

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

4.1.1. Hasil penentuan asam lemak bebas dan kandungan air

Analisa awal yang dilakukan pada sampel *crude palm oil* (CPO) sebagai bahan baku untuk biodiesel adalah menentukan kandungan asam lemak bebas dan kandungan air. Dari pengukuran didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil penentuan asam lemak bebas dan kandungan air *crude palm oil*

<i>Crude Palm Oil</i> (CPO)		
No	Parameter	Hasil
1	Kandungan asam lemak bebas (%)	3,722
2	Kandungan Air (%)	0,367

4.1.2. Hasil perolehan biodiesel rata-rata

Tabel 4 menunjukkan hasil perolehan biodiesel rata-rata dalam reaksi transesterifikasi *crude palm oil* (CPO) dengan variasi suhu kalsinasi katalis, jumlah metanol, kalsium oksida, suhu dan waktu reaksi. Dari variasi tersebut diperoleh biodiesel maksimum sebesar 73,455% dari berat minyak dengan suhu kalsinasi CaO 900°C, konsentrasi metanol 9:1, kalsium oksida 0,5 %, temperatur reaksi 70°C dan waktu reaksi 60 menit.

Tabel 4. Hasil perolehan rata-rata reaksi esterifikasi

Perlakuan	Minyak (gr)	Suhu reaksi (°C)	Waktu reaksi (menit)	H ₂ SO ₄ (gr)	n (metanol)/ n (minyak)	Emulsi (gr)	Berat Hilang (gr)	Hasil esterifikasi (gr)
P ₁	100	70	180	1	6:1	8,934	3,980	91,981
P ₂	100	70	180	1	6:1	5,831	2,469	97,607
P ₃	100	70	180	1	6:1	2,316	2,296	96,864
P ₄	100	70	180	1	6:1	4,753	2,761	98,945
P ₅	100	70	180	1	6:1	1,444	4,843	96,577
P ₆	100	70	180	1	6:1	1,555	6,258	94,492
P ₇	100	70	180	1	6:1	2,375	6,322	94,084
P ₈	100	70	180	1	6:1	1,125	2,620	99,206
P ₉	100	70	180	1	6:1	4,144	4,705	96,722
P ₁₀	100	70	180	1	6:1	2,006	1,896	98,210
P ₁₁	100	70	180	1	6:1	1,533	2,771	98,912
P ₁₂	100	70	180	1	6:1	2,210	1,694	97,972
P ₁₃	100	70	180	1	6:1	2,456	2,921	96,780
P ₁₄	100	70	180	1	6:1	5,913	1,074	95,027
P ₁₅	100	70	180	1	6:1	1,091	2,743	99,733
P ₁₆	100	70	180	1	6:1	1,808	1,649	99,364
P ₁₇	100	70	180	1	6:1	1,625	1,164	99,850
P ₁₈	100	70	180	1	6:1	1,273	1,117	99,718
P ₁₉	100	70	180	1	6:1	2,093	2,627	98,892

Tabel 5. Hasil perolehan biodiesel rata-rata reaksi transesterifikasi

Perlakuan	Hasil esterifikasi (gr)	Suhu kalsinasi (°C)	Suhu reaksi (°C)	Waktu reaksi (menit)	Berat CaO (gr)	n(metanol)/n(minyak)	Emulsi (gr)	Berat hilang (gr)	Gliserol (gr)	Biodiesel (gr)
P ₁	91,981	700	70	60	1	6:1	16,146	7,036	24,553	45,795
P ₂	97,607	800	70	60	1	6:1	25,505	9,731	16,547	46,312
P ₃	96,864	900	70	60	1	6:1	18,673	9,297	18,575	70,906
P ₄	98,945	1000	70	60	1	6:1	37,859	7,468	17,182	43,162
P ₅	96,577	1100	70	60	1	6:1	21,442	7,853	15,295	44,273
P ₆	94,492	900	60	60	1	6:1	21,395	6,847	16,268	61,368
P ₇	94,084	900	70	60	1	6:1	19,063	5,589	19,622	68,506
P ₈	99,206	900	80	60	1	6:1	49,594	17,013	31,113	25,714
P ₉	96,722	900	70	30	1	6:1	39,783	17,414	19,113	27,961
P ₁₀	98,210	900	70	60	1	6:1	12,617	34,557	26,135	38,626
P ₁₁	98,912	900	70	90	1	6:1	40,269	14,624	22,663	30,368
P ₁₂	97,972	900	70	120	1	6:1	32,321	17,005	28,621	26,175
P ₁₃	96,780	900	70	60	0,5	6:1	19,837	8,262	23,810	52,401
P ₁₄	95,027	900	70	60	1	6:1	38,219	8,485	18,758	46,764
P ₁₅	99,733	900	70	60	1,5	6:1	48,058	10,765	29,220	16,028
P ₁₆	99,364	900	70	60	0,5	6:1	24,627	11,541	22,153	66,771
P ₁₇	99,850	900	70	60	0,5	9:1	20,978	10,606	19,823	73,455
P ₁₈	99,718	900	70	60	0,5	12:1	22,712	1,590	24,416	69,431
P ₁₉	98,892	0	70	60	1	6:1	4,952	1,871	10,890	-

4.1.3. Hasil karakterisasi sifat biodiesel

Hasil karakterisasi sifat-sifat biodiesel meliputi penentuan kandungan air, bilangan asam, viskositas, berat jenis dan titik nyala yang dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil perbandingan karakterisasi sifat biodiesel dengan standar biodiesel SNI-04-7182-2006.

