

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

I.1.1 Peluang Pasar & Penyelamatan Lingkungan

Berita akan terjadinya krisis energi dunia dan cadangan minyak yang dimiliki Indonesia makin tipis serta seruan untuk menghemat penggunaan bahan bakar fosil dari presiden, akhir-akhir ini menjadi *headline* di media massa. Diperkirakan cadangan minyak dimiliki Indonesia akan habis tereksplorasi pada tahun 2020^[1].

Hal ini dapat dimaklumi, karena jika diperhatikan hampir setiap aspek kegiatan manusia sudah menggunakan mesin yang memerlukan sumber energi untuk menjalankan fungsinya. Salah satu energi yang banyak mendapat sorotan yaitu penggunaan bahan bakar minyak. Selain jumlahnya yang terbatas karena perlu jutaan tahun untuk proses pembentukan kembali (*recovery*), bahan bakar jenis ini juga menimbulkan berbagai dampak negatif yaitu timbulnya hasil pembakaran baik berupa asap dan berbagai macam partikulat berat serta efek pemanasan global yang semakin terasa dalam kehidupan.

Pemanasan global terjadi ketika ada konsentrasi gas-gas tertentu yang dikenal dengan gas rumah kaca, yang terus bertambah di udara. Hal tersebut disebabkan oleh aktifitas manusia serta kegiatan industri, khususnya yang menghasilkan CO₂ dan chlorofluorocarbon. Karbon dioksida umumnya dihasilkan oleh penggunaan batubara, minyak bumi, gas dan pembakaran hutan. Gas NO_x dihasilkan oleh kendaraan dan emisi industri, sedangkan emisi gas metana disebabkan oleh aktivitas industri dan pertanian. Karbon dioksida, chlorofluorocarbon, metana, gas NO_x adalah gas-gas polutan yang terakumulasi di udara dan menahan panas dari matahari. Sehingga

menyebabkan suhu bumi semakin meningkat dan terjadi peristiwa yang dikenal pemanasan global^[2].

Sekitar 70% energi di dunia dikonsumsi oleh negara-negara maju; dan 78% dari energi tersebut berasal dari bahan bakar fosil. Hal ini menyebabkan ketidakseimbangan yang mengakibatkan sejumlah wilayah memperoleh kerugian dan yang lainnya memperoleh keuntungan. Sementara itu, jumlah dana untuk pemanfaatan energi yang *renewable* dan ramah lingkungan seperti matahari, angin, biogas, biodiesel, air, khususnya hidro mini dan makro, yang dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil, baik di negara maju maupun di negara miskin tetaplah rendah dalam perbandingannya dengan bantuan keuangan dan investasi yang dialokasikan untuk bahan bakar fosil dan energi nuklir.

Berbagai penelitian pun dilakukan terutama di negara-negara maju dengan upaya untuk mengatasi kebutuhan bahan bakar yang berorientasi pada keamanan lingkungan dan memanfaatkan limbah. Ada beberapa penemuan yang dapat dijadikan acuan untuk mengatasi krisis energi ini. Ada empat syarat kelayakan dari bahan bakar alternatif yang harus dipenuhi, diantaranya yaitu teknik pembuatannya mudah (*technically feasible*), biaya produksinya tidak terlalu mahal (*economically competitive*), aman bagi lingkungan (*environmentally acceptable*), dan ketersediaan bahan baku (*readily available*)^[3].

Salah satu bahan yang dapat digunakan untuk menghasilkan sebagai bahan bakar alternatif yaitu senyawa yang terkandung di dalam lemak hewan sapi atau minyak nabati. Senyawa trigliserida dalam lemak atau minyak ini dapat diubah menjadi biodiesel. Untuk bahan baku yang umum digunakan di Indonesia ialah CPO (*Crude Palm Oil*) dan minyak jarak (*Jatropha Oil*). Namun seperti telah diketahui juga bahwa keberadaan CPO untuk dapat diolah menjadi biodiesel juga harus

memiliki pertimbangan yang cukup matang. Berita terakhir yang dilansir di media massa menyebutkan terjadinya kelangkaan minyak goreng menjadi suatu alasan yang tidak dapat dipandang sebelah mata atas pemanfaatan CPO menjadi biodiesel^[4].

Tujuan pemanfaatan lemak sapi karena bahan ini cenderung terbuang dan kurang bermanfaat serta menimbulkan berbagai penyakit berbahaya saat dikonsumsi secara berlebihan. Ini dikarenakan lemak sapi cenderung memiliki asam lemak jenuh dengan ikatan geometris trans yang berbahaya saat dikonsumsi secara berlebihan. Berbagai penyakit yang ditimbulkan diantaranya yaitu kanker, meningkatkan kecenderungan terserang penyakit jantung koroner dan stroke. Dampak lain yang ditimbulkan ialah obesitas. Oleh karena itu pada dasarnya asam lemak jenuh ini tidak layak untuk dikonsumsi^[5].

Sedangkan keberadaan lemak hasil limbah pemotongan rumah hewan untuk di buang ke lingkungan juga menimbulkan gangguan sanitasi karena menjadi tempat bersarangnya penyakit. Lemak juga akan menimbulkan bau busuk dan menjadi tempat tinggal lalat.

