

4.2. Pembahasan

4.2.1. Penentuan asam lemak bebas

Penentuan asam lemak bebas dilakukan karena dapat mengganggu proses transesterifikasi yang berdampak pada produksi biodiesel. Asam lemak bebas yang diperoleh adalah 0,53%. Ini menunjukkan bahwa minyak kelapa baik digunakan untuk bahan baku biodiesel dengan kemurnian yang tinggi. Minyak yang bagus mempunyai kandungan asam lemak bebas kecil dari 1%. Semakin tinggi kandungan asam lemak bebas menunjukkan minyak tersebut tidak bagus untuk digunakan sebagai bahan baku biodiesel. (Rama, dkk 1999).

Minyak yang mempunyai asam lemak bebas kecil dari 1% seperti minyak kelapa, minyak jarak, bisa langsung ditransesterifikasi tanpa melakukan reaksi esterifikasi–transesterifikasi. Minyak yang mempunyai asam lemak bebas hampir mencapai 5% seperti minyak sawit (CPO) mutu rendah dan minyak goreng tidak bisa langsung di transesterifikasi melainkan harus dilakukan dua tahap yaitu esterifikasi dan transesterifikasi. Esterifikasi menggunakan katalisator asam seperti asam klorida dan asam sulfat, transesterifikasi menggunakan katalisator basa yaitu KOH dan NaOH (Rama, dkk. 1999)

Asam lemak bebas yang terkandung dalam biodiesel dapat menyebabkan terbentuknya perkaratan dan menimbulkan kerak dipermukaan injektor mesin. Untuk menghilangkan asam lemak bebas maka dilakukan proses transesterifikasi.

4.2.2. Penentuan kandungan air

Kandungan air ditentukan untuk mengetahui kadar air yang masih tersisa dalam minyak kelapa dan biodiesel. Minyak kelapa mempunyai kandungan air 0,7187%. Kandungan air dalam minyak kelapa termasuk besar hal ini dikarenakan minyak kelapa dibuat dari campuran daging kelapa hasil kukusan dengan air. Setelah dicampur dan diperas akan diperoleh santan kelapa, dari santan kelapa ini dipanaskan sampai terbentuk pemisahan antara blondo dengan minyak kelapa. Minyak kelapa ini yang dipakai untuk membuat biodiesel. Karena pembuatan minyak kelapa dilakukan pencampuran dengan air terlebih dahulu makanya minyak kelapa mempunyai kandungan air yang tinggi.

Kandungan air dari biodiesel adalah 0,021%. Ini menunjukkan biodiesel dari minyak kelapa mempunyai kandungan air yang rendah. Jadi kandungan air setelah ditransesterifikasi mengalami perubahan yang berarti. Kandungan air maksimal yang ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk biodiesel adalah 0,05%, jadi kandungan air biodiesel dari minyak kelapa mempunyai nilai yang jauh dari standar yang ditetapkan hal ini menjadikan biodiesel dari minyak kelapa sangat bagus. Kandungan air yang terdapat dalam biodiesel dapat mengganggu kinerja mesin. Hal ini berpengaruh pada proses perapian, perkaratan pada mesin.(Andi, 2006).

4.2.3. Penentuan densitas dari biodiesel

Densitas (massa jenis) adalah perbandingan massa persatuan volume sampel. Penentuan densitas dari biodiesel menggunakan alat piknometer. Massa jenis biodiesel yang diperoleh adalah 0,8774 g/ml atau 877,4 kg/m³. Berat jenis biodiesel lebih berat dari berat jenis solar, biodiesel berat jenisnya rata-rata 0,88 g/ml sedangkan solar 0,85 g/ml, jadi pada pencampuran biodiesel dengan solar tidak perlu dilakukan pengadukan karena berat jenis biodiesel lebih berat dari solar sehingga bisa mencapai permukaan dari mesin tidak mengapung diatas solar sehingga menghasilkan pencampuran yang bagus. Jika biodiesel mempunyai berat jenis yang tinggi melebihi ketentuan akan terjadi reaksi tak sempurna pada konversi minyak nabati. Hal ini dapat juga meningkatkan keausan pada mesin, emisi dan menyebabkan kerusakan pada mesin. Berat jenis bahan bakar berhubungan dengan kekentalan bahan bakar. (Rama, 1999).

Jika bahan bakar mempunyai berat jenis lebih dari 0,900 g/ml kemungkinan hasil dari reaksi yang tidak sempurna dan seharusnya tidak digunakan untuk mesin diesel, jika digunakan dalam mesin diesel bahan bakar dapat meningkatkan keausan mesin, emisi dan menyebabkan kerusakan mesin.

