

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

Biodiesel merupakan salah satu jenis bahan bakar diesel alternatif yang ramah lingkungan yang berasal dari minyak tumbuhan atau lemak hewan yang dihasilkan melalui proses reaksi esterifikasi dan transesterifikasi. Selain itu sebagai sumber pembuatan biodiesel yang murah dan banyak terdapat di sekitar masyarakat yaitu minyak jelantah (bekas) merupakan limbah yang banyak mengandung senyawa-senyawa bersifat karsinogenik.

Mengingat hal tersebut maka biodiesel dapat saja dibuat dari minyak nabati yang tidak harus baru, seperti minyak jelantah [Setiawati dan Fatmir, 2012]. Untuk mengidentifikasi kualitas biodiesel yang dihasilkan, perlu dilakukan pengujian sifat-sifat fisiknya. Uji sifat fisis ini perlu dilakukan untuk menghindari kerusakan alat dan kerugian lain yang mungkin timbul akibat penggunaan bahan bakar ini. Biodiesel yang dihasilkan nanti diarahkan untuk menggantikan bahan bakar solar, karena bahan bakar ini digunakan langsung oleh masyarakat sehingga nantinya diharapkan masyarakat dapat memproduksi sendiri.

Untuk itu sifat-sifat biodiesel yang dihasilkan disesuaikan dengan standar bahan bakar solar. Salah satu kendala yang dihadapi dalam penggunaan biodiesel sekarang ini adalah harganya lebih mahal dari bahan bakar solar.

Untuk itu diperlukan cara untuk menekan biaya produksi biodiesel. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah menggunakan bahan baku yang berasal dari minyak goreng bekas (jelantah). Bahan baku berupa minyak goreng bekas (jelantah) sebelum digunakan terlebih dahulu disaring untuk memisahkan kotoran yang terdapat dalam minyak. Selanjutnya dipanaskan pada suhu 30-110°C untuk menguapkan air yang terdapat dalam minyak.

Proses dijalankan secara berkesinambungan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) / autoklaf / Labu Leher Tiga. Minyak 200-250 ml dipanaskan sampai suhu 50-110°C selama 10-50 menit. Larutan Minyak-Etanol-Naphthamax juga dipanaskan ditempat. Setelah suhu kedua umpan tercapai, kedua larutan dimasukkan kedalam Reaktor dan Pengaduk dihidupkan. Secara

bersamaan umpan Minyak dan Larutan Etanol - Naphthamax diumpangkan kedalam Reaktor. Produk keluar dari reaktor secara berkesinambungan dengan penguapan.

Produk yang dihasilkan didiamkan selama satu malam (12-24 jam) untuk memisahkan dengan sempurna biodiesel dan gliserol. Lapisan atas adalah biodiesel berwarna kuning dan lapisan bawah gliserol berwarna coklat tua. Setelah itu biodiesel dari gliserol selanjutnya dicuci dengan larutan garam jenuh sampai ph biosesel menjadi netral. Biodiesel selajutnya dianalisa sifat fisiknya meliputi : spesifik graviti, viscositas, titik nyala, titik tuang, sisa karbon, warna dan kadar air. Sebagai pembanding biodiesel yang dihasilkan juga dapat dilakukan analisa sifat fisik Solar dari SPBU.

Biodiesel juga sama seperti bahan bakar lainnya yang memiliki kelebihan dan kekurangan antara lain sebagai berikut :

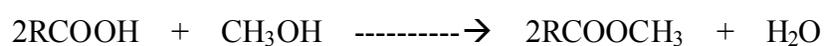
Kelebihan / keunggulan :

1. Biodiesel tidak beracun, sebagai bahan bakar Biodegradable, lebih aman dipakai dibandingkan dengan diesel konvensional, dapat dengan mudah dicampur dengan diesel konvensional dan dapat digunakan di sebagian besar jenis kendaraan saat ini bahkan dalam bentuk biodiesel B100 murni.
2. Biodiesel dapat membantu mengurangi ketergantungan kita pada bahan fosil dan meningkatkan keamanan dan kemandirian energi.
3. Biodiesel dapat diproduksi secara massal di banyak negara, contohnya USA yang memiliki kapasitas untuk memproduksi lebih dari 50 juta galon biodiesel per tahun.
4. Produksi dan penggunaan biodiesel melepaskan lebih sedikit emisi dibandingkan diesel konvensional, sekitar 78% lebih sedikit dibanding dengan diesel konvensional.
5. Biodiesel memiliki sifat pelumas yang sangat baik, secara signifikan lebih baik dari pada bahan bakar diesel konvensional sehingga dapat memperpanjang masa pakai mesin.
6. Biodiesel memiliki delay pengapian lebih pendek dibandingkan dengan diesel konvensional.
7. Biodiesel tidak memiliki kandungan sulfur sehingga tidak memberikan kontribusi terhadap pembentukan hujan asam.

Kelemahan Biodiesel :

1. Biodiesel saat ini sebagian besar diproduksi dari jagung yang dapat menyebabkan kekurangan pangan dan meningkatnya harga pangan, hal ini bisa memicu meningkatnya kelaparan di dunia.
2. Biodiesel 20 kali lebih rentan terhadap kontaminasi air dibandingkan dengan diesel konvensional, hal ini bisa menyebabkan korosi, filter rusak, pitting di piston, dll.
3. Biodiesel murni memiliki masalah signifikan terhadap suhu rendah.
4. Biodiesel secara signifikan lebih mahal dibandingkan dengan diesel konvensional.
5. Biodiesel memiliki kandungan energi yang jauh lebih sedikit dibandingkan dengan diesel konvensional, sekitar 11% lebih sedikit dibandingkan dengan bahan bakar diesel konvensional.
6. Biodiesel dapat melepaskan oksida nitrogen yang dapat mengarah pada pembentukan kabut asap.
7. Biodiesel, meskipun memancarkan emisi karbon yang secara signifikan lebih aman dibandingkan dengan diesel konvensional, masih berkontribusi terhadap pemanasan global dan perubahan iklim.
(<http://www.indoenergi.com/2012/04/keunggulan-dan-kelemahan-biodiesel.html>)

Minyak ini secara ekonomis sudah tidak diperhitungkan lagi dan cenderung dibuang sebagai limbah karena selain merusak citra makanan yang diolah juga dapat merusak kesehatan manusia. Minyak jelantah mempunyai komponen utama berupa trigliserida dan asam lemak bebas. Pada proses esterifikasi asam lemak bebas direaksikan dengan metanol membentuk Ester (Biodiesel) dan Air, dengan reaksi sebagai berikut :



Pembuatan biodiesel umumnya dilakukan dengan katalis basa homogen seperti NaOH dan KOH karena memiliki kemampuan katalisator yang lebih tinggi dibandingkan dengan katalis lainnya. Penggunaan katalis ini memiliki kelemahan

yaitu sulit dipisahkan dari campuran reaksi sehingga tidak dapat digunakan kembali dan pada akhirnya akan ikut terbuang sebagai limbah yang dapat mencemarkan lingkungan, untuk mengatasi hal ini dapat dilakukan pembuatan biodiesel dengan katalis heterogen. Pembuatan biodiesel dari minyak jelantah menggunakan reaksi transesterifikasi seperti pembuatan biodiesel pada umumnya, dengan pretreatment guna menurunkan angka asam pada minyak jelantah.

Angka asam yang terlalu tinggi akan mempersulit pemisahan gliserol dari biodiesel sehingga produksi biodiesel akan sedikit. Ketentuan paling penting dalam pembuatan biodiesel adalah kadar ester (minimal 96,5%), bilangan asam (maksimum 0,5 mg KOH/gr), kadar ester dipengaruhi oleh kualitas teknologi dan proses yang digunakan serta komposisi bahan baku yang digunakan.

Selain itu Parameter penting lainnya berupa kandungan sulfur, forpor, logam alkali, total kotaminasi dan hasil gliserol yang tidak bereaksi. Teknologi proses produksi biodiesel yang berkembang saat ini dapat dikelompokkan menjadi proses satu tahap (transesterifikasi) dan proses dua tahap (esterifikasi-transesterifikasi). Sedangkan minyak yang memiliki nilai *Free Fatty Acid* (FFA) diatas 1% seperti minyak goreng bekas sebaiknya memakai proses dua tahap (esterifikasi-trasesterifikasi). Minyak yang mengandung asam lemak bebas lebih dari 1% akan membentuk formasi emulsi sabun yang menyulitkan pada saat pemisahan biodiesel.

FFA adalah *Free Fatty Acid* atau Asam Lemak Bebas (ALB) untuk menunjukkan jumlah asam lemak bebas yang ada setelah di hidrolisa. Asam lemak bisa berbentuk bebas (karena lemak yang terhidrolisis) maupun terikat sebagai gliserida. Asam lemak bersama-sama dengan gliserol merupakan penyusun utama minyak nabati atau lemak dan merupakan bahan baku untuk semua lipida pada makhluk hidup.

Asam ini mudah dijumpai dalam minyak masak (goreng), margarine atau lemak hewan.

