang disusun dalam bentuk *bar chart* sesuai agenda yang dapat dilihat pada Tabel 4.2 sebagai berikut :

Tabel 4.2 Jadwal Rencana Kegiatan

No	Jenis Kegiatan	Bulan					Penanggungjawab
		1	2	3	4	5	
1	Studi literatur						Muhammad Ibrahim Syah
2	Persiapan alat, bahan baku dan administrasi						Muhammad Reihan Triandhika dan Nurul Fadila Lubis
3	Pembuatan bio oil ampas kopi dan tempurung kelapa dengan pirolisis						Ridho Findonta Tarigan dan Muhammad Reihan Triandhika
4	Proses kimia esterifikasi dan transesterifikasi bio oil						Nurul Fadila Lubis dan Putri Khairi Ani Purba
5	Pencampuran bio oil dengan solar						Ridho Findonta Tarigan dan Putri Khairi Ani Purba
6	Uji karakterisasi bahan baku dan biodiesel serta performansi mesin pembakaran dalam						Muhammad Ibrahim Syah dan Muhammad Reihan Triandhika
7	Pembuatan laporan kemajuan						Nurul Fadila Lubis dan Muhammad Ibrahim Syah
8	Pembuatan laporan akhir						Muhammad Ibrahim Syah
9	Pembuatan draft artikel ilmiah						Ridho Findonta Tarigan dan Putri Khairi Ani Purba

DAFTAR PUSTAKA

- Arita,S. Dara, M. B. dan Irawan,J. 2008. Pembuatan Metil Ester Asam Lemak Dari CPO *Off Grade* Dengan Metode Esterifikasi-Transesterifikasi. *Jurnal Teknik Kimia*. 15(2):34-43.
- Atabani, A.E. *et al.* 2019. Integrated valorization of waste cooking oil and spent coffee grounds for biodiesel production: Blending with higher alcohols, FT-IR, TGA, DSC and NMR characterizations. *Fuel*. 244: 419-430.
- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. 2021. *Outlook Energi Indonesia 2021*.

- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta.
- Basu, P. 2013. *Biomass Gasification and Pyrolysis: Practical Design and Theory*. Elsevier Inc. USA.
- Chang, S.H. 2014. An overview of empty fruit bunch from oil palm as feedstock for bio-oil production. *Biomass and Bioenergy*. 62: 174–181.
- Christian, A. dan Setiadi, W. 2019. *Industri Oleokimia Berbasis Kelapa Sawit*. Rasibook. Indonesia.
- Ferreira, M.F.P. *et al.* 2020. Generation of biofuels by slow pyrolysis of palm empty fruit bunches: Optimization of process variables and characterization of physical-chemical products. *Biomass and Bioenergy*. 140: 1-10.
- Gea, S. *et al.* 2022. A Comprehensive Review of Experimental Parameters in Bio-oil Upgrading from Pyrolysis of Biomass to Biofuel Through Catalytic Hydrodeoxygenation. *Bioenergy Research*.
- Gowthaman, S. dan Thangavel, K. 2022. Performance, emission and combustion characteristics of a diesel engine fuelled with diesel/coconut shell oil blends. *Fuel*. 322: 1-11.
- Herlambang, *et al.* 2017. *Biomassa Sebagai Sumber Energi Masa Depan*. Gerbang Media Aksara. Yogyakarta. Indonesia.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2019. *Outlook Energi Indonesia 2019*. Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral. Jakarta.
- Modak, S. *et.al.* 2023. Generation and characterization of bio-oil obtained from the slow pyrolysis of cooked food waste at various temperatures. *Waste Management*. 158: 23-36.
- Parinduri, L. dan Parinduri, T. 2020. Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Journal of Electrical Technology*. 5 (2): 88-92.
- Ristianingsih, Y. Hidayah, N. dan Sari, F. W. 2015. Pembuatan Biodiesel Dari *Crude Palm Oil* (CPO) Sebagai Bahan Bakar Alternatif Melalui Proses Transesterifikasi Langsung. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*. 2(1).
- Supang, W. *et al.* 2022. Ethyl acetate as extracting solvent and reactant for producing biodiesel from spent coffee grounds: A catalyst- and glycerol-free process. *Journal of Supercritical Fluids*. 186: 1-5.
- Sondakh, R. C. 2019. Esterifikasi *Bio-Oil* Dengan Menggunakan Etanol Dan Katalis Asam. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Biodata Ketua dan Anggota, serta Dosen Pendamping

Biodata Ketua

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Muhammad Ibrahim Syah
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Program Studi	S-1 Teknik Mesin
4	NIM	200401091
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Pangkal Pinang, 20 Juli 2002
6	Alamat E-mail	ibrahimsyah800@gmail.com
7	Nomor Telepon/HP	089659419065

B. Kegiatan Kemahasiswaan yang sedang/Pernah Diikuti

No	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1	Ikatan Mahasiswa Mesin FT-USU	Anggota Bidang Pendidikan	2021- Sekarang

C. Penghargaan yang Pernah Diterima

No	Jenis Penghargaan	Pihak Pemberi Penghargaan	Tahun
1	-	-	-

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan PKM-RE.