4.2.4. Penentuan viskositas dari biodiesel

Setiap fluida gas atau cairan memiliki suatu sifat yang disebut viskositas. Viskositas (kekentalan) didefinisikan sebagai tahanan yang dilakukan suatu lapisan fluida terhadap lapisan lainnya. Fluida didalam pipa dapat dianggap terdiri atas lapisan – lapisan molekul yang bergerak satu diatas lainnya dengan kecepatan yang berbeda-beda, oleh karena itu viskositas cairan dapat ditentukan dengan kecepatan alirannya / kekentalannya. (Sukardjo, 1989).

Viskositas bahan bakar erat kaitannya dengan injeksi, pengkabutan dan kemampuan melumas sendiri dari bahan bakar tersebut. Atomisasi bahan bakar sangat bergantung pada viskositas, tekanan injeksi serta ukuran lubang injektor, dengan viskositas yang rendah akan menyebabkan keausan pada dinding silinder ruang bakar maupun torak pompa injeksi dan lobang nozel. Sedangkan viskositas yang terlalu tinggi akan menyebabkan pemompaan yang lebih sulit sehingga atomisasi bahan bakar akan berkurang (Silaban, 1993).

Viskositas adalah tahanan yang dimiliki fluida yang dialirkan dalam pipa kapiler terhadap gaya gravitasi. Biasanya dinyatakan dalam waktu yang diperlukan untuk mengalir pada jarak tertentu. Jika viskositas semakin tinggi tahanan untuk mengalir akan semakin tinggi. Karakteristik ini semakin penting karena mempengaruhi kinerja injektor pada mesin diesel.. Viskositas yang lebih tinggi akan membuat bahan bakar teratomisasi menjadi tetesan yang lebih besar dengan momentum tinggi dengan kecenderungan bertumbukan dengan dinding silender yang relatif lebih dingin Hal ini menyebabkan pemadaman flame dan peningkatan deposit, penetrasi semprot bahan bakar dan emisi mesin.

Sebaliknya bahan bakar dengan viskositas rendah akan memproduksi spray yang terlalu halus dan tidak dapat masuk terlalu jauh kedalam silender pembakaran sehingga terbentuk daerah fuel rich zone yang menyebabkan pembentukan jelaga. Viskositas juga menunjukkan sifat pelumasan atau lubrikasi dari bahan bakar. Viskositas yang relatif tinggi mempunyai sifat pelumasan yang lebih baik.(Rama, dkk. 2006).

Hasil pada pengukuran viskositas ini menunjukkan harga viskositas dari biodiesel adalah 3,5238 cSt. Harga viskositas ini tidak melebihi dari batasan yang telah ditetapkan oleh SNI.

4.2.5. Pembuatan biodiesel

Pembuatan biodiesel melalui reaksi transesterifikasi dengan menggunakan katalis NaOH, metanol pada suhu dan waktu reaksi tertentu yang di variasikan untuk mendapatkan hasil yang maksimum.

Hasil perolehan biodiesel yang maksimum yaitu 98.656% dengan menggunakan NaOH 1 g, metanol 28 g, waktu reaksi 60 menit dan suhu 60°C.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi jumlah biodiesel yang didapatkan:

4.2.5.1. Pengaruh variasi penambahan NaOH

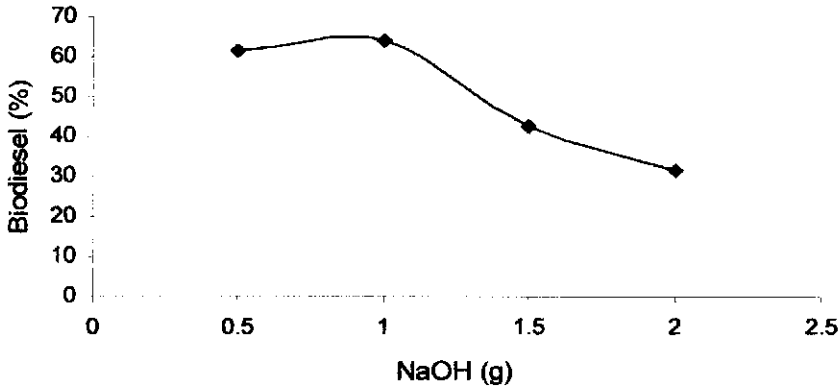
Katalis yang digunakan adalah katalis basa NaOH. Selain NaOH katalis yang bisa digunakan adalah KOH. NaOH digunakan karena harganya lebih murah, penggunaan katalis NaOH untuk biodiesel lebih sedikit dari pada penggunaan KOH dalam kata lain NaOH lebih efisien untuk biodiesel dan lebih ekonomis (perbandingannya 0,35% NaOH dan 0,90% KOH dari berat minyak). Pada umumnya katalis basa yang digunakan pada transesterifikasi adalah 0,1–1,2% dari berat minyak untuk jumlah asam lemak bebas kurang dari 1% (Hanna dan Ma, 1999).