No	Parameter	Biodiesel	Campuran (CPO+CH ₃ OH)	Standar biodiesel
1	Massa jenis pada 40°C (Kg/m ³)	886	913	850 - 890
2	Viskositas kinematika pada 40°C (mm ² /s), cSt	3,815	17,881	2,3 - 6,0
3	Kandungan air (%-v)	0,046	-	Maks. 0,05
4	Bilangan asam (mg KOH/g)	0,770	-	Maks. 0,8
5	Titik nyala (°C)	175	-	Min. 100

4.1.4. Hasil pemurnian biodiesel

Untuk proses pemurnian biodiesel digunakan agen pengompleks yaitu asam sitrat. Biodiesel sebelum dan sesudah pemurnian ditentukan kadar Ca nya dengan menggunakan metode kompleksometri seperti yang ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil penentuan kadar Ca pada biodiesel sebelum dan sesudah dimurnikan.

No		Kandungan Ca (ppm)
1	Biodiesel sebelum pemurnian	82,126
2	Biodiesel sesudah pemurnian	6,063
3	Ion Ca yang terikat pada asam sitrat	9,186

4.1.5. Hasil Kromatografi Lapis Tipis (KLT) Biodiesel

Tabel 8. Hasil KLT Biodiesel

No	Sampel	Eluen	Rf Rata-Rata	Keterangan
1	Biodiesel	Etil Asetat : Metanol	0,91	Noda Bulat
2	CPO	4:1	0,68	Noda Memanjang

4.2. Pembahasan

4.2.1. Penentuan asam lemak bebas dan kandungan air

Tabel 3 menunjukkan hasil penentuan kandungan asam lemak bebas dan kandungan air pada *crude palm oil* (CPO) yang digunakan sebagai sampel pada produksi biodiesel. Asam lemak bebas CPO diperoleh sebesar 3,722 % dan kandungan air 0,367 %. Bila kandungan asam lemak bebas >1% dan kandungan air >0,06% maka dapat mempengaruhi hasil biodiesel. Asam lemak bebas dan air akan mengurangi kinerja katalis, menyerap katalis dan menyebabkan terbentuknya sabun. Adapun reaksi antara trigliserida dengan air yaitu :



(Kusdiana dan Saka, 2003)

Dari hasil penentuan kandungan asam lemak bebas dan air CPO diketahui bahwa sampel yang digunakan tidak memenuhi syarat sebagai bahan baku untuk pembuatan biodiesel. Namun, bukan berarti minyak tersebut tidak bisa digunakan sebagai sampel. Bila asam lemak bebasnya besar, maka perlu dilakukan pretreatment (perlakuan pendahuluan) yaitu dengan melakukan 2 tahap reaksi pada pembuatan biodiesel. Tahap pertama adalah reaksi esterifikasi dan dilanjutkan dengan tahap reaksi transesterifikasi. Untuk mengurangi kandungan air pada sampel dapat dilakukan dengan dua cara yaitu separasi gravitasi dan separasi destilasi. Separasi gravitasi mengandalkan perbedaan densitas antara minyak dengan air, dimana air yang lebih berat akan berposisi dibagian bawah untuk selanjutnya dapat dipisahkan. Sedangkan separasi destilasi mengandalkan titik didih air yaitu sekitar 100°C (Indartono (a), 2006).

4.2.2. Pengaruh variabel penelitian terhadap perolehan biodiesel

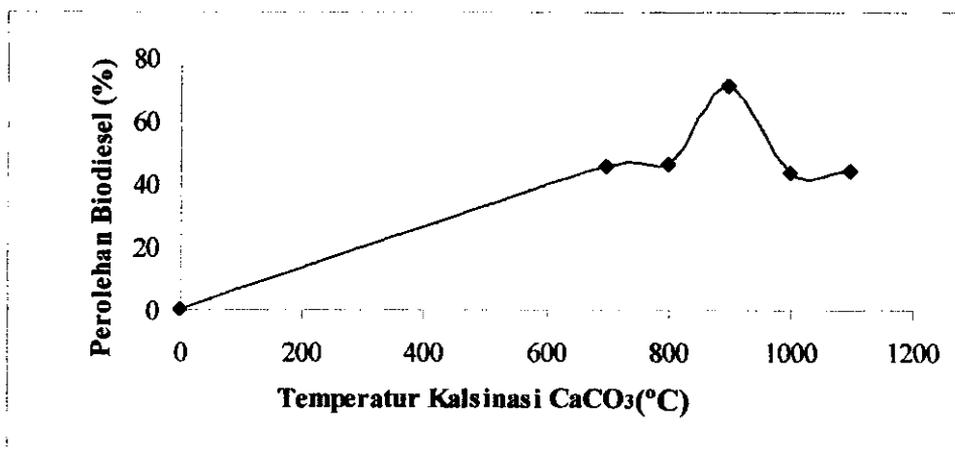
Variabel-variabel yang mempengaruhi hasil biodiesel selama reaksi transesterifikasi adalah rasio molar metanol, temperatur reaksi, waktu reaksi, jumlah katalis dan temperatur kalsinasi katalis. Pada penelitian ini dipelajari pengaruh temperatur kalsinasi CaO mulai dari 700°C – 1100°C, konsentrasi CaO mulai dari

0,5–1,5%, konsentrasi metanol 6:1-12:1, waktu reaksi 30–120 menit, dan suhu reaksi 60°C - 80°C.

