

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan minyak bumi yang semakin besar merupakan tantangan yang perlu diantisipasi dengan mencari sumber energi alternatif. Minyak bumi merupakan sumber energi yang tak terbarukan, butuh waktu jutaan bahkan ratusan juta tahun untuk mengkonversi bahan baku minyak bumi menjadi minyak bumi, peningkatan jumlah konsumsi minyak bumi menyebabkan menipisnya jumlah minyak bumi (Indra Darmawan, 2013). Sementara cadangan minyak yang semakin menipis dan tidak dapat diperbaharui, sangat potensial menimbulkan krisis energi pada masa yang akan datang. Oleh karena itu, untuk mengatasi persoalan tersebut dan mengurangi ketergantungan pada BBM perlu diadakan diversifikasi energi dengan cara mencari energi alternatif yang terbarukan (*renewable*). Salah satunya adalah energi alternatif yang berasal dari minyak tanaman / tumbuhan (Suirta, 2009).

Indonesia dikenal sebagai negara agraris, artinya mayoritas penduduknya bekerja pada sektor pertanian. Indonesia disebut sebagai negara agraris karena mempunyai lahan pertanian yang luas dan sumber daya alam yang beragam dan kaya. Berdasarkan data BPS tahun 2021, salah satu daerah dengan produksi padi tertinggi di Indonesia adalah Sulawesi Selatan dengan menduduki peringkat ke-4 dengan nilai beras: 5.152.871 ton dan beras: 2.941.673 ton. Karena topografinya yang sebagian besar dataran rendah, wilayah ini sangat cocok untuk pembangunan pertanian, terutama tanaman padi (Raihan, 2022).

Selama siklus tanam, panen adalah masa yang paling dinantikan para petani. Semua petani, tentunya berharap mendapatkan hasil panen yang melimpah. Tapi tahukah bahwa masa panen juga merupakan masa yang paling penting. Ini karena kualitas dan jumlah hasil panen sangat bergantung pada seberapa cepat panen dilakukan. Petani lokal sering menghadapi masalah seperti kekurangan tenaga kerja untuk melakukan panen, terutama di daerah dengan populasi yang rendah.

Salah satu cara untuk mengatasi kurangnya tenaga kerja selama panen adalah dengan memanfaatkan teknologi penggunaan mesin panen padi mengurangi biaya panen per hektar dan meluaskan jangkauan wilayah yang dipanen (Abbas, 2016). Untuk menjalankan mesin panen padi diperlukan bahan bakar minyak berjenis solar. Semua bahan bakar yang ada saat ini diperoleh dari minyak bumi, dengan jumlah minyak bumi yang terbatas dan penggunaan yang semakin meningkat dikhawatirkan tidak dapat memenuhi kebutuhan pada masa yang akan datang.

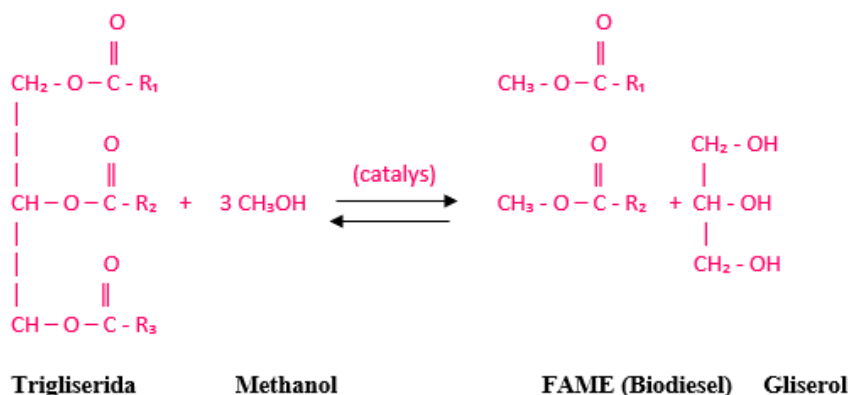
Seperti yang terjadi pada tahun 2018 yang lalu terjadi kelangkaan bahan bakar minyak berjenis solar untuk daerah Sidrap yang mengakibatkan terjadinya antrian panjang mulai dari truk hingga bus antar kota antar provinsi. AM Yusuf Ruby, ketua Kadin Sidrap, juga menekankan kelangkaan solar yang sudah lama terjadi. Menurutnya, semakin langka solar, semakin mengganggu perekonomian, terutama bagi petani yang harus memasarkan hasil pertanian mereka (Haris, 2018).

