

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Bahan Bakar

Ditinjau dari sudut teknis dan ekonomis, bahan bakar diartikan sebagai bahan yang apabila dibakar dapat meneruskan proses pembakaran tersebut dengan sendirinya, disertai dengan pengeluaran kalor. Bahan bakar dibakar dengan tujuan untuk memperoleh kalor tersebut, digunakan baik secara langsung maupun tidak langsung. Sebagai contoh penggunaan kalor dari proses pembakaran secara langsung adalah untuk memasak pada rumah tangga dan untuk instalasi pemanas, sedang contoh penggunaan kalor secara tidak langsung adalah kalor diubah menjadi energi mekanik, misalnya pada motor bakar, dan kalor diubah menjadi energi listrik, misalnya pada pembangkit listrik tenaga diesel, tenaga gas dan tenaga uap.

Beberapa macam bahan bakar yang dikenal adalah bahan bakar fosil, seperti batubara, minyak bumi, dan gas bumi, dan bahan bakar nuklir, seperti uranium dan plutonium. Pada bahan bakar nuklir, kalor diperoleh dari hasil reaksi rantai penguraian atom-atom melalui peristiwa radioaktif, serta bahan bakar nabati, seperti sisa tumbuh-tumbuhan, minyak nabati, minyak hewani.

Bahan bakar konvensional, ditinjau dari keadaannya dan wujudnya dapat padat, cair atau gas, sedang ditinjau dari cara terjadinya dapat alamiah dan non-alamiah atau buatan atau "*manuvactured*". Yang

termasuk bahan bakar padat alamiah adalah: antrasit, batu bara bitumen, lignit, kayu api, sisa tumbuhan. Sedangkan yang termasuk bahan bakar padat non alamiah antara lain : kokas, semi-kokas, arang, briket, bris, serta bahan bakar nuklir.

Bahan bakar cair non alamiah antara lain : bensin atau gasolin, kerosin atau minyak tanah, minyak solar, minyak residu, dan juga bahan bakar padat yang diproses menjadi bahan bakar cair seperti minyak resin dan bahan bakar sintetis. Bahan bakar gas alamiah misalnya : gas alam dan gas petroleum, sedang bahan bakar gas non alamiah misalnya gas rengkah (atau cracking gas) dan “producer gas”.

Pembakaran pada bahan bakar adalah reaksi kimia yang cepat antara oksigen dan bahan yang dapat terbakar, disertai timbulnya cahaya dan menghasilkan kalor. Pembakaran spontan adalah pembakaran dimana bahan mengalami oksidasi perlahan lahan sehingga kalor yang dihasilkan tidak dilepaskan, akan tetapi dipakai untuk menaikkan suhu bahan secara pelan-pelan sampai mencapai suhu nyala. Pembakaran sempurna adalah pembakaran dimana semua konstituen yang dapat terbakar di dalam bahan bakar membentuk gas CO_2 , air (H_2O), dan gas SO_2 , sehingga tak ada lagi bahan yang dapat terbakar tersisa.

Bahan bakar fosil dan bahan bakar organik lainnya umumnya tersusun dari unsur-unsur C (karbon), H (hidrogen), O (oksigen), N (nitrogen), S (belerang), P (fosfor) dan unsur-unsur lainnya dalam jumlah

kecil, namun unsur-unsur kimia yang penting adalah C, H dan S, yaitu unsur-unsur yang jika terbakar menghasilkan kalor, dan disebut sebagai “bahan yang dapat terbakar” atau “*combustible matter*”, disingkat dengan BDT. Unsur-unsur lain yang terkandung dalam bahan bakar namun tidak dapat terbakar adalah O, N, bahan mineral atau abu dan air. Komponen-komponen ini disebut sebagai “bahan yang tidak dapat terbakar” atau “*non-combustible matter*”, disingkat dengan non-BDT.

Senyawa hidrokarbon terutama yang parafinik dan aromatik, mempunyai titik didih masing-masing, dimana panjang rantai hidrokarbon berbanding lurus dengan titik didih dan densitasnya. Semakin panjang rantai hidrokarbon maka rentang titik didih dan densitasnya semakin besar.