4.2.2.1. Pengaruh temperatur kalsinasi katalis CaO

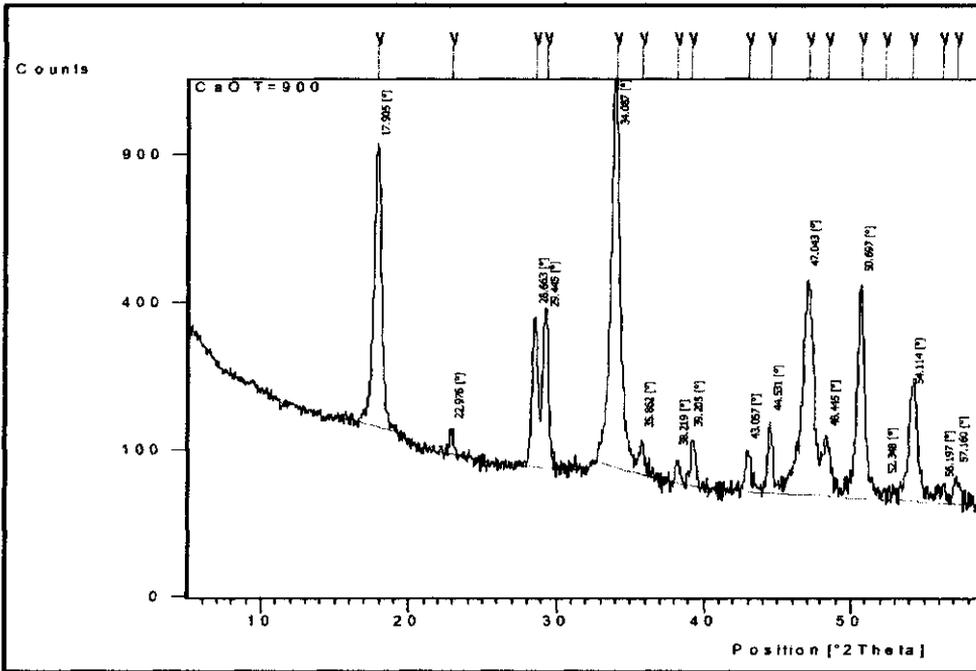
Pada penelitian ini, katalis yang digunakan adalah CaO yang telah dikalsinasi dari CaCO₃. Untuk membentuk basa kuat kalsium oksida, air yang teradsorpsi dan karbondioksida harus dihilangkan sementara Ca⁺² dan O⁻² harus tetap ada pada permukaan kalsium oksida (Huaping, 2006). Variasi temperatur kalsinasi katalis dimulai dari 700°C sampai 1100°C dengan konsentrasi CaO 1 gr, rasio molar metanol 6:1, waktu reaksi 1 jam dan temperatur reaksi 70°C.

Pada Gambar 4 dapat dilihat hasil biodiesel optimum didapat pada temperatur 900°C sebesar 70,906%. Pembuatan biodiesel menggunakan katalis CaCO₃ tidak berhasil, ini disebabkan karena sisi katalitik katalis belum aktif dan dari hasil penelitian sebelumnya dengan menggunakan sampel minyak goreng bekas diketahui bahwa kinerja katalis CaCO₃ lambat dan membutuhkan waktu reaksi yang lama. Semakin tinggi temperatur kalsinasi, biodiesel yang dihasilkan semakin menurun karena terjadinya kerusakan pada struktur katalis sehingga aktifitas katalitik berkurang secara perlahan. Hal ini dapat dilihat dengan menurunnya jumlah biodiesel yang dihasilkan diatas temperatur 900°C sedangkan dibawah temperatur kalsinasi, CaCO₃ belum terdekomposisi sempurna.

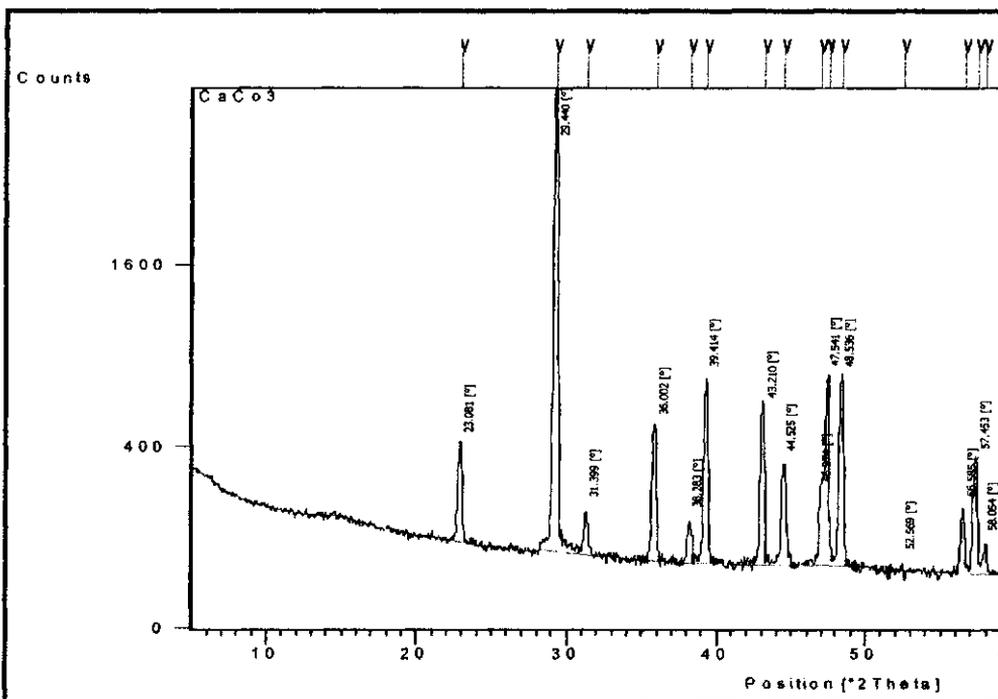


Gambar 4. Variasi temperatur kalsinasi katalis terhadap perolehan biodiesel

Untuk mempelajari pengaruh temperatur terhadap daya serap katalis, maka telah dilakukan analisa dengan menggunakan difraksi sinar X.