Salah satu komponen yang terkandung di dalam lemak sapi adalah trigliserida yang merupakan suatu triester. Trigliserida ini sendiri jika direaksikan dengan alkohol akan menghasilkan suatu ester dan gliserol. Reaksi ini dikenal dengan nama reaksi transesterifikasi. Ester yang dihasilkan merupakan sebuah mono ester yang merupakan bahan bakar alternatif yang dikenal dengan biodiesel. Oleh sebab itu, dalam laporan ini disusun perancangan pabrik biodiesel dengan menggunakan lemak sapi sebagai bahan baku.

I.2 Manfaat Biodiesel

Biodiesel ialah suatu alkil ester yang dihasilkan melalui reaksi transesterifikasi suatu trigliserida dengan alkohol. Biodiesel ini merupakan bahan bakar alternatif untuk kendaraan bermotor jenis diesel sebagai pengganti bahan bakar solar. Bahan bakar ini disebut dengan biodiesel karena dibuat dari bahan-bahan yang dapat diperbaharui, dapat terurai secara biologis (*biodegradable*) dan dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk mesin diesel^[6].

Pembuatan biodiesel sebenarnya telah diperkenalkan oleh Dr. Rudolf Diesel pada tahun 1912. Biodiesel menawarkan banyak keuntungan diantaranya tidak beracun, *biodegradable*, mengurangi polutan yang berbahaya dari hasil pembakaran mesin diesel dan mengurangi emisi gas CO, serta tidak mengandung belerang^[7].

Penggunaan biodiesel murni dapat menimbulkan masalah karena viskositas dari biodiesel yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan solar murni, sehingga akan menimbulkan masalah atomisasi saat dikabutkan di ruang pembakaran. Oleh karena itu biasanya biodiesel ini belum dapat mengatasi ketergantungan terhadap solar, namun lebih bersifat sebagai suplemen terhadap solar sebagai bahan bakar mesin diesel. *Blending* atau campuran biodiesel biasanya dikenal dengan B5 atau B10. Angka di belakang B menunjukkan persentase biodiesel yang dicampurkan ke dalam solar. Sebagai contoh B5 yang dijual oleh Pertamina ke pasar menunjukkan bahwa ini merupakan campuran dari 95% solar dan 5% biodiesel.

Mengingat keberadaan bahan bakar ini merupakan suatu produk yang selalu dibutuhkan, maka produk ini merupakan produk yang sangat potensial untuk dikembangkan dalam skala industri besar.

1.3. Tujuan Perancangan

Adapun tujuan perancangan pabrik biodiesel yang berbahan baku lemak sapi ini adalah untuk membantu menyediakan proses pembuatan biodiesel disamping dari bahan baku yang telah banyak digunakan yaitu minyak jarak dan minyak nabati lain. Selain itu juga untuk membantu menyediakan bahan bakar yang lebih ramah lingkungan serta diharapkan mampu lebih menstabilkan ketersediaan bahan bakar untuk memenuhi kebutuhan masyarakat Indonesia. Pemanfaatan bahan baku yang merupakan limbah ini juga memberikan manfaat untuk mencegah terjadinya polusi atau gangguan sanitasi yang disebabkan oleh lemak sapi.

1.4. Bahan Baku dan Produk

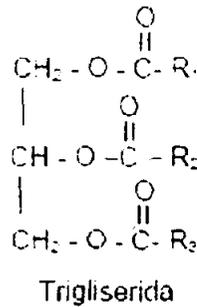
Biodiesel dapat dibuat dari trigliserida yang direaksikan dengan alkohol dan diperlukan adanya katalis untuk mempercepat reaksi. Trigliserida sendiri dapat dihasilkan dari minyak nabati atau pun lemak hewani. Sedangkan alkohol yang dapat digunakan yaitu metanol, etanol, propanol, butanol. Katalis yang dapat digunakan untuk mempercepat reaksi yaitu katalis asam dan basa.

1.4.1 Lemak Sapi

Trigliserida merupakan bahan baku utama yang digunakan dalam pembuatan biodiesel dalam perancangan pabrik biodiesel ini. Lemak adalah senyawa organik yang terdiri atas unsur-unsur C, H dan O serta mengandung sedikit molekul air dan kadang-kadang N serta P. Lemak tersusun atas asam lemak dan gliserol. Rumus molekul untuk trigliserida secara umum dapat dilihat dalam Gambar I.1.

Asam lemak yang menyusun lemak dan minyak terdiri atas asam lemak jenuh dan tidak jenuh. Karena pada umumnya tersusun atas asam lemak yang tidak jenuh yang memiliki ikatan rangkap cis dalam rantainya, menyebabkan molekul minyak

nabati tidak dapat membentuk kisi yang rapat dan mampat sehingga molekulnya cenderung melingkar. Kecenderungan yang terjadi mengakibatkan gaya tarik van der Waals yang dimiliki rendah dan menyebabkan minyak memiliki titik cair rendah, sedangkan lemak berwujud padat karena tersusun atas asam lemak jenuh^[9].



