

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Solar Hidrokarbon D100 (*Green Diesel*)

Solar hidrokarbon D100 atau *green diesel* merupakan bahan bakar solar berbasis minyak nabati tanpa pencampuran dengan solar minyak bumi sehingga produk yang dihasilkan dapat langsung dipakai sebagai bahan bakar mesin *diesel* tanpa harus dimodifikasi dengan solar (Douvartzides dkk., 2018). *Green diesel* diperoleh dari hasil pengolahan trigliserida dan asam lemak minyak nabati dengan cara *hydrotreating* dengan menghasilkan produk berupa alkana rantai panjang, pendek, dan bercabang serta aromatik yang memenuhi syarat, yaitu C₁₅-C₁₈ (Patel dan Kumar, 2016).

Green diesel biasa dikenal dengan *renewable diesel* atau *diesel* terbarukan yang bersifat ramah lingkungan, memproduksi emisi CO₂ lebih rendah, serta hasil dari pembakarannya memberikan limbah yang sangat kecil dibanding dengan minyak *diesel* yang lain (Salamah dan Satyawati, 2013). Hal ini disebabkan di dalam proses pembuatannya dilakukan penghilangan kadar oksigen serta heteroatom lainnya, seperti nitrogen, sulfur, dan klorin (De S, dkk., 2015). Perbedaan *green diesel* dengan minyak *diesel* yang lainnya dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbedaan Standar Antara Biodiesel dan *Green Diesel*

Parameter	<i>Biodiesel</i> EN14214/A 2:2018	<i>Green Diesel</i> EN15940:2016/ A1:2018
Angka Setana (CN)	min 51	Min 70
Densitas pada 40°C (Kg/m ³)	860 - 890	765 - 800
Kadar Sulfur (mg/kg)	max 10	max 5
Kadar H ₂ O (mg/kg)	500	200 200
Titik Nyala (°C)	Min 101	Min 55
Viskositas pada 40°C (mm ² /s)	1,5 – 5,0	2 – 4,5
Angka Asam (mg KOH/g)	0,5	0,1

Sumber : Douvartzides, dkk., (2019)

2.2 Minyak Jelantah

Minyak jelantah merupakan limbah yang diperoleh dari proses penggorengan yang memiliki sifat fisik berwarna kecoklatan dan berbau yang mana tidak dapat digunakan kembali untuk bahan pangan. Minyak jelantah memiliki bilangan peroksida, yaitu 5,15 mg O₂/100g s.d. 7,89 mg O₂/100g (Suroso, 2013). Bilangan peroksida yang tinggi dapat merusak kesehatan dan mengurangi kecerdasan manusia sehingga diperlukan pengolahan limbah minyak jelantah dengan baik. Menurut Mannu, dkk., (2019) minyak jelantah mengandung trigliserida berupa asam oleat sebanyak 70%, asam linoleat sebanyak 13%, dan asam linolenat sebanyak kurang dari 3% sehingga masih bisa dikonversi menjadi bahan bakar. Komposisi asam lemak minyak jelantah dapat dilihat pada tabel 2.2. Minyak jelantah yang akan menjadi bahan bakar diperlukan proses *pre-treatment* terlebih dahulu karena minyak jelantah masih mengandung ALB (Asam Lemak Bebas) sebesar 0,21% s.d. 0,33% yang mana melebihi SNI, yaitu 0,3%. Proses penurunan kandungan ALB minyak jelantah dilakukan dengan menambahkan tepung *bleaching* ke dalam minyak jelantah (Mahmudah dan Nopiyanti, 2019).

Tabel 2.2 Komposisi Asam Lemak Minyak Jelantah

Asam Lemak	Persentase Komponen (%)
Oleat (C ₁₈)	70
Linoleat (C ₁₈)	13
Linolenat (C ₂₀)	>3

Sumber : Mannu, dkk., (2019)

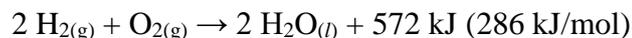
2.3 Hidrogen

Hidrogen adalah unsur yang paling banyak jumlahnya di alam semesta, yaitu yaitu 75%. Pada temperatur dan tekanan standar, hidrogen tidak berwarna, tidak berbau, bersifat non-logam, bervalensi tunggal, dan merupakan gas diatomik yang sangat mudah terbakar. Sifat fisik dan kimia hidrogen dapat dilihat pada tabel 2.3.