B. Minyak Jelantah

Minyak goreng bekas (minyak jelantah) merupakan limbah yang berasal dari rumah tangga, terutama dari restoran dan industri pangan. Minyak jelantah mengandung beberapa senyawa yang berbahaya bagi kesehatan manusia yang dihasilkan selama proses pemanasan (penggorengan) dalam jangka waktu tertentu antara lain : polimer, aldehid, asam lemak bebas, dan senyawa aromatik. Selama penggorengan minyak mengalami reaksi degradasi yang disebabkan oleh panas, air dan udara, sehingga terjadinya oksidasi, hidrolisis dan polimerisasi (Umami, 2015).

Minyak goreng bekas merupakan salah satu bahan baku yang memiliki peluang untuk pembuatan biodiesel, karena minyak ini masih mengandung trigliserida, di samping asam lemak bebas. Dari sejumlah pengujian awal yang dilakukan, diperoleh bahwa biodiesel hasil dari minyak jelantah ini dapat digunakan sebagai substitusi langsung minyak solar dengan pengurangan performa yang tidak signifikan, hanya 5 -7 % terhadap daya dan torsi pada putaran maksimum. *Pretreatment* minyak jelantah dilakukan dengan menggunakan karbon aktif

Minyak jelantah merupakan minyak nabati turunan dari minyak kelapa sawit (*palm oil*). Minyak kelapa sawit dapat dihasilkan dari inti kelapa sawit yang dinamakan minyak inti kelapa sawit. Rata-rata komposisi asam lemak minyak inti kelapa sawit dapat dilihat pada Tabel

Tabel 2.1 Komposisi Asam Lemak Minyak Sawit.

Asam Lemak	Jumlah (%)
Asam Oleat	30 - 45
Asam Linoleat	7 - 11
Asam Miristat	1,1 – 2,5
Asam Palmitat	40 - 46
Asam Stearat	3,6 – 4,7

Sumber : (Umami, 2015)

C. Biodiesel

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan karena diproduksi dari sumber daya alam. Biodiesel umumnya diproduksi secara transesterifikasi minyak nabati atau lemak hewan dengan alkohol seperti metanol atau etanol dengan adanya katalis asam atau katalis alkali. Biodiesel yang merupakan pengganti bahan bakar, terbuat dari monoalkil ester rantai panjang asam lemak yang disiapkan dari minyak sayuran terbarukan atau lemak hewan, telah mampu menjadi pertimbangan menarik sebagai sebuah bahan bakar terbarukan alternatif untuk mesin diesel (Turnip, Tarigan, & Sinaga, 2017)

Biodiesel memiliki keunggulan sebagai bahan bakar minyak alternatif untuk menutupi kekurangan kebutuhan bahan bakar fosil yang semakin meningkat namun ketersediaannya semakin berkurang. Kelebihan biodiesel dibandingkan bahan bakar petroleum yaitu, bahan bakar yang tidak beracun dan dapat dibiodegradasi, memiliki setana yang tinggi, dapat mengurangi emisi karbon monoksida, hidrokarbon dan NOx, dan terdapat dalam fase cair (Fitriani, 2016).

Spesifikasi biodiesel yang akan dicampur harus sesuai dengan standar yang telah ditetapkan karena standar tersebut dapat memastikan bahwa biodiesel yang dihasilkan dari reaksi pemrosesan bahan baku minyak nabati sempurna yaitu bebas gliserol, katalis, alkohol, dan asam lemak bebas (Boedoyo, 2006). Berdasarkan Badan Standarisasi

Nasional (BSN, 2015) melalui Standar Nasional Indonesia syarat mutu biodiesel seperti terlihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Standar dan Mutu Biodiesel

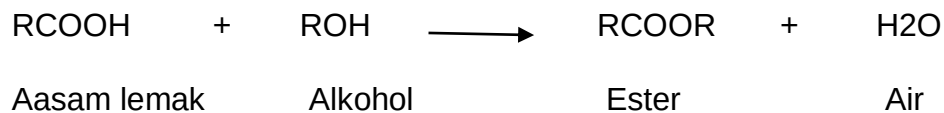
No	Parameter	Satuan	Nilai	Metode uji
1	Massa jenis, 40°C	Kg/m ³	850 - 890	ASTM D 1298
2	Viskositas kinematik, 40°C	Mm ² /s (cSt)	2,3 – 6,0	ASTM D 445
3	Angka setana	-	Min. 51	ASTM D 613
4	Titik nyala (mangkok tertutup)	°C	Min. 100	ASTM D 93
5	Titik kabut	°C	Maks. 18	ASTM D 2500
6	Air dan sedimen	%-vol	Maks. 0,05*	ASTM D 2709
7	Angka asam	Mg-KOH/g	Maks. 0,8	ASTM D -664