Gambar I.1. Rumus molekul trigliserida^[8]

Tabel I.1. Komposisi asam lemak yang terdapat dalam berbagai macam sumber lemak dan minyak dinyatakan dalam % berat lemak^[10]:

Fatty acid	Turtle oil	Whale oil	Shark liver oil	Mackerel oil	Sardine oil	Cod liver oil	Saury oil	Cuttlefish oil	Beef Tallow	Lard
C12:0	18,3	1,8	-	0	-	-	-	-	-	-
C12:1	-	0,7	-	0	0,3	-	-	-	-	-
C14:0	8,5	7,0	1,7	6,9	17,1	7,3	9,3	4,3	4,0	2,4
C14:1	0,9	4,6	-	-	0,7	0,3	0,5	-	2,5	1,0
C15:0	-	0,7	0,3	0,7	1,0	0,6	1,1	0,6	0,7	-
C16:0	9,6	7,4	8,7	9,1	18,1	11,7	8,3	9,9	10,9	10,5
C16:1	8,5	20,2	7,1	7,1	11,4	10,8	7,1	3,9	6,5	5,4
C17:0	-	-	-	-	1,0	-	trace	-	1,0	-
C17:1	-	2,8	1,7	0,9	0,5	0,6	1,4	3,7	1,5	0,5
C17:2	-	-	-	-	-	-	-	0,6	1,2	-
C18:0	1,4	0,9	3,3	2,6	1,1	1,7	1,8	6,2	2,5	2,0
C18:1	33,5	25,7	22,4	18,0	10,1	21,0	7,7	11,2	59,7	58,0
C18:2	13,9	1,5	1,7	1,9	0,8	2,5	2,5	1,2	6,0	13,7
C18:3	1,3	-	0,9	1,9	0,3	0,8	2,1	-	-	0,7
C18:4	-	-	0,9	5,7	-	1,7	6,1	-	-	-
C20:0	-	-	-	-	0,6	1,9	trace	-	-	-
C20:1	-	12,1	8,2	7,8	15,2	10,0	16,3	14,0	0,5	0,7
C20:3	0,9	-	-	-	-	-	trace	-	-	-
C20:4	0,9	-	7,2	1,8	-	1,3	2,0	2,3	-	-
C20:5	-	2,5	8,5	10,1	0,3	9,5	7,6	9,1	-	-
C22:1	-	4,8	3,2	9,7	16,1	9,2	16,1	7,5	-	-
C22:1	0,4	0,7	4,7	1,6	trace	0,6	1,7	trace	-	-
C22:6	-	2,2	17,4	12,1	-	4,8	6,6	23,7	-	-
C24:1	-	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	-	0,7
Other	1,9	3,6	1,2	1,2	4,4	2,6	0,6	0,3	3,0	4,4
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Asam lemak merupakan sebuah asam karboksilat, sering kali dengan ekor alifatik yang panjang, baik yang jenuh (*saturated*) maupun yang tidak jenuh (*unsaturated*).

Asam lemak bebas (*Free Fatty Acids / FFA*)

Asam lemak bebas ialah asam lemak yang tidak mengandung gliserol. Asam lemak dapat saja berikatan dengan molekul lain, seperti trigliserida atau fosfolipid. Ketika asam lemak tidak berikatan dengan senyawa lain, disebut asam lemak bebas. Asam lemak bebas mungkin diperoleh dari pemecahan trigliserida menjadi komponen-komponennya (asam lemak & gliserol).

Lemak sapi biasanya memiliki kandungan asam lemak bebas yang cukup tinggi. Asam lemak bebas dapat terbentuk dalam lemak atau minyak karena berbagai faktor, diantaranya yaitu hidrolisis lemak atau minyak oleh air ataupun hidrolisis oleh asam. Kandungan asam lemak bebas dalam lemak sapi yaitu antara 5-30 %, sedangkan untuk asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak goreng bekas yaitu antara 2-7 %^[11].

Asam Lemak Jenuh (*Saturated Fatty Acids*)

Asam lemak jenuh ialah asam lemak yang tidak mengandung ikatan ganda atau gugus fungsional lain di rantainya. Kata "jenuh (*saturated*)" dihubungkan dengan jumlah hidrogen yang dimiliki sebanyak mungkin. Asam lemak jenuh berbentuk rantai lurus dan mengakibatkan dapat berikatan dengan sangat kuat.

Asam Lemak Tidak Jenuh (*Unsaturated Fatty Acids*)

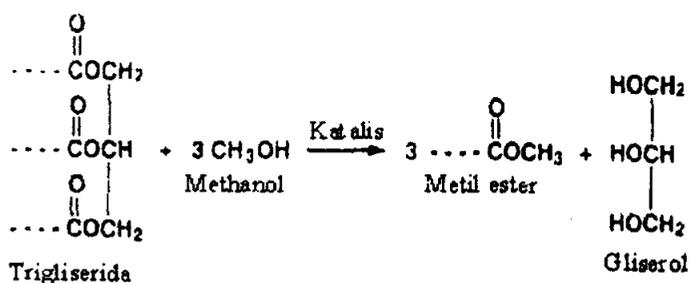
Unsaturated fatty acids memiliki bentuk yang sama tapi ada satu atau lebih gugus fungsional alkena, dan berada di sepanjang rantai.

