



JMEMME

(Journal of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials and Energy)

Available online <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jmemme>

PERMURNIAN MINYAK KEMIRI DENGAN ADSORPSI BENTONIT UNTUK MERUBAH KARAKTERISTIK MUTU

PURIFICATION OF KEMIRI OIL WITH BENTONIT ADSORPSI TO CHANGE QUALITY CHARACTERISTICS

Sariyusda1) *, Ramli Usman1)

1) Prodi Mesin, Fakultas Teknik, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Indonesia

*Corresponding Email: sariyusda@yahoo.com

Abstrak

Perencanaan alat pemurnian ini merupakan teknologi alternatif untuk memurnikan minyak kemiri dengan memanfaatkan bentonit alam sebagai adsorben. Jenis alat adsorpsi adalah type fixed bed coloums (silinder tegak), dimana kolom dilengkapi unggun adsorben bentonit. Alat pemurnian minyak kemiri ini dirancang dengan kapasitas 5 liter. Bahan rancangan menggunakan pipa PVC setinggi 160 cm, sedangkan untuk media kolom adsorber terbuat dari bahan acrylic 2 inc setinggi 30 cm yang berdiameter rata-rata 50 mm, Bentonit sebagai adsorben diisi kedalam kolom setinggi 80 cm. Adsorber juga dilengkapi dengan media filter halus dibagian atas dan dibagian bawah. Untuk mensirkulasi minyak kemiri secara kontinyu adsorber dilengkapi dengan pompa tekanan rendah. Ukuran bentonit 10 mesh, 20 mesh dan 30 mesh dibakar dalam furnace mencapai suhu 300 °C selanjutnya diaktifasi dengan H₂SO₄ 1 M dengan cara perendaman. Setelah pembilasan dengan aquadest bentonit dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C. Untuk menganalisa kinerja adsorber dilakukan pengoperasian peralatan dengan menganalisa sampel pada waktu sirkulasi 15, dan 30 menit. Dari hasil penelitian semakin lama waktu sirkulasi (30 menit) dan ukuran partikel bentonit sebagai adsorben semakin mengecil (30 mesh), minyak kemiri yang dihasilkan semakin murni. Indek bias sebesar 1,475, Bobot jenis 0,92895 dan nilai kalor 33486. Hasil permurnian minyak kemiri menggunakan adsorben bentonit alam sesuai dengan standar mutu SNI 01-4462-1998.

Kata kunci : Adsorpsi, Minyak kemiri, bentonit, indek bias, bobot jenis, nilai kalor

Abstract

Planning of this purification tool is an alternative technology to purify the hazelnut oil by utilizing natural bentonite as an adsorbent. The type of adsorption tool is type fixed bed coloums (vertical cylinder), where the column is equipped with bentonite adsorbent bed. This hazelnut oil purification tool is designed with a capacity of 5 liters. Designed material using PVC pipe as high as 160 cm, while for media column adsorber made of acrylic 2 inc at 30 cm in diameter average 50 mm, Bentonit as adsorbent filled into column as high as 80 cm. Adsorber is also equipped with a fine filter media at the top and bottom. To circulate the candlenut oil continuously the adsorber is equipped with a low pressure pump. Bentonite size 10 mesh, 20 mesh and 30 mesh burned in furnace reach 300 0C temperature then activated with H₂SO₄ 1 M by immersion. After flushing with aquadest bentonite dried in an oven at 110oC. To analyze the performance of the adsorber was performed the operation of the equipment by analyzing the samples at circulation time 15, and 30 minutes. From the results of the study the longer the circulation time (30 minutes) and the size of bentonite particles as the adsorbent getting smaller (30 mesh), the resulting candlenut oil more

pure. Refractive index of 1.475, Weight of type 0.92895 and heating value 33486. The yield of kemiri oil using natural bentonite adsorbent in accordance with SNI quality standards 01-4462-1998.