Katalis disini berfungsi untuk mereaktifkan metanol supaya bisa berikatan atau bereaksi dengan minyak. NaOH bereaksi dengan metanol akan membentuk natrium metoksida, natrium metoksida ini akan berikatan dengan minyak

Variasi penggunaan katalis NaOH pada penelitian ini adalah 0.5%, 1%, 1,5% dan 2%. Dari variasi tersebut jumlah NaOH yang digunakan untuk menghasilkan biodiesel yang maksimum adalah 1 g dengan waktu reaksi 60 menit, suhu 60°C dan metanol 28 g. Dari gambar 3 menunjukkan bahwa hasil biodiesel yang maksimal pada penambahan NaOH 1 g, setelah mencapai kondisi optimal biodiesel yang dihasilkan akan berkurang dan terjadi pembentukan

gliserol yang banyak. Jadi bila telah tercapai kondisi optimum maka produksi biodiesel akan berkurang.(Andi 2006).

Dari gambar 3 dapat disimpulkan bahwa penambahan jumlah NaOH dapat mengurangi produksi biodiesel



Gambar. 3. Grafik pengaruh variasi penambahan NaOH terhadap produksi biodiesel

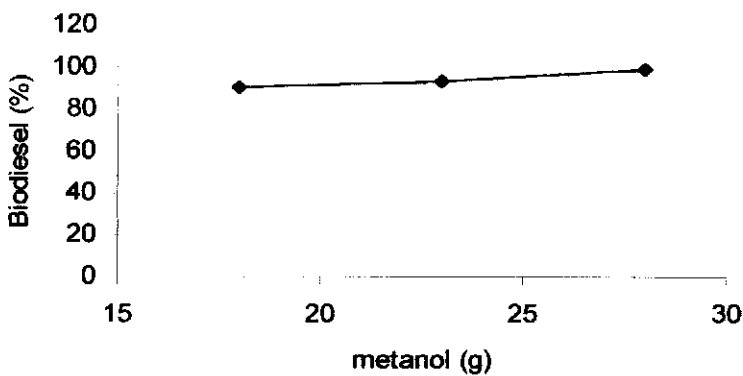
4.2.5.2. Pengaruh variasi penambahan metanol

Pada produksi biodiesel digunakan variasi metanol adalah 8%, 13%, 18%, 23% dan 28%. Dari variasi tersebut diperoleh hasil biodiesel yang maksimum pada penambahan metanol 28% akan didapatkan jumlah biodiesel 98,656% pada suhu 60°C jumlah NaOH 1% dan waktu reaksi 60 menit.

Dalam pembuatan biodiesel digunakan alkohol yang berfungsi sebagai pemutus pada reaksi alkohol dengan minyak dimana alkohol sebelumnya direaktifkan oleh NaOH. Alkohol yang bisa digunakan untuk biodiesel adalah metanol, etanol, propanol, iso butanol dll. Alkohol yang sering digunakan untuk pembuatan biodiesel adalah metanol dan etanol. Pada penelitian ini menggunakan metanol karena harganya lebih murah dari etanol, lebih reaktif dari etanol karena rantai karbonnya lebih pendek sehingga dapat membentuk reaksi biodiesel yang lebih stabil, metanol berat molekulnya paling rendah sehingga kebutuhan untuk proses transesterifikasi relatif sedikit. Metanol yang digunakan untuk biodiesel

lebih sedikit dibanding dengan etanol dimana metanol 20% dan etanol 30% sehingga lebih ekonomis.

Pada penelitian ini diperoleh bahwa penambahan jumlah metanol akan meningkatkan produksi biodiesel dan pengurangan metanol akan mengurangi produksi biodiesel. Dari gambar 4 dapat diketahui bahwa hasil biodiesel yang diperoleh dengan penambahan jumlah metanol akan menghasilkan biodiesel yang semakin banyak.(Andi ,2006).