I.4.2. Alkohol

Dalam istilah kimia, alkohol (atau alkanol) adalah istilah yang umum untuk senyawa organik apa pun yang memiliki gugus hidroksil (-OH) yang terikat pada atom karbon.

Metanol

Alkohol yang dapat digunakan untuk proses transesterifikasi adalah metanol, etanol, propanol atau butanol. Jenis alkohol yang dipilih dalam perancangan pabrik biodiesel ini adalah metanol. Senyawa ini merupakan alkohol paling sederhana, mudah menguap tidak berwarna, mudah terbakar dan beracun dengan bau yang menyengat. Senyawa ini digunakan sebagai anti beku, pelarut, bahan bakar dan sebagai denaturan dari etanol. Nyala metanol ini hampir tidak berwarna, oleh karena itu disarankan untuk berhati-hati jika berada di dekat nyala api metanol karena hampir tidak terlihat. Secara stoikiometric, jumlah mol metanol yang diperlukan untuk setiap mol trigliserida ialah 3, sesuai dengan persamaan reaksi yang dapat dilihat pada Gambar I.2.



Gambar I.2. Persamaan Reaksi Transesterifikasi

Tetapi karena reaksi transesterifikasi ini merupakan reaksi bolak-balik maka untuk menggeser kesetimbangan ke arah produk biodiesel, maka biasanya digunakan alkohol berlebih. Perbandingan yang mencapai yield reaksi yang tertinggi antara metanol dan trigliserida yaitu 6:1 [12].

Pada penelitian lain dinyatakan bahwa untuk penerapan praktis perbandingan yang digunakan ialah antara 3,3 sampai 5,25 :1. Pada literatur lain menyatakan perbandingan 4,8 :1 akan menghasilkan konversi sebesar 97 – 98 % ^[13]. Hal yang perlu diperhatikan ialah peningkatan perbandingan kadar alkohol akan menyebabkan kesulitan dalam pemisahan gliserol. Kesulitan pemisahan gliserol diakibatkan oleh karena alkohol akan meningkatkan kelarutan gliserol dalam biodiesel.

Alasan mengapa metanol lebih banyak digunakan dibanding etanol ialah karena metanol ini cukup tersedia melimpah dan merupakan salah satu jenis alkohol yang cukup murah. Selain itu jika ditinjau dari segi kereaktifan maka metanol merupakan yang paling reaktif. Itu semua dikarenakan hambatan steriknya yang terkecil. Hambatan sterik semakin kecil jika jumlah alkil (atom C lain) yang berikatan dengan atom C yang mengikat langsung gugus OH semakin sedikit. Hambatan sterik merupakan susunan dalam ruang struktur-struktur suatu molekul. Bila susunan gugus dalam suatu molekul semakin sempit, maka gaya tolak menolak antara gugus akan semakin besar. Ini akan mengakibatkan energi sistem akan semakin tinggi. Jika energi sistem semakin tinggi maka akan memperlambat laju reaksi ^[14]. Pada Tabel I.2 ditampilkan data-data umum mengenai metanol.

Tabel I.2. Data Properties Metanol

Wujud	Liquid
Bau	Menyengat (spesifik seperti metanol)
Kelarutan	Larut dalam air
% Volatilitas	100 % volume (27 °C)
Titik Didih	64,7 °C
Titik Leleh	-98 °C
Tekanan Uap	97 mmHg (20°C)
Berat Molekul	32.04 (gr/mol)

Jika alkohol lain yang digunakan seperti etanol, etanol dapat menimbulkan azeotrope saat dipisahkan dengan airnya. Ini menyebabkan kadar air yang terdapat didalamnya

tidak dapat terlalu rendah. Sedangkan propanol dan butanol memiliki halangan sterik yang lebih tinggi, sehingga reaktivitas dari alkohol jenis ini rendah.