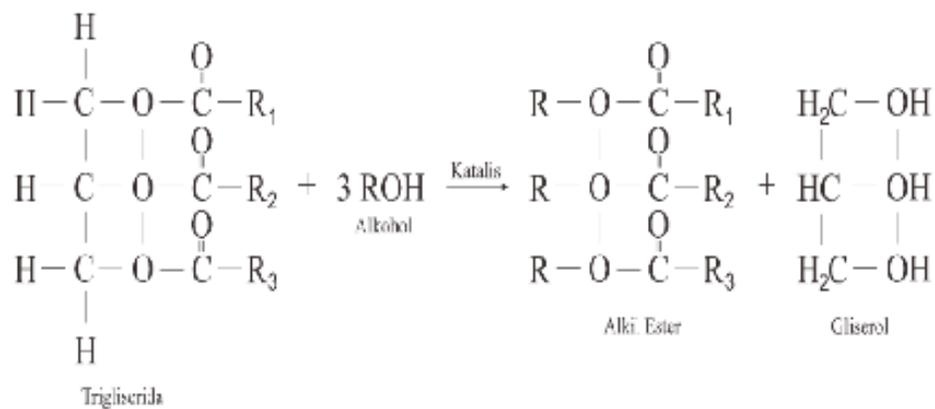
Faktor-faktor yang mempengaruhi Asam Lemak Bebas (FFA) :

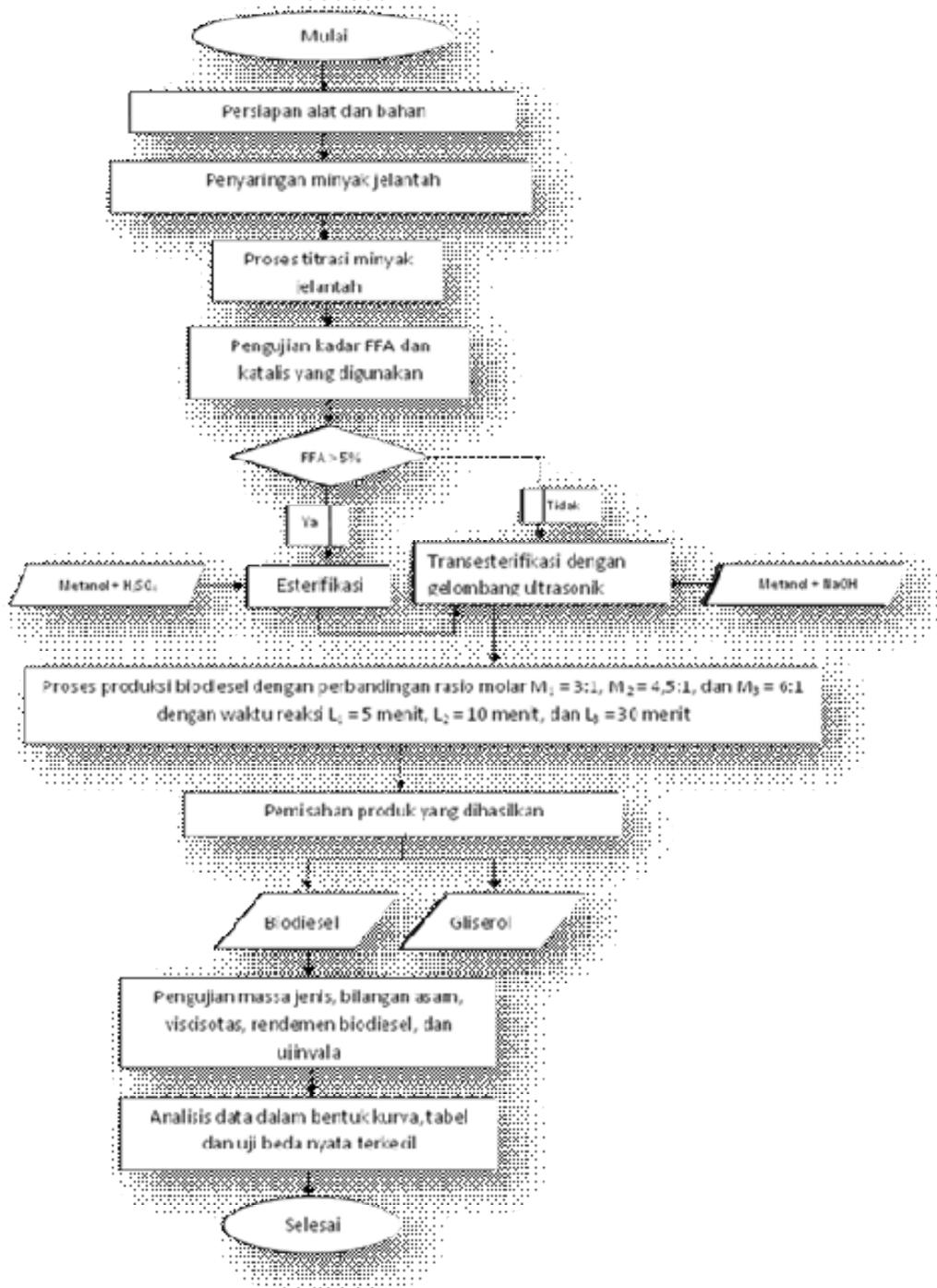
1. Penyerapan Bau, Lemak bersifat mudah menyerap Bau.

2. Hidrolisis, dengan adanya uap Air, lemak dapat terhidrolisis menjadi gliserol dan asam lemak bebas.
3. Oksidasi dan ketengikan, kerusakan lemak yang utama adalah timbulnya bau dan rasa tengik yang disebut proses ketengikan.
4. Adanya kegiatan enzim lipase yang terkandung di dalam buah dan berfungsi memecah lemak atau minyak menjadi asam lemak dan gliserol.

Transesterifikasi adalah proses transformasi kimia molekul trigliserida yang besar, bercabang dari minyak nabati dan lemak menjadi molekul yang lebih kecil, molekul rantai lurus, dan hampir sama dengan molekul dalam bahan bakar diesel.

Minyak nabati atau lemak hewani bereaksi dengan alkohol (biasanya metanol/etanol) dengan bantuan katalis (biasanya basa) yang menghasilkan alkil ester (atau untuk metanol/etanol, metil ester) (Knothe et al., 2005 dalam Herlina 2014). Reaksi transesterifikasi trigliserida menjadi metil/alkil ester Asam-asam lemak adalah sebagai berikut :





Gambar 2.1. Alur Proses Pembuatan Biodiesel dari minyak jelantah Esterifikasi Dan Transesterifikasi

2.2. Sejarah Biodiesel

Bahan bakar nabati Bioetanol dan Biodiesel merupakan dua kandidat kuat pengganti bensin dan solar yang selama ini digunakan sebagai bahan bakar mesin Otto dan Diesel. Pemerintah Indonesia telah mencanangkan pengembangan dan implementasi dua macam bahan bakar tersebut, bukan hanya untuk menanggulangi krisis energi yang mendera bangsa namun juga sebagai salah satu solusi kebangkitan ekonomi masyarakat. Biodiesel pertama kali dikenalkan di Afrika Selatan sebelum perang dunia II sebagai bahan bakar kendaraan berat.

Biodiesel didefinisikan sebagai metil/etil ester yang diproduksi dari minyak tumbuhan atau hewan dan memenuhi kualitas untuk digunakan sebagai bahan bakar di dalam mesin diesel. Sedangkan minyak yang didapatkan langsung dari pemerahan atau pengempaan biji sumber minyak (oilseed), yang kemudian disaring dan dikeringkan (untuk mengurangi kadar air) disebut dengan minyak lemak mentah. Minyak lemak mentah yang diproses lanjut guna menghilangkan kadar fospor (degumming) dan asam-asam lemak bebas (dengan netralisasi dan steam refining) disebut dengan refined fatty oil atau straight vegetable oil (SVO).

Biodiesel umumnya di produksi dari refined vegetable oil menggunakan proses transesterifikasi. Proses ini pada dasarnya bertujuan mengubah [tri, di, mono] gliserida berberat molekul dan berviscositas tinggi yang mendominasi komposisi refined fatty oil menjadi asam lemak methyl ester (FAME). Biodiesel tergolong bahan bakar yang dapat diperbaharui karena diproduksi dari hasil pertanian seperti : Jatak pagar, kelapa, sawit, kedele, jagung, rape seed, kapas, kacang tanah. Selain itu biodiesel juga bisa dihasilkan dari minyak hewan dan minyak ikan. Penggunaan biodiesel cukup sederhana, dapat terurai (biodegradable), tidak beracun dan pada dasarnya bebas kandungan belerang (sulfur).

Keuntungan lain dari biodiesel antara lain :

1. Termasuk bahan bakar yang dapat diperbaharui.
1. Tidak memerlukan modifikasi mesin diesel yang telah ada.
2. Tidak memperparah efek rumah kaca karena siklus carbon yang terlibat pendek.

3. Kandungan energi yang hampir sama dengan kandungan energi petroleum diesel.
4. Penggunaan biodiesel dapat memperpanjang usia mesin diesel karena memberikan lubrikasi lebih dari pada bahan bakar petroleum.
5. Memiliki flash point yang tinggi, yaitu sekitar 200°C, sedangkan bahan bakar petroleum diesel flash pointnya hanya 70°C.
6. Bilangan setana (cetane number) yang lebih tinggi dari pada petroleum diesel.

Konsep penggunaan minyak tumbuh-tumbuhan sebagai pembuatan bahan bakar sudah dimulai sejak tahun 1895 saat Dr. Rudolf Christian Karl Diesel (Jerman, 1858-1913) mengembangkan mesin kompresi pertama yang secara khusus dijalankan dengan minyak tumbuh-tumbuhan. Mesin diesel atau biasa juga disebut Compression Ignition Engine yang ditemukannya itu merupakan suatu mesin motor penyalaan yang mempunyai konsep penyalaan diakibatkan oleh kompresi atau penekanan campuran antara bahan bakar dan oxygen di dalam suatu mesin motor pada suatu kondisi tertentu.