Sumber: (Aziz, Nurbayti, & Ulum, 2011)

D. Esterifikasi

Esterifikasi adalah konversi dari asam lemak bebas menjadi ester. Esterifikasi mereaksikan minyak lemak dengan alkohol. Katalis - katalis yang cocok adalah zat berkarakter asam kuat merupakan katalis - katalis yang biasa dipakai dalam industri. Reaktan metanol harus ditambahkan dalam jumlah yang sangat berlebih dan air sebagai produk samping reaksi disingkirkan dari fasa reaksi, yaitu fasa minyak. Melalui kombinasi-kombinasi yang tepat dari kondisi-kondisi reaksi dan metode penyingkiran (Fitriani, 2016) air, konversi sempurna asam-asam lemak

ke ester metilnya dapat dituntaskan dalam waktu 1 jam. Reaksi esterifikasi persamaan berikut :



Gambar 2.1. Reaksi Esterifikasi

Faktor-faktor yang berpengaruh pada reaksi esterifikasi antara lain :

a. Waktu Reaksi

Semakin lama waktu reaksi maka kemungkinan kontak antar zat semakin besar sehingga akan menghasilkan konversi yang besar. Jika kesetimbangan reaksi sudah tercapai maka dengan bertambahnya waktu reaksi tidak akan menguntungkan karena tidak memperbesar hasil.

b. Pengadukan

Pengadukan akan menambah frekuensi tumbukan antara molekul zat pereaksi dengan zat yang bereaksi sehingga mempercepat reaksi dan reaksi terjadi sempurna. Semakin besar tumbukan maka semakin besar pula harga konstanta kecepatan reaksi. Sehingga dalam hal ini pengadukan sangat penting mengingat larutan minyak-katalis metanol merupakan larutan yang immisibile.

c. Katalisator

Katalisator berfungsi untuk mengurangi tenaga aktivasi pada suatu reaksi sehingga pada suhu tertentu harga konstanta kecepatan reaksi semakin besar. Pada reaksi esterifikasi yang sudah dilakukan

biasanya menggunakan konsentrasi katalis antara 1-4% berat sampai 10 % berat campuran pereaksi.

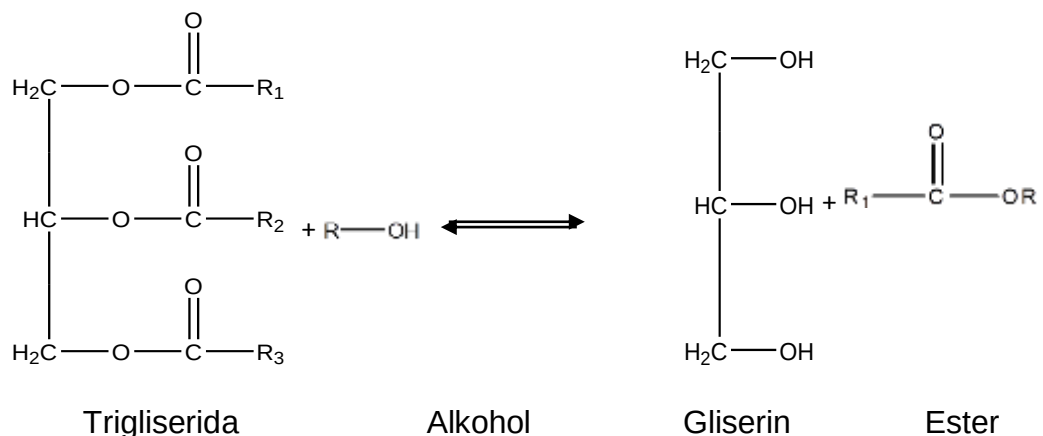
d. Suhu Reaksi

Semakin tinggi suhu yang dioperasikan maka semakin banyak konversi yang dihasilkan, hal ini sesuai dengan persamaan Archenius. Bila suhu naik maka harga k makin besar sehingga reaksi berjalan cepat dan hasil konversi makin besar (Hikmah & Zuliyana, 2010).

E. Transesterifikasi

Transesterifikasi adalah suatu reaksi yang menghasilkan ester dimana salah satu pereaksinya juga merupakan senyawa ester. Jadi disini terjadi pemecahan senyawa trigliserida dan migrasi gugus alkil antara senyawa ester. Ester yang dihasilkan dari reaksi transesterifikasi ini disebut biodiesel (Aziz et al., 2011).