Sebagai alternatif pengganti solar berbahan bakar fosil, biodiesel merupakan salah satu jenis biofuel yang tidak beracun, aman, dan mengeluarkan sedikit gas. Selain itu, biodiesel tidak mengandung sulfur, sehingga menghasilkan emisi yang jauh lebih rendah ketika dibakar di mesin. Dibandingkan dengan bahan bakar yang berasal dari fosil, biodiesel yang dihasilkan dari biomassa lebih mudah terurai secara hayati, dapat didaur ulang, dan berkelanjutan, serta menawarkan kinerja energi yang tinggi. Penggunaan langsungnya sebagai bahan bakar mesin atau generator tanpa pengolahan tambahan telah dibuktikan, menunjukkan bahwa ini merupakan sumber bahan bakar yang menjanjikan (Alsaiani et al., 2023).

Untuk menghasilkan biodiesel yang lebih baik dan relatif tinggi, dilakukan kajian dan pengembangan bahan baku yang digunakan dalam pembuatan biodiesel untuk menjawab beberapa permasalahan tersebut. Berdasarkan kajian, minyak jelantah diyakini sebagai alternatif pengganti minyak sawit dalam produksi biodiesel. Minyak jelantah yang jauh lebih murah daripada minyak nabati murni memiliki kualitas dan nilai yang sama dengan minyak sawit dalam hal produksi biodiesel. Proses transesterifikasi merupakan metode yang umum digunakan untuk memproduksi biodiesel dari minyak jelantah. Namun, beberapa faktor perlu dipelajari dalam proses seperti suhu, waktu reaksi, rasio molar alkohol terhadap minyak dan katalis (Suzihaque et al., 2022).

Katalis heterogen menawarkan berbagai keuntungan dibandingkan dengan katalis homogen. Mereka dapat dengan mudah diambil dari campuran reaksi menggunakan teknik pemisahan sederhana seperti filtrasi atau sentrifugasi, sehingga mengurangi kebutuhan akan langkah pemurnian tambahan. Pembangunan berkelanjutan telah menjadi tujuan global yang penting, dan menemukan cara inovatif untuk memanfaatkan kembali bahan limbah merupakan aspek kunci untuk mencapai tujuan ini. Penggunaan katalis biochar dan abu untuk produksi biodiesel menawarkan beberapa manfaat selain kinerja katalitiknya. Bahan-bahan ini berasal dari limbah biomassa, yang dapat membantu mengurangi beban lingkungan yang terkait dengan pembuangan limbah. Seperti tulang unta (Alsaiani et al., 2023), cangkang bekicot (Kedir et al., 2023) dan cangkang telur bebek (Putra et al., 2020). Selain itu, biaya rendah dan kelimpahannya menjadikannya alternatif yang menarik dibandingkan katalis konvensional, yang seringkali mahal dan berasal dari sumber daya tak terbarukan (Saetiao et al., 2023).

Biodiesel adalah campuran metil ester asam lemak yang berbeda dan disintesis melalui proses kimia bernama 'transesterifikasi'. Transesterifikasi terutama dilakukan untuk mengurangi viskositas (Wang et al., 2024) minyak/lemak nabati karena terutama mengandung trigliserida. Gambar 1 menunjukkan reaksi transesterifikasi.



Gambar 1 Reaksi Transesterifikasi (Adhikesavan et al., 2022)

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana pemanfaatan minyak bekas penggorengan menjadi biodiesel?
2. Bagaimana pemanfaatan katalis dari limbah biomassa?
3. Bagaimana menentukan kondisi optimal dalam pembuatan biodiesel, berdasarkan waktu, suhu, dan jumlah katalis?