Medan, 02-02-2023

Ketua Tim



(Muhammad Ibrahim Syah)

Biodata Anggota 1**A. Identitas Diri**

1	Nama Lengkap	Muhammad Reihan Triandhika
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Program Studi	S1 Teknik Mesin
4	NIM	200401092
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Palembang, 29 April 2001
6	Alamat E-mail	mreihantriandhika200401092@gmail.com
7	Nomor Telepon/HP	081278821537

B. Kegiatan Kemahasiswaan yang Sedang/Pernah Diikuti

No	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1	Ikatan Mahasiswa Mesin	Anggota Bidang Pendidikan	2021/2022

C. Penghargaan yang Pernah Diterima

No	Jenis Penghargaan	Pihak Pemberi Penghargaan	Tahun
1	-	-	-

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan PKM-RE.

Medan, 31-01-2023

Anggota Tim



(Muhammad Reihan Triandhika)

Biodata Anggota 2**A. Identitas Diri**

1	Nama Lengkap	Ridho Findonta Tarigan
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Program Studi	SI Teknik Mesin
4	NIM	200401050
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Binjai, 20 Maret 2003
6	Alamat E-mail	ridhofindonta327@gmail.com
7	Nomor Telepon/HP	0895611687270

B. Kegiatan Kemahasiswaan yang Sedang/Pernah Diikuti

No	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1	Himpunan Mahasiswa Islam	Anggota Bidang PTKP	2021-2022

C. Penghargaan yang Pernah Diterima

No	Jenis Penghargaan	Pihak Pemberi Penghargaan	Tahun
1	-	-	-

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan PKM-RE.

Medan, 31-01-2023

Anggota Tim



(Ridho Findonta Tarigan)

Biodata Anggota 3**A. Identitas Diri**

1	Nama Lengkap	Nurul Fadila Lubis
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Program Studi	S1 Kimia
4	NIM	200802090
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Medan, 02 Juli 2001
6	Alamat E-mail	nurulfaadilalbs@gmail.com
7	Nomor Telepon/HP	082273413559

B. Kegiatan Kemahasiswaan yang Sedang/Pernah Diikuti

No	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1	Ikatan Mahasiswa Kimia (IMK)	Anggota Bidang Kerohanian Islam	2021-2022, USU
2	Ikatan Mahasiswa Kimia (IMK)	Sekretaris Bidang Kerohanian Islam	2022-Sekarang, USU

C. Penghargaan yang Pernah Diterima

No	Jenis Penghargaan	Pihak Pemberi Penghargaan	Tahun
1	-	-	-

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan PKM-RE.

Medan, 31-01-2023

Anggota Tim



(Nurul Fadila Lubis)

Biodata Anggota 4**A. Identitas Diri**

1	Nama Lengkap	Putri Khari Ani Purba
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Program Studi	S1 Kimia
4	NIM	210802087
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Buah Bolon, 10 Desember 2003
6	Alamat E-mail	putrikhairanipurba9@gmail.com
7	Nomor Telepon/HP	082283902146

B. Kegiatan Kemahasiswaan yang Sedang/Pernah Diikuti

No	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1	Unit Kegiatan Mahasiswa Islam (UKMI)	Anggota Bidang Hubungan Masyarakat	2021-Sekarang, USU
2	Ikatan Mahasiswa Kimia (IMK)	Anggota Bidang Kerohanian Islam	2022-Sekarang, USU

C. Penghargaan yang Pernah Diterima

No	Jenis Penghargaan	Pihak Pemberi Penghargaan	Tahun
1	-	-	-

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan PKM-RE.