Reaksi pembentukan senyawa yang terjadi antara karbon dan hidrogen disebut reaksi hidrogenasi. Pada reaksi ini, ikatan karbon diputuskan oleh hidrogen sampai ikatan rangkap karbon menjadi jenuh. Dalam proses

pembakaran, hidrogen memiliki kandungan energi per satuan berat tertinggi dibanding bahan bakar lainnya. Entalpi pembakaran hidrogen adalah -286 kJ/mol.

Reaksi pembakaran hidrogen yaitu:



Tabel 2.3 Sifat Fisik dan Kimia Hidrogen (H₂)

Sifat Fisik dan Kimia	Spesifikasi
Jarak Ikatan	0,7416 angstrom
Energi Disosiasi (25°C)	104,19 kcal/mol
Densitas (Fase Padat)	0,08671 gr/cm ³
Titik Leleh	-259,20°C
Densitas (Fase Cair)	0,07099 gr/cm ³ (-252,78°C)
Titik Didih	-252,77°C
Panas Penguapan	216 cal/mol
Temperatur Kritis	-240°C
Tekanan Kritis	13,0 atm
Densitas Kritis	0,0310 gr/cm ³
Panas Pembakaran	-57,796 (kcal/mol)

2.4 Proses *Hydrotreating*

Proses *hydrotreating* atau hidrogenasi katalitik adalah suatu proses reaksi katalitik yang dapat memutuskan ikatan rangkap dari asam lemak atau trigliserida sehingga menjadi jenuh dengan menggunakan hidrogen bertekanan untuk mengeliminasi atom-atom heterogen atau heteroatom, seperti belerang, nitrogen, oksigen, dan logam. Proses *hydrotreating* trigliserilida adalah proses multistap. Tahap pertama proses *hydrotreating* adalah proses hidrogenasi. Kemudian, dilanjutkan dengan proses hidrogenasi terkatalitik yang berfungsi untuk menghilangkan oksigen yang mana terdapat 3 jalur reaksi, yaitu reaksi hidrodeoksigenasi, dekarboksilasi, dan dekarbonilasi.

2.4.1 Proses Hidrogenasi

Proses hidrogenasi adalah suatu proses yang dilakukan sebelum masuk ke proses *hydrotreating*. Proses ini merupakan suatu proses pemutusan ikatan rangkap menjadi ikatan tunggal dengan mengadisi molekul hidrogen pada ikatan rangkap trigliserida pada minyak (Yemişçioğlu, dkk dalam Hudaya dan Wiratama 2015). Gas hidrogen diinjeksikan secara berlebih untuk menghindari terjadinya reaksi ketonisasi, reaksi polimerisasi, reaksi aromatisasi, dan reaksi siklisasi. Sedangkan, kurangnya injeksi gas hidrogen dapat memicu terjadinya

pembentukan *coke* pada permukaan katalis dan deaktivasi katalis (Sari dalam Hudaya dan Wiratama, 2015). Reaksi hidrogenasi trigliserida secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skema Reaksi Hidrogenasi

Sumber : Mohammad, dkk., (2013)

2.4.2 Proses Hidrodeoksigenasi

Hidrodeoksigenasi (HDO) merupakan suatu proses dalam *hydrotreating* untuk menghilangkan kandungan oksigen dari suatu bahan dengan memutus ikatan C-O menggunakan gas hidrogen. HDO berfungsi untuk mereduksi rasio O/C dan meningkatkan rasio H/C (Mohammad, dkk., 2013). Dalam hidrodeoksigenasi terjadi peningkatan nilai energi pada minyak dengan melepaskan gugus oksi dalam bentuk H₂O sehingga produk dari HDO adalah gugus alkana rantai genap C_{n+1}H_{2n+2} dan air.