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini adalah :

1. Untuk mengevaluasi pemanfaatan minyak bekas penggorengan menjadi biodiesel.
2. Untuk mengidentifikasi pemanfaatan katalis dari limbah biomassa.
3. Untuk mengevaluasi kondisi optimal dalam pembuatan biodiesel, berdasarkan waktu, suhu, dan jumlah katalis.

1.3.2 Manfaat Penelitian

1. Hasil dari penelitian ini diharapkan memberikan informasi tentang penanganan limbah minyak jelantah dan katalis dari limbah biomassa sehingga memberikan kontribusi dalam pengembangan biodiesel.
2. Bagi penulis dapat menambah pengetahuan dan pengalaman penulis agar dapat mengembangkan ilmu yang telah diperoleh dan dapat memahami proses pembuatan biodiesel.
3. Bagi masyarakat sebagai sumber informasi sekaligus acuan bagi *stakeholder* terkait, khususnya pemerintah daerah dalam mengembangkan agroindustri.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu

2.1.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Analisis dan Pengawasan Mutu Pangan Universitas Hasanuddin untuk pembuatan katalis, di Laboratorium Kimia PNUP untuk pengujian minyak biodiesel, di Laboratorium Prosesing untuk proses pembuatan biodiesel dan di Laboratorium Kimia Politeknik ATIM untuk proses pencucian serta pengujian viskositas.

2.1.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai November 2024.

2.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen dengan analisis deskriptif. Dalam rancangan penelitian, peneliti pada tahap awal mengumpulkan bahan yang akan digunakan dalam proses penelitian. Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap eksperimen. Tahap pertama pembuatan katalis dari tulang bebek, tahap kedua pembuatan biodiesel dari minyak jelantah. Kemudian dari hasil penelitian dilakukan analisis menggunakan metodologi permukaan respons (RSM), dan dikarakterisasi menggunakan kromatografi gas-massa spektrometri GC-MS.

2.3 Alat dan bahan

2.3.1 Alat

Pada penelitian ini digunakan alat timbangan analitik, magnetic stirrer, hot plate, corong pisah, termometer, oven, mortar, *muffle furnace*, ayakan 100 mesh, pengaduk, GC-MS, viskometer Ostwald, gelas ukur, erlenmeyer.

Bahan baku

Minyak jelantah dikumpulkan dari restoran cepat saji sekitar daerah pettarani dan untuk limbah tulang bebek dikumpulkan dari dapur RM. Begos Sulawesi. Methanol, asam sulfat dan aquadest dibeli dari apotek.

2.4 Teknik Pengumpulan Data

Adapun metode-metode pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara :

2.4.1 Studi pustaka

Studi pustaka bertujuan untuk mengumpulkan data-data pada penelitian dari berbagai sumber baik buku-buku referensi, laporan yang terdahulu maupun data-data tertulis yang dapat mendukung serta relevan dengan kegiatan penelitian ini.

2.4.2 Survei lapangan

Survei lapangan yaitu dengan melakukan observasi langsung ke lapangan atau obyek penelitian.

2.4.3 Wawancara

Wawancara, yaitu suatu teknik pengumpulan data dengan cara mengajukan pertanyaan serta komunikasi langsung dengan pihak yang berkaitan

dengan masalah penelitian ini dalam hal ini peneliti melakukan wawancara dengan pelaku agroindustri serta stakeholder terkait yang relevan dengan kegiatan ini.

2.5 Minyak Jelantah

Minyak jelantah diperoleh dari rumah tangga, restoran, hotel, dan perusahaan pengolahan makanan setelah menggoreng dan makan lainnya (Chen et al., 2021). Berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan konsumen bila limbah minyak jelantah dikonsumsi. Ketika makanan yang digoreng digunakan, diyakini bahwa zat beracun yang dihasilkan saat minyak dioksidasi akan menyebabkan kanker. Minyak jelantah tersedia secara luas, meski sering ditinggalkan setelah digunakan, terutama setelah digoreng. Minyak jelantah dari lemak nabati dan hewani dibuang setiap tahun tanpa diperlakukan sebagai limbah mendukung hal ini dengan menyatakan bahwa mayoritas minyak goreng bekas dari rumah dibuang di drainase dan tanah. Dengan demikian, salah satu rekomendasi untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan memanfaatkan minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan. Ini juga berpotensi menjadi bahan baku untuk produksi biodiesel karena jumlah produksi minyak jelantah akan menjadi lebih besar (Suzihaque et al., 2022).