Berikut ini adalah tahap-tahap reaksi transesterifikasi seperti gambar dibawah ini :



Gambar 2.2. Reaksi Transesterifikasi

Transesterifikasi adalah proses yang mereaksikan trigliserida dalam minyak nabati atau lemak hewani dengan alcohol rantai pendek seperti metanol atau etanol (pada saat ini sebagian besar produksi biodiesel menggunakan methanol dikarenakan lebih ekonomis) menghasilkan metil ester asam lemak (*Fatty Acids Methyl Esters / FAME*) atau biodiesel dan gliserol sebagai produk samping. Dimana untuk mendapatkan produk murni harus dipisahkan antara gliserol dengan metil esternya.

Katalis yang digunakan secara umum biasanya dalam bentuk liquid karena selain pengontrolan yang lebih mudah, katalis dalam bentuk liquid pada umumnya membutuhkan panas reaksi yang lebih kecil daripada katalis solid. Akan tetapi katalis liquid membutuhkan pencucian dan separasi yang cukup kompleks. Katalis solid jarang digunakan dalam proses pembuatan biodiesel. Hal ini dikarenakan katalis padat membutuhkan panas reaksi yang lebih besar sehingga waktu reaksi sampai dicapai keadaan optimum membutuhkan waktu yang lebih lama. Keunggulan katalis solid tidak membutuhkan pencucian dan separasi katalis relatif jauh lebih mudah. Selain itu katalis padat bersifat thermostabil, dan jauh lebih murah. Katalis yang digunakan adalah basa atau alkali, biasanya NaOH atau KOH (fatih ridho muhammad).

Beberapa fakto-faktor yang mempengaruhi proses transesterifikasi pada proses produksi biodiesel.

a. Homogenisasi reaksi (pencampuran)

Homogenisasi campuran dalam reaksi mempengaruhi efektifitas reaksi karena tumbukan akan terjadi yang pada akhirnya akan mempengaruhi laju reaksi, konstanta reaksi, energi aktivasi dan lama reaksi. Transesterifikasi tidak akan berlangsung baik bila campuran bahan tidak dihomogenisasi terutama selama tahap awal proses. Pengadukan yang kuat (*vigorous stirring*) merupakan salah satu metode homogenisasi yang cukup berhasil untuk proses yang dilakukan secara *batch* dan kontinyu.

b. Rasio molar

Rasio molar antara alkohol dan minyak nabati tergantung dari jenis katalis yang digunakan, untuk menjamin reaksi transesterifikasi berlangsung ke arah kanan maka direkomendasikan menggunakan katalis berlebih, perbandingan rasio molar 6 : 1 dari metanol terhadap katalis basa bisa digunakan untuk mendapat rendemen ester yang maksimum atau sekitar 20% metanol menghasilkan Rendemen minyak biodiesel tertinggi pada perlakuan transesterifikasi.

c. Pengaruh jenis alkohol

Metanol dapat menghasilkan ester lebih banyak dari pada etanol dan butanol. Metanol merupakan jenis alkohol yang banyak digunakan untuk proses transesterifikasi karena lebih reaktif dan dapat menghasilkan biodiesel yang sama dengan penggunaan etanol yang 1,4 kali lebih banyak dibandingkan metanol.

d. Katalis

Katalis dalam proses produksi biodiesel merupakan suatu bahan yang berfungsi untuk mempercepat reaksi dengan jalan menurunkan energi aktivasi (*activation energy, E_a*). Proses produksi akan berlangsung sangat lambat dan membutuhkan suhu dan tekanan yang tinggi tanpa menggunakan katalis. Jika minyak mempunyai nilai FFA < 0,5 % maka bisa langsung diproses dengan transesterifikasi dengan katalis basa, bila kandungan FFA > 5 % maka proses harus dilakukan dengan Es-trans (esterifikasi-transesterifikasi). Katalis asam digunakan dalam rangka mensintesis minyak yang mempunyai nilai FFA tinggi. Katalis asam seperti asam sulfat, asam fosfat, asam klorida cocok untuk reaksi yang mempunyai bilangan asam lemak bebas tinggi.

e. Pengaruh suhu

Suhu selama reaksi transesterifikasi dapat dilakukan pada rentang suhu 30 - 65°C dan dijaga selama proses, tergantung dari jenis minyak yang digunakan. Dalam proses transesterifikasi perubahan suhu reaksi menyebabkan gerakan molekul semakin cepat (tumbukan antara molekul pereaksi meningkat) atau energi yang dimiliki molekul bisa mengatasi energi aktivasi dengan kata lain perubahan suhu akan mempengaruhi probabilitas /peluang molekul dengan energi yang sama atau lebih tinggi dari energi aktivasi .

