

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lemak Sapi

Lemak dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu lemak jenuh dan lemak tak jenuh. Lemak yang tersusun oleh asam lemak tak jenuh akan bersifat cair pada suhu kamar, sedangkan asam lemak jenuh pada suhu kamar akan bersifat padat. Asam lemak jenuh akan memiliki titik cair lebih tinggi daripada asam lemak tak jenuh. Susilawati dan Kustyawati (2011) melaporkan bahwa asam lemak jenuh sapi 45,34% lebih besar dibandingkan asam lemak jenuh kambing 26,23%. Pada lemak sapi 50% kandungan asam lemak berupa lemak jenuh (Dumont,P.Adewale dkk.2014).

Lemak sapi atau *tallow* merupakan produk samping dari rumah potong hewan (RPH) dan biasanya digunakan sebagai bahan baku proses pembuatan sabun (Handarini, 2016). Produksi lemak sapi yang berlebih dapat meningkatkan pencemaran lingkungan terutama pencemaran air. Lemak sapi mengandung asam stearat dan palmitat yang tinggi sehingga meningkatkan titik leleh dan viskositas (HN,Bhati,dkk., 2008) serta menjadi padat ketika berada pada suhu ruang. Kandungan asam lemak jenuh pada *beef tallow* dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel.2.1 Kandungan asam lemak jenuh

| Asam Lemak | Struktur | % berat |
|--------------------|----------|---------|
| Asam Kaprilat | C 10 | 0,0958 |
| Asam Laurat | C 12 | 0,5516 |
| Asam Miristat | C 14 | 8,7588 |
| Asam Miristoleinat | C 14 : 1 | 0,8933 |
| Asam Palmitat | C 16 | 33,8750 |
| Asam Palmitoleat | C 16 : 1 | 2,3073 |

| Asam Lemak | Struktur | % berat |
|-------------------------|----------|---------|
| Asam Heptadekanoat | C 17 | 1,2651 |
| Asam Stearat | C 18 | 21,4603 |
| Asam Oleat | C 18 : 1 | 29,5983 |
| Asam Linoleat | C 18 : 2 | 0,8967 |
| Asam α Linolenat | C 18 : 3 | 0,1163 |
| Asam Arasidat | C 20 | 0,1754 |

(Sumber: Affandi, dkk., 2013)

Pembuatan biodiesel dari lemak sapi memiliki keuntungan yaitu, angka *cetane* tinggi, yang digunakan sebagai parameter kualitas minyak diesel. Jika dibandingkan dengan minyak jelantah, angka *cetane* pada *tallow* mencapai >60 akibat kadar asam lemak jenuh yang tinggi (Hansen, A. Bangmboye, dkk., 2008). Asam lemak jenuh tinggi membuat pembakaran biodiesel berlangsung stabil (Dumont, P. Adewale dkk., 2014). Semakin besar angka *cetane* maka semakin turun nilai emisi NO_x pada saat proses pembakaran (VT, Wyatt, dkk. 2005).

2.2 Pirolisis

Pirolisis adalah proses konversi dari suatu bahan organik pada suhu yang tinggi dan terurai menjadi ikatan molekul yang lebih kecil. Pirolisis sering disebut juga sebagai termolisis secara definisi adalah proses terhadap suatu materi dengan menambahkan aksi suhu tinggi tanpa kehadiran udara (khususnya oksigen). Secara singkat pirolisis dapat diartikan sebagai pembakaran tanpa oksigen (Yuliarti dan Widya, 2017).

Menurut Paris et al (2005), pirolisis merupakan proses pengeringan dengan cara pembakaran tidak sempurna bahan-bahan yang mengandung karbon pada suhu tinggi. Kebanyakan proses pirolisis menggunakan reaktor tertutup yang terbuat dari baja, sehingga bahan tidak terjadi kontak langsung dengan oksigen. Pada umumnya proses pirolisis berlangsung pada suhu diatas 300 °C dalam waktu 4-7 jam (Yuliarti dan

Widya, 2017). Namun, keadaan ini sangat bergantung pada bahan baku dan cara pembuatannya.

2.3 Reaktor

Reaktor kimia merupakan suatu alat atau bejana yang didesain sebagai tempat terjadinya reaksi kimia untuk mengubah bahan baku menjadi produk (Wijaya dan Ismail, 2017). Proses di dalam reaktor kimia dibagi menjadi 2, yaitu :

a. Proses *batch*

Proses *Batch* merupakan sebuah proses dimana semua reaktan dimasukkan bersama-sama pada awal proses dan produk dikeluarkan pada akhir proses. Dalam proses ini, semua reagen ditambahkan di awal proses dan tidak ada penambahan atau pengeluaran ketika proses berlangsung.

b. Proses kontinyu

Proses kontinyu merupakan sebuah proses dimana reaktan yang diumpangkan ke dalam reaktor dan produk atau produk sampingan dikeluarkan ketika proses masih berlangsung secara berkelanjutan.

