

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Pustaka

Tabel 2.1 Sumber-Sumber Kajian Pustaka

No	Judul – Penulis - Tahun	Bahan (Komposit)	Metode, Hasil dan Pembahasan
1	<p>Judul: Analisis Base Oil Hasil Proses Adsorpsi dan Pirolisis pada Oli Mesin Bekas</p> <p>Penulis: Mamiék Mardyaningsih dan Aloysius Leki</p> <p>Tahun: 2018</p>	Oli mesin bekas	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil dari penelitian ini adalah adsorpsi dan pirolisis dari oli mesin bekas menghasilkan base oil dengan sifat fisik sebagai berikut: berwarna kuning jernih, berbau menyengat, mudah terbakar, berat jenisnya 0,8 ml/g, viskositas 5,14 g/cm detik sampai 5,39 g/cm detik, nilai kalor 16.800 J/g, dan titik nyala 80-98 °C.
2	<p>Judul: B3 Waste Management and Health Workers Complaint In. Inka (Persero) Madiun City</p> <p>Penulis: Tentrami Hayuning Ichtiakhiri dan Sudarmaji</p> <p>Tahun: 2014</p>	Limbah B3	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil penelitian menunjukkan bahwa PT. INKA (Persero) belum memenuhi syarat dalam hal pengelolaan limbah B3 yaitu pemilahan dan penyimpanan. Keluhan kesehatan yang sering dirasakan oleh pekerja adalah sakit kepala dan iritasi kulit. Pada penelitian ini diperlukan pengawasan pengelolaan limbah B3 di PT. INKA (Persero) serta peningkatan kesadaran pekerja untuk memakai alat pelindung dalam mengelola limbah.

3	<p>Judul: Pengolahan Limbah Minyak Pelumas dengan Metode Elektrokoagulasi</p> <p>Penulis: Lailan Ni'mah , Fauzah Fyanidah dan M. Danan Maulana</p> <p>Tahun: 2017</p>	Oli Bekas	<p><i>The most effective results in the study using electrocoagulation with 24 volt voltage with time of 3 hours for plate 100mm × 75mm × 0.5mm Fe content of remaining metal 26.47 ppm.</i></p>
4.	<p>Judul: Daur Ulang Oli Bekas Menjadi Bahan Bakar Diesel dengan Proses Pemurnian Menggunakan Media Asam Sulfat dan Natrium Hidroksida</p> <p>Penulis: I Nyoman Suparta, Ainul Guhhri dan Wayan Natha Septiadi</p> <p>Tahun: 2015</p>	Oli bekas, asam sulfat dan natrium hidroksida	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil daur ulang oli bekas menggunakan H₂SO₄ sebesar 5% memiliki sifat-sifat yang paling mendekati bahan bakar mesin diesel. Nilai viskositas dan flash point hasil daur ulang berada dalam rentang bahan bakar solar standar, densitas sedikit lebih rendah dan nilai kalor bakar sekitar 14% lebih rendah dari standar solar.
5	<p>Judul: Efek Katalis Alam Dalam Proses Pirolisis Non Isothermal</p> <p>Penulis: Andicha Aulia Putra</p> <p>Tahun: 2017</p>	Sampah plastik dan katalis alam	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil uji GCMS memperlihatkan bahwa fraksi gasoline mendominasi hasil produk bio oil hasil pirolisis non isothermal dengan menggunakan katalis yakni sebesar 69,82% saat menggunakan katalis kaolin dengan rasio 1 : ½. Sementara itu fraksi heavy weight sudah tidak terdapat pada produk bio oil. Hal ini memperlihatkan bahwa dengan menambahkan katalis pada proses pirolisis non isothermal akan meningkatkan hasil produk bio oil bila dibandingkan dengan pirolisis non isothermal

			baik secara kualitas maupun kuantitas.
6	<p>Judul: Pengaruh Suhu Pada Hydrocracking Oli Bekas Menggunakan Katalis Cr/Zaa</p> <p>Penulis: Tri Kurnia Dewi, Meta Mediana dan Nopektaria Hidayati</p> <p>Tahun: 2014</p>	Oli Bekas dan Katalis Cr/ZAA	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan produksi dan persen fraksi bensin meningkat dengan semakin tingginya suhu, sedangkan persen fraksi kerosin dan solar semakin rendah, dan nilai berat jenisnya tetap, tidak dipengaruhi oleh suhu.