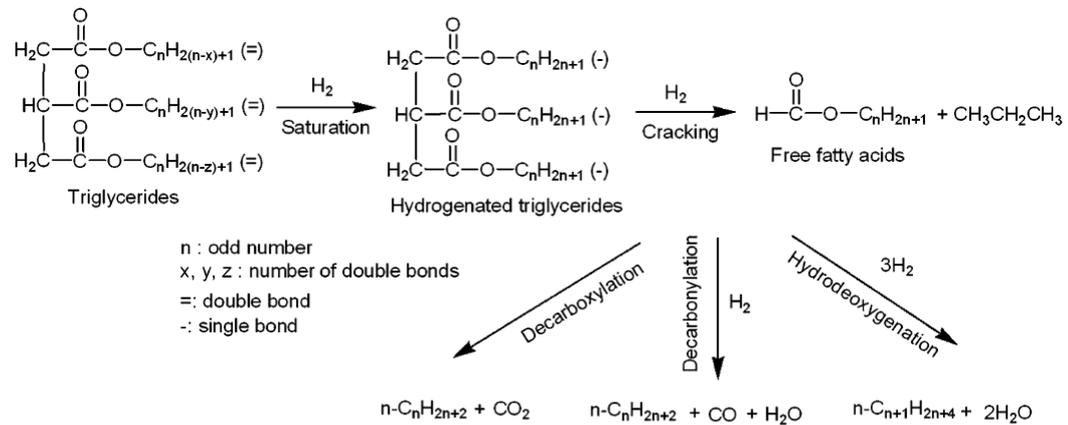
2.4.3 Proses Dekarboksilasi

Proses dekarboksilasi (DCO) merupakan suatu proses dalam *hydrotreating* yang bertujuan untuk menghilangkan oksigen dengan cara memotong ikatan C-O tanpa membutuhkan H₂, tetapi *yield* hidrokarbon dari reaksi ini sedikit karena atom C dari asam-asam lemak lebih banyak tereduksi menjadi produk samping, yaitu CO₂ (Abhar, dkk. dalam Hudaya dan Wiratama, 2015) sehingga produk dari DCO adalah gugus alkana rantai ganjil C_nH_{2n+2} dan karbon dioksida.

2.4.4 Proses Dekarbonilasi

Proses dekarbonilasi merupakan suatu proses *hydrotreating* yang bertujuan untuk menghilangkan oksigen dengan cara memotong ikatan C-O dengan menggunakan hidrogen terbatas. Dalam dekarbonilasi terjadi peningkatan nilai energi pada minyak dengan melepaskan gugus oksi dalam bentuk H₂O dan CO sehingga produk dari dekarbonilasi adalah gugus alkana rantai ganjil C_nH_{2n+2},

karbon monoksida, dan air. Reaksi hydrotreating secara keseluruhan ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Skema Reaksi *Hydrotreating*

Sumber : Veriansyah, dkk.,(2012)

2.5 Katalis

2.5.1 Pengertian Katalis

Katalis merupakan suatu materi atau bahan/zat yang dapat meningkatkan laju reaksi kimia untuk mencapai kesetimbangan dimana katalis terlibat di dalam reaksi secara tidak permanen (Utami, dkk., 2018). Katalis memiliki beberapa komponen yang terdiri dari inti aktif katalis, penyangga, dan promotor.

2.5.1.1 Inti Aktif Katalis

Inti aktif katalis merupakan suatu komponen yang paling memengaruhi dalam suatu reaksi. Penggunaan inti aktif katalis disesuaikan pada reaksi yang akan dilakukan. Pada proses *hydrotreating* yang bersifat eksotermis membutuhkan katalis berupa logam transisi karena memiliki resistensi terhadap tingginya temperatur operasi karena reaksi yang digunakan adalah reaksi hidrogenasi yang mana reaksi ini merupakan reaksi eksotermis (Speight, 2015). Logam transisi juga lebih aktif dalam reaksi hidrogenasi dalam memutus ikatan rangkap pada asam lemak yang terkandung di dalam bahan baku. Hal ini disebabkan logam transisi memiliki jumlah orbital d yang tidak penuh sehingga dapat menyebabkan terikatnya atom hidrogen yang akan diinjeksikan pada proses reaksi (Nugraha, 2016).