2.3. Cadangan Biodiesel

Untuk mengidentifikasi kualitas biodiesel yang dihasilkan, perlu dilakukan pengujian sifat-sifat fisisnya. Uji sifat fisis ini perlu dilakukan untuk menghindari kerusakan alat dan kerugian lain yang mungkin timbul akibat penggunaan bahan bakar ini. Biodiesel yang dihasilkan nanti diarahkan untuk menggantikan bahan bakar solar, karena bahan bakar ini digunakan langsung oleh masyarakat sehingga nantinya diharapkan masyarakat dapat memproduksi sendiri. Untuk itu sifat-sifat Biodiesel yang dihasilkan disesuaikan dengan standar bahan bakar solar. Minyak jelantah merupakan minyak goreng yang digunakan beberapa kali sehingga masih memiliki asam lemak dalam trigliserida dan mengandung senyawa-senyawa hasil dekomposisi minyak biasanya dihasilkan dari menggoreng bahan pangan dan sisanya tidak langsung dibuang.

Minyak bumi merupakan sumber energi yang tidak terbarukan. Peningkatan penggunaan bahan bakar, mengakibatkan persediaan minyak bumi semakin

menipis, sehingga jika sumber- sumber baru tidak ditemukan, maka dalam waktu yang tidak terlalu lama, minyak bumi harus diimpor. Di beberapa negara, biodiesel dari minyak nabati telah diproduksi dan dikonsumsi dalam jumlah banyak. Pada tahun 2008 produksi biodiesel Amerika Serikat mencapai 700 juta gallon (Anonim, 2008).

Tabel 2.1 Karakteristik Biodiesel Minyak Jelantah

No	Uraian	Satuan	Standard	
			Solar	Biodiesel
1	Viscositas pada 40°C	cSt	1,6 – 5,9	2,3 – 6
2	Densitas pada 40°C	gr/cm ³	0,62 – 0,87	0,85 – 0,90
3	Total Acid Number (TAN)	MgKOH/gr	< 0,6	< 0,8
4	Flash point	°C	>100	> 100
5	Cloud point	°C	< 18	< 1,8
6	Micro Carbon Residue	%wt		< 0,3
7	Water content	%vol	< 0,05	< 0,05
8	Belerang	%wt		< 0,0001
9	Fospor	%wt		< 0,00001
10	Total Glycerol	%wt		< 0,024
11	Free Glycerol	%wt		< 0,02
12	Kadar Ester Alkil	%wt		< 96,5
13	Iodium Number	%		< 115
14	Belangan Cetana	-	> 45	> 51
15	Nilai Kalor Bawah (I,HV)	kJ/kg	45.300	--

Sumber : Pertamina, BPPT, SNI Biodiesel No.04-7182-2006

Tabel 2.2 Syarat Mutu Biodiesel menurut SNI (Badan Standarisasi Nasional 2015, Jakarta)

No	Parameter Uji	Satuan	Persyaratan
1	Massa jenis pada 40°C	Kg/m ³	850-890
2	Viscositas	Mm ² /s (cSt)	2.3-6.0
3	Angka Setana	Min	51
4	Titik nyaka (makngkok tertutup	°C, min	100
5	Titi Kabut	°C, maks	18
6	Korosi lempeng tembaga (3 jam pada 50°C		nomor 1
7	Residu Karbon -Dalam percontohan asli atau -Dalam 10°C ampas destilasi	%-massa, maks	0.05 0.3
8	Air dan sedimen	%-volume, maks	0.05
9	Temperatur destilasi 90%	°C, maks	360
10	Abu terpusatkan	%-massa, maks	0.02
11	Belerang	Mg/kg, maks	50
12	Fospor	Mg/kg, maks	4
13	Angka Asam	Mg-KOHg, maks	0.5
14	Gliserol bebas	%-massa, maks	0.02
15	Gliserol total	%-massa, maks	0.24

Tabel 2.3 Bibliography Penelitian

No.	Judul	Peneliti /Tahun	Hasil
1	Pembuatan Biodiesel dari minyak goreng bekas Proses Kontinyu : Uji Kualitas	Erna Astuti dkk. / 2017	Pembuatan Biodiesel dari minyak goreng bekas dapat dilakukan secara kontinyu, uji viscositas kinematik, masa jenis serta kandungan air dan sedimen, hasil perbandingan minyak goreng bekas dan metanol memenuhi Standar Nasional Indonesesi (SNI)

2	Transesterifikasi minyak jelantah menggunakan continous microwave Biodiesel Reactor	Ariwibowo dkk, 2017	Nilai angka asam, gliserol total dan gliserol bebas masih belum memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI)
3	Studi Kelayakan Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah Skala Industri Kecil	Shofiatul Ula, dkk / Februari 2017	Hasil Uji fisik biodiesel dari minyak jelantah menunjukkan (secara umum mempunyai sifat fisik seperti solar) densitas 0,8789 gr/ml, viscositas 6,118 mm ² /s, titik nyala 178°C, residu karbon 0,0006%wt, kadar abu 0,0397% wt dan gross heating value 19400BTU/lb
4	Biodiesel dari Minyak Jelantah menggunakan Katalis Basa Heterogen berbahan Dasar Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (ATKKS)	Duafrizal Joycorleon Manik, dkk / Februari 2017	Lama reaksi transesterifikasi memberikan pengaruh yang nyata ($P>0,05$) terhadap bilangan Asam, kadar air, kadar gliserol total, viscositas titik nyala serta memberikan pengaruh tidak nyata ($P<0,05$) terhadap pengaruh tsb.
5	Transesterifikasi minyak goreng bekas menjadi Biodiesel dengan Katalis Kalsium Oksida	Nur Hidayati, dkk / April 2017	Kondisi reaksi seperti rasio moral metanol dan minyak, jumlah katalis, suhu dan waktu reaksi berpengaruh terhadap Yield biodiesel tapi jumlah katalis tidak berpengaruh terhadap yield)
6	Analisis Minyak Jelantah sebagai Bahan Bakar Biodiesel dengan Proses Transesterifikasi	Hadrah, dkk / Februari 2018	Rasio Komposisi Metanol dan NaOH berpengaruh terhadap kualitas Biodiesel dari minyak jelantah yaitu Asam Lemak Bebas Biodiesel. Hasil pengujian nilai viscositas terhadap minyak jelantah 1:2, 1:4, 1:8, berurutan 3,93; 4,01; 4,32 Cst sehingga nilai visvositas kinematik semakin kecil seiring penambahan jumlah metanol

Biodiesel merupakan bahan yang sangat potensial digunakan sebagai penggantinya disebabkan karena bahan bakunya yang berasal dari minyak nabati

dapat diperbaharui, dapat dihasilkan secara periodik dan mudah diperoleh. Untuk memproduksi biodiesel selain harganya relatif stabil dan produksinya mudah disesuaikan dengan kebutuhan biaya produksi yang mahal adalah salah satu kendalanya.

Selama proses penggorengan, terjadi pemanasan dan minyak berubah menjadi gelap karena terjadinya reaksi kimia yang dapat menghasilkan sekitar 400 senyawa kimia yang umumnya bersifat karsinogenik, sedangkan pembuangan minyak goreng bekas secara langsung ke lingkungan akan menimbulkan pencemaran. Memperhatikan kenyataan, tantangan dan harapan maka muncullah pemikiran bagaimana menciptakan peralatan untuk mengolah limbah.

Minyak Nabati (Jelantah/bekas) yang dipakai berulang kali membayakan kesehatan dikarenakan selain semakin banyaknya kotoran yang terkandung dalam minyak goreng akibat penggorengan bahan makanan sebelumnya dan semakin banyaknya senyawa - senyawa asam karboksilat bebas di dalam minyak serta minyak goreng yang semakin tidak jernih jika dipakai berulang kali sehingga perlu dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan.

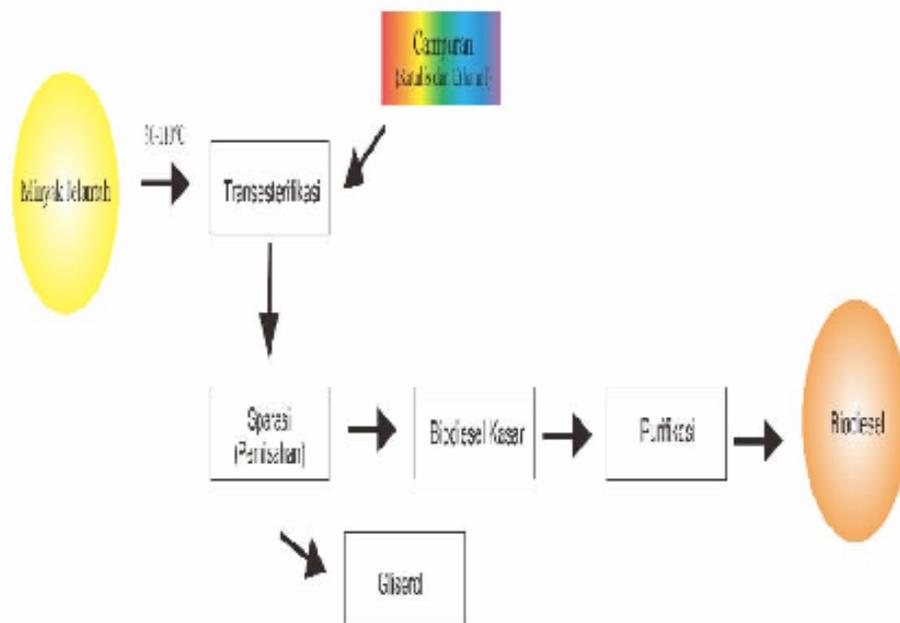
Dengan menggunakan FCCU Base Chemical Al_2O_3 sebagai Katalis, Catalytic Cracking atau perengkahan berkatalis adalah suatu cara untuk memecah hidrokarbon kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana yang dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas produk dan juga dapat menurunkan jumlah residu yang dihasilkan, untuk itu sifat biodiesel yang dihasilkan disesuaikan dengan standar bahan bakar solar serta diperlukan cara untuk menekan biaya produksi biodiesel.