2.2. Karakteristik Oli dan Oli Bekas

Pelumas adalah zat kimia berupa cairan, yang diberikan di antara dua benda bergerak untuk mengurangi gaya gesek. Zat ini merupakan fraksi hasil distilasi minyak bumi yang memiliki suhu 105-135 derajat celcius. Pelumas berfungsi sebagai lapisan pelindung yang memisahkan dua permukaan yang berhubungan. Umumnya pelumas terdiri dari 90% minyak dasar dan 10% zat tambahan. Salah satu penggunaan pelumas paling utama adalah oli mesin yang dipakai pada mesin

Oli bekas seringkali diabaikan penanganannya setelah tidak bisa digunakan kembali, padahal jika asal dibuang dapat menambah pencemaran lingkungan. Bahaya dari pembuangan oli bekas sembarangan memiliki efek yang lebih buruk daripada efek tumpahan minyak mentah biasa. Ditinjau dari komposisi kimianya sendiri, oli adalah campuran dari hidrokarbon kental ditambah berbagai bahan kimia aditif. Oli bekas memiliki campuran komposisi lebih dari itu, dalam oli bekas terkandung sejumlah sisa hasil pembakaran yang bersifat asam korosif, deposit, dan logam berat yang bersifat karsinogenik. Sampai saat ini usaha yang di lakukan untuk memanfaatkan oli bekas ini antara lain:

1. Dimurnikan kembali (proses refinery) menjadi refined lubricant. Tidak banyak yang tertarik untuk berbisnis di bidang ini karena cost yang tinggi relatif terhadap lube oil blending plant (LOBP) dengan bahan baku fresh, sehingga harga jual ekonomis-nya tidak akan mampu bersaing di pasaran.

2. Digunakan sebagai fuel oil/minyak bakar. Yang masih menjadi kendala adalah tingkat emisi bahan bakar ini masih tinggi.

Perlu dipertimbangkan beberapa hal mengenai pentingnya pemanfaatan kembali oli bekas antara lain:

1. Dari tahun ke tahun, regulasi yang mendukung terhadap teknologi ramah lingkungan akan semakin meningkat. Dan ada kemungkinan nanti, produsen oli juga harus bertanggung jawab atas oli bekas yang dihasilkan, sehingga akan muncul berbagai teknologi pemanfaatan oli bekas.
2. Kedepan, cadangan minyak mentah akan semakin terbatas, berarti harga minyak mentah akan semakin melambung. Used-Oil refinery akan semakin kompetitif dengan LOBP konvensional.

2.3. Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja dari alat pengolahan limbah oli bekas menjadi bahan bakar cair yaitu sebagai pengubah komposisi oli bekas menjadi bahan bakar cair. Pada prosesnya menggunakan metode pirolisis yaitu menggunakan reaktor kedap udara yang dipanaskan, kemudian oli bekas yang ada di dalam reaktor akan mengalami penguapan. Proses penguapan ini terjadi di dalam tabung reaktor yang kedap udara sehingga terjadi tekanan di dalam reaktor sehingga terjadi perpecahan struktur kimiawi yang ada pada uap oli bekas tersebut, sehingga uap tersebut menjadi gas bahan bakar. Gas yang terpecah menjadi bahan bakar akan naik dan mengisi ruang kosong. Sifat inilah yang akan mengalirkan langsung gas bertekanan tersebut langsung ke kondensor. Pada saat melewati kondensor gas panas tersebut akan didinginkan secara cepat sehingga akan kembali menjadi cair, cairan inilah yang akan ditampung saat keluar dan menjadi bahan bakar cair.