2.4 Pemanas (*Heater*)

Electrical Heating Element (elemen pemanas listrik) banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari, baik didalam rumah tangga ataupun peralatan dan mesin industri. Elemen pemanas merupakan alat yang berfungsi sebagai salah satu kegiatan kerja untuk mendapatkan suhu dari suhu rendah suatu zat sampai ke suhu tinggi (Ariffudin, 2014). Panas yang dihasilkan dari elemen pemanas ini bersumber dari kawat ataupun pita ketahanan listrik (*resistance wire*). Bentuk dan tipe dari elemen pemanas listrik ini bermacam-macam disesuaikan dengan fungsi, tempat pemasangan dan media yang akan di panaskan.

Pada perancangan alat reaktor untuk konversi lemak sapi menjadi bahan bakar cair, pemanas yang digunakan adalah jenis *ceramic heater*. *Ceramic heater* adalah jenis pemanas dengan menggunakan suatu ruang pemanas yang menghasilkan panas dengan melewatkan listrik melalui kawat pemanas yang tertanam dalam piringan keramik. Plat pemanas aluminium baffle, dan kipas yang meniupkan panas melalui udara.



Sumber : Ariffudin,2014

Gambar 2.1 Elemen Pemanas *Ceramic Heater*

2.5 Katalis

Katalis adalah zat yang dapat mempercepat dan mengarahkan reaksi. Dengan katalis, reaksi dapat diselenggarakan pada kondisi yang lebih lunak (temperatur dan tekanan rendah) dengan laju selektifitas yang tinggi (Subagjo, 2018).

Menurut Subagjo (2018), berdasarkan fasa katalis, reaktan, dan produk reaksinya, katalis dapat dibedakan menjadi 2 yaitu :

a. Katalis homogen

Katalis homogen merupakan katalis yang berfasa sama dengan fasa campuran reaksinya. Katalis homogen umumnya memiliki aktivitas dan selektivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan katalis heterogen, karena setiap molekul-katalis aktif sebagai katalis. Katalis homogen terdiri dari dua jenis yaitu katalis asam homogen dan katalis basa homogen. Katalis asam yang umum digunakan dalam reaksi esterifikasi adalah H_2SO_4 , HCl , dan H_3PO_4 . Akan tetapi, menurut Helwani (2009), penggunaan katalis asam tersebut harus pada suhu yang tinggi serta rasio molar alkohol dengan minyak harus besar karena memerlukan waktu reaksi yang lama sehingga akan menyebabkan korosi pada reaktor yang digunakan.

b. Katalis heterogen

Katalis heterogen merupakan katalis yang reaktan dan produk reaksinya berbeda fasa. Katalis heterogen banyak digunakan di industri karena mudah dipisahkan dari campuran reaksinya, lebih tahan terhadap asam lemak bebas yang terkandung didalam bahan baku tanpa melalui reaksi saponifikasi sehingga memungkinkan untuk melakukan reaksi esterifikasi dan transesterifikasi sekaligus dengan bahan

baku yang mengandung kadar asam lemak bebas yang tinggi, baik bahan baku yang berasal dari hewan maupun yang berasal dari tumbuhan (Drelinkiewicz, 2014).

Pada proses konversi lemak sapi menjadi bahan bakar cair, katalis yang digunakan adalah Zeolit, dimana katalis ini baik digunakan pada temperatur tinggi selama proses pirolisis yaitu 300 °C – 500 °C dan umur katalis yang lama dan tidak menyebabkan korosi serta ramah lingkungan (Chouhan, 2011). Wendi, Valentino Cuaca, Taslim (2015) melakukan penelitian pembuatan biodiesel menggunakan katalis heterogen dengan variasi jumlah katalis sebesar 2 - 4%w/w dari bahan baku. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ferlyna Sari, *et al* (2014), variasi jumlah katalis yang digunakan adalah 1 - 7%w/w dari bahan baku. Berdasarkan penelitian Riyadhhi dan Syahrullah (2016), jumlah katalis MgO yang digunakan pada proses *catalytic cracking* untuk konversi lemak sapi menjadi bahan bakar cair adalah sebanyak 5 %w/w dari jumlah bahan baku.

2.6 Biofuel

Biofuel merupakan bahan bakar yang sumbernya berasal dari bahan organik yang juga energi non-fossil (Yolanda, 2018). Bahan bakar ini dapat berasal dari hewan, tumbuhan, ataupun sisa-sisa hasil pertanian. Saat ini *biofuel* dapat ditemukan dalam bentuk padatan, cair, dan gas yang dihasilkan dari material organik baik langsung dari tanaman ataupun secara tidak langsung dari proses industrial, komersial, domestik atau sisa-sisa hasil pertanian (Supraniningsih, 2012).