Medan, 31-01-2023
Anggota Tim



(Putri Khari Ani Purba)

Biodata Dosen Pendamping

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Dr. Eng. Ir. Taufiq Bin Nur, S.T., M. Eng. Sc.
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Program Studi	Teknik Mesin
4	NIP/NIDN	0018077507/197507182008121001
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Banda Aceh, 18 Juli 1975
6	Alamat E-mail	taufiq.bin_nur@usu.ac.id
7	Nomor Telepon/HP	081262015568

B. Riwayat Pendidikan

No	Jenjang	Bidang Ilmu	Institusi	Tahun Lulus
1	Sarjana (S1)	Konversi Energi/Teknik Mesin	Universitas Syiah Kuala	2001
2	Magister (S2)	Konversi Energi/Teknik Mesin	University of Malaya	2007
3	Doktor (S3)	<i>Hydrogen Energy System</i>	Kyushu University	2015
4	Profesi Insinyur (Ir)	Teknik Mesin	Universitas Sumatera Utara	2019

C. Rekam Jejak Tri Dharma PT

Pendidikan/Pengajaran

No	Nama Mata Kuliah	Wajib/Pilihan	sks
Semester Ganjil			
1	Termodinamika Teknik I	Wajib	3 sks
2	Mekanika Fluida II	Wajib	2 sks
3	Energi Panas Bumi	Pilihan	3 sks
4	Audit/Efisien Energi	Pilihan	3 sks
5	Refrigerasi dan Pengkondisian Udara	Pilihan	3 sks
6	Matematika Teknik II	Wajib	3 sks
Semester Genap			
1	Termodinamika Teknik I	Wajib	3 sks
2	Mekanika Fluida I	Wajib	2 sks
3	Mesin Konversi Energi	Wajib	2 sks
4	Desain Sistem Termal	Pilihan	3 sks

Penelitian

No	Judul Penelitian	Penyandang Dana	Tahun
1	Desain Sistem Pembangkit Listrik Berbasis <i>Fuel Cell</i> Berbahan Bakar Biomassa dan Biogas	USU	2017
2	Analisa Model <i>Supply Chain Management Hydrogen</i> dari Biomassa	USU	2018

	Menjadi Bahan Bakar Alternatif di Sumatera Utara		
3	Rancang Bangun dan Pengujian Sebuah Alat Penukar Kalor Udara-Tanah dengan Siklus Tertutup	USU	2018
4	Fungsionalisasi Carbon Nanotubes (CNT) Sebagai Pendukung Katalis Generasi Baru Dalam Pembuatan Biodiesel Dari Asam Lemak Bebas	USU	2022

Pengabdian kepada Masyarakat

No	Judul Pengabdian kepada Masyarakat	Penyandang Dana	Tahun
1	IbM Penyediaan Sumber Air Bersih untuk Kebutuhan Rumah Tangga Masyarakat Kurang Mampu di Lingkungan X Desa Suka Makmur Kec. Beringin Deli Serdang	Non-PNBP USU	2017
2	Bantuan Renovasi Bengkel dan Peremajaan Peralatan Las pada Usaha Kecil Bengkel Las Maju Jaya di Kelurahan Perdamaian Kecamatan Stabat Kabupaten Langkat untuk Meningkatkan Daya Saing	Non-PNBP USU	2018
3	Bantuan Peralatan Kerja pada Usaha Pembuatan Kapal Kayu Nelayan Tradisional di Kelurahan Pekan Tanjung Pura untuk Meningkatkan Mutu dan Daya Saing	Non-PNBP USU	2020
4	Peningkatan Kemampuan Melakukan Penelitian Berbasis Kearifan Lokal	Non-PNBP USU	2021
5	Penguatan Kegiatan Penelitian dan Pengabdian Masyarakat di Universitas Nias Raya Teluk Dalam	Non-PNBP USU	2022
6	Peningkatan Rendemen Produksi Arang dan Asap Cair pada UMKM Baluse Kanira Nias Utara	Non-PNBP USU	2022

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan PKM-RE.

Medan, 02-02-2023
Dosen Pendamping

JAI/P4021

(Taufiq Bin Nur)