2.5.1.2 Penyangga

Penyangga merupakan suatu komponen untuk menyediakan luas permukaan yang besar dan stabil pada pendispersian inti aktif katalis. Semakin luas permukaan penyangga maka semakin tinggi aktivitas yang dilakukan inti aktif. Untuk mendapatkan pendispersian oleh inti aktif yang baik, diperlukan penyangga yang stabil. Penyangga yang biasa digunakan pada proses *hydrotreating* dan dapat memberikan permukaan yang stabil, yaitu senyawa oksida karena memiliki titik leleh yang lebih tinggi dari pada inti aktif. Penyangga yang digunakan pada penelitian ini adalah $\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$ karena mempunyai ketersediaan, luas permukaan, dan porositas yang tinggi.

2.5.1.3 Promotor

Promotor merupakan suatu komponen yang berfungsi untuk meningkatkan aktivitas, selektivitas, dan stabilitas yang diinginkan oleh katalis. Selain itu, fungsi promotor juga untuk melindungi penyangga dari kerusakan yang terjadi dalam waktu yang lama. Pemilihan promotor untuk proses *hydrotreating* juga memengaruhi produk yang dihasilkan, seperti tingginya bilangan asam produk. Pada penelitian ini promotor Zn ditambahkan pada katalis agar memicu penurunan bilangan asam produk.

2.5.2 Klasifikasi Katalis

Katalis diklasifikasikan menjadi 2 kategori yaitu:

2.5.2.1 Katalisis Homogen

Katalisis homogen memiliki fase atau wujud yang sama dengan reaktan dan produk. Menurut Utami, dkk., (2018), katalis homogen melibatkan umpan dan katalis pada fase yang sama, misalnya berupa gas-gas atau cair-cair.

2.5.2.2 Katalis Heterogen

Katalis heterogen merupakan katalis dimana material katalis dan reaktan memiliki fase yang berbeda, misalnya berupa padat-cair, padatgas, atau gas-cair. Penggunaan katalis heterogen memungkinkan pemisahan reaktan dan produk dari katalis, katalis dapat diregenerasi dan digunakan kembali, dan dapat dilakukan kontrol terhadap limbah dan komponen beracun.

2.5.3 Sifat Katalis

Pada dasarnya, sifat-sifat katalis adalah:

2.5.3.1 Aktif

Keaktifan suatu katalis merupakan suatu kemampuan dari sebuah katalis untuk mempercepat reaksi menuju kesetimbangan dengan menurunkan energi aktivasi.

2.5.3.2 Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan katalis untuk tetap stabil dalam menghadapi racun-racun yang mungkin dapat merusak kinerja dan bentuk dari katalis itu sendiri.

2.5.3.4 Selektif

Katalis yang selektif adalah katalis yang mampu dalam menghasilkan produk yang dikehendaki. Selektivitas juga berarti kemampuan suatu katalis untuk mengarahkan konversi reaktan sepanjang jalur tertentu untuk mendapatkan produk tertentu.

2.6 Katalis Ni-Zn/Al₂O₃

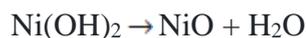
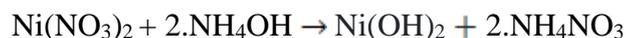
2.6.1 Nikel (Ni)

Nikel adalah unsur kimia bernomor atom 28 dengan lambang Ni. Nikel termasuk dalam logam transisi dan bersifat keras dan elastis. Nikel digunakan sebagai katalis karena memiliki resistensi terhadap tingginya temperatur operasi karena reaksi yang digunakan adalah reaksi hidrogenasi yang mana reaksi ini merupakan reaksi eksotermis (Speight, 2015). Nikel juga reaktif dalam reaksi hidrogenasi dalam memutus ikatan rangkap pada asam lemak yang terkandung di dalam bahan baku. Hal ini disebabkan nikel memiliki jumlah orbital d yang tidak penuh sehingga dapat menyebabkan terikatnya atom hidrogen yang akan diinjeksikan pada proses reaksi (Nugraha, 2016). Juga penggunaan nikel sebagai logam aktif pada pembuatan katalis adalah karena sifatnya yang selektif dalam proses hidrogenasi.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Gousi, dkk., (2017), katalis logam transisi berupa Ni/ γ -Al₂O₃ digunakan dalam proses *hydrotreating* minyak nabati yang mana dapat menghasilkan produk berupa *green diesel* sebesar 61% pada