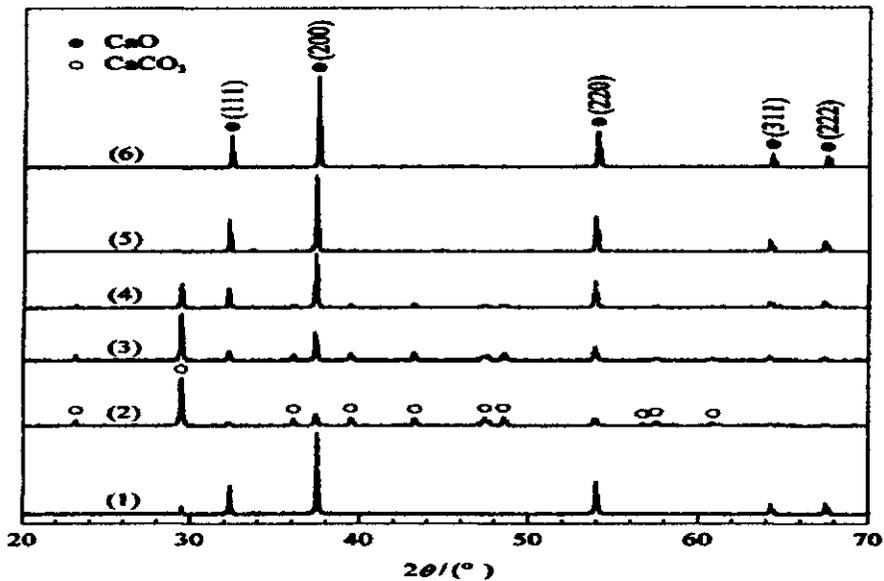


Gambar 5. Difraktogram CaO pada temperatur 900°C.



Gambar 6. Difraktogram CaCO₃

Difraksi sinar-X adalah metoda yang penting untuk menentukan karakterisasi mineral dalam padatan kristal. Metoda ini biasanya digunakan untuk menentukan tingkat kemurnian dan kristanilitas katalis. Karakterisasi dengan metoda ini dilakukan dengan mengukur pola difraksi pada daerah sudut difraksi (2θ).



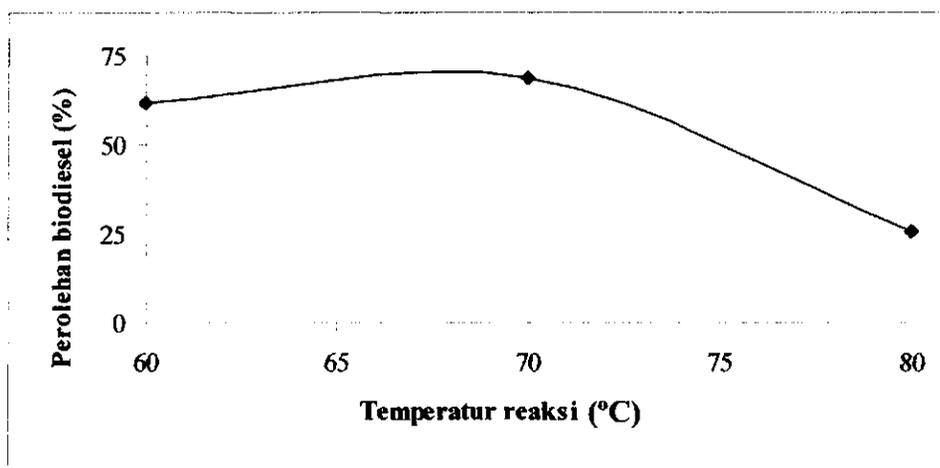
Gambar 7. Difraktogram CaO pada berbagai temperatur. (1) CaO komersial, (2) 600°C, (3) 850°C, (4) 900°C, (5) 1000°C, (6) 1100°C (Huaping, 2006).

Karakterisasi dengan difraktometer sinar-X dilakukan terhadap katalis CaCO_3 dan CaO dengan kondisi kalsinasi optimal yang dilihat dari hasil perolehan biodiesel yang maksimal. Pola difraksi sinar-X untuk katalis CaCO_3 yang dihasilkan pada sudut 2θ berturut-turut adalah 23,081; 29,440; 36,002; 39,414; 43,210; 47,541; 48,536; 56,585; 57,453; 60,552, sedangkan untuk katalis CaO yang telah dikalsinasi pada temperatur 900°C adalah 28,663; 29,445; 34,087; 38,219; 47,043; 50,697; 54,114; 62,654; 64,227. Dari hasil difraktogram katalis CaO yang dikalsinasi pada temperatur 900°C menunjukkan bahwa katalis tersebut masih belum murni, dapat dilihat pada puncak-puncak difraktogram katalis CaO yang masih menyerupai difraktogram katalis CaCO_3 . Hal ini disebabkan karena proses penyimpanan katalis yang telah dikalsinasi tidak dilakukan dalam ruang tertutup sehingga CO_2 dan O_2 yang

ada di udara masuk kembali pada sisi katalis membentuk CaCO_3 . Oleh karena itu, biodiesel yang dihasilkan belum optimal.