2.4. Metode Pirolisis

Pirolisis adalah dekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan dengan sedikit oksigen atau reagen lainnya dimana material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fase gas. Pirolisis adalah kasus khusus termolisis. Pirolisis ekstrim yang hanya meninggalkan karbon

sebagai residu disebut karbonisasi. Pada proses pirolisis minyak yang dipanaskan pada suhu tinggi dalam ketidakhadiran oksigen menyebabkan oli terpecah menjadi beberapa campuran gas, cairan, dan material padat. Gas-gas dan cairan dapat diubah menjadi bahan bakar. Pirolisis diawali dengan pemanasan tanpa atau sedikit oksigen, sehingga zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap. Uap tersebut bergerak menuju kondensor yaitu pendingin, proses pendinginan terjadi karena kita mengalirkan air ke dalam dinding (bagian luar kondensor), sehingga uap yang dihasilkan akan kembali cair. Proses ini berjalan terus menerus dan akhirnya kita dapat memisahkan seluruh senyawa-senyawa yang ada dalam campuran homogen tersebut.

2.4.1. Faktor yang mempengaruhi pirolisis

a) Temperatur

Temperatur memiliki pengaruh yang besar dalam proses pirolisis. Semakin tinggi temperatur maka semakin banyak gas yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan bahan baku padatan akan menguap dan berubah menjadi gas sehingga berat dari padatan bahan baku akan berkurang. Namun, semakin tinggi temperatur akan membuat produk bio oil yang dihasilkan semakin berkurang. Hal ini dikarenakan temperatur yang tinggi dapat merubah hidrokarbon rantai yang panjang dan sedang menjadi hidrokarbon dengan rantai yang pendek. Jika rantai hidrokarbon sangat pendek, maka diperoleh hasil gas yang tidak dapat dikondensasi.

b) Waktu

Reaksi Waktu memiliki pengaruh pada proses pirolisis. Dalam kondisi vakum, waktu reaksi yang lama akan menyebabkan produk pirolisis menjadi gas. Karena semakin lama waktunya maka akan membuat hidrokarbon rantai panjang menjadi hidrokarbon rantai pendek. Produk padatan juga akan semakin berkurang karena menguap jika waktu reaksinya semakin lama.

c) Ukuran Bahan Baku

Ukuran bahan baku yang besar akan membuat perambatan panas antar bahan baku akan berlangsung lama. Hal ini akan menyebabkan proses penguapan bahan baku menjadi lebih lama.

d) Laju Pemanasan

Laju pemanasan sangat mempengaruhi hasil dari produk pirolisis yang didapatkan. Pada kondisi kerja bertekanan lingkungan, semakin tinggi laju reaksi pada pirolisis maka akan mendapatkan jumlah bio oil yang banyak. Namun, hal ini tidak efisien dikarenakan jika memperbesar laju reaksi maka akan membuat pemakaian energi untuk proses pirolisis menjadi lebih besar.

2.4.2 Unjuk Kerja Pirolisis

Unjuk kerja dari proses pirolisis dapat dilihat dari perbandingan massa bahan baku yang akan dipirolisis dengan massa produk yang dihasilkan. Proses pirolisis memiliki tiga produk utama yaitu padat, cair dan gas. Untuk melihat hasil dari masing-masing produk dapat digunakan rumus (Bridgeman, 2008):

$$YM = \left[\frac{ma}{mbb} \right] \times 100\% \dots (1)$$

Dimana:

YM = Yield Mass (%)

ma = Massa produk yang diperoleh (gr) (oil, padat, atau gas)

mbb = Massa bahan baku (gr)

2.5 Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GCMS)

Chromatography-Mass Spectrometry (GCMS) adalah gabungan dari alat GC dan MS. Sampel yang dianalisis akan dipisahkan dahulu dengan alat GC (*Gas Chromatography*), kemudian diidentifikasi dengan alat MS (*Mass Spectrometry*). GC dan MS merupakan kombinasi kekuatan yang simultan untuk memisahkan dan mengidentifikasi komponen-komponen campuran dalam suatu sampel.