Gambar 4. Grafik pengaruh variasi penambahan metanol terhadap produksi biodiesel

4.2.5.3. Pengaruh kenaikan temperatur

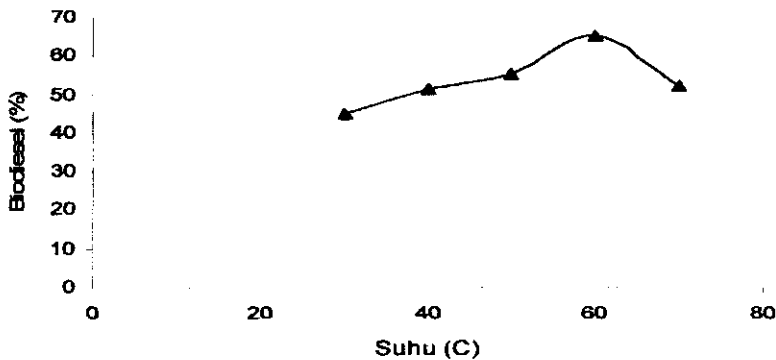
Suhu reaksi mempengaruhi laju reaksi dan produktivitas ester. Pada pembuatan biodiesel ini dilakukan variasi suhu antara 30°C, 40°C, 50°C 60°C dan 70°C. Suhu yang digunakan pada reaksi transesterifikasi diatas titik didih dan dibawah titik didih metanol. Titik didih metanol adalah 64,5°C. (Andi,2006).

Dari hasil biodiesel yang diperoleh suhu yang optimum untuk mendapatkan biodiesel adalah 60°C. Reaksi transesterifikasi bisa terjadi pada suhu yang berbeda. Pada metanolisis berkatalis basa reaksi biasanya berlangsung pada temperatur disekitar titik didih (Hanna dan Ma, 1999).

Pada pembuatan biodiesel pada suhu 60°C menghasilkan biodiesel yang maksimum yaitu sekitar 98,656%. Hal ini hampir sama pada hasil yang

didapatkan dari penelitian yang dilakukan oleh Andi (2006) dengan bahan baku minyak jarak pagar dengan suhu 60°C menghasilkan biodiesel sebanyak 97,33%. Hasil dari penelitian ini lebih tinggi dari pada yang dilakukan oleh Andi (2006) hal ini dikarenakan oleh asam lemak bebas (FFA) dari minyak dimana minyak kelapa FFA nya lebih rendah dari pada minyak jarak.

Pada gambar 3 dapat diketahui bahwa kenaikan suhu akan meningkatkan produksi biodiesel. Peningkatannya terjadi sampai pada batas keadaan optimumnya. Bila keadaan optimumnya telah tercapai maka kenaikan suhu tidak akan memberikan pengaruh yang berarti terhadap produksi biodiesel. Keadaan optimum diperoleh pada suhu 60°C



Gambar 5. Grafik pengaruh kenaikan suhu terhadap produksi biodiesel

4.2.5.4. Pengaruh waktu reaksi

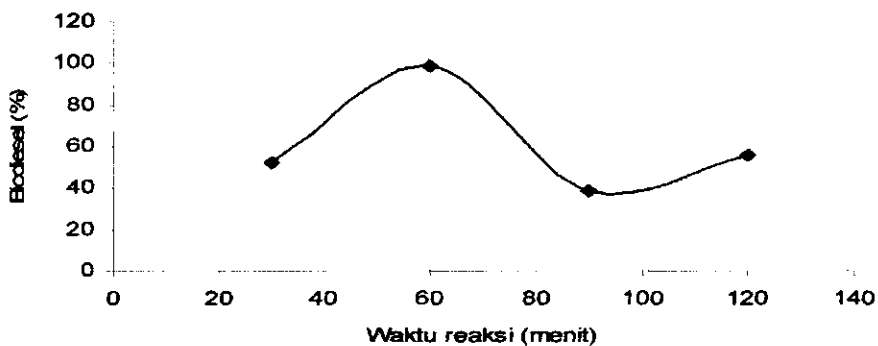
Waktu yang digunakan pada pembuatan biodiesel adalah 30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit. Dari waktu tersebut yang menghasilkan biodiesel yang paling banyak adalah pada waktu reaksi 60 menit metanol 28 g, NaOH 1 g dan suhu reaksi 60°C .

Lamanya waktu reaksi tergantung dari mutu minyak. Minyak yang bermutu rendah yang mempunyai FFA tinggi besar dari 1% membutuhkan waktu reaksi yang lama dibandingkan dengan minyak yang mempunyai FFA yang rendah kecil dari 1% membutuhkan waktu reaksi yang tidak lama. (Rama, dkk. 2006).

Produktivitas biodiesel meningkat dengan peningkatan waktu reaksi, tetapi bila telah mencapai kondisi yang optimum penambahan waktu reaksi tidak akan memberikan pengaruh yang berarti terhadap produksi biodiesel.