4.2.2.2. Pengaruh temperatur reaksi

Reaksi transesterifikasi merupakan proses penyempurnaan dari pembuatan biodiesel. Pada reaktor transesterifikasi, minyak dan lemak yang belum bereaksi pada proses esterifikasi dikonversikan menjadi biodiesel pada tahap ini. Kondisi reaksi dipertahankan pada temperatur disekitar titik didih metanol (Prihandana dkk, 2006). Untuk mendapatkan hasil metil ester yang optimal temperatur divariasikan mulai dari 60°C , 70°C , 80°C dengan waktu reaksi 1 jam, konsentrasi katalis 1%, temperatur kalsinasi katalis 900°C dan rasio molar metanol 6:1.



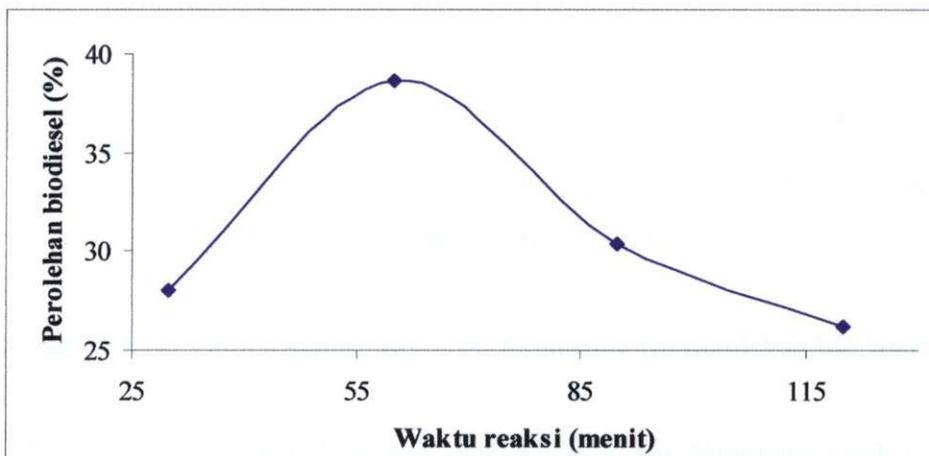
Gambar 8. Variasi temperatur reaksi terhadap hasil perolehan biodiesel

Hasil perolehan rata-rata biodiesel dapat dilihat pada tabel 5 yang menunjukkan biodiesel optimal diperoleh pada temperatur reaksi 70°C sebesar 68,506%. Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa diatas temperatur optimum, jumlah biodiesel yang dihasilkan akan semakin menurun karena tidak sesuai dengan titik didih metanol. Bila temperatur yang digunakan tinggi dan melebihi titik didih normal metanol maka dapat menyebabkan penguapan atau kehilangan metanol. Sedangkan jika temperatur dibawah 50°C dapat menyebabkan tingginya viskositas biodiesel (Kapilakarn, 2007). Dari penelitian yang dilakukan oleh Huaping (2006) dengan

menggunakan sampel minyak jarak dan Kapilakarn (2007) dengan menggunakan minyak kelapa sawit didapatkan temperatur optimum 70°C untuk produksi biodiesel. Sehingga dapat ditetapkan temperatur yang cocok untuk proses transesterifikasi adalah 70°C.

4.2.2.3. Pengaruh waktu reaksi

Pada proses produksi biodiesel dipelajari pengaruh waktu reaksi dari 30 menit sampai 120 menit dengan temperatur kalsinasi 900°C, temperatur reaksi 70°C, katalis CaO 1% dan rasio molar metanol 6:1. Dari Gambar 9 dapat dilihat waktu reaksi transesterifikasi biodiesel dengan menggunakan katalis CaO yang optimum adalah 60 menit dengan perolehan biodiesel sebesar 38,626%. Sedangkan dengan menggunakan katalis CaCO₃ pada waktu reaksi yang sama tidak dihasilkan biodiesel. Karena reaksi yang berlangsung heterogen dan sisi katalitik katalisnya belum aktif maka transfer massa yang terjadi pada katalis CaCO₃ sangat lambat. Hal ini dapat dilihat pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Hermita (2007) dengan menggunakan katalis CaCO₃ dan sampel minyak goreng bekas dengan waktu reaksi optimum 240 menit dengan perolehan biodiesel 62,27%. Katalis CaCO₃ tanpa kalsinasi membutuhkan waktu reaksi yang lama bila dibandingkan dengan katalis CaCO₃ yang dikalsinasi.