Lampiran 2. Justifikasi Anggaran Kegiatan

No	Jenis Pengeluaran	Volume	Harga Satuan (Rp)	Nilai (Rp)
1	Belanja Bahan			
	Ampas Kopi	50 kg	5.000,-	250.000,-
	Kayu Bakar	30 kg	5.000,-	150.000,-
	Tempurung Kelapa	50 kg	6.000,-	300.000,-
	Etanol 96%	8 L	110.000,-	880.000,-
	Metanol 96%	8 L	100.000,-	800.000,-
	Asam Sulfat Pekat (95%)	8 L	75.000,-	600.000,-
	Kalium Hidroksida teknis	2 kg	155.000,-	310.000,-
	Natrium Sulfat	1 kg	280.000,-	280.000,-
	Natrium Hidroksida	5 L	150.000,-	750.000,-
	Aquadest	10 L	5.000,-	50.000,-
	Solar	15 L	10.000,-	150.000,-
	Kertas Saring	5 kajang	20.000,-	100.000,-
	Sarung tangan lateks	10 pasang	50.000,-	500.000,-
	<i>Hotplate Magnetic Stirrer</i>	1 unit	980.000,-	980.000,-
	Masker	5 kotak	40.000,-	200.000,-
	SUB TOTAL			6.300.000,-
2	Belanja Sewa			
	Sewa <i>gas analyzer</i>	10 hari	435.000,-	435.000,-
	Sewa <i>engine</i>	2 minggu	650.000,-	650.000,-
	Sewa oven	7 hari	40.000,-	280.000,-
	Pemanas mantel	7 hari	30.000,-	210.000,-
	SUB TOTAL			1.575.000,-
3	Perjalanan Lokal			
	Perjalanan pembelian bahan	5	160.000,-	800.000,-
	Perjalanan uji hasil riset	5	50.000,-	250.000,-
	SUB TOTAL			1.050.000,-
4	Lain-lain			
	Uji <i>flash point</i>	6 sampel	60.000,-	360.000,-
	Uji <i>pour point</i>	6 sampel	40.000	240.000,-
	Uji GC-MS	1 kali	205.000,-	205.000,-
	Uji <i>proximate</i>	2 sampel	80.000,-	160.000,-
	Uji <i>ultimate</i>	2 sampel	50.000,-	100.000,-
	Uji viskositas	6 sampel	40.000,-	240.000,-
	Uji <i>cetane number</i>	6 sampel	45.000,-	270.000,-
	SUB TOTAL			1.575.000,-
	GRAND TOTAL			10.500.000,-
	GRAND TOTAL (Terbilang Sepuluh Juta Lima Ratus Ribu Rupiah)			

Lampiran 3. Susunan Organisasi Tim Pelaksana dan Pembagian Tugas

No	Nama/NIM	Program Studi	Bidang Ilmu	Alokasi Waktu (jam/minggu)	Uraian Tugas
1	Muhammad Ibrahim Syah/ 200401091	S-1 Teknik Mesin	Teknik Mesin	8	- Studi literatur - Pengaplikasian biodiesel ampas kopi dan tempurung kelapa pada mesin pembakaran dalam - Uji karakterisasi bahan baku dan biodiesel serta performansi mesin pembakaran dalam
2	Muhammad Reihan Triandhika/ 200401092	S-1 Teknik Mesin	Teknik Mesin	6	- Pembuatan <i>bio-oil</i> dari ampas kopi dan tempurung kelapa menggunakan pirolisis - Pengaplikasian biodiesel ampas kopi dan tempurung kelapa pada mesin pembakaran dalam
3	Ridho Findonta Taarigan/ 200401050	S-1 Teknik Mesin	Teknik Mesin	6	- Pembuatan <i>bio-oil</i> dari ampas kopi dan tempurung kelapa menggunakan pirolisis - Pencampuran <i>bio-oil</i> dan solar dengan 3 variasi perbandingan
4	Nurul Fadila Lubis/ 200802090	S-1 Kimia	Kimia	6	- Esterifikasi <i>bio-oil</i> dengan etanol dan katalis asam - Pemisahan etanol dan katalis asam - Uji karakterisasi bahan baku dan biodiesel serta performansi MPD
5	Putri Khairi Ani Purba/ 210802087	S-1 Kimia	Kimia	6	- Pemurnian <i>bio-oil</i> menggunakan adsorben - Transesterifikasi <i>bio-oil</i> - Pencampuran <i>bio-oil</i> dan solar dengan 3 variasi perbandingan

Lampiran 4. Surat Pernyataan Ketua Pelaksana

SURAT PERNYATAAN KETUA TIM PELAKSANA

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Ketua Tim	:	Muhammad Ibrahim Syah
Nomor Induk Mahasiswa	:	200401091
Program Studi	:	S-1 Teknik Mesin
Nama Dosen Pendamping	:	Dr. Eng. Ir. Taufiq Bin Nur, S.T., M. Eng. Sc.
Perguruan Tinggi	:	Universitas Sumatera Utara

Dengan ini menyatakan bahwa proposal PKM-RE saya dengan judul “Pemanfaatan *Bio-oil* Hasil Pirolisis Ampas Kopi serta Tempurung Kelapa untuk Campuran Solar Sebagai Biodiesel pada Mesin Pembakaran Dalam” yang diusulkan untuk tahun anggaran 2023 adalah asli karya kami dan belum pernah dibiayai oleh lembaga atau sumber dana lain.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya yang sudah diterima ke kas negara.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Medan, 02-02-2023

Yang menyatakan,



(Muhammad Ibrahim Syah)

NIM. 200401091