Minyak jelantah dapat bermanfaat jika diolah dengan tepat. Salah satu proses penanganan terhadap minyak jelantah adalah memproses minyak jelantah menjadi biodiesel yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar solar (Wahyu, 2016). Penggunaan minyak goreng bekas atau minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel, karena secara karakteristik masih ada kesamaan dengan minyak kelapa sawit: masih mengandung trigliserida, di samping asam lemak bebas. Secara ekonomi, minyak goreng bekas yang kualitas sangat rendah seperti bentuknya yang sudah hitam, saat ini dapat diperoleh secara gratis karena merupakan limbah yang sudah tidak digunakan lagi. Data statistik menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan peningkatan produksi minyak goreng. Selain ketersediaannya yang relatif berlimpah, minyak jelantah merupakan limbah sehingga berpotensi mencemari lingkungan berupa naiknya kadar COD (Chemical Oxygen Demand) dan BOD (Biology Oxygen Demand) dalam perairan, selain itu juga menimbulkan bau busuk akibat degradasi biologi. (Prasetyo, 2018)

2.6 Katalis

Katalis homogen, heterogen atau enzim digunakan dalam produksi biodiesel. Katalis homogen larut ditengah reaksi, yaitu berada dalam satu fasa baik cair atau gas. Salah satu kelebihan katalisis homogen adalah kecepatannya yang tinggi reaksi, dan kondisi suhu dan tekanan sedang. katalis dapat berupa asam atau basa, katalis asam efektif tetapi memerlukan selang waktu sangat panjang dan suhu melebihi 100 °C untuk aksinya. "Mendapatkan konversi 99% dengan konsentrasi asam sulfat 1% dibandingkan dengan jumlah minyak, dibutuhkan sekitar 50 jam

Katalis heterogen ditemukan dalam dua fase dan area kontak, kegunaan katalis terogen menyederhanakan dan membuat proses pemurnian lebih ekonomis karena mudah memisahkan antara produk dan reaktan. Kerugiannya adalah kesulitan terhadap suhu kontrol untuk reaksi yang sangat eksotermik,

pembatasan perpindahan massa reaktan dan produk, serta ketahanan mekanis yang tinggi terhadap katalis. Di antara katalis yang paling umum adalah oksida logam (MgO, CaO), asam Lewis (SnCl₂), dan lain-lain. Misalnya dengan menggunakan seng oksida diperoleh rendemen sebesar 50,7%, bila menggunakan Al₂O₃ diperoleh 57,5% dan menggunakan CaO menghasilkan rendemen 65% (Margarita Stoytcheva, 2011)

Tabel 1 Perbandingan alternatif untuk produksi biodiesel

Parameter Seleksi	Perbandingan Alternatif		
	Basa	Heterogen	Asam
Katalis	NaOH	CaO	H ₂ SO ₄
Alkohol	Methanol	Methanol	Methanol
Skala	Tinggi	Rendah	Rendah
Pemisahan katalis	Rendah	Tinggi	Rendah
Produk Sampingan	Glycerin Soap, pasty	Glycerin	Glycerin
Dampak lingkungan	Tinggi	Rendah	Tinggi
Biaya	ekonomis	Tinggi	Sedang
Ketersediaan	Sedang	Rendah	Sedang
Konsentrasi katalis (% w/w)	Rendah	Sedang	Tinggi
Rasio molar alkohol / minyak	Sedang	Rendah	Tinggi
Suhu	Rendah	Tinggi	Sedang
Hasil	Tinggi	Rendah	Medium
Waktu Reaksi (Jam)	Rendah	Rendah	Tinggi
Tingkat keamanan	Tinggi	Rendah	Tinggi

