

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biodiesel dari Minyak Jelantah

Minyak jelantah merupakan minyak hasil dari penggorengan secara berulang, dimana minyak tersebut merupakan minyak yang telah rusak yang tidak dapat digunakan kembali dalam penggorengan. Pemakaian minyak jelantah yang berkelanjutan dapat merusak kesehatan manusia, menimbulkan penyakit kanker, pengendapan lemak pada pembuluh darah, dan akibat selanjutnya dapat mengurangi kecerdasan (Alamsyah, dkk., 2017). Tahun 2014 konsumsi minyak goreng di Indonesia mencapai 7,8 juta ton dan meningkat menjadi 8,5 juta ton pada tahun 2015 (indexmundi, 2016).

Minyak jelantah mengandung asam lemak bebas atau *Free Fatty Acid* (FFA) tinggi yang dihasilkan dari reaksi oksidasi dan hidrolisis pada saat penggorengan dengan suhu tinggi yaitu 170°C-180°C (Suryandari, 2014). Minyak jelantah memiliki sifat fisik dan kimia yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat Fisik dan Sifat Kimia Minyak Jelantah

Sifat fisik	Sifat kimia
Warna coklat kekuningan	Hidrolisis, minyak akan diubah menjadi asam lemak bebas dan gliserol
Berbau tengik	Proses oksidasi berlangsung bila terjadi kontak antara sejumlah oksigen dengan minyak
Terdapat endapan	Proses hidrogenasi bertujuan untuk menumbuhkan ikatan rangkap dari rantai karbon asam lemak bebas

Sumber : Demirbas, 2009

Minyak jelantah dapat diolah kembali melewati sistem filterisasi, hingga warnanya kembali jernih serta seolah layaknya minyak goreng baru, tetapi kandungannya yang telah rusak tetap ada di dalam minyak tersebut sehingga jika dikonsumsi dalam tubuh sangat tidak baik. Alternatif lainnya menjadikan minyak

jelantah sebagai bahan bakar pengganti solar yaitu biodiesel. Minyak jelantah memiliki karakteristik kimia yang meliputi massa jenis, viskositas kinematik, angka asam (Raqeeb, 2015). Karakteristik minyak jelantah tersebut dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Minyak Jelantah

Karakteristik	Satuan	Nilai
Massa jenis	g/cm ³	0,91-0,924
Viskositas	Mm ² /s	36,4-42
Angka asam	MgKOH/g	1,32-3,36

Sumber : Raqeeb, 2015

Minyak jelantah memiliki potensi yang cukup besar untuk dikembangkan menjadi bahan bakar biodiesel karena memiliki asam lemak yang tinggi (Adhari, 2016). Asam lemak yang terkandung didalam minyak jelantah seperti asam palmitat dan stearat berpotensi untuk dijadikan bahan bakar biodiesel yang berkualitas (Setyawardhani et al., 2010). Komposisi asam lemak minyak jelantah dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Asam Lemak Minyak Jelantah

Kriteria	Satuan	Nilai
Asam Palmitat	wt%	21,47
Asam Streatat	wt%	13
Asam Oleat	wt%	28,64
Asam Linoleat	wt%	13,58
Asam Linoleneat	wt%	1,59
Asam Miristat	wt%	3,21
Asam Laurat	wt%	1,1
Lain-Lain	wt%	9,34

Sumber : Taufiqurrahmi dkk. 2011

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif ramah lingkungan sebagai pengganti minyak diesel yang diproduksi dari minyak tumbuhan atau lemak hewan. Biodiesel tidak mengandung bahan berbahaya seperti Pb, bersifat *biodegradable*, dan emisi gas buang yang lebih rendah dibandingkan emisi bahan bakar diesel. Biodiesel memiliki efek pelumasan yang tinggi sehingga

dapat memperpanjang umur mesin dan memiliki angka setana yang tinggi yakni lebih besar dari 50 (Aziz, dkk., 2011).

Biodiesel dihasilkan dengan proses kimia yaitu mereaksikan minyak nabati atau lemak hewani dengan alkohol seperti metanol. Reaksi akan menghasilkan senyawa kimia baru yang disebut metil ester. Metil ester inilah yang dikenal sebagai biodiesel (Erni, dkk., 2017). Terdapat syarat mutu biodiesel tersebut pada Tabel 4.