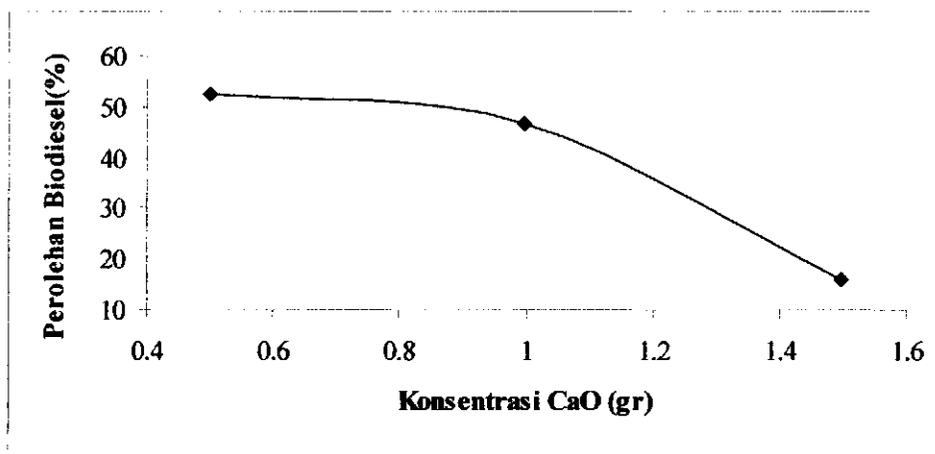


Gambar 9. Variasi waktu reaksi terhadap hasil perolehan biodiesel

Lamanya waktu reaksi tergantung pada kondisi minyak yang digunakan. Minyak dengan kandungan FFA dan air yang besar membutuhkan waktu reaksi yang lebih lama (dua kali lipat) dibandingkan dengan minyak yang memiliki kandungan FFA dan air yang kecil (Prihandana dkk, 2006). Dari gambar dapat dilihat waktu reaksi pengkonversian biodiesel pada reaksi transesterifikasi berkatalis basa membutuhkan waktu yang singkat. Bila waktu reaksi diperpanjang akan menghasilkan produk berupa gel putih yang dapat meningkatkan viskositas produk dan mempengaruhi proses pemurnian (Huaping, 2006).

4.2.2.4. Pengaruh konsentrasi katalis CaO

Perolehan biodiesel terhadap variasi konsentrasi CaO pada gambar 10 menunjukkan bahwa peningkatan jumlah katalis akan menyebabkan penurunan perolehan biodiesel. Bila konsentrasi katalis berlebih, maka banyak produk yang akan diserap sehingga terbentuk sabun (Meka et al, 2007). Dari hasil penelitian didapat konsentrasi CaO yang optimal yaitu 0,5% sebanyak 52,401% dengan temperatur reaksi 70°C, waktu reaksi 60 menit dan rasio molar metanol 6:1.



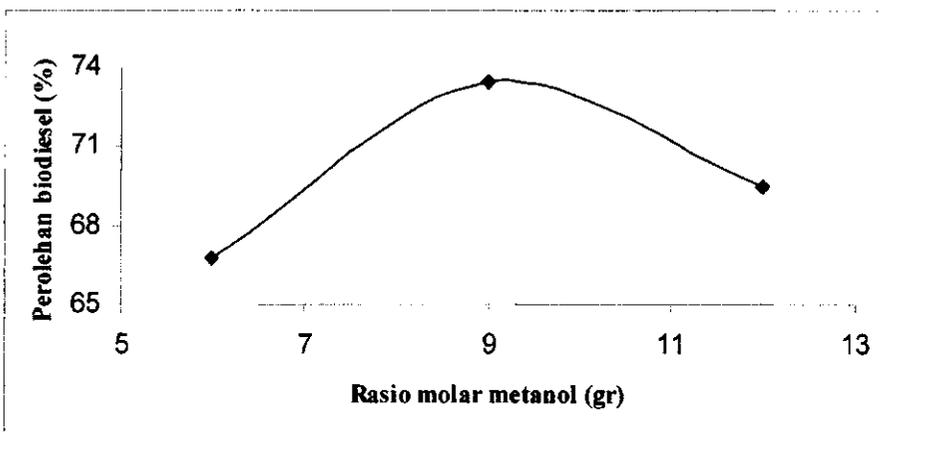
Gambar 10. Variasi konsentrasi CaO terhadap hasil perolehan biodiesel

Dari penelitian yang dilakukan oleh Modica dan Nannicini (2002) dengan menggunakan katalis heterogen $Ba(OH)_2$ sebanyak 0,5% dari sampel minyak rapeseed, biodiesel yang dihasilkan mencapai 97 % dengan waktu reaksi 17 menit.

Mereka juga membandingkan hasil yang didapat dengan menggunakan katalis homogen NaOH sebanyak 0,3%, biodiesel yang diperoleh sebesar 93,8% dengan waktu reaksi 90 menit. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Huaping (2006) dengan menggunakan katalis CaO 0.5%, temperatur reaksi 55°C, waktu reaksi 60 menit dan rasio molar metanol 6:1 dari sampel minyak jarak dihasilkan biodiesel sebesar 82,7%. Hasil yang didapat Huaping berbeda dengan yang didapat pada penelitian ini karena sampel CPO yang digunakan memerlukan perlakuan pendahuluan sedangkan minyak jarak dapat langsung digunakan untuk reaksi transesterifikasi.

4.2.2.5. Pengaruh rasio molar metanol

Pengaruh rasio molar metanol dipelajari mulai dari 6:1; 9:1; 12:1 dengan menggunakan temperatur reaksi 70°C, konsentrasi CaO 0,5 % dan waktu reaksi 60 menit. Dari Gambar 11 dapat dilihat perolehan biodiesel optimal pada rasio molar metanol 9:1 dengan perolehan biodiesel sebesar 73,455%. Bila konsentrasi metanol ditingkatkan diatas atau dikurangi dibawah konsentrasi optimalnya, tidak ada peningkatan yang berarti dalam produksi biodiesel. Kelebihan atau kekurangan konsentrasi metanol hanya akan mengakibatkan peningkatan pembentukan gliserol dan emulsi (Syah, 2006).