reaktor *semi-batch* di temperatur 310°C dan kondisi tekanan 40 Bar dengan persentase komposisi katalis 60% Ni dan 40% Al₂O₃. Dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa logam transisi berupa Nikel yang didukung oleh penyangga γ - Al₂O₃ berpotensi untuk meningkatkan selektivitas produk *green diesel* pada proses *hydrotreating*. Pada penelitian lainnya, proses *hydrotreating* yang dilakukan pada kondisi operasi yang sama, menghasilkan produk berupa *green diesel* dengan bilangan asam yang sebesar 97% dengan penggunaan katalis Ni/Al₂O₃ yang dipromotori oleh *Molybdenum* (Kordouli, dkk., 2018).

Sumber bahan baku dari pembuatan katalis nikel bisa diperoleh dari nikel nitrat Ni(NO₃)₂. Katalis nikel nitrat dipilih karena kemudahan dalam memperoleh katalis bebas halida atau sulfat. Metode pembuatannya yaitu melarutkan nikel nitrat dengan *aquadest* secukupnya. Kemudian larutan tersebut direaksikan dengan amonium hidroksida untuk mendapatkan nikel hidroksida. Setelahnya nikel hidroksida dikalsinasi pada temperatur tertentu untuk menjadi nikel oksida. Skema reaksinya, yaitu :

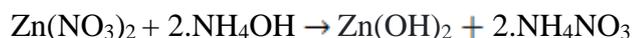


2.6.2 Seng (Zn)

Seng merupakan unsur kimia bernomor 30 yang disimbolkan sebagai Zn. Seng memiliki titik leleh yang relatif rendah yaitu 419,5 °C dan titik didih 907 °C. Titik leleh adalah yang terendah dari semua logam blok d selain merkuri dan kadmium. Seng memiliki konfigurasi elektron 3d¹⁰4s² dan sebagai anggota dari golongan 12 pada tabel periodik. Ketika senyawa seng terbentuk dalam keadaan oksidasi, elektron kulit terluar s hilang, menghasilkan ion seng +2 dengan konfigurasi elektron 3d¹⁰. Logam ini cukup reaktif dan pereduksi yang kuat.

Penggunaan seng sebagai promotor dapat meningkatkan performa zeolit dalam proses *hydrotreating* minyak nabati menjadi bahan bakar hidrokarbon (Cheng, 2017). Sebuah penelitian oleh Zhao, dkk., (2016) menunjukkan bahwa katalis Mo-Zn/ Al₂O₃, yang mana Zn sebagai promotor menunjukkan aktivitas katalitik yang sangat baik dan stabilitas untuk konversi hidrogenasi dalam minyak nabati menjadi hidrokarbon. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Gousi, dkk., (2019) menunjukkan penambahan promotor Zn pada katalis logam transisi dapat

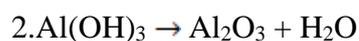
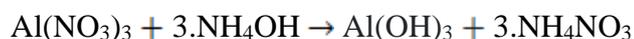
memicu penurunan bilangan asam. Pada penelitian ini seng digunakan sebagai promotor dari katalis nikel yang disangga oleh alumina bahwasannya seng dapat memicu penurunan bilangan asam pada produk yang dihasilkan. Zn dalam penelitian ini seng didapat dari $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$. Dengan skema reaksinya yaitu:



2.6.3 Alumina (Al_2O_3)

Alumunium oksida atau dalam nama trivianya disebut alumina adalah komponen dari alumuniumm dan oksigen dengan rumus molekul Al_2O_3 . Alumina mesopori (material yang berdiameter pori 2-50 nm) memiliki sifat yang sangat baik seperti permukaan yang besar dan luas. Alumina banyak digunakan sebagai bahan dasar pendukung katalis karena sifatnya yang kuat, keras, dan lembam (Paranjpe, 2017).