Berdasarkan kelemahan dari katalis homogen yang digunakan dalam pembuatan biodiesel, penggunaan katalis heterogen sangat disarankan. Penggunaan katalis heterogen dalam transesterifikasi dapat mempermudah proses pemisahan produk dengan katalis. Beberapa katalis heterogen telah diteliti dan digunakan sebagai katalis dalam pembuatan biodiesel diantaranya Kalium Nitrat (KNO₃), Magnesium Oksida (MgO) dan Kalsium Oksida (CaO). Menurut beberapa penelitian yang telah dilakukan, CaO lebih banyak digunakan karena memiliki kekuatan basa yang relatif tinggi, kelarutan yang rendah dalam metanol, serta bersifat ramah lingkungan. (Rohmiasih et al., 2021)

2.7 Limbah Tulang

Dalam industri makanan saat ini, limbah tulang yang dibuang menimbulkan masalah lingkungan yang signifikan. Di seluruh dunia, limbah tulang hewan (waste animal bone/WABs) merupakan limbah terbesar yang berasal dari industri makanan dan limbah rumah tangga, dengan perkiraan produksi WABs yang disembelih secara global setiap tahunnya melebihi 130 juta metrik ton.

Secara komposisi, tulang hewan terdiri dari 30–35% komponen organik (kolagen (95%) dan protein) dan 65–70% komponen non-organik. Pengaruh

penggunaan serbuk tulang dan abu tulang, sebagai bahan tambahan semen, terhadap sifat mekanik mortar semen telah dilaporkan dalam literatur. WAB adalah bahan kaya apatit alami yang terdiri dari zat anorganik kalsium fosfat (sekitar 65–70%), terutama hidroksiapatit dengan komposisi kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Analisis unsur menunjukkan bahwa kandungan apatit adalah sebagai berikut; fosfat sekitar 56,3% dan kalsium 36,8%.

Mengubah WAB menjadi material bernilai tambah untuk aplikasi industri akan memberikan keuntungan secara ekonomi dan lingkungan. Penggunaan WAB sebagai bahan anorganik juga semakin populer karena tidak beracun dan dapat disimpan serta ditangani dengan aman. sumber tulang dan cangkang hewan (misalnya kerang, tiram, kerang, cangkang telur, dan kerang laut). Oleh karena itu, tinjauan terhadap penerapan bahan yang diperoleh dari limbah (misalnya, tulang ikan, sisik ikan, cangkang kerang, dll.) (Hart et al., 2022)

Pemanfaatan limbah tulang bebek saat ini masih sangat sedikit. Padahal, tulang bebek bisa dijadikan produk yang bermanfaat, termasuk sebagai adsorben. Selain itu, dari segi ekonomi, tulang bebek masih memiliki nilai yang rendah. Secara kimia, komponen utama tulang bebek antara lain garam, antara lain kalsium karbonat dan kalsium fosfat. Fase anorganik utama tulang adalah garam mineral kristal kalsium fosfat dan sering diidealkan sebagai hidroksiapatit, juga dikenal sebagai hidroksiapatit. (Widyastari, 2014)

2.8 Pembuatan Biodiesel Minyak Jelantah

Ada beberapa proses yang dapat digunakan untuk menghasilkan biodiesel dari minyak sulingan atau jelantah seperti pirolisis, mikroemulsifikasi, dan transesterifikasi. Transesterifikasi adalah metode yang populer dan umum digunakan dalam produksi biodiesel. Ketika minyak dan alkohol dicampur dengan katalis, terjadi proses transesterifikasi, menghasilkan produksi alkil ester dan gliserol sebagai produk sampingan. Proses tiga langkah dimulai dengan konversi trigliserida menjadi digliserida, konversi digliserida menjadi monogliserida, dan produksi monogliserida menjadi gliserol. Reaksi tersebut menghasilkan tiga molekul ester dari setiap molekul gliserida sebagai hasil dari setiap langkah reaksi. (Suzihaque et al., 2022)