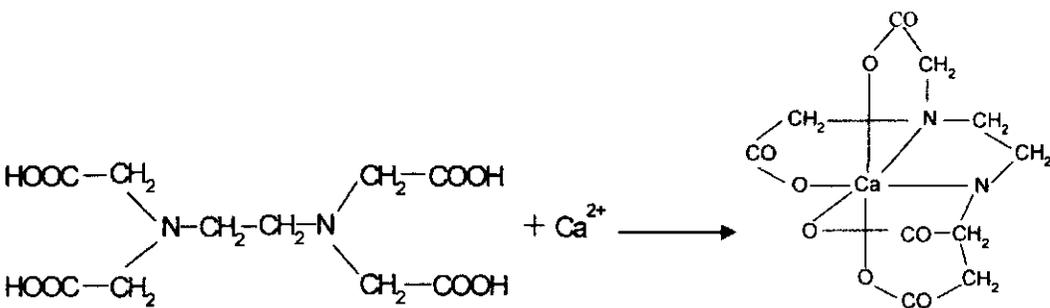


Gambar 11. Variasi konsentrasi metanol terhadap hasil perolehan biodiesel

Dari penelitian yang dilakukan oleh Huaping (2006) dengan menggunakan minyak jarak, peningkatan rasio molar metanol terhadap minyak akan mendukung reaksi. Tetapi jika terlalu banyak metanol tidak mendukung dalam proses pemurnian biodiesel karena dibutuhkan banyak energi untuk memperoleh kembali sejumlah metanol yang tidak bereaksi. Hasil yang sama juga didapat oleh Modica dan Nannicini (2002) dengan menggunakan minyak rapeseed, rasio molar metanol yang optimum diperoleh dengan perbandingan 9:1.

4.2.3. Pemurnian Biodiesel

Proses pemurnian biodiesel menggunakan agen pengompleks asam sitrat. Ion Ca yang terdapat dalam biodiesel tidak dihilangkan langsung oleh asam sitrat tapi akan terjadi penggumpalan ion kalsium pada bagian bawah sehingga akan lebih mudah dipisahkan dengan menggunakan sentrifus. Penentuan kadar ion Ca dilakukan dengan menggunakan metode kompleksometri yaitu terjadinya pembentukan senyawa kompleks antara ligan (EDTA) dengan atom pusat (Ca). Reaksi EDTA dengan Ca^{+2} yaitu :



Perubahan warna yang terjadi pada titrasi kompleksometri yaitu dari putih kemerahmudaan menjadi merah sindur dengan volume titran yang terpakai untuk biodiesel sebelum dimurnikan 4,47 mL dan sesudah dimurnikan 0,33 mL. Dari hasil pemurnian biodiesel dapat kita lihat bahwa kandungan ion Ca dalam biodiesel cukup besar yaitu 82,126 ppm. Setelah biodiesel dimurnikan dengan asam sitrat, kadar ion Ca dalam biodiesel berkurang menjadi 6,063 ppm dan kadar ion Ca yang terikat pada asam sitrat sebesar 9,186 ppm.

Produk biodiesel harus dimurnikan dari produk samping gliserin, sabun, sisa metanol dan katalis. Sisa katalis yang ada pada biodiesel dapat menghidrolisa dan memecah biodiesel menjadi asam lemak bebas yang kemudian terlarut dalam biodiesel itu sendiri. Kandungan asam lemak bebas dalam biodiesel tidak bagus karena dapat menyumbat filter atau saringan dengan endapan dan menjadi korosi pada logam mesin diesel (Nasiri, 2006). Sehingga proses pemurnian sangat penting untuk mendapatkan biodiesel yang lebih murni.

4.2.4. Hasil Kromatografi Lapis Tipis (KLT)

Kromatografi lapis tipis (KLT) digunakan untuk menentukan kemurnian biodiesel yang dihasilkan. KLT merupakan metoda yang sangat sederhana dan relatif singkat. Hasil KLT dapat dilihat pada harga Rf dan bentuk noda yang dihasilkan. Jika bentuk noda yang dihasilkan bulat berarti biodiesel tersebut dianggap telah murni.

Uji kemurnian biodiesel menggunakan eluen metanol : etil asetat (1:4) yang didasarkan pada tingkat kepolaran biodiesel. Dari hasil KLT didapatkan harga Rf biodiesel 0,91 dan Rf CPO 0,68. Hal ini menunjukkan bahwa CPO pada reaksi transesterifikasi telah terkonversi sempurna menjadi biodiesel.

4.2.5. Karakterisasi sifat biodiesel

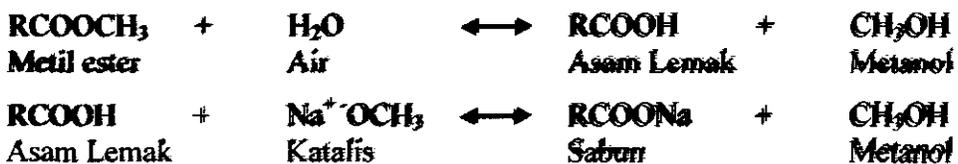
Karakterisasi sifat biodiesel yang diuji meliputi bilangan asam, kandungan air, viskositas, berat jenis dan titik nyala. Hasil pengujian sifat-sifat yang didapat kemudian dibandingkan dengan standar mutu biodiesel Indonesia yang ditetapkan dalam SNI-04-7182-2006. Untuk membandingkan hasil biodiesel dengan campuran CPO dan metanol, maka dilakukan uji karakteristik fisik campuran yaitu penentuan berat jenis dan viskositas biodiesel. Dari pengukuran didapatkan bahwa campuran memiliki karakteristik yang melebihi standar biodiesel artinya tanpa mereaksikan CPO dan metanol tidak akan menghasilkan biodiesel.