Keywords: adsorption, hazelnut oil, bentonite, bias index, species weight, calorific value

How To Cite: Sariyusda, Ramli, U. (2017). Permurnian Minyak Kemiri Dengan Adsorpsi Bentonit Untuk Merubah Karakteristik Mutu. *Jmemme (Journal Of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials And Energy)*. 1 (2): 76-86

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang kaya akan keanekaragaman hayati. Tanaman kemiri merupakan salah satu tanaman yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Tanaman kemiri (*Aleurites moluccana* Willd) adalah suatu tanaman yang berasal dari famili Euphorbiaceae. Kemiri pada mulanya berasal dari Hawaii kemudian tersebar sampai ke Polynesia Barat lalu ke Indonesia dan Malaysia. Di Indonesia sendiri, kemiri tersebar ke berbagai propinsi dan dapat tumbuh dengan baik. Kemudahan kemiri untuk tumbuh di berbagai tempat membuat produksi kemiri meningkat dari tahun ke tahun sehingga kemiri menjadi komoditas dalam negeri dan ekspor di Indonesia. Umumnya kemiri diekspor ke Singapura, Hongkong dan Eropa. Di kalangan masyarakat Hawaii, kemiri dikenal sebagai candlenut karena fungsinya sebagai bahan penerangan. Kegunaan kemiri sangat beragam. Bagian tanaman kemiri dapat dimanfaatkan untuk keperluan manusia. Batang kayunya digunakan sebagai bahan pembuat pulp dan batang korek api, daunnya dapat digunakan sebagai obat tradisional, bijinya biasa digunakan sebagai bumbu masak, sedangkan tempurung bijinya digunakan untuk obat nyamuk bakar dan arang. Kandungan minyak dalam biji kemiri tergolong tinggi, yaitu 55

– 66% dari berat bijinya. Komponen utama penyusun minyak kemiri adalah asam lemak tak jenuh, namun mengandung juga asam lemak jenuh dengan persentase yang relatif kecil. Minyak kemiri yang terkandung dalam bijinya juga memiliki banyak manfaat, antara lain bahan pembuat cat, pernis, sabun, obat, kosmetik, dan bahan bakar biodiesel.



Gambar 1 Kemiri

Tanaman buah kemiri termasuk buah batu, berbentuk bulat telur dan ada bagian yang menonjol ke samping. Daging buahnya kaku dan mengandung 1-2 biji yang diselubungi oleh kulit biji yang keras. Pohon kemiri dapat tumbuh baik pada tanah kapur dan tanah berpasir di pantai, namun dapat pula tumbuh pada tanah podsolik yang kurang subur sampai yang subur dan pada tanah latosol. Ketinggian yang dikehendaki 0-800 meter di atas permukaan laut, walaupun di beberapa daerah dapat juga tumbuh pada ketinggian sampai 1.200 meter di atas permukaan laut. Tanaman kemiri dapat tumbuh pada lahan yang berkonfigurasi datar,

bergelombang dan bertebing-tebing yang curam.

Potensi Ekspor volume ekspor minyak kemiri dari tahun ke tahun berfluktuasi, nilai dan harga rata-rata ekspor juga menunjukkan harga yang tidak stabil, padahal kebutuhan minyak kemiri terus meningkat. Minyak kemiri mempunyai prospek untuk ditingkatkan volumenya antara lain dengan memperbaiki sistem proses. Minyak kemiri mempunyai prospek yang cerah sebagai bahan baku biodiesel. Proses ekstraksi tradisional mengalami kesulitan dalam menentukan kondisi operasi. Akibatnya, perolehan rendemen minyak dan mutu kemiri juga menjadi rendah.

Proses pemurnian minyak kemiri dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode, yaitu secara fisika dan kimia. Proses pemurnian secara fisika bisa dilakukan dengan mendistilasi ulang minyak kemiri yang dihasilkan dan distilasi fraksinasi dengan pengurangan tekanan. Untuk proses secara kimia dengan adsorpsi menggunakan adsorben tertentu seperti bentonit, arang aktif dan zeolit.