Keberadaan alumina dalam katalis berfungsi untuk memperbesar luas permukaan pada katalis dengan menyediakan permukaan pori. Alumina sering digunakan karena harganya cukup ekonomis, memiliki struktur yang stabil, dan ukuran porinya dapat divariasikan. Penyangga ini relatif stabil pada temperatur tinggi, mudah dibentuk, dan memiliki titik leleh yang cukup tinggi, serta cocok untuk reaksi yang melibatkan hidrogen karena membutuhkan luas permukaan yang besar. Di penelitian ini bahan baku untuk alumina adalah $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$. Skema reaksinya, yaitu :

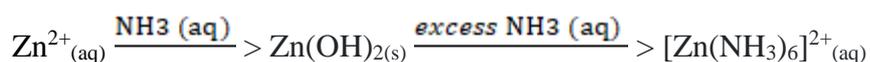
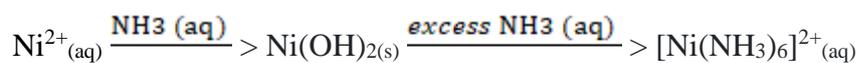


2.6.4 Amonium Hidroksida (NH_4OH)

Amonium hidroksida atau larutan ammonia dipakai sebagai pendingin, pupuk, dan pada kebutuhan rumah tangga lainnya. Larutan ini memilki wujud cair, tidak berwarna, bau yang menyengat, dan sangat larut di dalam air. Larutan ini memiliki pH basa yaitu 13,6 pada temperatur 32°F. Amonium hidroksida memiliki berat molekul 35,04 g/mol.

Amonium hidroksida kerap digunakan dalam metode pretisipasi pembuatan katalis sebagai agen pengendap untuk menghindari terikutnya logam alkali pada

katalis akhir. Amonium hidroksida dipakai sebagai titran dan perlu dikontrol. Pengontrolan jumlah amonium hidroksida dalam proses kopresipitasi berfungsi untuk menghindari terbentuknya *nickelhexaamine complex* $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ dan *zinchexaamine complex* $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$. Kedua zat tersebut terbentuk ketika adanya *excess* ammonia sehingga terbentuklah *metal amine complex*.



2.7 Metode Pembuatan Katalis

Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan, terdapat beragam cara untuk melakukan sintesis katalis. Diantaranya, metode paling umum diketahui adalah metode pretisipasi atau kopresipitasi dan metode impregnasi.

2.7.1 Impregnasi

Metode impregnasi merupakan prosedur dimana volume tertentu larutan yang mengandung prekursor fase aktif dikontakkan dengan padatan yang kemudian dikeringkan untuk menghilangkan pelarut yang terserap. Metode impregnasi yang biasa dikenal terdapat dua jenis, yaitu impregnasi basah dan impregnasi kering. Metode impregnasi basah merupakan metode yang menggunakan sejumlah larutan prekursor yang melebihi volume pori penyangga katalis inti sehingga menghasilkan bubur tipis. Sedangkan, metode impregnasi kering menggunakan larutan prekursor yang terbatas hanya untuk mengisi volume pori penyangga saja (Merabadi, dkk., 2017).

2.7.2 Kopretisipasi

Metode pretisipasi atau kopretisipasi adalah metode pembuatan katalis dimana mengonversi larutan menjadi padatan dengan cara mengubah zat menjadi tidak larut atau membuat larutan menjadi super jenuh yang mana melibatkan reagen kimia dan kemudian pemisahan larutan dari endapan (Sharma, dkk., 2017.) Metode ini dapat digunakan untuk mensintesis katalis tanpa ataupun dengan penyangga. Proses ini berkuat pada kombinasi garam logam fase cair dan larutan alkali untuk menghasilkan logam hidroksida atau karbonat yang tidak larut.