Dari tabel 8 dapat diketahui produktivitas ester meningkat dengan peningkatan waktu reaksi. Semakin panjang waktu reaksi maka peluang pereaksi untuk saling bekerja untuk membentuk biodiesel semakin besar atau kesempatan natrium metoksida untuk memutus ikatan gliserida pada minyak makin besar sehingga akan diperoleh biodiesel yang semakin banyak. Reaksi transesterifikasi membutuhkan waktu yang optimum untuk mendapatkan hasil biodiesel yang paling banyak, apabila telah mencapai kondisi optimum maka pembentukan biodiesel tidak begitu memberikan perbedaan hasil yang berarti dari waktu optimum.

Dari gambar 4 dapat disimpulkan bahwa kenaikan waktu reaksi akan memberikan produktivitas biodiesel yang semakin banyak pula. Namun apabila telah mencapai kondisi optimum untuk hasil biodiesel yang diperoleh, kenaikan waktu reaksi tidak akan memberikan pengaruh yang berarti terhadap produksi biodiesel yang dihasilkan. Kondisi optimum diperoleh pada waktu reaksi 60 menit.



Gambar 6. Grafik pengaruh waktu reaksi terhadap produksi biodiesel

4.2.6. Pencucian biodiesel

Pencucian biodiesel dilakukan untuk mengikat katalis, metanol dan gliserol yang masih tersisa pada biodiesel. Pencucian dilakukan dengan menggunakan akuades dimana sifat air polar dan alkohol polar sehingga bisa berikatan, sehingga alkohol yang tersisa bisa di buang bersamaan dengan akuades. Dalam reaksi biodiesel pencucian tidak begitu diperlukan karena 99% gliserol dan katalis telah dibuang bersama dengan gliserol (Andi, 2006).

Konsentrasi alkohol yang tidak bereaksi dalam biodiesel dan tidak dicuci sekitar 5-10%. Keunggulan dari tinggalnya alkohol yang tidak bereaksi dengan biodiesel adalah alkohol bekerja seperti aditif bahan bakar dengan meningkatkan energi yang terkandung dalam biodiesel. Kelemahan dari tinggalnya alkohol yang tidak bereaksi adalah alkohol akan menurunkan titik nyala biodiesel dan biodiesel yang mengandung lebih dari 0,20% alkohol tidak memenuhi standar ASTM. Pencucian alkohol dengan air adalah cara yang paling efektif untuk mengurangi kadar alkohol sampai dibawah 0,2%.(Andi, 2006).

4.2.7. Penentuan titik nyala

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 menetapkan titik nyala untuk biodiesel lebih tinggi sehingga lebih aman dibanding dengan solar sehingga tidak mudah terbakar.(Rama, dkk. 2006).

Penentuan titik nyala menggunakan alat tag close tester. Nilai titik nyala yang diperoleh pada penelitian ini adalah 150°C. Harga titik nyala yang tinggi menjadikan tingkat keamanannya lebih baik kerana tidak mudah terbakar pada suhu rendah. Titik nyala yang terlalu tinggi menyebabkan keterlambatan penyalaan pada mesin, sementara titik nyala yang terlalu rendah menyebabkan timbulnya detonasi yaitu ledakan- ledakan kecil sebelum bahan bakar masuk ruang bakar.

4.2.8. Residu karbon

Residu karbon adalah kandungan karbon yang masih tersisa setelah mengalami pembakaran selama waktu tertentu yang biasanya ditentukan dengan persen berat. Pengotor dalam ruang bakar dari mesin diesel disebabkan oleh deposit karbon yang dapat terjadi apabila bahan bakar mengandung komponen-komponen yang tidak dapat terbakar dengan sempurna. (Silaban, 1993)

Kadar residu karbon menunjukkan tendensi pembentukan jelaga (jokes). Tingkatan residu karbon tergantung pada jumlah asam lemak bebas, jumlah gliserida dan jumlah katalis yang sudah berbentuk sabun. Kadar residu karbon harus kecil karena fraksi hidrogen ini akan menyebabkan penumpukan residu karbon dalam ruang pembakaran. Akibatnya kinerja mesin akan berkurang. Pada temperatur tinggi deposit karbon dapat membara sehingga akan menaikkan temperatur silinder pembakaran. (Rama, dkk. 2006)

Dari hasil perolehan residu karbon pada penelitian ini didapatkan jumlah residu karbon adalah 0,03%. Jumlah ini jauh dibawah standar residu karbon yang telah ditetapkan oleh SNI. Jadi biodiesel dari minyak kelapa mempunyai residu karbon yang rendah sehingga baik digunakan dalam mesin.