GC-MS digunakan untuk identifikasi kualitatif dan pengukuran kuantitatif dari komponen individual dalam senyawa campuran kompleks yang mudah menguap (volatil). Analisis GC-MS dengan predikat pemisahan yang “*high*

resolution” serta MS yang sensitif sangat diperlukan dalam bidang aplikasi, antara lain bidang lingkungan, arkeologi, kesehatan, forensik, kimia, biokimia dan lain sebagainya.



Gambar 2.1 Alat Uji GC-MS
Sumber: (Literatur 3)

2.6. Sifat Fisik dan Syarat bahan Bakar Cair

Secara umum, sifat - sifat fisik bahan bakar minyak yang perlu diketahui adalah specific gravity, titik nyala, titik bakar, viskositas, nilai kalor. Specific gravity adalah density bahan bakar dibagi dengan density air pada temperatur yang sama. Atau dapat didefinisikan sebagai perbandingan berat dari bahan bakar minyak pada temperatur tertentu terhadap air pada volume dan temperatur yang sama. Umumnya, bahan bakar minyak memiliki specific gravity 0.74 - 0.96, dengan kata lain bahan bakar minyak lebih ringan dari pada air. Pada beberapa literatur digunakan American Petroleum Institute (API) gravity. Specific gravity dan API gravity adalah suatu pernyataan yang menyatakan density (kerapatan) atau berat per satuan volume dari suatu bahan. Specific gravity dan API gravity diukur pada suhu 60 °F (15.6 °C), kecuali asphalt yang diukur pada suhu 77 °F (25°C).

Suatu bahan bakar cair yang perlu diperhatikan adalah besarnya flash point dan fire point. Flash point adalah suhu pada uap diatas permukaan bahan bakar minyak yang akan terbakar dengan cepat (meledak/penyalaan api sesaat) apabila nyala api didekatkan padanya, sedangkan fire point adalah temperatur pada keadaan dimana uap di atas permukaan bahan bakar minyak terbakar secara kontinyu apabila nyala api didekatkan padanya. Bahan yang mempunyai flash rendah akan mudah menguap sehingga pada bahan tersebut terjadi mudah terbakar. Secara umum, temperatur auto-ignition mengindikasikan tingkat kesulitan relatif bahan bakar untuk terbakar. Temperatur auto-ignition bervariasi terhadap geometri permukaan panas, dan faktor lain seperti tekanan, maka test

lain seperti octane number dan cetane number perlu dilakukan untuk bahan bakar mesin.

Viskositas cairan adalah suatu angka yang menyatakan besarnya perlawanan atau hambatan ataupun ketahanan suatu bahan bakar minyak untuk mengalir atau ukuran besarnya tahanan geser dari bahan bakar minyak. Untuk bahan bakar, viskositas mengindikasikan kemudahan untuk dipompa dan diatomisasikan. Viskositas cairan menurun dengan meningkatnya temperatur. Ada banyak standard pengujian yang dapat digunakan untuk viskositas. Kadang kala *pour point* digunakan sebagai indikator sederhana dari *viscosity*. *Pour point* menunjukkan temperatur terendah dimana bahan bakar minyak dapat disimpan dan tetap dapat mengalir walaupun lambat dalam peralatan pengujian standard. Viskositas dari suatu minyak menunjukkan sifat menghambat aliran dari menunjukkan pula sifat pelumasannya pada permukaan benda yang dilumasinya. Viskositas suatu cairan diukur dengan viscometer. Viskositas dapat didefinisikan sebagai gaya yang diperlukan untuk menggerakkan suatu bidang dengan luas tertentu pada jarak tertentu dan dalam waktu tertentu pula. Dalam sistem cgs, satuan viskositas adalah poise atau centipoise (= 0.001 poise) dimana 1 poise = 1 gr/s.cm atau 1 poise = dyne.s/cm².