1.4.3. Katalis

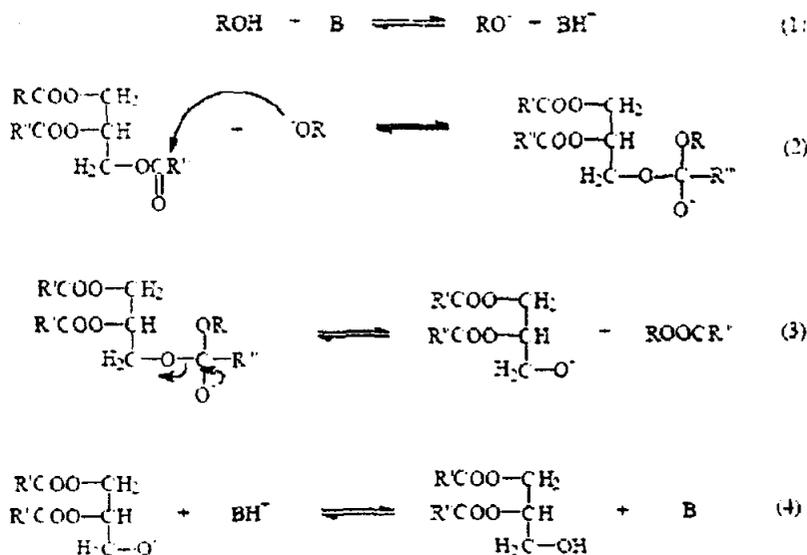
Reaksi transesterifikasi membutuhkan adanya suatu katalis untuk mempercepat laju reaksi. Katalis yang digunakan dapat berbagai macam jenisnya. Namun biasanya yang digunakan sebagai katalis dalam pembuatan biodiesel atau metil ester yaitu katalis homogen. Penggunaan katalis homogen dikarenakan katalis ini dapat larut dalam alkohol dan larutan ini kemudian ditambahkan ke dalam minyak atau lemak tanpa pelarut tambahan. Adapun fungsi dari katalis ialah untuk mempercepat suatu reaksi dengan cara ikut bereaksi tetapi tidak ikut terkonversi menjadi produk. Jenis katalis yang dapat digunakan diantaranya yaitu katalis basa (KOH atau NaOH), dan katalis asam (H_2SO_4 atau HCl), serta katalis enzim (enzim lipase).

Proses Katalis Basa

Reaksi transesterifikasi dengan katalis basa merupakan jenis katalis yang paling efisien dan tidak korosif jika dibandingkan dengan katalis asam. Inilah sebabnya kebanyakan proses transesterifikasi dalam dunia industri menggunakan katalis basa. Katalis basa yang dapat digunakan dalam proses transesterifikasi diantaranya adalah metal hidroksida seperti kalium atau natrium hidroksida, metal alkoksida. Peningkatan jumlah katalis akan mempercepat reaksi. Untuk jenis katalis basa, kondisi reaksi harus dijaga anhidrous atau tanpa adanya air atau jumlah air yang terlibat serendah mungkin. Air akan menyebabkan terjadinya hidrolisis ester membentuk sabun. Terbentuknya sabun akan berakibat berkurangnya yield reaksi,

dan menyebabkan terbentuknya emulsi yang berakibat pada sulitnya pemisahan gliserol [15].

Produk akhir biodiesel yang menggunakan katalis KOH saat dinetralkan dengan H_3PO_4 akan menghasilkan K_3PO_4 yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk. Mekanisme reaksi yang terjadi saat reaksi dilakukan dengan menggunakan katalis basa [16] :



Gambar 1.3. Skema reaksi transesterifikasi katalis basa [16]

KOH

KOH dikenal dengan nama potasium atau kalium hidroksida. Senyawa ini merupakan senyawa basa metalik dan termasuk dalam basa yang sangat kuat yang memiliki kekuatan basa sama dengan sodium hidroksida, lithium hidroksida, kalsium hidroksida, barium hidroksida dan strontium hidroksida. Penggunaan KOH ini biasanya pada industri kertas, pembuatan sabun cair, industri tekstil.

Tabel I.3. Data Properties KOH

Wujud	Solid
Warna	Putih
Bau	Tidak berbau
pH	13,5
Titik didih	1320 °C
Titik leleh/beku	360 °C
Berat molekul	56,1407

Proses Katalis Asam

Jenis asam yang dapat digunakan dalam proses ini yaitu H_2SO_4 , HCl dan asam kuat lain. Untuk menghasilkan yield yang tinggi dalam proses dengan katalis asam, harus dilakukan pada suhu tinggi untuk mempercepat reaksi [15]. Proses dengan katalis asam juga harus dijaga dengan kondisi tanpa adanya air. Hal ini dilakukan untuk mencegah terbentuknya asam karboksilat, yang berpengaruh terhadap berkurangnya yield reaksi. Perbandingan alkohol terhadap trigliserida yang digunakan juga harus cukup tinggi untuk melakukan proses transesterifikasi yang lengkap dan yield yang tinggi. Secara umum, proses dengan katalis asam lebih lambat dari pada katalis alkali. Tapi jenis katalis asam lebih baik jika bahan baku yang digunakan memiliki karakteristik kandungan asam lemak bebas dan air yang tinggi [17].

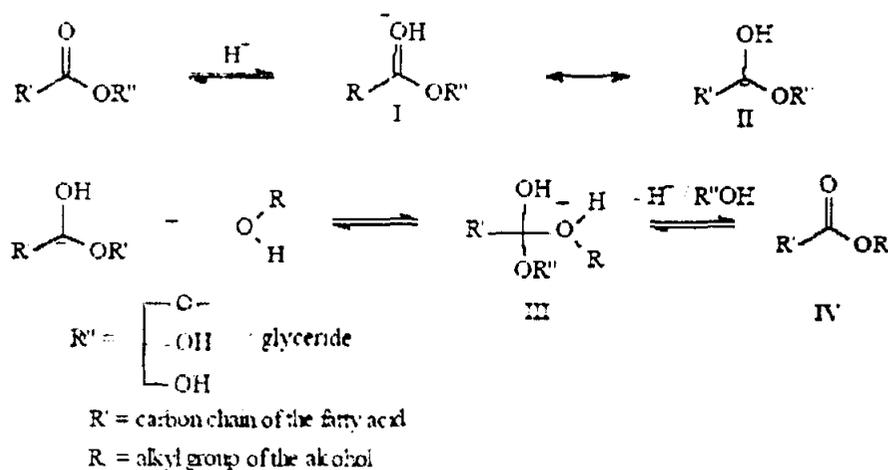
Asam Klorida (HCl)