BAB 3

METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh urutan kerja yang sistimatis, logis, terstruktur dan dapat di analisa secara ilmiah serta dengan mengadakan studi pustaka sehingga mendapatkan data yang diperlukan. Untuk dapat menyelesaikan suatu permasalahan sehingga terpecahkan apabila ditunjang suatu langkah pemikiran dan dituangkan dalam suatu konsep design penelitian atau kajian studi literasi tersebut sesuai dengan tujuan dan manfaat/kegunaan.

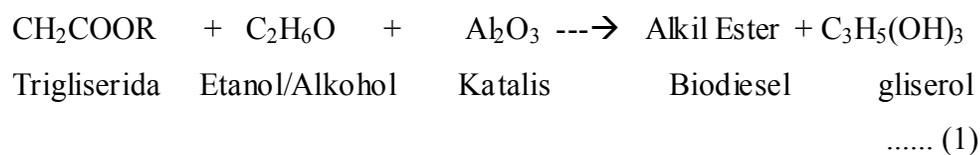
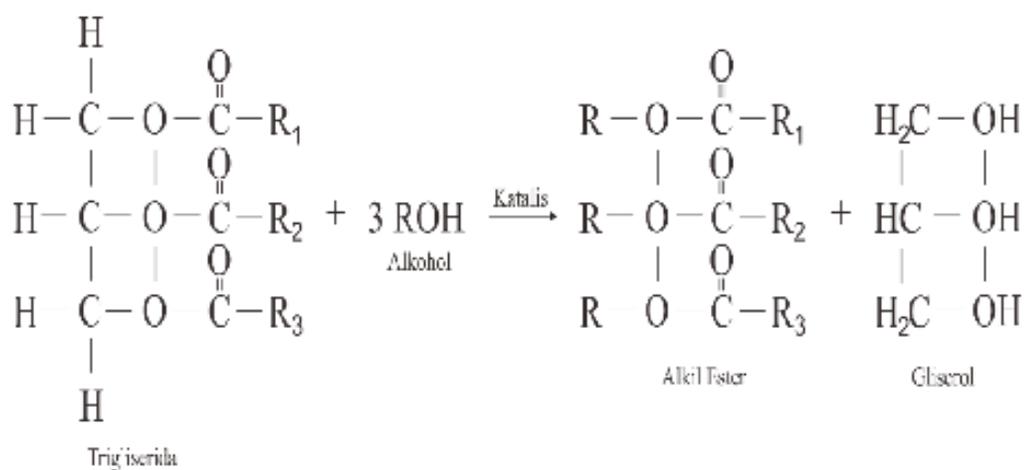
Konsep inilah yang mempermudah peneliti dalam melakukan observasi di laboratorium serta dijadikan kerangka acuan selama penelitian atau kajian studi literasi yang berlangsung melalui metodologi rekayasa.



Gambar 3.1 Flowsheet Pembuatan Biodiesel

Di beberapa negara, biodiesel dari minyak nabati telah diproduksi dan dikonsumsi dalam jumlah banyak. Pada tahun 2008 produksi biodiesel Amerika Serikat mencapai 700 juta gallon (Anonim, 2008).

Persamaan reaksi Alkoholisis/Etanolisis minyak nabati dapat ditulis sebagai berikut :



Dengan R₁, R₂, R₃, dan R' adalah gugus Alkil

Pada Persamaan (1) terlihat bahwa 1 mol gliserid, yang mempunyai 3 gugus Asam lemak bereaksi dengan 3 mol etanol menghasilkan 1 mol gliserol dan 3 mol ester asam lemak. Dalam hal ini 1 mol gliserid sama dengan 3 ekivalen, sebab itu kalau dinyatakan dalam ekivalen, maka persamaan (1) dapat dituliskan menjadi :



Pada proses ini, kemungkinan reaksi yang terjadi yaitu :

1. Pereaksi A dan B keduanya terserap dan teraktifkan oleh katalisator lalu disusul dengan reaksi kimia pada permukaan katalisator.

2. Hanya pereaksi A yang terserap dan teraktifkan oleh katalisator, kemudian dilanjutkan dengan reaksi kimia antara A yang terserap dan B yang tetap berada dalam fase cair.
3. Katalisator padat melepaskan ion hidrogen (H^+) dari permukaannya ke dalam cairan yang berisi A dan B, lalu disusul dengan reaksi kimia antara A dan B.

Dengan melihat penelitian yang sejenis ternyata reaksi kimia terjadi pada fase cair, maka persamaannya ditulis dengan :

$$r = k C_{AL} \cdot C_{BL} \quad \dots (3)$$

Bila C_{BL} konstan dan selanjutnya kC_{BL} dinyatakan dengan k' maka :

$$r = - \frac{dC_{AL}}{dt} = k' C_{AL} \quad \dots (4)$$

Seterusnya, dengan memasukkan konversi X_A , dan setelah diatur dan diintegrasikan, maka persamaan (4) berubah menjadi :

$$-\ln(1 - X_A) = k't + b \quad \dots (5)$$

Bila hubungan antara $-\ln(1 - X_A)$ hasil penelitian dilukis terhadap t , dan ternyata diperoleh garis lurus, maka nilai k' sama dengan tangen arah garis itu.

Proses alkoholis minyak jelantah ini dilakukan pada suhu tinggi, sehingga kecepatan reaksi akan lebih lebih besar disamping pemakaian katalisator padat akan memberikan keuntungan yaitu katalisator mudah dipisahkan dengan cara filtrasi dan kemurnian hasil lebih tinggi setelah dipisahkan katalisator dapat digunakan kembali. Pemakaian autoklaf yang dilengkapi pengaduk menyebabkan pencampuran zat-zat pereaksi lebih sempurna dibandingkan dengan autoklaf yang diputar. Selain itu pengambilan cuplikan dapat dilakukan tanpa menghentikan proses yang sedang berlangsung.

Pada autoklaf yang diputar selain pencampurannya kurang sempurna, pengambilan cuplikan harus didahului dengan menghentikan proses sehingga mungkin telah terjadi pemisahan pada saat pengambilan cuplikan. Cuplikan yang diambil kurang akurat untuk keperluan analisis.

Seandainya nanti penelitian ini memberikan hasil yang baik maka manfaat yang diharapkan adalah :

1. Untuk negara dan masyarakat, meningkatkan nilai tambah minyak jelantah (bekas) mengubah bahan itu menjadi ester dan gliserol
2. Untuk ilmu pengetahuan diperoleh data tetapan kecepatan etanolisis minyak jelantah memakai katalisator bekas dengan tekanan lebih 1 atm, mempelajari kinetika reaksi etanolisis.

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Instrument Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang dan Pabrikasi & Laboratorium Proses di PERTAMINA RU III Plaju.

Penelitian akan dilakukan mulai tanggal 4 Desember sampai dengan 13 Maret 2019.

3..2. Alat dan Bahan

Magnetic Stirrer / pengaduk putar motor listrik; Thermometer; Neraca Analitis; Picnometer; Pemanas / Hotplate / Heating Mantle; Viscometer oswald; Gelas Ukur; Corong Pemisah; Erlenmeyer Glass; Labu pemisah plastik; Beaker Glass; Cruses; Manometer; Penyekat Panas; Autoclaf (Labu leher 3) yang dilengkapi dengan penyekat panas; Labu Leher 2; Pendingin balik / condenser; pipet volum / tetes; pengaduk glass; kertas saring dan saringan; kran pengambil cuplikan; Aluminium Foil.

Bahan yang digunakan :

- Minyak Jelantah diperoleh dari Pedagang Gorengan UMKM dan Rumah Makan/Restoran.
- Katalis FCCU Base Chemical Al_2O_3 dari Pertamina RU. III.
- Alkohol Etanol
- Analisa Biodiesel; Asam Asetat, Asam Oksalat, Asam Chlorida, Natrium Hidroksida, Indikator Phenolptalein (PP), Aquadest.

3.3. Variabel Penelitian :

Dalam penelitian ini akan diketahui kecepatan putaran pengadukan selama berlangsungnya proses tersebut dalam waktu berselang 10 menit yaitu (10' ; 20' ; 30' ; 40' ; 50' ; 60'. Adapun variasi kecepatan pengadukan menggunakan 280 ppm, 320 ppm, 340 ppm, 360 ppm, 375 ppm pada masing-masing sampel/cuplikan.

3.4. Prosedur Penelitian

Minyak Jelantah, Etanol, dan Katalisator padat dimasukkan ke dalam autoklaf dengan perbandingan volume berat yang sudah ditentukan (Labu leher 3 lengkap dengan Pengaduk) berkecepatan dijaga maximum 375 ppm. Tutup rapat lalu pemanas dan penggerak pengaduk dihidupkan, suhu konstan 110°C dan kecepatan pengadukan dipertahankan tetap dengan mengatur powerstat masing - masing. Setelah suhu konstan tercapai, cuplikan diambil setiap selang waktu 10 menit lalu didinginkan dan pusingkan untuk mempercepat pemisahan menjadi dua lapis.

1. Peubah

Untuk mengetahui kinetika reaksi, dipelajari pengaruh jumlah katalisator, kecepatan pengadukan, suhu reaksi, dan perbandingan ekivalen etanol-minyak pada jangka waktu 10 sampai dengan 60 menit, kecepatan pengadukan bervariasi untuk mengambil cuplikan dengan selang waktu yang ditentukan.