4.2.5.1. Bilangan asam

Uji karakterisasi bilangan asam pada biodiesel diketahui bahwa nilai yang didapat tidak melebihi ketentuan yang ditetapkan oleh SNI yaitu sebesar 0,77 mg KOH/gr. Angka asam yang tinggi merupakan indikator biodiesel masih mengandung asam lemak bebas. Berarti, biodiesel bersifat korosif dan dapat menimbulkan jelaga atau kerak di injektor mesin diesel. Angka asam dinilai sebagai penyebab salah satu masalah pada biodiesel (Prihandana dkk, 2006).

4.2.5.2. Kandungan air

Dari hasil pengujian karakteristik biodiesel yang dihasilkan, diketahui bahwa kandungan airnya tidak melebihi standar yang telah ditetapkan yaitu 0,046 %. Bila kadar airnya di atas ketentuan akan menyebabkan reaksi pengkonversian minyak nabati tidak sempurna (terjadi reaksi penyabunan). Bisa juga terjadi proses hidrolisis pada biodiesel sehingga akan meningkatkan bilangan asam, menurunkan pH dan meningkatkan sifat korosif. Sedangkan pada temperatur rendah, air dapat mendorong terjadinya pemisahan pada biodiesel murni (Prihandana dkk, 2006). Reaksi antara biodiesel dan air yaitu :



Pada negara yang mempunyai musim dingin kandungan air yang terkandung dalam bahan bakar dapat membentuk kristal yang dapat menyumbat aliran bahan bakar. Selain itu, keberadaan air dapat menyebabkan korosi dan pertumbuhan mikroorganisme yang juga dapat menyumbat aliran bahan bakar (Portfolio, 2001).

4.2.5.3. Viskositas

Viskositas adalah tahanan yang dimiliki fluida yang dialirkan dalam pipa kapiler terhadap gaya gravitasi. Viskositas sangat penting karena mempengaruhi kinerja injektor pada mesin diesel. Dari pengukuran viskositas biodiesel didapatkan

nilai viskositas kinematik sebesar 3,815 cSt. Hasil ini tidak melebihi ketentuan yang telah ditetapkan SNI. Jika nilai viskositas besar maka dapat menyebabkan peningkatan deposit, penetrasi semprot dan emisi mesin. Sebaliknya bahan bakar dengan viskositas rendah akan memproduksi spray yang halus dan menyebabkan terbentuknya jelaga (Prihandana dkk, 2006).

Kecepatan alir bahan bakar melalui injektor akan mempengaruhi derajat atomisasi bahan bakar didalam ruang bakar. Viskositas bahan bakar juga berpengaruh secara langsung terhadap kemampuan bahan bakar bercampur dengan udara. Harga viskositas biodiesel juga bisa dijadikan sebagai ukuran terjadi-tidaknya proses degradasi pada biodiesel. Menurut Indartono yang dikutip dari penelitian Conceicao (2005), biodiesel minyak castor yang digunakan bisa mengalami degradasi yang ditandai dengan kenaikan viskositas yang sangat tinggi bila dikenai temperatur yang sangat tinggi (210°C) dalam jangka waktu lebih dari 10 jam. Degradasi ini terjadi karena proses oksidasi dan polimerisasi pada biodiesel (Indartono (b), 2006).

4.2.5.4. Berat jenis

Berat jenis menunjukkan perbandingan berat per satuan volume, karakteristik ini berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel per satuan volume bahan bakar (portfolio, 2001). Penentuan berat jenis biodiesel dilakukan dengan menggunakan piknometer 5 mL. Dari hasil pengukuran, didapat berat jenis biodiesel sebesar 886 Kg/m³ yang mana nilai ini tidak melebihi ketentuan yang telah ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia yaitu 850-890 Kg/m³. Bila biodiesel memiliki berat jenis yang besar, maka akan terjadi reaksi yang tidak sempurna pada mesin diesel sehingga akan meningkatkan keausan mesin, emisi dan menyebabkan kerusakan pada mesin (Prihandana dkk, 2006).

4.2.5.5. Titik nyala (Tag Closed Tester)

Titik nyala atau titik kilat adalah titik temperatur terendah yang menyebabkan bahan bakar dapat menyala. Penentuan titik nyala ini berkaitan dengan keamanan dalam penyimpanan dan penanganan bahan bakar. SNI biodiesel menetapkan

minimum 100°C untuk mengeliminasi kontaminasi metanol akibat proses konversi minyak nabati yang tidak sempurna.

Pencantuan titik nyala dilakukan dengan menggunakan alat *tag closed tester* merk Kochler. Pengujian mulai dilakukan ketika temperatur biodiesel telah mencapai 100°C dan setiap kenaikan temperatur 5°C api pencoba didekatkan keatas permukaan sampel. Titik nyala biodiesel ditandai dengan munculnya uap biodiesel dan terlihatnya percikan api ketika api pencoba dihidupkan. Titik nyala biodiesel yang didapat sebesar 175°C, artinya nilai ini memenuhi standar untuk bahan bakar.