Asam klorida merupakan salah satu contoh jenis asam kuat. Penggunaan hidrogen klorida diantaranya yaitu sebagai hidroklorinasi karet, pembuatan vinil atau alkil klorida. Hidrogen klorida terionisasi sempurna dalam air. Penghirupan uap HCl secara berlebihan menyebabkan batuk, gangguan saluran pernapasan, *pulmonary edema* dan pada akibat fatal akan mengakibatkan kematian.

Tabel I.4. Data Properties HCl

Wujud	Liquid jernih
Bau	Berbau menyengat
Densitas	1-1,2
Tekanan Uap	5,7 mmHg (0 °C)
Titik Didih	81,5 – 110 °C (76 mmHg)
Titik Leleh	- 74 °C
Berat Molekul	36,46 gr/grmol

Berikut ini merupakan mekanisme reaksi transesterifikasi dengan katalis asam :



Gambar I.4. Skema reaksi transesterifikasi katalis asam^[16]

Jenis katalis asam yang digunakan yaitu katalis HCl. Ini didasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa HCl dapat menurunkan asam lemak bebas yang tertinggi. Selain itu HCl memiliki kekuatan asam yang lebih tinggi dibandingkan dengan asam sulfat.

Proses Katalis Enzim

Katalis enzim ini bermacam-macam jenisnya diantaranya yaitu katalis lipase. Halangan utama dalam penggunaan katalis lipase ini adalah harga dari katalis ini yang mahal. Penggunaan katalis ini lebih efisien karena produk yang dihasilkan lebih

mudah dipisahkan. Katalis lipase ini dapat digunakan kembali setelah digunakan sebagai katalis dan proses pemisahan yang cukup mudah.

Pada perancangan pabrik biodiesel dengan menggunakan bahan baku lemak sapi ini, dipilih jenis katalis asam ditahap awal. Hal ini dikarenakan kandungan asam lemak bebas yang cukup tinggi dalam lemak sapi. Asam lemak bebas diesterifikasi dengan katalis asam membentuk metil ester. Selanjutnya digunakan katalis basa untuk proses transesterifikasi sebagian besar *beef tallow* menjadi metil ester. Hal ini dikarenakan jika langsung menggunakan katalis basa, akan terbentuk sabun yang akan mengurangi yield biodiesel. Selain itu semakin banyak katalis basa yang digunakan maka semakin banyak asam lemak bebas yang harus dinetralisasi terlebih dahulu. Secara umum, katalis basa merupakan jenis katalis yang paling efisien yang dapat dipakai pada proses transesterifikasi pada suhu dan tekanan yang rendah.

1.4.4. Produk Reaksi

Biodiesel

Biodiesel dihasilkan melalui reaksi antara trigliserida dengan alkohol dan memerlukan adanya katalis untuk mempercepat reaksi transesterifikasi. Hasil dari reaksi ini terpisah menjadi dua lapisan yang *immiscible*, yakni biodiesel pada lapisan atas dan gliserol pada bagian bawah. Lapisan biodiesel ini pada dasarnya merupakan campuran antara metil ester sebagai komponen utama dan kemungkinan adanya pengotor yakni sisa reaktan. Sisa reaktan ini terdiri dari sisa *beef tallow*, metanol serta kemungkinan katalis. Standar biodiesel di Indonesia ditetapkan oleh SNI 04-7182-2006 seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1.5 ^[17].

Tabel I.5. Standar nasional Indonesia untuk biodiesel^[17]

No.	Parameter	Unit	Value	Method
1	Density (40 °C)	kg/m ³	850-890	ASTM 1298
2	Viscosity 40°C)	mm ² /s (Cst)	2,3-6,0	ASTM D 445
3	Cetane Number		min. 51	ASTM D 613
4	Flash Point	°C	min. 100	ASTM D 93
5	Cloud Point	°C	max. 18	ASTM D 2500
6	Copper Strip Corrosion (3 hr, 50 °C)		max. no. 3	ASTM D 130
7	Carbin residue -Sample - 10 % dist. Residue	%-mass	max. 0,05 (max. 0,3)	ASTM D 4530
8	Water & sediment	%-vol	max. 0,05	ASTM D 2709
9	Distillation Temperature 90 % recovered	°C	max. 360	ASTM D 1160
10	Sulfated ash	%-mass	max. 0,02	ASTM D 874
11	Sulfur	ppm (mg/kg)	max. 100	ASTM D 5453
12	Phosphorus Content	%-mass	max. 10	AOCS Ca 12-55
13	Acid Number	%-mass	max. 0,8	AOCS Cd 3-63
14	Free glycerin	%-mass	max. 0,02	AOCS Ca 14-56
15	Total glycerin	%-mass	max. 0,24	AOCS Ca 14-56
16	Ester Content	%-mass	min. 96,5	Calculated
17	Iodine number	%-mass (g I ₂ /100 gr)	max. 115	AOCS Cd 1-25
18	Halphan Test		Negative	AOCS Cb 1-25