Tabel 4. Syarat Mutu Biodiesel SNI 7182 : 2015 (SNI)

No	Parameter	Satuan	Batas Nilai
1.	Massa Jenis pada 40°C,	Kg/m ³	850 - 890
2.	Viskositas Kinematik pada 40°C,	Mm ² /s (cSt)	2,3 - 6,0
3.	Angka Setana		Min 51
4.	Titik Nyala	°C	Min 100
5.	Titik Kabut	°C	Maks 18
6.	Korosi bilah tembaga (3 jam, 50°C)		Maks nomor 3
7.	Residu Karbon - Dalam contoh asli - Dalam 10% ampas distilasi	%-massa	Maks 0,05 Maks 0,3
8.	Air sedimen	%-vol	Maks 0,05
9.	Temperatur distilasi	°C	Maks 360
10.	Abu tersulfatkan	%-massa	Maks 0,02
11.	Belerang	Ppm-b (mg/kg)	Maks 100
12.	Fosfor	Ppm-b (mg/kg)	Maks 10
13.	Angka asam	Mg-KOH/g	Maks 0,8
14.	Gliserol Bebas	%-massa	Maks 0,02
15.	Gliserol Total	%-massa	Maks 0,24
16.	Kadar ester alkil	%-massa	Maks 96,5

Sumber: Erni, 2017

Proses pembuatan biodiesel dari minyak jelantah pada penelitian ini meliputi purifikasi, transesterifikasi, dan pencucian. Pada umumnya pembuatan biodiesel menggunakan reaksi esterifikasi dan transesterifikasi. Tujuan reaksi esterifikasi adalah untuk menkonversikan asam lemak bebas yang terkandung didalam trigliserida menjadi metil ester melalui katalis asam, sedangkan tujuan reaksi transesterifikasi untuk mendapatkan metil ester melalui katalis basa.

Minyak jelantah memiliki kadar asam lemak bebas atau FFA >2%, dimana dapat menyebabkan reaksi penyabunan. Kadar asam lemak bebas atau FFA dapat

diturunkan melalui tahap purifikasi. Tahapan tersebut dapat menggantikan proses esterifikasi dalam pembuatan biodiesel. Sehingga tujuan dari purifikasi adalah untuk menurunkan kadar FFA dalam minyak jelantah sampai <2%, kemudian minyak jelantah baru dapat dilanjutkan ke tahap transesterifikasi.

2.2 Deep Eutectic Solvents (DES)

Deep Eutectic Solvents (DES) adalah pelarut yang terdiri dari dua komponen (garam amonium kuarterner dengan *hydrogen bond donor*) yang dicampur bersama-sama dalam rasio yang tepat sehingga titik *eutectic* dapat tercapai. DES memiliki sifat yang hampir sama dengan *Iodine Liquids* (ILs), terutama potensi mereka sebagai pelarut yang dapat disesuaikan untuk jenis bahan kimia tertentu (Nkuku dan LeSuer, 2007). DES pada umumnya digunakan sebagai pelarut dalam proses ekstraksi. Menurut Zhang dkk (2012), DES dapat digunakan untuk pemisahan *biodiesel* dari FFA, *unreacted oil*, dan *unsaponifiable matter*.

Komponen yang paling banyak digunakan untuk pembentukan DES adalah *choline chloride* dan *ethylene glycol*. Karakteristik DES pada uji ketahanan penyimpanan selama 1 minggu pada temperatur ambient dari penelitian sebelumnya Aini dan Heryantoro (2017) dari campuran bahan baku *choline chloride* dan *ethylene glycol* dapat dilihat pada Tabel 5.

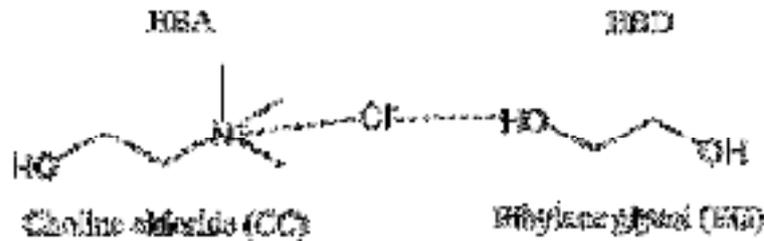
Tabel 5. Komposisi Rasio Molar dan Karakteristik DES dari *Choline Chloride* dan *Ethylene Glycol* (Aini dan Heryantoro, 2017)