Untuk proses produksi biodiesel yang optimum, jumlah methanol, dosis katalis, suhu reaksi dan waktu reaksi merupakan faktor proses utama yang harus dipertimbangkan untuk optimalisasi (Amenaghawon et al., 2022). Katalis memainkan peran penting dalam produksi biodiesel di mana dua jenis katalis dapat digunakan untuk tujuan ini, yaitu katalis homogen dan hetero. Katalis heterogen telah menarik banyak perhatian terutama karena mudahnya pemisahan katalis dari campuran larutan pada akhir percobaan. Baru-baru ini, katalis mineral termodifikasi telah berhasil digunakan dalam produksi biodiesel. Katalis ini dapat disesuaikan untuk aplikasi tertentu dan dapat dimodifikasi untuk memberikan aktivitas yang lebih tinggi dalam konversi minyak menjadi biodiesel (Almohana et al., 2022).

2.9 Pengaruh Temperatur

Temperatur reaksi sangat berpengaruh terhadap laju reaksi transesterifikasi. Reaksi dapat berlangsung sempurna pada suhu kamar hanya apabila diberikan waktu reaksi yang cukup lama. Pada umumnya temperatur reaksi yang dipergunakan mengikuti suhu titik didih metanol pada tekanan atmosferik yaitu 60

– 70 °C. Apabila reaksi berlangsung pada temperatur yang sedang, asam bebas dari CPO harus dihilangkan terlebih dahulu dengan melakukan *pretreatment* yang terdiri dari penghilangan kadar asam dan proses *degummed*. Apabila reaksi berlangsung pada tekanan tinggi (9,000 kPa) dan pada temperatur tinggi (240°C) maka tahap *pretreatment* ini tidak perlu dilakukan. Pada kedua kondisi inilah reaksi esterifikasi dan transesterifikasi dapat berlangsung secara spontan. (Dyah Ayu, 2009)

2.10 Keterkaitan antar Suhu, Waktu, dan Katalis pada biodiesel

Proses pembuatan biodiesel melibatkan beberapa faktor yang saling terkait dan mempengaruhi kualitas dan kuantitas biodiesel yang dihasilkan. Katalis, suhu, dan waktu memiliki peran penting dan saling terkait dalam proses pembuatan biodiesel.

Berikut adalah penjelasan tentang keterkaitan tersebut :

1. Katalis berperan sebagai pendorong reaksi kimia dalam proses pembuatan biodiesel. Katalis yang umum digunakan adalah katalis basa seperti NaOH atau KOH, atau katalis asam seperti H₂SO₄. Katalis membantu mempercepat reaksi transesterifikasi, yaitu reaksi antara minyak nabati dengan alkohol untuk menghasilkan biodiesel. (Hidayat et al., 2023)
2. Suhu juga berperan penting dalam proses pembuatan biodiesel. Suhu yang optimal untuk proses transesterifikasi adalah antara 50-70°C. Suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan reaksi sampingan yang tidak diinginkan, sedangkan suhu yang terlalu rendah dapat memperlambat reaksi.
3. Waktu juga berperan penting dalam proses pembuatan biodiesel. Waktu reaksi yang optimal untuk proses transesterifikasi adalah antara 1-3 jam. Waktu yang terlalu lama dapat menyebabkan reaksi sampingan yang tidak diinginkan, sedangkan waktu yang terlalu singkat dapat menyebabkan reaksi tidak sempurna. (Sinaga et al., 2014)

2.11 Pengolahan Data

Parameter reaksi selalu mempengaruhi reaksi transesterifikasi. Untuk mendapatkan biodiesel paling banyak. Perhitungan yield biodiesel dapat dihitung dengan rumus :

$$Yield = \frac{\text{massa biodiesel}}{\text{massa WCO}} \times 100 \%$$

Data yang diperoleh dari percobaan dijalankan dianalisis, seperti yang ditunjukkan pada Persamaan di bawah ini, yang digunakan untuk analisis akhir menggunakan RSM:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{11} X_{21} + \beta_{22} X_{22} + \beta_{12} X_1 X_2 + \varepsilon$$