2. Analisis hasil pada penelitian

Cuplikan yang diambil ditimbang pada setiap selang waktu 10 menit untuk ditentukan kadar gliserolnya dengan cara asetin (Griffin, 1955). Cuplikan ditimbang beratnya lalu dimasukkan ke dalam alat pemusing (labu dengan pengaduk penggerak) untuk memisahkan lapisan atas dengan lapisan bawah. Apabila batas antara kedua lapisan sudah jelas, lapisan atas diambil dengan pipet, dan lapisan bawah ditimbang lagi, dan sisa etanol diuapkan. Seterusnya, cairan itu diambil kurang lebih 1,3 gram, dimasukkan ke dalam erlemeyer lalu tambah 3 gram Natrium asetat dan 7,5 mL anhidrid Asam asetat. Campuran dididihkan selama 1

jam dengan memasang pendingin balik pada erlemeyer / labu leher 2. Setelah dididihkan, campuran didinginkan hingga suhu sekitar 50 °C, lalu ditambah 50 mL air suling (Aquadest) yang suhunya sama melalui pendingin balik, dan pendinginan dilanjutkan.

Campuran yang telah dingin dinetralkan dengan NaOH 3 N, memakai indikator phenolptalin sampai terbentuk warna merah lalu tambahkan 50 mL NaOH 1N, kemudian dididihkan selama 15 menit, dan dilanjutkan dengan pendinginan. Setelah dingin, campuran dititrasi dengan HCl 1N sampai warna merah hilang. Dilakukan titrasi blanko dengan cara yang sama tanpa cuplikan.

3.5. Parameter Uji

Untuk mendapatkan kondisi yang baik (optimum) maka dilakukan konversi variasi terhadap variabel penelitian yang dihasilkan dalam kondisi Kecepatan Putaran Pengadukan serta berdasarkan Perbandingan Pereaksi.

Perbandingan Rasio Minyak/Etanol dan FCCU Base Chemical Al₂O₃ pada masing – masing sampel adalah sebagai berikut :

1. Minyak Jelantah, yang sudah bersih dari kotoran (disaring)
2. Alkohol/Etanol 96%
3. Katalisator FCCU Base Chemical Al₂O₃

Perbandingan volume 200mL larutan masing-masing (1:6, 1:5, 1:4, 1:3, 1:2, 1:1) katalis 2 grm berat minyak

Hasil Uji Kualitas Biodiesel

Persiapan peneliti setelah melakukan riset di Laboratorium maka didapat atau dihitung dari pengujian Biodiesel dengan parameter sebagai berikut :

1. Densitas Biodiesel dalam satuan gr/mol;
2. Asam Lemak Bebas dalam Persen (%);
3. Viscositas Kinematic dalam satuan (mm²/sec).

Pada penelitian yang terdahulu dilihat bahwa konversi gliserid makin meningkat dengan bertambahnya kecepatan pengaduk, karena gerakan molekul-molekul zat

pereaksi makin besar sehingga tumbukan juga beramah. Akan tetapi kenaikan konversi tidak besar dan dapat dikatakan bahwa reaksi yang menentukan kecepatan reaksi keseluruhan.

Grafik hubungan $-\ln(1 - X_A)$ dengan waktu 1 menit, menunjukkan bahwa titik-titik yang diperoleh tidak banyak menyimpang dari garis-garis lurus yang terbetuk (gambar 6). Dapat disimpulkan bahwa reaksi alkoholis minyak jelantah dengan katalis padat dikendalikan oleh reaksi kimia yang ber-orde satu semu terhadap gliserid.

$$k' = 1,3108 (10^{-2}) N^{0,0574}$$

Kesalahan k' hasil penelitian rata-rata 0,39% dan penyimpangan $x \pm 0,21\%$ dari persamaan (8) tampak bahwa indeks Reynolds mempunyai nilai 0,0574 jauh lebih rendah dari 0,5. Hal ini menunjukkan dengan jelas bahwa reaksi kimia lah yang berperan (Johnstone and Thring, 1957).

Pengaruh perbandingan ekivalen etanol – minyak

Makin besar perbandingan ekivalen etanol-minyak, maka kemungkinan tumbukan antar zat-zat pereaksi menjadi makin besar.

Hubungan antar $-\ln(1 - X_A)$ dengan waktu, t , berupa garis-garis lurus juga dan nilai k' nya tertera hal ini menunjukkan bahwa reaksi berorde satu semu terhadap gliserid.

Kalau $-\ln k'$ dan $\ln P$ dibuat grafik, diperoleh garis lurus dan dengan cara kuadrat terkecil diperoleh persamaan :

$$k' = 1,2578 (10^{-2}) P^{0,2032} \quad \dots\dots (9)$$

Kesalahan rata-rata k' hasil penelitian terhadap persamaan (9) adalah 1,00% dan penyimpangan $x \pm 0,87\%$.

Pengaruh gabungan variabel :

Dengan memperhatikan kecenderungan yang ditunjukkan oleh setiap variabel secara terpisah, maka pengaruh gabungan variabel :

$$k' = \beta_0 e^{\beta_1/T} N^{\beta_2} P^{\beta_3} \quad \dots\dots (10)$$

Dengan cara kuadrat terkecil diperoleh nilai $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$, sehingga persamaan (10) menjadi :

$$k' = 1659,2162 e^{-4668,74/T} (7,4976x^{10^{-3}} + 4,6455x 10^{-3}H) N^{0,0529} P^{0,1824}$$

dengan rata-rata hasil percobaan terhadap persamaan sebesar $\pm 13,66\%$ untuk k' , dan penyimpangan $x \pm 9,01\%$.

Perbandingan Hasil

Hasil penelitian ini, jika dibandingkan dengan hasil penelitian lain, ternyata semuanya ber-orde satu semu dan konversi gliserid tidak jauh berbeda jauh.

Tabel 3.1 Perbandingan Etanolisis

	Minyak Kepuh	Minyak biji nyamplung ****)	Minyak Biji karet *)	Minyak biji jarak pagar **)	Minyak biji kapuk	Minyak gorng bekas ***)
Waktu, menit	60	60	60	60	60	60
Suhu ter- tinggi oC	120	120	120	120	120	120
Tekanan, atm	3,37	3,6	2,6	5,01	1	4,5
Katalisator	Bekas (padat)	Amberly	HCl	NaOH	K ₂ CO ₃	Zeolit Alam
Jumlah Katalisator	2 %	0,1071 g/g minyak	11,6707 mgek/L	0,7138 %	0,5 %	2,31 %
Etanol/minya k mgek/mgek	6	10,3317	7,7459	10,4	3,34	6
Orde reaksi	1	1	1	1	1	1
Konversi %	72,20	70,47	83,51	84,6	67,7	74,47

*) Andaka (1990)

***) Junaedi (1990)

****) Lestari (1995)

*****) Farooq (1995)

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Pada saat proses pengadukan berlangsung 10 menit untuk sampel (1:1) pada pengadukan berkecepatan 280 ppm maka di dapat jumlah mol biodiesel yang sama karena pipet/selang cuplikan tidak terlalu menyentuh pada lapisan bawah, begitu juga pada 10 menit kedua dan ketiga, dan pada 10 menit keempat dan seterusnya mendapatkan nilai mol biodiesel serta gliserid di lapisan bawah.

Pada kecepatan pengadukan 320 ppm menggunakan pelarut dengan perbandingan (1:2) di 10 menit pertama mol biodiesel yang didapat sama seperti pada pengadukan 280 ppm sehingga dapat .

Pereaksi yang digunakan pada pengadukan 340 ppm dengan perbandingan (1:3), pada 10 menit pertama, kedua, ketiga juga sama karena sampel yang diambil biodiesel dan gliserid nya hanya sedikit sekali, dalam pengamatan kami cuplikan sampel minyak/etanol perbandingan 1:4, 1:5, 1:6 dan pengadukan 360 ppm hasilnya baik dan optimal.