Suhu mempengaruhi viskositas dan densitas, karena viskositas dan densitas merupakan dua parameter fisis penting yang

mempengaruhi pemanfaatan biodiesel sebagai bahan bakar. Semakin tinggi suhu menyebabkan gerakan molekul semakin cepat atau energi kinetik yang dimiliki molekul-molekul pereaksi semakin besar sehingga tumbukan antara molekul pereaksi juga meningkat.

f. Lama waktu pengendapan (*settling*)

Lama waktu pengendapan berpengaruh pada proses transesterifikasi 2 tahap yaitu melakukan dua kali proses transesterifikasi. Pengendapan bertujuan untuk memisahkan gliserol dan biodiesel. Waktu pengendapan metil ester mempengaruhi bilangan asam. Ketika pengendapan yang lebih lama, diduga tingkat oksidasi pada proses dua tahap lebih tinggi dari pada proses satu tahap. Hal ini mengakibatkan bilangan asam menjadi lebih tinggi. Umumnya, biodiesel cenderung mudah mengalami kerusakan oleh proses oksidasi dan hidrolisis pada waktu penyimpanan karena adanya asam lemak tak jenuh yang merupakan penyusun komposisi biodiesel.

g. Kandungan air

Keberadaan air yang berlebihan dapat menyebabkan sebagian reaksi dapat berubah menjadi reaksi sabun atau saponifikasi yang akan menghasilkan sabun, sehingga meningkatkan viskositas, terbentuknya gel dan dapat menyulitkan pemisahan antara gliserol dan Biodiesel.

h. Putaran pengadukan

Keberhasilan proses pembuatan biodiesel dipengaruhi oleh putaran pengadukan. Pengadukan bisa dilakukan menggunakan tangan

serta alat seperti mixer. Peningkatan kecepatan pengadukan reaksi berpengaruh sangat signifikan terhadap rendemen biodiesel yang dihasilkan, sedangkan kualitas biodiesel dipengaruhi secara signifikan oleh jenis pereaksi yang digunakan dan suhu reaksi (Wahyuni, Ramli, & Mahrizal, 2015).

F. Metanol

Metanol adalah spesies alkohol dengan berat molekul terkecil. Metanol mendidih pada suhu 64,7 °C namun dalam proses reaksi akan menguap sebelum mencapai titik didih. Pada proses transesterifikasi dengan metanol berlebih, metanol mudah diperoleh kembali (recovery) karena tidak membentuk azeotrop dengan air dan dapat didaur ulang (recycle) untuk digunakan kembali. Metanol bersifat racun bila terhirup melalui pernapasan akan menyebabkan kebutaan dan bila terminum bisa menyebabkan kematian (Winarno, 2007).

Jenis alkohol yang dipilih pada proses transesterifikasi kebanyakan adalah metanol karena jenis alkohol ini memiliki berat molekul yang paling kecil diantara alkohol lainnya. Metanol juga merupakan pilihan utama untuk mentransesterifikasi minyak sawit karena laju reaksinya lebih tinggi dari konversi minyak sawit menjadi ester juga lebih baik. Di samping itu tiga asam lemak yang menyusun triglisrida bisa bereaksi secara paralel. Dalam kasus ini digliserida dan monogliserida sempat terbentuk sesaat dalam jumlah relatif kecil.

Transesterifikasi dengan alkohol yang memiliki berat molekul lebih tinggi berlangsung lebih kompleks. Proses pemisahan juga lebih sulit disamping membutuhkan biaya yang lebih tinggi. Sisi positif penggunaan alkohol dengan rantai karbon lebih panjang adalah bila menggunakan katalis asam, dimana transesterifikasi akan berlangsung lebih baik. Alkohol yang paling umum digunakan adalah metanol karena memiliki berat molekul paling rendah sehingga kebutuhan untuk proses transesterifikasi relatif sedikit, harganya lebih murah, daya reaksinya lebih tinggi dan lebih stabil dibandingkan dengan alkohol berantai panjang (Turnip et al., 2017).