Rasio Molar		Karakteristik	
HBA (<i>choline chloride</i>)	HBD (<i>ethylene glycol</i>)	Warna	Bentuk
1	1,5	Berubah	Berubah
1	2	Tidak berubah	Tidak berubah
1	2,5	Tidak berubah	Tidak berubah
1	3	Tidak berubah	Tidak berubah
1	4	Tidak berubah	Tidak berubah
1	5	Tidak berubah	Tidak berubah

Sumber : Aini, 2017

Uji ketahanan pada DES apabila larutan *choline chloride* dan *ethylene glycol* tidak ada perubahan warna dan bentuk maka larutan dapat dijadikan

sebagai pelarut, untuk pelarut yang membentuk padatan serta terjadi perubahan warna, maka larutan tidak bisa dijadikan pelarut (Harmidia, dkk., 2017).

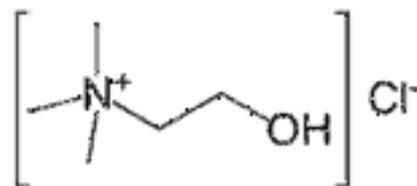


Sumber: Mahto, dkk., 2017

Gambar 1. Ikatan Hidrogen antara HBA dan HBD

DES memiliki beberapa keunggulan yaitu proses sintesis lebih sederhana, bisa digunakan tanpa pemurnian lanjut, lebih ekonomis, dan *biocompatibility* yang bagus karena berasal dari senyawa organik (Jhong, dkk., 2009). DES tidak beracun, tidak memiliki reaktivitas dengan air, dan yang paling penting adalah *biodegradable* (Abbot, dkk. dikutip Aini dan Heryantoro, 2017). Keunggulan DES tersebut mendukung potensi penggunaan DES sebagai pelarut dalam proses pemurnian dalam pembuatan biodiesel, yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio molar komponen DES dan jumlah DES pada proses pemurnian untuk mendapatkan *yield* biodiesel terbaik.

a. *Choline chloride*



Sumber: wikipedia, 2021

Gambar 2. Struktur *Choline Chloride*

Choline chloride merupakan garam amonium kuartener dengan kation kolin dan anion klorida, dengan rumus kimia $C_5H_{14}ClNO$. *Choline chloride* berbentuk kristal, higroskopis, bersifat basa, dan larut dalam air. *Choline chloride* diklasifikasikan sebagai vitamin B yang digunakan sebagai bahan pakan tambahan oleh peternak untuk meningkatkan produksi dan kualitas susu sapi perah (Mohsen et al., 2011).

Sifat fisika dan kimia :

Rumus kimia	: $C_5H_{14}ClNO$
Massa molar	: 139,62 g/mol
Wujud	: putih/kristal
Titik leleh	: 302 °C
Kelarutan dalam air	: sangat larut (> 650 g / l)

b. Etylene Glycol



Sumber: wikipedia, 2021

Gambar 3. Struktur *Etylene Glycol*

Etylene glycol adalah senyawa organik dengan rumus kimia $(CH_2OH)_2$ yang berwujud cair kental, memiliki rasa manis, serta tidak berbau. *Etylene glycol* biasa digunakan dalam pembuatan *fiber poliester*, industri pabrik, serta *polietilena tereftalat* (PET) yang digunakan pada botol plastik.

Sifat fisika dan kimia :

Rumus kimia	: $(CH_2OH)_2$
Massa molar	: 62,068 gr/mol
Wujud	: cairan bening
Titik leleh	: -13 °C
Kelarutan	: larut pada hampir semua pelarut organik
Viscositas	: $1.61 \times 10^{-2} \text{ Ns} / \text{m}^2$
Densitas	: 1.1132 g/cm ³
Titik didih	: 197,3 °C
Titik beku	: -11,5 °C
Titik nyala	: 108.2±13.0 °C

2.3 Tahap Pemurnian (Purifikasi) dengan DES

Purifikasi bertujuan untuk membebaskan bahan dari zat pengotor yang terkandung di dalamnya. Pengotor yang paling tidak diinginkan dalam prose pembuatan biodiesel adalah kandungan asam lemak bebas atau *Free Fatty Acid* (FFA) di dalam bahan baku. Kandungan ini harus dihilangkan agar diperoleh bahan baku dengan kemurnian tinggi untuk tahap transesterifikasi.