2.6.1 Biogasoline

Menurut Sundaryono & Budiyanto (2010), gasoline merupakan suatu campuran yang kompleks yang tersusun atas hidrokarbon rantai lurus 5 sampai 12 atom C dengan rumus kimia C_nH_{2n+2} . Biogasoline merupakan jenis gasoline yang berasal dari sumber daya alam hayati seperti lemak sapi.

Kualitas suatu gasoline diukur dengan angka oktan. Angka oktan merupakan suatu parameter *antiknocking* yang terjadi pada mesin. Angka oktan merupakan perbandingan antara iso-oktana dengan n-oktana dalam suatu *gasoline* (Saipulloh, 2008). Menurut Shamsul, *et al* (2017), komposisi hidrokarbon pada gasoline yakni terdiri dari 4-8% alkane, 2-5% alkena, 25-40% isoalkana, 3-7% sikloalkana, 1-4%

sikloalkena, dan 20-50% aromatic total (0,5-2,5% benzene). Adapun sifat fisik dan kimia dari gasoline dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini

Tabel 2.2 Sifat Fisik dan Kimia Gasoline

| No | Parameter | Persyaratan |
|----|---------------------------------|---|
| 1 | Berat Molekul | 108 ^a |
| 2 | Warna | Tidak berwarna sampai coklat pucat |
| 3 | Bentuk fisik | Cairan |
| No | Parameter | Persyaratan |
| 4 | Titik didih | Awal, 39°C Setelah disuling 10%,60°C Setelah disuling 50%,110°C Setelah disuling 90%,170°C Titik didih akhir, 204°C |
| 5 | Densitas | 0,7-0,8 g/ml ^b |
| 6 | Bau | Bau bensin |
| 7 | Kelarutan dalam air (20°C) | Tidak larut |
| 8 | Kelarutan dalam pelarut organik | Larut pada alcohol, eter, kloroform, dan benzene |
| 9 | Suhu pengapian otomatis | 553-759°K |
| 10 | Titik nyala | 227°K |

Sumber : Shamsul, et al., 2017

Ket : ^a berat molekul rata-rata

^b suhu yang tidak spesifik

Tabel 2.3 Standar SNI untuk gasoline SNI 3506-2017

| Karakteristik | SNI 3506-2017 | | |
|--------------------|---------------|---------|------|
| | Satuan | Batasan | |
| | | Min | Maks |
| Angka oktana riset | RON | 88,0 | - |

| | | | |
|--------------------------|----------|-----|------|
| Kandungan timbal | g/L | - | 0,46 |
| Distilasi: | °C | - | 74 |
| - 10% vol. Penguapan | °C | 88 | 125 |
| - 50% vol. Penguapan | °C | - | 180 |
| - 90% vol. Penguapan | °C | - | 205 |
| - Titik didih akhir | %vol | - | 2,0 |
| - Residu | | | |
| Tekanan uap Reid (100°F) | Psi | - | 9,0 |
| Getah Purwa | Mg/100mL | - | 4,0 |
| Periode Induksi | Menit | 240 | - |
| Kandungan sulfur | %berat | - | 0,2 |

Sumber : Qurratul'uyun, 2017

2.6.2 Biokerosin

Biokerosin merupakan minyak nabati sebagai pengganti minyak tanah atau kerosin. Kerosin merupakan produk minyak bumi yang mempunyai rantai atom karbon C₁₂-C₁₅ dan memiliki titik didih sekitar 302-554°F. Kerosin atau minyak tanah biasanya digunakan sebagai bahan bakar kompor atau minyak lampu didalam rumah tangga. Kerosin ini memiliki sifat diantaranya mudah terbakar, uapnya dalam udara akan mudah menguap pada suhu diatas 37°C, dan warnanya kuning pucat dengan mempunyai bau yang khas (Pratiwi, et al., 2016).

Menurut Kasrianti (2017), penggunaan biokerosin sebagai bahan bakar memiliki beberapa keunggulan diantaranya lebih mudah diperbaharui, dapat mereduksi gas rumah kaca serta ramah lingkungan. Namun biokerosin juga memiliki kekurangan yaitu memiliki densitas dan viskositas yang lebih tinggi dari minyak tanah, minyak bersifat asam, dan nilai kalor lebih rendah dari pada minyak tanah (Pratiwi, et al., 2016).