G. Gelombang Ultrasonik

Gelombang ultrasonik adalah gelombang akustik dengan frekuensi lebih besar dari 16-20 kHz. Oleh karena frekuensinya di luar ambang batas kemampuan pendengaran manusia, maka seperti halnya gelombang infrasonik, gelombang ultrasonik juga tidak mampu di deteksi oleh indra pendengaran manusia.

Gelombang ultrasonik membutuhkan media untuk perambatannya karena gelombang ultrasonik merupakan gelombang mekanik. Di dalam perambatannya partikel di dalam media bergetar bolak-balik pada arah rambatan atau tegak lurus terhadap arah rambatan gelombang. Partikel tidak ikut melintas bersama gelombang tetapi hanya merupakan gangguan posisi atau gerakan partikel.

Gelombang ultrasonik yang merambat pada cairan terdiri dari gelombang ekspansi dan kompresi. Pada saat gelombang menembus cairan dengan gelombang ekspansi yang cukup kuat, gelombang ini memberikan tarikan yang kuat sehingga menimbulkan terbentuknya gelembung. Selanjutnya masuk gelombang kompresi yang menekan gelembung dan datang lagi bergantian gelombang tarik sehingga terjadi getaran harmonis. Luas permukaan gelembung pada saat mengembang pada waktu tertentu sedikit lebih besar dibandingkan pada saat pengembangan sebelumnya, demikian juga luas permukaan pengempisan gelembung pada waktu tertentu lebih besar dari pada saat pengempisan sebelumnya sehingga laju pengembangan diameter lebih tinggi dari pada laju pengempisan diameter. Oleh karena itu gelembung bertambah besar sehingga mencapai diameter resonansi yang ditentukan oleh frekuensi medan gelombang. Pada saat gelembung berada dalam kondisi teresonansi, gelembung ini berinteraksi dengan medan suara dan menyerap energi dengan efisien serta tumbuh dengan cepat dalam satu siklus. Satu kali gelembung tersebut tumbuh tidak akan lama bergabung dengan medan suara. Pada saat itu tegangan permukaan fluida bergabung dengan tegangan tekan berikutnya secara implosive meruntuhkan gelembung dalam waktu di bawah micro detik. Gelombang kejut dapat terbangkitkan di dalam gas gelembung dan menambah energi panas akibat tekanan di dalam gas.

Bilamana gas di dalam gelembung tertekan maka terjadi peningkatan temperatur. Oleh karena proses kompresi berlangsung sangat singkat maka energi panas tidak sempat mengalir keluar sehingga proses di dalam gelembung berlangsung adiabatik. Panas terkonsentrasi pada suatu titik dan terbentuk bintik panas sesaat. Bintik panas yang ditimbulkan oleh gelombang ultrasonik inilah yang bertanggung jawab terhadap semua proses reaksi kimia.

Gelombang ultrasonik bisa menimbulkan efek kavitasi, dimana Kavitasi adalah suatu efek akibat radiasi gelombang ultrasonik di dalam cairan. Bila suatu cairan diradiasi dengan gelombang maka tekanan di dalam cairan akan bertambah pada saat terjadi amplitudo negatif (Trisnobudi, 2001). Bilamana amplitudo tekanan yang dipacu gelombang akustik relatif besar (lebih besar dari 0,5 Mpa), ketidakhomogenan lokal didalam cairan terjadi. Pada saat cairan mengembang, sebagian cairan berubah menjadi uap dan akan tertekan kembali pada saat ultrasonik menyalurkan amplitudo positif. Perubahan tekanan positif dan negatif yang sangat besar dan dalam frekuensi tinggi akan mengawali timbulnya gelembung mikro (micro bubble). Gelembung mikro tersebut mengembang dan mengempis dengan laju perubahan diameter pengempisan sehingga gelembung mikro terus membesar hingga akhirnya pecah. Gelembung tersebut tidak stabil dan serangkaian keruntuhan ini dapat terjadi pada konsentrasi energi yang besar. Kekacauan kavitasi tersebut dinamakan kavitasi tidak kekal (transient

cavitation). Sisa gas dari keruntuhan bisa menimbulkan re-inisiasi dari proses terbentuknya gelembung baru.