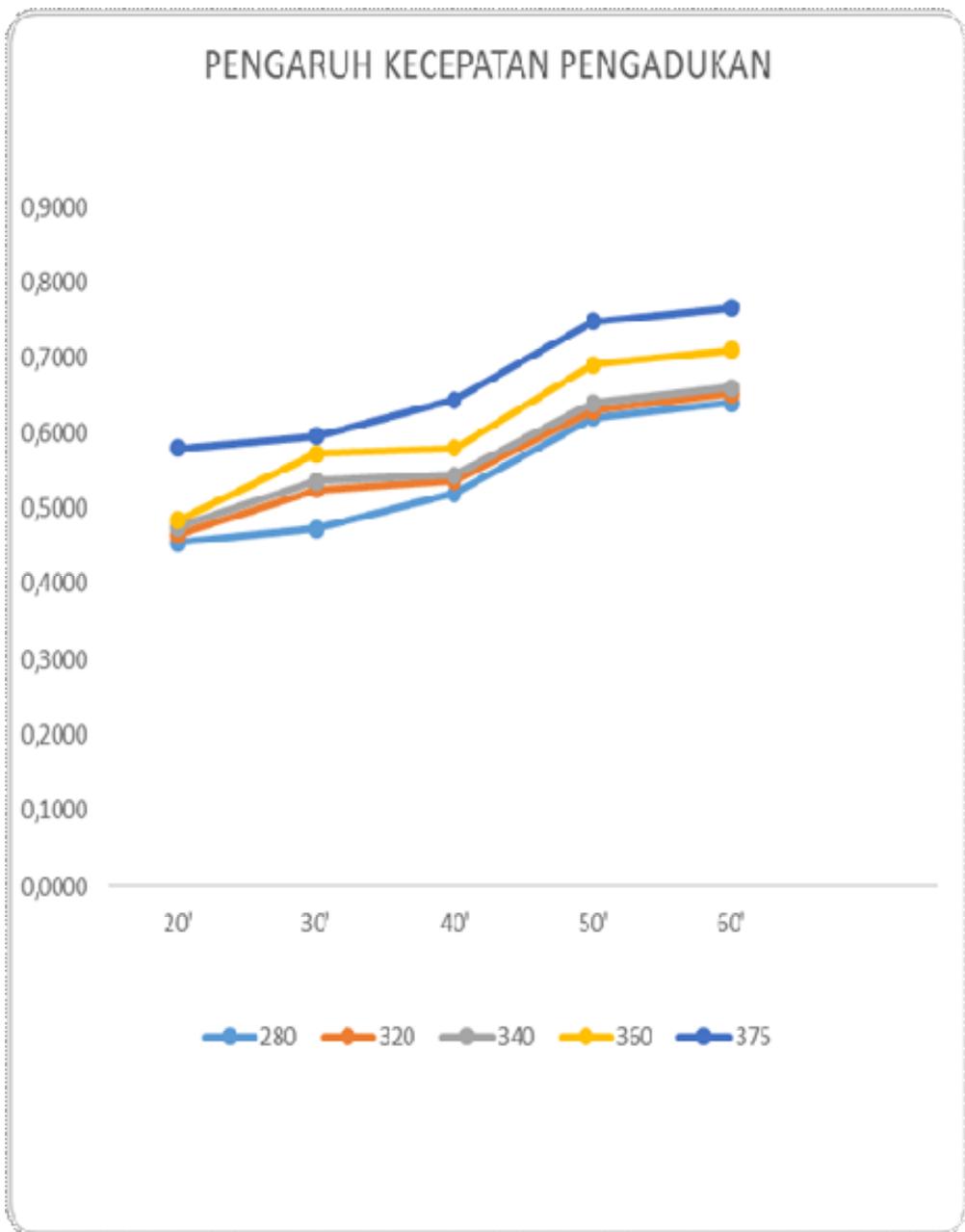
4.2 Pembahasan

Dari tabel konversi yang dihitung, grafik yang terbentuk linier tergantung pada hasil penelitian dan perhitungan yang akurat. Peneliti sebelumnya mendapatkan nilai yang lebih optimal dibandingkan dengan penelitian yang baru selesai dilakukan oleh penulis ini bisa disebabkan karena jenis katalisator yang digunakan sama sedangkan jumlah larutan sampel berbeda serta kecepatan pengaduk yang dilakukan dari yang rendah sampai lebih besar. Berdampak juga pada volume pengambilan cuplikan pada setiap 10 menit dengan suhu maximum 110°C dimulai pada suhu 50°C.

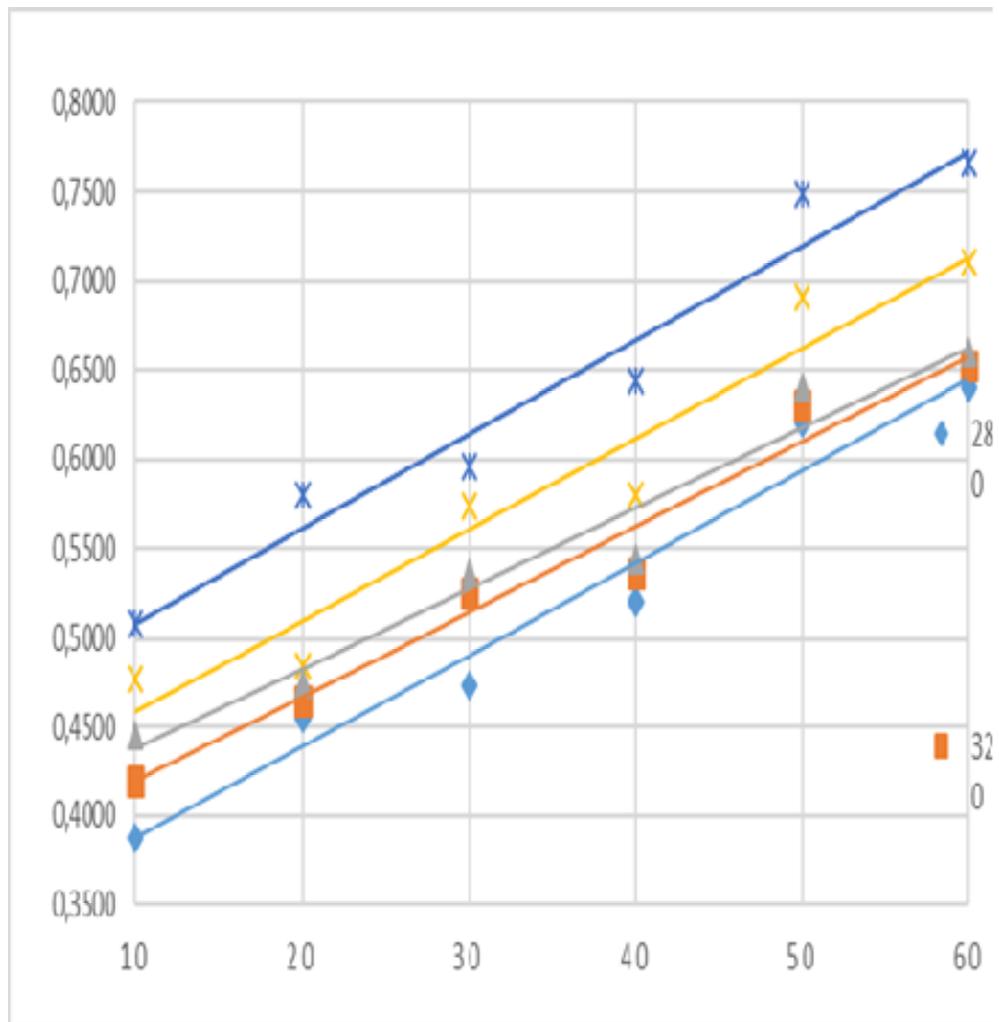
Tabel 4.1 Hasil Pengadukan pada kecepatan yang bervariasi

Waktu (menit)	Konversi, x bagian pada Kecepatan putaran Pengaduk, Suhu 110°C minyak/etanol 6 grek/grek, katalisator 2% berat minyak				
	280 ppm	320 ppm	340 ppm	360 ppm	375 ppm
10'	0,3877	0,4199	0,4459	0,4777	0,5077
20'	0,4550	0,4650	0,4750	0,4850	0,5800
30'	0,4733	0,5253	0,5365	0,5733	0,5958
40'	0,5202	0,5366	0,5445	0,5802	0,6437
50'	0,6202	0,6302	0,6402	0,6902	0,7482
60'	0,6402	0,6524	0,6602	0,7102	0,7662
$k^2(10^2)$ menit ⁻¹	0,0053	0,0040	0,0052	0,0045	0,0005
b	0,4558	0,3029	0,3356	0,3929	0,4076

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa semakin lama waktu serta semakin besar kecepatan pengadukan maka hasil pemurnian akan semakin besar, hanya saja pada proses pengadukan akan berdampak penyimpangan disebabkan karena homogenitas pada saat pengambilan cuplikan / campuran larutan tidak stabil. Pada penelitian ini kami menyimpulkan bahwa pada cuplikan optimum dengan waktu 50 menit dan kecepatan pengadukan 360 ppm dihasilkan pemurnian sebesar 0,6902, lihat grafik.



Waktu (menit)