Gliserol

Gliserol atau lebih dikenal gliserin atau nama lainnya yaitu *propane-1,2,3-triol*, *1,2,3-propanetriol*, *1,2,3-trihydroxypropane*, *glyceritol* & *glycyl alcohol*. Gliserol atau gliserin merupakan senyawa yang jernih tidak berwarna, cairan tidak berbau, berteksture seperti sirup dan bersifat higroskopik. Gliserol ini agak kental dan sangat manis rasanya. Ini merupakan alkohol dengan tiga gugus hidroksil (-OH). Gliserol digunakan sebagai sabun gliserin dalam kosmetik, dan krem dalam makanan serta asap buatan untuk pertunjukan ^[18].

Tabel I.6. Data Properties Gliserol

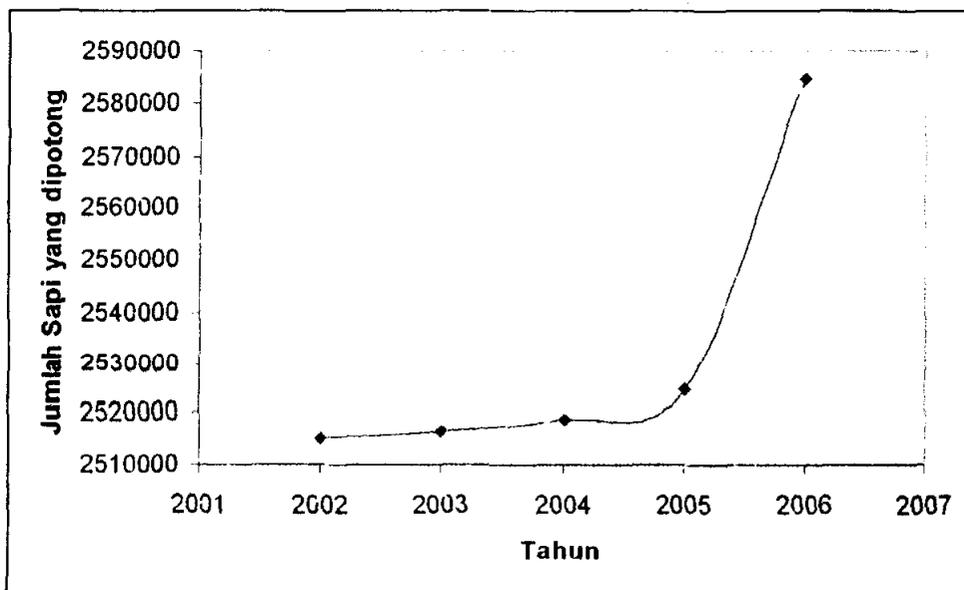
Wujud	Liquid
Bau	Tidak Berbau
Kelarutan	Larut dalam air
Spesifik gravity	1,26 pada 20 °C
% Volatilitas	0% (21 °C)
Titik Didih	290 °C
Titik Leleh	18 °C
Tekanan Uap	0,0025 mmHg (50 °C)

1.5 Perkiraan Kapasitas

Kapasitas dari pabrik biodiesel ini didasarkan pada jumlah bahan baku lemak sapi yang tersedia di Jawa Timur. Populasi ternak sapi potong di Jawa Timur tahun 2002-2006 dapat dilihat di Tabel I.7^[19].

Tabel I.7. Jumlah ternak yang dipotong pertahun di Jawa Timur^[19]

Tahun	Jumlah sapi potong (ekor)	Total berat sapi (kg)	Total lemak (kg)
2002	2515439	754631700	113194755
2003	2516777	755033100	113254965
2004	2519030	755709000	113356350
2005	2524476	757342800	113601420
2006	2584441	775332300	116299845