Y sebagai estimasi respon, β_0 sebagai parameter konstan, β_1 dan β_2 parameter linier, β_{11} dan β_{22} sebagai parameter variabel kuadrat, β_{12} sebagai interaksi dan ε sebagai random error. (Pham et al., 2022) penting untuk

menemukan kondisi terbaik untuk transterifikasi. Dalam karya ini, variabel transterifikasi yang berbeda diselidiki :

1. Variabel independent
Rasio minyak dan alkohol : 5 : 1
2. Variabel Bebas
konsentrasi katalis 2 - 4 % berat (massa katalis dihitung berdasarkan berat minyak jelantah), suhu reaksi 50 – 70 C dan waktu reaksi 60 – 180 menit

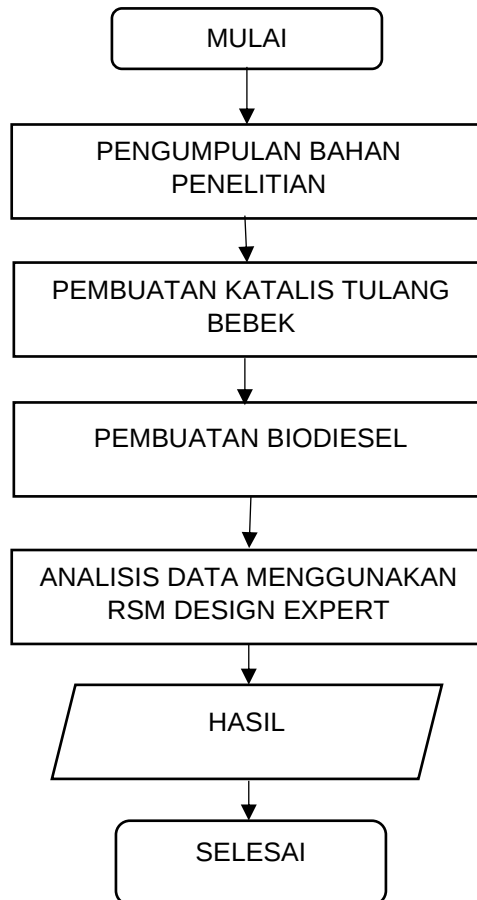
2.12 Metode Permukaan Respon (RSM)

Metode permukaan respons (RSM) adalah kumpulan teknik statistik dan matematika yang berguna untuk mengembangkan, meningkatkan, dan mengoptimalkan proses. Ini juga penting untuk aplikasi dalam desain, pengembangan, dan formulasi produk baru, serta dalam penyempurnaan desain produk yang ada. Aplikasi RSM yang paling luas adalah di dunia industri, khususnya di bidang industri situasi di mana beberapa variabel masukan berpotensi mempengaruhi ukuran kinerja atau karakteristik kualitas produk atau proses. Ukuran kinerja atau kualitas ini karakteristiknya disebut respon. Mereka biasanya diukur pada skala kontinu, meskipun respons atribut, peringkat, dan respons sensorik bukanlah hal yang aneh. Sebagian besar aplikasi RSM di dunia nyata akan melibatkan lebih dari satu respons. Variabel masukannya adalah kadang-kadang disebut variabel independen, dan variabel tersebut berada di bawah kendali insinyur atau ilmuwan, setidaknya untuk tujuan tes atau eksperimen. (Raymond, 2016)

Data dari hasil eksperimen dimasukkan ke dalam aplikasi Desing Expert. Di mana Design-Expert adalah software metode statistik yang diproduksi oleh stateease. Software ini pertama kali dirilis tahun 1996 digunakan untuk membantu melakukan desain eksperimental seperti menentukan formula optimum suatu sediaan. Selain optimasi, software ini juga juga dapat menginterpretasikan faktor-faktor dalam percobaan. Dalam software ini terbagi menjadi tiga pilihan arah penelitian tergantung dengan desain percobaan yang akan dilakukan. Terdapat pilihan screening, characterization, dan optimization.