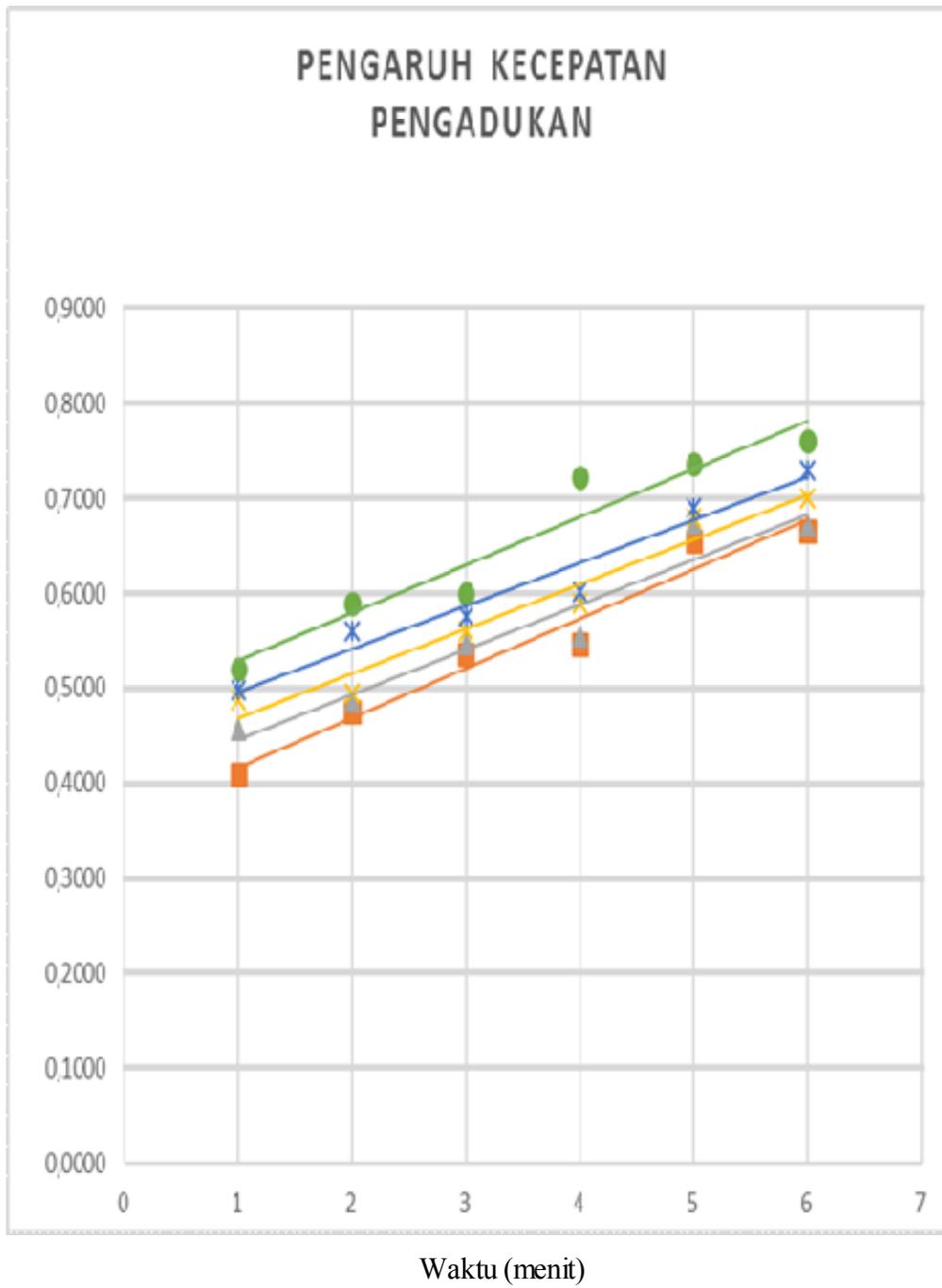
Gambar 4.1 Kecepatan Pengadukan terhadap waktu

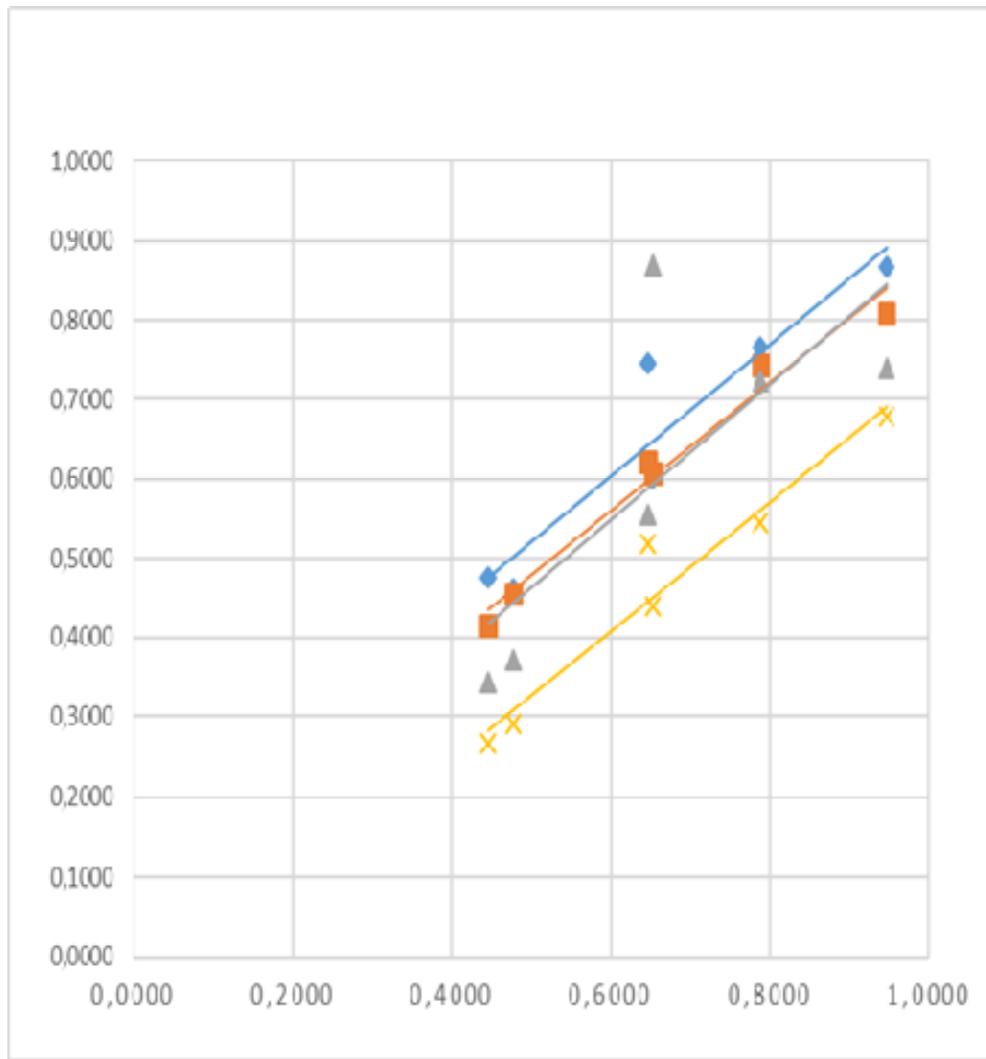
Kedua Gambar 4.1 diatas menunjukkan bahwa pada variasi putaran Kecepatan Pengadukan menunjukkan nilai maksimum sebesar 0,7662 pada kecepatan 375 ppm, namun masih ada penyimpangan dalam menentukan pengambilan cuplikan.

Tabel 4.2 Perhitungan Konversi $-\ln(1-X_A)$ pada Kecepatan Pengadukan yang bervariasi

Waktu (menit)	Konversi, x bagian pada Kecepatan putaran Pengaduk, Suhu 110°C minyak/etanol 6 grek/grek, katalisator 2% berat minyak				
	280 ppm	320 ppm	340 ppm	360 ppm	375 ppm
10'	0,9475	0,8677	0,8077	0,7388	0,6779
20'	0,7875	0,7657	0,7444	0,7236	0,5445
30'	0,6411	0,7451	0,6227	0,5563	0,5179
40'	0,6535	0,6022	0,6079	0,8679	0,4405
50'	0,4777	0,4617	0,4559	0,3708	0,2901
60'	0,4459	0,4771	0,4152	0,3422	0,2663
$k'(10^2)$ menit ⁻¹	0,8100	0,8150	0,8293	0,8382	0,8500
B	0,0081	0,1060	0,0110	0,0390	0,0900

Tabel diatas menunjukkan hasil konversi perhitungan bahwa pada variasi perputaran Kecepatan Pengadukan tetap pada kecepatan 375 ppm nilai $k' = 0,8500$. Hal ini disebabkan Pengadukan yang baik dapat menurunkan Perpindahan Panas dan Perpindahan Massa secara konveksi, lihat grafik.





Waktu (detik)

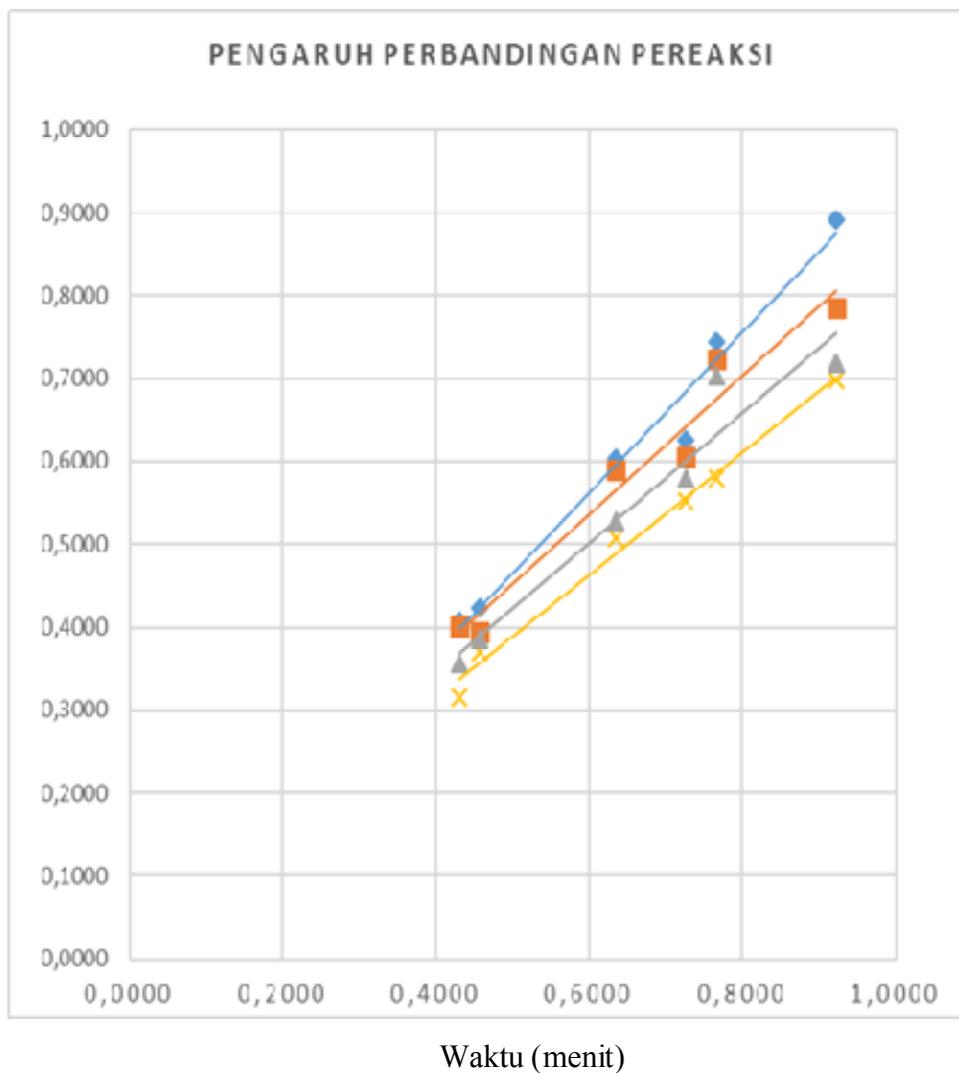
Gambar 4.2 Konversi Kecepatan Pengadukan $-\ln(1-X_A)$ terhadap waktu

Kedua Gambar diatas menunjukkan hasil perhitungan konversi pada Kecepatan Pengadukan dengan mendapatkan nilai persamaan pada $-\ln(1-X_A)$

Tabel 4.3 Perbandingan Pereaksi, Suhu 110°C, kecepatan pengadukan 360 ppm, katalisator 2% berat minyak, etanol-minyak = 6 mgek/mgek .