Nilai kalor adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas / kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara / oksigen. Nilai kalor dari bahan bakar minyak umumnya berkisar antara 18,300 – 19,800 Btu/lb atau 10,160 -11,000 kkal/kg. Nilai kalor berbanding terbalik dengan berat jenis (density). Pada volume yang sama, semakin besar berat jenis suatu minyak, semakin kecil nilai kalornya, demikian juga sebaliknya semakin rendah berat jenis semakin tinggi nilai kalornya. Nilai kalor atas untuk bahan bakar cair ditentukan dengan pembakaran dengan oksigen bertekanan pada bomb calorimeter. Peralatan ini terdiri dari *container stainless steel* yang dikelilingi bak air yang besar. Bak air tersebut bertujuan meyakinkan bahwa temperatur akhir produk akan berada sedikit diatas temperatur awal reaktan, yaitu 25°C (Wiratmaja 2010).

2.7. Katalis

Katalis adalah suatu senyawa kimia yang menyebabkan reaksi menjadi lebih cepat untuk mencapai kesetimbangan tanpa mengalami perubahan kimiawi diakhir reaksi. Katalis tidak mengubah nilai kesetimbangan dan berperan dalam menurunkan energi aktivasi.

Dalam penurunan energi aktivasi ini, maka energi minimum yang dibutuhkan untuk terjadinya tumbukan berkurang sehingga terjadinya reaksi berjalan cepat. Katalis pada umumnya mempunyai sifat-sifat sebagai berikut: aktivitas, stabilitas, selektivitas, umur, regenerasi dan kekuatan mekanik. Secara umum katalis mempunyai 2 fungsi yaitu mempercepat reaksi menuju kesetimbangan atau fungsi aktivitas dan meningkatkan hasil reaksi yang dikehendaki atau fungsi selektivitas.

Katalis sebagai suatu substansi kimia mampu mempercepat laju reaksi kimia yang secara termodinamika dapat berlangsung. Hal ini disebabkan karena kemampuannya mengadakan interaksi dengan paling sedikit satu molekul reaktan untuk menghasilkan senyawa antara yang lebih aktif.

Interaksi ini akan dapat meningkatkan ketepatan orientasi tumbukan, meningkatkan konsentrasi akibat lokalisasi reaktan, sehingga meningkatkan jumlah tumbukan dan membuka alur reaksi dengan energi pengaktifan yang lebih rendah. Katalis dapat dibagi ke dalam 3 komponen yakni situs aktif, penyangga atau pengemban dan promotor. Situs aktif berperan dalam reaksi kimia yang diharapkan, penyangga berperan dalam memodifikasi komponen aktif, menyediakan permukaan yang luas, dan meningkatkan stabilitas katalis, sementara itu promotor berperan dalam meningkatkan atau membatasi aktivitas katalis serta berperan dalam struktur katalis.

2.8. Oli

Oli Minyak bumi adalah suatu campuran cairan yang terdiri dari berjuta-juta senyawa kimia, yang paling banyak adalah senyawa hidrokarbon yang terbentuk dari dekomposisi yang dihasilkan oleh fosil tumbuh-tumbuhan dan hewan (William, 1995). Menurut (Jasji, 1996) Minyak bumi merupakan senyawaan kimia yang terdiri dari unsur-unsur karbon, hidrogen, sulfur, oksigen,

halogenida dan logam. Senyawa yang hanya terdiri dari unsur karbon dan hidrogen dikelompokkan kedalam senyawa hidrokarbon.

Sifat-sifat minyak bumi sangat bervariasi dan jenis produk yang dapat dihasilkan juga dapat sangat banyak. Suatu operasi yang tentu dioperasikan di dalam semua kilang adalah destilasi yang memisahkan minyak bumi kedalam fraksifraksinya berdasarkan daerah didihnya. Operasi lainnya dapat sedikit atau banyak jumlahnya, dapat sederhana atau kompleks, tergantung pada produk-produk yang akan dibuat (Hardjono, 2001).