Sedangkan kimia sonik dan pencahayaan sonik pada prinsipnya diturunkan dari kavitasi akustik (Leighton, 1994), diaman fenomena ini berperan dalam pendifusian energi suara. Kompresi gas pada gelembung menimbulkan panas. Laju kompresi gelembung selama kavitasi lebih cepat daripada transport panas yang timbul, dimana membangkitkan bintik panas lokal (hot spot) dalam waktu yang pendek. Sejauh ini bintik panas ini dianggap sebagai sumber dari kimia sonik. Model matematika paling klasik adalah yang dipaparkan Persamaan Rayleigh (Mason,1999) di mana merupakan persamaan untuk menerangkan keruntuhan rongga pada cairan inkompresible yang dipresiksi berdasarkan temperatur dan tekanan lokal yang tinggi. Selanjutnya Richard dan Loomis pada tahun 1927 melaporkan efek kimia dan efek biologi ultrasonik yang pertama (Suslick dkk.,1999).

Gelembung yang terbentuk akan pecah pada saat tekanan di luar gelembung dan amplitudo cukup besar. Pecahnya gelembung akan menimbulkan terjadinya gelombang kejut. Tidak semua gelembung yang dihasilkan gelombang ultarsonik bisa pecah. Agar gelembung bisa pecah diameter gelembung tidak boleh terlalu besar dan tidak boleh terlalu kecil. Batas diameter gelembung yang bisa pecah disebut sebagai daerah kavitasi. Batas bawah daerah kavitasi disebut jari-jari kritis dan batas atas daerah kavitasi disebut batas resonansi (Trisnobudi, 2001).

Gelombang ultrasonik yang diaplikasikan pada suatu cairan akan membentuk gelembung yang dikenal sebagai proses kavitasi. Proses kavitasi ini menghasilkan tekanan dan suhu sesaat yang sangat tinggi dan terjadinya aliran fluida yang bisa berfungsi sebagai proses pengadukan. Penggunaan gelombang ultrasonik untuk transesterifikasi juga bisa memperpendek waktu proses dan input energi yang lebih kecil (Susilo,2007). Dengan timbulnya bintik panas (hot spot) dan tekanan sesaat yang tinggi, ke depan aplikasi gelombang ultrasonik memungkinkan untuk diterapkan pada proses transesterifikasi non katalis.

H. Penelitian Terdahulu

Beberapa peneliti terdahulu yang telah mengembangkan produksi bahan bakar alternatif dari minyak nabati adalah sebagai berikut :

1. Bambang Susilo (2011)

- Aplikasi gelombang ultrasonik untuk pengolahan biodiesel dari jarak pagar (*Jatropha curcas L.*) menggunakan katalis KOH dengan frekuensi gelombang 19,3 kHz dan 29,53 kHz

2. Krisada Noiraj (2008)

- A comparative study of KOH/Al₂O₃ and KOH/NaY catalysts for biodiesel production via transesterification from palm oil. Didapatkan % yield 91,07

3. Sunu R.Puspitaningati dkk (2010)

- Pembuatan biodiesel dari minyak kelapa sawit dengan menggunakan katalis berpromotor ganda berpeyangga ($\text{CaO/KI}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) dalam reaktor fluidized bed. diperoleh hasil kemurniaan biodiesel sebesar 97,19 % dan Yield dan konversi tertinggi sebesar 97,19 % dan 96,89 % dengan massa katalis 16 gram dan rasio mol 1 : Yield dan konversi tertinggi sebesar 97,19 % dan 96,89 % dengan massa katalis 16 gram dan rasio mol 1 : 36

4. Sri Kembaryanti Putri dkk (2012)

- Studi Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa (*coconut oil*) dengan bantuan gelombang ultrasonik. Katalis yang digunakan adalah NaOH dan Frekuensi gelombang 42 kHz, daya 35 watt dan 220 volt. Didapatkan hasil Konversi reaksi yang dicapai empat kali lebih besar (85,66%) dibandingkan dengan konversi pada proses konvensional (20,15%).

5. Susilo (2008)

- Melakukan penelitian transesterifikasi minyak sawit menggunakan gelombang ultrasonik. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa gelombang ultrasonik bisa digunakan dalam proses transesterifikasi minyak tanaman dengan katalis KOH menjadi biodiesel. Penggunaan gelombang ultrasonik bisa memperpendek waktu reaksi dari 30 menit menjadi 1 menit. Konversi minyak sawit menjadi biodiesel dengan aplikasi gelombang ultrasonik frekuensi 29,57 bisa mencapai 100%.