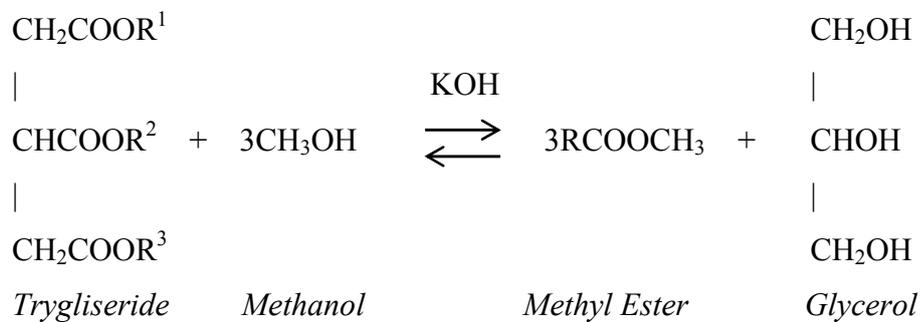
Metode purifikasi yang pernah dilakukan antaranya pencucian basa (*wet washing*), pencucian kering (*dry washing*), dan purifikasi dengan membran (*membrane purification*). Masing-masing metode memiliki kekurangan, seperti *wet washing* yang membutuhkan air dalam jumlah besar, membutuhkan *deionized water*, memungkinkan terbentuknya FFA melalui hidrolisis ester dengan kehadiran air, membutuhkan pengeringan produk untuk menghilangkan air sehingga meningkatkan biaya, terbentuknya emulsi karena kehadiran sabun yang dapat menurunkan yield biodiesel, tidak efisien secara waktu karena membutuhkan pencucian berulang kali, pemisahan biodiesel/air dan pengeringan *biodiesel* menghasilkan limbah cair yang besar dan membutuhkan tangki pencuci dan tangki *settling* yang membutuhkan area besar. Purifikasi dengan *dry washing* kekurangannya adalah biodiesel yang dimurnikan mungkin tidak memenuhi spesifikasi standar biodiesel. Sementara kekurangan dari metode purifikasi dengan membran adalah membran organik yang digunakan umumnya kurang stabil dan mudah rusak karena pelarut organik serta belum diaplikasikan pada industri skala besar (Atadashi dkk, 2011; Stojkovic dkk, 2014).

Kekurangan dari masing-masing metode dapat diatasi dengan mengembangkan pelarut yang ramah lingkungan serta dapat digunakan untuk proses purifikasi. Pelarut yang dimaksud adalah *Deep Eutectic Solvent* (DES) (Atadashi, dkk., 2011). *Deep Eutectic Solvent* dapat digunakan untuk menyerap FFA serta zat pengotor yang ada didalam minyak jelantah. Proses purifikasi menggunakan *Deep Eutectic Solvent* bertujuan untuk menurunkan FFA minyak jelantah. Minyak jelantah yang memiliki FFA yang tinggi, harus diturunkan terlebih dahulu dengan cara mencampurkan DES dengan minyak jelantah.

2.4 Tahap Transesterifikasi

Proses transesterifikasi pada prinsipnya merupakan proses pengeluaran gliserin dari minyak dan mereaksikan asam lemak bebasnya (trigliserida) dengan alkohol (biasanya methanol) menjadi metil ester menggunakan katalis basa kuat seperti natrium (Niawanti, 2020). Reaksi transesterifikasi katalis akan memecahkan rantai kimia minyak nabati sehingga rantai ester minyak nabati akan lepas, dan begitu ester terlepas maka alkohol segera bereaksi dan akan membentuk senyawa metil ester (biodiesel) dan gliserol sebagai hasil sampingnya (Halid, dkk., 2016).

Persamaan umum reaksi transesterifikasi ditunjukkan di bawah ini :



Gambar 4. Tahap Transesterifikasi

Transesterifikasi (disebut juga alkoholisis) adalah reaksi antara lemak atau minyak nabati dengan alkohol untuk membentuk ester dan gliserol. Biasanya dalam reaksi ini digunakan katalis untuk meningkatkan laju reaksi dan jumlah *yield* produk. Karena reaksi ini adalah reaksi *reversible*, maka digunakan alkohol berlebih untuk menggeser kesetimbangan ke arah produk (Hikmah, 2010).

Hasil sampingan dari transesterifikasi adalah gliserin. Reaksi transesterifikasi tidak akan berjalan selama masih terkandung asam lemak bebas di atas 7%. Oleh karena itu, dalam pembuatan biodiesel harus melalui dua tahap reaksi. Tahap pertama untuk menurunkan kadar asam lemak bebas dan tahap kedua untuk mengkonversi trigliserida menjadi metil ester (Ambarita, 2002).