Ada beberapa macam cara penggolongan produk jadi yang dihasilkan oleh kilang minyak. Diantaranya produk jadi kilang minyak dapat dibagi menjadi produk bahan bakar minyak (BBM) dan produk bukan bahan bakar minyak (BBBM). Produk jadi BBBM berupa LPG, pelarut, minyak pelumas (oli), gemuk, aspal, malam parafin, hitam karbon dan kokas. Minyak pelumas (oli) terdapat dalam bagian minyak bumi yang mempunyai daerah didih yang paling 9 tinggi, yaitu sekitar 400°C keatas. Fraksi minyak pelumas (oli) dipisahkan dari residu hasil distilasi minyak bumi dengan dengan distilasi hampa (Hardjono, 2001).

Menurut Raharjo (2010) oli biasanya diperoleh dari pengolahan minyak bumi yang dilakukan melalui proses destilasi bertingkat berdasarkan titik didihnya. Menurut Environmental Protection Agency (EPA's), proses pembuatan oli melalui beberapa tahap, yaitu:

- a) Distilasi.
- b) Deasphalting untuk menghilangkan kandungan aspal dalam minyak.
- c) Hidrogenasi untuk menaikkan viskositas dan kualitas.
- d) Pencampuran katalis untuk menghilangkan lilin dan menaikkan temperatur pelumas parafin.
- e) Clay or Hydrogen finishing untuk meningkatkan warna, stabilitas dan kualitas oli pelumas.

Oli merupakan zat kimia yang digunakan pada kendaraan bermotor yang berguna untuk mengurangi keausan pada mesin. Penggunaan utama oli yaitu terdapat pada oli mesin. Umumnya oli terdiri dari 90% minyak dasar (base oil) dan 10% zat tambahan. Pada sistem penggerakannya ketika mesin dihidupkan mesin

yang bergerak akan terjadi pergesekan pada logam yang akan menyebabkan pelepasan partikel dari peristiwa tersebut Surtikanti dan Surakusumah (2004).

Menurut Hagwell dkk. (1992) oli mesin adalah campuran kompleks hidrokarbon dan senyawa-senyawa organik lain yang digunakan untuk melumasi 10 bagian-bagian mesin kendaraan agar mesin bekerja dengan lancar. Menurut Sukirno (2010) fungsi utama suatu pelumas adalah untuk mengendalikan friksi dan keausan. Namun pelumas juga melakukan beberapa fungsi lain yang bervariasi tergantung di mana pelumas tersebut diaplikasikan, pertama pencegahan korosi dimana pelumas berfungsi sebagai preservative. Pada saat mesin bekerja pelumas melapisi bagian mesin dengan lapisan pelindung yang mengandung adiktif untuk menetralkan bahan korosif. Kedua pengurangan panas, pelumas tersebut mampu menghilangkan panas yang dihasilkan baik dari gesekan atau sumber lain seperti pembakaran atau kontak dengan zat tinggi.

Secara umum terdapat 2 macam oli bekas, yaitu oli bekas industri (light industrial oil) dan oli hitam (black oil). Oli bekas industri relatif lebih bersih dan mudah dibersihkan dengan perlakuan sederhana, seperti penyaringan dan pemanasan. Oli hitam berasal dari pelumasan otomotif. Oli ini dalam pemakaiannya mendapat beban termal dan mekanis yang lebih tinggi. Dalam oli hitam terkandung partikel logam dan sisa pembakaran. Oli mengandung bahanbahan kimia, di antaranya hydro karbon dan sulfur, karena bekerja melumasi logam-logam, oli bekas juga mengandung sisa bahan bakar, tembaga, besi, alumunium, magnesium dan nikel dan lain-lain. (Raharjo, 2007).