Langkah yang umum dilakukan pada metode ini, yaitu :

1. Prekursor komponen aktif dilarutkan dalam bentuk garam yang dilarutkan dalam air atau medium pelarut yang cocok untuk membentuk larutan homogen.
2. Larutan disesuaikan kadar pH atau penguapan untuk memaksa garam mengendap. Selama pengendapan ini, garam dapat dihidrolisis menjadi bentuk hidroksida atau oksida.
3. Endapan difiltrasi dan dikeringkan di mana endapan padat dikumpulkan dan dikeringkan secara bertahap. Endapan yang telah kering yang diperoleh dalam keadaan padatan.
4. Kalsinasi endapan yang dilakukan untuk mengubah bentuk garam atau hidroksida dari komponen aktif menjadi oksida dengan mereaksikan dengan udara pada suhu yang sesuai, misalnya asetat, karbonat atau, nitrat terurai menjadi oksida.

2.8 SEM (*Scanning Electron Microscope*)

SEM adalah sejenis *microskop electron* yang dapat menghasilkan gambar suatu sampel bahan dengan cara memindai permukaan menggunakan sinar elektron yang difokuskan dengan perbesaran hingga skala tertentu. Terdapat sebuah pistol elektron yang memproduksi sinar eletron yang mengarah pada sampel. Sinar elektron yang sudah terfokuskan akan memindai keseluruhan sampel. Ketika elektron mengenai sampel maka sampel akan mengeluarkan elektron baru yang akan di terima oleh alat detektor dan akan dibaca di layar monitor. Karakterisasi sampel dengan menggunakan alat SEM bertujuan untuk melihat morfologi dari sampel bahan sehingga dapat diperoleh ukuran butiran mikro yang berbeda pada setiap pori pori bahan.

2.9 Analisis Kualitas Produk

2.9.1 Densitas

Densitas atau rapatan adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Satuan SI Densitas adalah kilogram per meter kubik (kg/m^3 , $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$). Densitas berfungsi untuk menentukan suatu zat. Setiap zat memiliki densitas yang berbeda.

Suatu zat berapapun massanya berapapun volumenya akan memiliki densitas yang sama.

2.9.2 Viskositas

Viskositas merupakan ukuran ketahanan sebuah fluida terhadap deformasi atau perubahan bentuk. Pada dasarnya viskositas ini disebabkan karena kohesi dan pertukaran momentum molekuler diantara lapisan permukaan fluida pada saat fluida tersebut mengalir. Viskositas fluida ini dipengaruhi oleh banyak hal antara lain temperatur, konsentrasi larutan, bentuk partikel dan sebagainya.

Viskositas dinyatakan dalam dua bentuk, yakni :

2.9.2.1 Viskositas dinamik (μ)

Viskositas dinamik merupakan perbandingan tegangan geser dengan laju perubahannya. Besarnya nilai viskositas dinamik tergantung dari faktor- faktor diatas tersebut.

2.9.2.2 Viskositas kinematik

Viskositas kinematik merupakan perbandingan viskositas dinamik terhadap kerapatan atau densitas dari fluida tersebut.

2.9.3 Titik Nyala

Titik nyala suatu bahan adalah temperatur terendah yang dapat menguap untuk membentuk campuran yang bisa menyulut api di udara. Pengukuran titik nyala membutuhkan sumber pengapian. Pada titik nyala, uap dapat berhenti untuk membakar ketika sumber pengapian padam. Titik nyala sering kali digunakan sebagai karakteristik deskriptif dari bahan bakar cair, dan juga digunakan untuk membantu mencirikan bahaya kebakaran cairan. Titik nyala mengacu antara cairan yang mudah menyala dan cairan mudah terbakar.

2.9.4 Angka Setana

Angka setana adalah ukuran kualitas pembakaran bahan bakar *diesel* selama pengapian kompresi. Angka setana ini adalah ekspresi signifikan kualitas bahan bakar diesel diantara sejumlah pengukuran lain yang menentukan kualitas bahan bakar diesel secara keseluruhan. Angka setana menunjukkan kemampuan bahan bakar untuk menyala sendiri (*auto ignition*).

2.9.5 Bilangan Asam

Bilangan asam adalah jumlah milligram KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam-asam lemak bebas dari minyak atau lemak. Bilangan asam digunakan untuk mengukur jumlah asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak atau lemak. Caranya adalah dengan melarutkan sejumlah minyak atau lemak dalam alkohol eter kemudian diberi indikator *phenolphthalein*, kemudian dititrasi dengan larutan KOH sampai terjadi perubahan warna merah muda yang tetap.