2.6.3 Biodiesel

Biodiesel merupakan bahan bakar cair yang berasal dari minyak nabati dan lemak yang memiliki sifat pembakaran yang mirip dengan bahan bakar diesel biasa

(dari minyak bumi). Biodiesel dapat diproduksi langsung dari minyak nabati dan minyak atau lemak hewan (Mahfud, 2018). Biodiesel memiliki berbagai kelebihan dibandingkan minyak diesel biasa yaitu dapat digunakan pada kebanyakan mesin diesel tanpa modifikasi, bersifat lebih ramah lingkungan karena dapat terurai di alam, emisi buang kecil, serta kandungan sulfur dan aromatik rendah (Murtiningrum dan Firdaus, 2016).

Persyaratan mutu biodiesel di Indonesia sudah dilakukan dalam SNI 7182:2015 yang disajikan dalam Tabel berikut.

Tabel 2.4 Standar SNI untuk biodiesel SNI 7182:2015

| No | Parameter | Satuan | Nilai |
|-----|--|-----------------------------------|------------|
| 1. | Massa jenis pada 40 °C | kg/m ³ | 850 – 890 |
| 2. | Viskositas kinematik pada 40 °C | mm ² /s (cSt) | 2,3 – 6,0 |
| 3. | Angka setana | - | min. 51 |
| 4. | Titik nyala (mangkok tertutup) | °C | min. 100 |
| 5. | Titik kabut | °C | maks. 18 |
| 6. | Korosi lempeng tembaga (3 jam pada 50°C) | - | maks. no 1 |
| | Residu karbon : | %-massa | |
| 7. | - dalam contoh asli, atau | - | maks. 0,05 |
| | - dalam 10% ampas distilasi | - | maks. 0,30 |
| 8. | Air dan sedimen | %-volume | maks. 0,05 |
| 9. | Temperatur distilasi 90% | °C | maks. 360 |
| 10. | Abu tersulfatkan | %-massa | maks. 0,02 |
| 11. | Belerang | (mg/kg) | maks. 100 |
| 12. | Fosfor | (mg/kg) | maks. 10 |
| 13. | Angka asam | mg-KOH/kg | maks. 0,6 |
| 14. | Gliserol bebas | %-massa | maks. 0,02 |
| 15. | Gliserol total | %-massa | maks. 0,24 |
| 16. | Kadar ester alkil | %-massa | min. 96,5 |
| 17. | Angka iodium | %-massa (g I ₂ /100 g) | maks. 115 |

(Sumber : SK Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2015)

2.7 Karakteristik Bahan Bakar Cair

Karakteristik bahan bakar cair yang akan ditentukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Densitas dengan menggunakan Metode ASTM D-1298

Densitas fluida didefinisikan sebagai massa per satuan volume (Qurratul'uyun, 2017). Densitas (ρ) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\rho = \frac{\text{massa sampel}}{\text{volume}} \quad (\text{Sumber: Qurratul'uyun, 2017})$$

Massa jenis atau yang biasa disebut densitas merupakan indikator banyaknya zat-zat pengotor hasil reaksi. Jika massa jenis suatu bahan bakar melebihi ketentuan, maka akan meningkatkan keausan mesin dan menyebabkan kerusakan mesin (Setiawati & Edwar, 2012).

2. Titik Nyala dengan menggunakan Metode ASTM D-6550

Titik nyala merupakan temperature dimana timbul sejumlah uap dengan udara membentuk suatu campuran yang mudah menyala (Qurratul'uyun, 2017). Titik nyala suatu bahan bakar menandakan batas aman terhadap bahaya kebakaran selama penyimpanan, penanganan, dan transportasi. Titik nyala mengindikasikan tinggi rendahnya volatilitas dan kemampuan suatu bahan bakar untuk terbakar (Setiawati & Edwar, 2012).

3. %Yield

Yield merupakan perbandingan antara jumlah produk yang dihasilkan dengan jumlah bahan baku yang digunakan. Menurut Wahyudi, dkk (2016) *Yield* dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\%Yield = \frac{m_p}{m_b} \times 100\% \quad (\text{Sumber : Wahyudi, dkk 2016})$$

Keterangan :

M_p = massa produk (gr)

M_b = massa bahan baku (gr)

4. Analisa Senyawa Kimia dengan *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy* (GC-MS)

GC MS (*Gas Chromatography-Mass Spectroscopy*) merupakan suatu instrumen yang terdiri dari dua metode analisis. Kromatografi gas berfungsi sebagai pemisah komponen dalam suatu senyawa, sedangkan spektrometri massa berfungsi untuk mendeteksi masing-masing molekul komponen yang telah dipisahkan pada kromatografi gas (Agusta, 2000 dalam Qurratul'uyun, 2017). Gas kromatografi merupakan pemisahan campuran menjadi konstituennya dalam fase gerak berupa gas yang melalui fase diam yang berupa sorben. Gas kromatografi dapat digunakan untuk analisis kualitatif maupun kuantitatif.