Waktu (menit)	Konversi x bagian, pada Pengaruh perbandingan Pereaksi, Etanol-minyak 6 mgek/mgek, suhu 110°C, kecepatan pengadukan 360 ppm, katalisator 2% berat minyak					
	1	2	3	4	5	6
10'	0,3977	0,4099	0,4559	0,4877	0,4977	0,5207
20'	0,4650	0,4750	0,4850	0,4950	0,5600	0,5889
30'	0,4833	0,5353	0,5465	0,5600	0,5758	0,5993
40'	0,5302	0,5466	0,5545	0,5902	0,6018	0,7223
50'	0,6332	0,6545	0,6545	0,6802	0,6902	0,7366
60'	0,6502	0,6654	0,6702	0,7002	0,7302	0,7602
$k'(10^2)$ menit ⁻¹	0,0260	0,0026	0,0204	0,0033	0,036	0,0221
B	0,3706	0,6186	0,0619	0,4748	0,4532	0,0669

Tabel diatas menunjukkan nilai optimum pada perhitungan Perbandingan Pereaksi dengan kecepatan pengadukan terbesar yaitu 375 ppm dalam waktu paling tinggi 60 menit, dihasilkan nilai maksimum $k' = 0,7602$ pada cuplikan/sampel 6 (1:6).



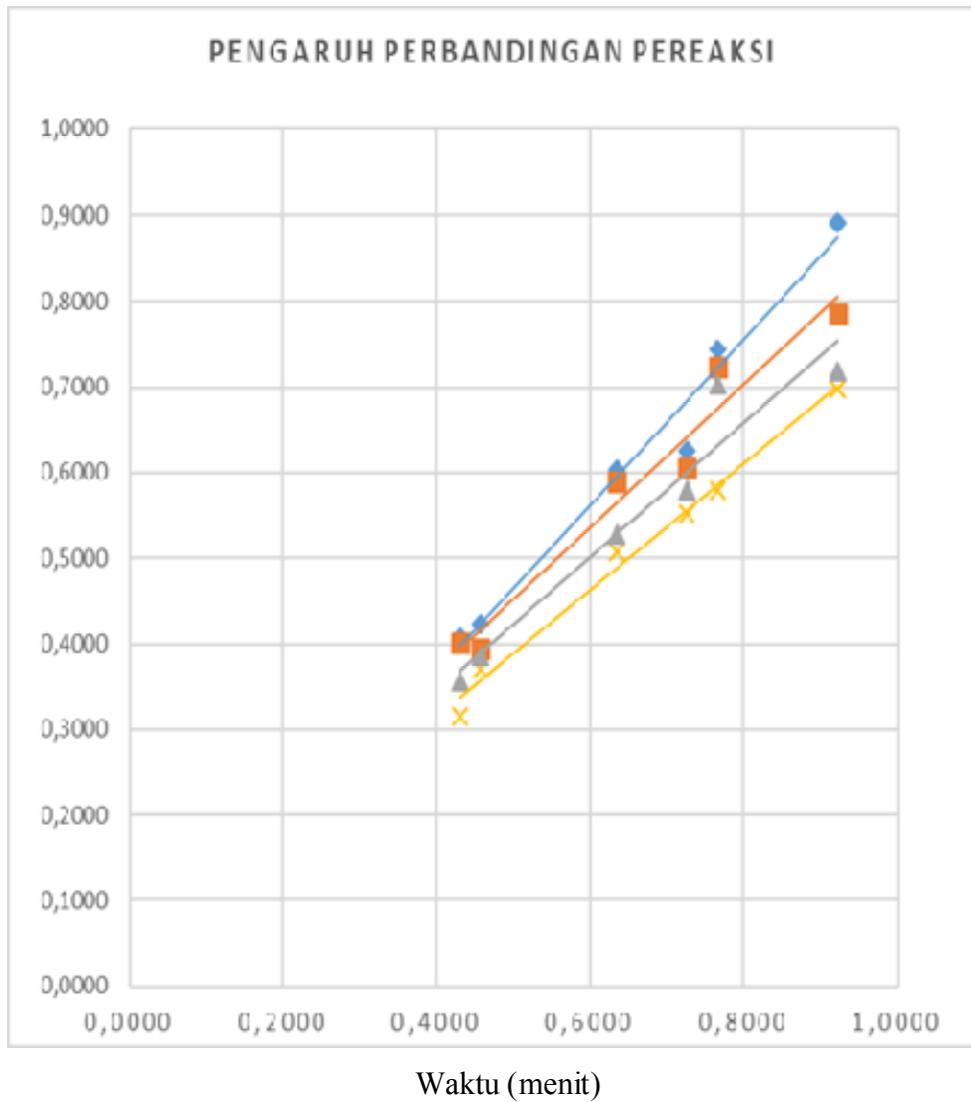
Gambar 4.3 Perbandingan Pereaksi terhadap waktu

Dari Grafik diatas menunjukkan bahwa konversi jelantah menjadi biodiemeningkat dengan bertambahnya rasio pereaksi (perbandingan minyak jelantah terhadap Methanol pada perbandingan (1 : 6) menunjukkan nilai maksimum 0,7602 pada waktu 60 menit.

Tabel 4.4 Perhitungan Konversi pada Perbandingan Pereaksi

Waktu (menit)	Konversi x bagian, pada Pengaruh perbandingan Pereaksi, Etanol- minyak (suhu 110°C, kecepatan pengadukan 360 ppm, katalisator 2% berat minyak					
	1	2	3	4	5	6
10'	0,9221	0,8918	0,7855	0,7181	0,6978	0,6558
20'	0,7657	0,7444	0,7236	0,7032	0,5798	0,5295
30'	0,7271	0,6249	0,6042	0,5798	0,5519	0,5119
40'	0,6345	0,6040	0,5897	0,5273	0,5078	0,3253
50'	0,4569	0,4239	0,3937	0,3854	0,3708	0,3050
60'	0,4305	0,4074	0,4002	0,3564	0,3144	0,2741
$k'(10^2)$ menit ⁻¹	0,9709	0,8364	0,7860	0,7408	0,7211	0,7234
b	0,0210	0,0341	0,0293	0,0177	0,0156	0,0122

Tabel diatas menunjukkan hasil konversi perhitungan bahwa pada variasi perbandingan Pereaksi dengan Pengadukan tetap kecepatan 375 ppm nilai $k' = 0,7234$. Hal ini disebabkan Pengadukan yang baik dapat menurunkan Perpindahan Panas dan Perpindahan Massa secara konveksi, lihat grafik.



Gambar 4.4 Perhitungan Konversi $-\ln(1-X_A)$ Perbandingan Pereaksi

Hasil Uji Kualitas Biodiesel

1. Densitas Biodiesel dalam satuan gr/mol;

Berat Picnometer kosong = 30,908

Berat Isi = 74,7769

Volume = 50 mL

Densitas :

$$\frac{\text{Berat Isi} - \text{Berat Kosong}}{\text{Volume}}$$

$$= \frac{(74,7769 - 30,908)}{50 \text{ mL}}$$

$$= 0,8965 \text{ gr/ml}$$

2. Asam Lemak Bebas dalam Persen (%);

Setelah dilakukan perhitungan maka Asam Lemak Bebas (ALB) atau FFA pada minyak jelantah adalah 0,163%.

3. Viscositas Kinematic dalam satuan (mm^2/sec) serta uji nyala.

0,02353 mm^2/sec

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan yang didapat pada penelitian ini adalah :

1. Reaksi Ethanolisis minyak jelantah pada tekanan diatas 1 atm, dengan katalisator FCCU Base Chemical Al_2O_3 , dikendalikan oleh reaksi kimia terhadap gliserid dan berlangsung pada fase Cair.
Keadaan yang relatif baik dicapai suhu $110^{\circ}C$, persentase katalisator 2% Berat Minyak, kecepatan pengadukan 360 ppm, dengan 6 cuplikan menghasilkan griserid = 0,3538 %.
2. Ester yang diperoleh mempunyai sifat-sifat fisis yang mendekati spesifikasi minyak diesel.

5.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya dilakukan dengan memvariasikan temperatur, jenis Katalisator, kecepatan pengadukan agar dapat melihat pengaruh pelarut yang digunakan sebagai bahan campuran Minyak Jelantah menjadi Biodiesel.