Gambar I.5 Peningkatan ternak potong wilayah Jawa Timur

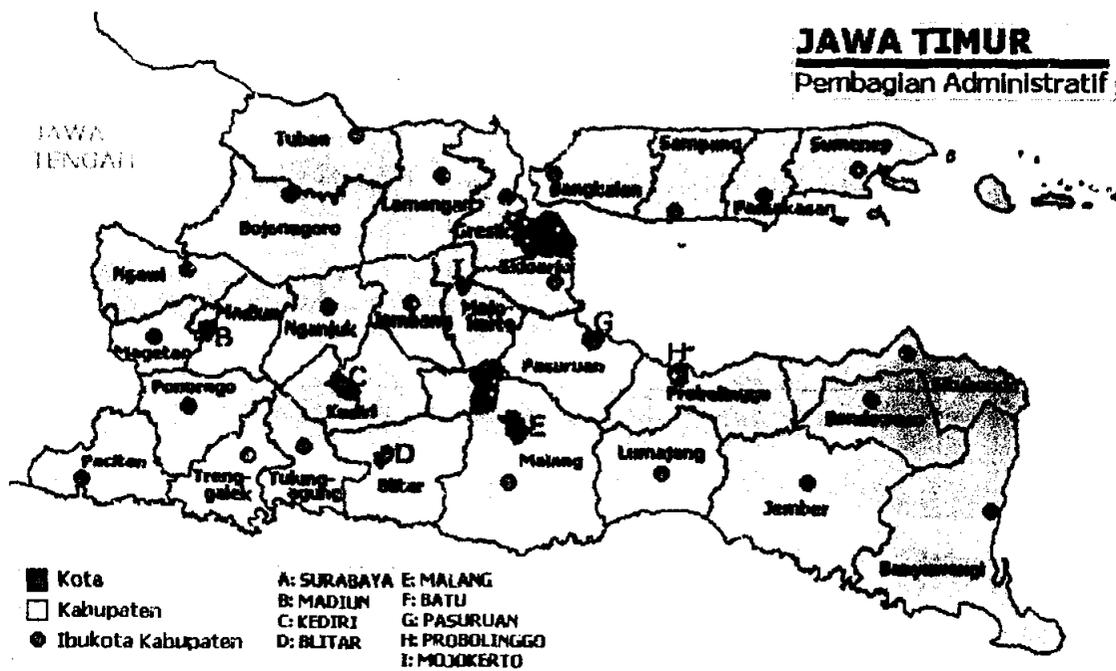
Dari Gambar 1.5 diatas dapat dilihat bahwa setiap tahun populasi sapi potong di Jawa Timur mengalami kenaikan dan kenaikan populasi dari sapi potong di Jawa Timur untuk tahun 2002-2006. Dari data rata-rata kenaikan sapi potong di Jawa timur didapatkan bahwa jumlah kenaikan rata-rata yaitu 0,66 %. Dengan peningkatan sejumlah 0,66 % maka dapat diperkirakan total berat sapi potong pada tahun 2009 ialah 791.021,13 ton. Untuk jumlah lemak sapi yang ada, digunakan asumsi 15 % dari total berat sapi [21]. Sehingga didapat jumlah lemak sapi untuk tahun 2009 adalah 118.653,17 ton.

Kebutuhan solar di Indonesia sendiri pada tahun 2003 sudah mencapai 14 juta kilo liter, dan diperkirakan pada tahun 2010 akan mencapai 36 juta kilo liter atau sekitar 31,68 juta ton. Sementara saat ini solar yang dapat diproduksi dalam negeri belum mencukupi kebutuhan yang ada tersebut

Indonesia saat ini telah terdapat beberapa pabrik biodiesel yang telah didirikan, antara lain dari tim BPPT yang telah mendirikan pabrik biodiesel dengan kapasitas 8 ton/hari tipe *batch* yang bekerja sama dengan Pemda Provinsi Riau. Pada tahun 2006 didirikan pabrik (*pilot plant*) Biodiesel skala 3 ton/hari tipe kontinyu berlokasi di Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi (Puspipstek) Serpong. Jadi setiap hari di Indonesia dihasilkan biodiesel skala 11 ton/hari atau sekitar 4.015 ton/tahun. Maka untuk dapat membantu kebutuhan solar di Indonesia dengan pertimbangan bahan baku sejumlah 118.653,17 ton direncanakan akan dibangun pabrik biodiesel dengan kapasitas 121 kiloliter/hari. Hal ini dengan perkiraan bahan baku yang mampu diserap dari pasar sebesar 35 % berat.

1.6. Pemilihan Lokasi Industri

Untuk pemilihan lokasi pabrik biodiesel perlu mempertimbangkan beberapa faktor diantaranya yaitu ketersediaan bahan baku, lokasi pasar, lahan yang tersedia serta tenaga kerja. Dari data yang dikeluarkan dinas peternakan maka ada beberapa daerah yang cukup banyak melakukan konsumsi sapi potong. Daerah yang termasuk dalam 5 besar pengonsumsi sapi potong baik untuk dimakan atau kebutuhan lain yaitu kabupaten Sumenep, Bangkalan, Sampang, Lumajang, Malang, Tuban, Probolinggo, Situbondo, Bondowoso.



Gambar 1.6. Peta Jawa Timur

Berdasarkan peta bahan baku yang ada khususnya wilayah Jawa Timur maka akan dipilih lokasi yang berada dipertengahan karena lokasi bahan baku cukup terpencair. Kota yang dipilih sebagai lokasi industri ialah Mojokerto. Mojokerto ini memiliki beberapa keuntungan diantaranya yaitu lokasinya yang belum terlalu dipadati dengan daerah industri sehingga diperkirakan lahan masih cukup murah dan tersedia cukup banyak pilihan. Selain itu kota ini diapit oleh dua sungai sehingga kebutuhan air yang cukup banyak akan terpenuhi. Kebutuhan air yang cukup tinggi

ini diperlukan terutama pada proses pencucian. Mojokerto juga dipilih karena tidak terlalu jauh dari Surabaya yang akan menjadi lokasi pemasaran melalui Pertamina.