2.13 Tahapan Penelitian

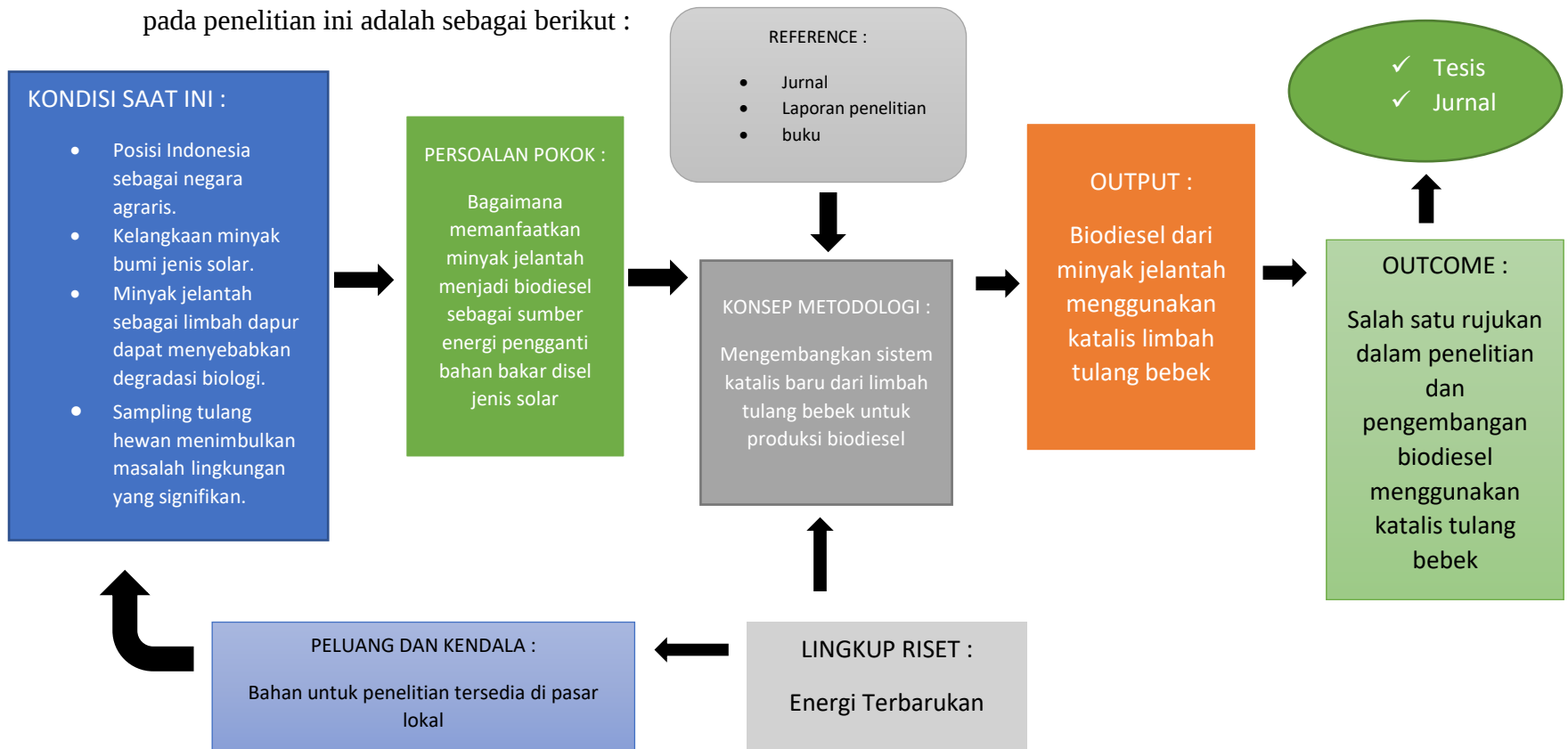
Langkah-langkah pada penelitian pada tesis ini ditunjukkan dalam diagram alir sebagai berikut :



Gambar 2 Tahapan Penelitian

2.14 Kerangka berfikir

Kerangka berfikir merupakan konsep untuk mendapatkan gambaran dalam suatu penelitian , kerangka berfikir pada penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3 Kerangka Berfikir