Minyak kemiri yang bermutu rendah seperti bewarna gelap dapat di murnikan antara lain dengan cara pengkelatan, namun dalam penelitian ini menggunakan metode adsorpsi dengan

bentonit. Keberadaan bentonit sebagai hasil alam daerah Aceh khususnya Aceh Utara cukup besar. Penggunaannya sebagai adsorben akan mengoptimalkan fungsi bentonit.

Kemiri merupakan salah satu tanaman prospektif sebagai bahan baku sumber energi terbarukan yakni untuk pembuatan bahan bakar nabati (BBN) biodiesel, sebagai pengganti minyak yang berasal dari fosil yang dapat diperbaharui (renewable). Pengembangan Energi Baru Terbarukan (EBT) tetap menjadi fokus pemerintah sebagai antisipasi persediaan energi di masa datang. Pemerintah Indonesia, terutama Dinas Pertanian melalui Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri (Balittri) sejak tahun 2010 mensosialisasikan dan mendukung penanaman pohon kemiri. Dirjen Energi Baru dan Terbarukan Kementrian ESDM, sudah menargetkan bahwa pada tahun 2017 kemiri sunan secara perlahan dapat menggeser kedudukan kelapa sawit sebagai penghasil campuran biodiesel.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Peralatan

1) Minyak Kemiri

Minyak yang akan dimurnikan adalah minyak kemiri yang diperoleh dari petani tradisional di daerah Aceh Tengah.

2) Bahan Untuk Pengolahan (Adsorben)

Adsorben yang dipakai pada pengoperasian alat ini adalah tanah bentonit alam yang didapatkan di Nisam, Aceh Utara.

3) Bahan untuk Perancangan Alat

Bahan/peralatan yang diperlukan untuk satu unit pemurnian minyak kemiri dengan kapasitas 5 liter dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Kebutuhan bahan dan alat rancangan untuk 1 unit alat Pemurnian minyak kemiri.

No.	Komponen	Spesifikasi	Jumlah	Satuan
1	Pipa PVC Aw	1/2 in	1	batang
2	Pipa PVC Aw	1 1/4 in	1	batang
3	Pipa PVC	1/2 in	1	batang
4	Elbow	1/2 in	6	buah
5	Sock drat luar	1 1/4 in	2	buah
6	Sock drat luar	1/2 in	2	buah
7	Tee	1/2 in	2	buah
8	Stop Kran	1/2 in	3	buah
9	Water mor	1/2 in	1	buah
10	Water mor	1/2 in	1	buah
11	Water mor	1/2 in	1	buah
12	Pompa	DAF	1	buah
13	Lem isaplas	Isaplas	2	buah
14	Selotip	Cabungan	2	buah
15	Gergaji pipa	-	1	buah
16	Pisau	-	1	buah
17	Drum/ tangki plastic	25 ltr	1	buah
18	Tangki Plastik	10 ltr	2	buah
19	Kain Katun	Diameter 15 cm	1	buah
20	Kawat jaring	Diameter 15 cm	2	buah
21	Acrylic	1 in	3	meter
22	Plate besi	2 in	5	batang
23	Stop kontak	-	1	buah
24	Wayer	-	4	meter

4) Bahan lain yang digunakan

- a) Aquadest. b) Kertas pH universal. c) Asam Sulfat 96%. d) Etanol

5) Peralatan lain yang digunakan

- a) Stopwatch. b) Erlenmeyer 250 mL. c) Corong Kimia. d) Buret 50 ml. e) Ball pipet.

f) Gelas Kimia 1000 ml. g) Pipet Ukur 25 ml.

h) Batang pengaduk. i) Timbangan analitik. j) Spatula. k) Ayakan 10, 20 dan 30 mesh. l) Furnace. m) Oven. n) Bomb kalorimetri. o) Density meter

Indikator Kinerja

1. Variabel Tetap

- a) Volume sampel (minyak kemiri) 5 Liter. b) Tinggi unggun (bentonit): 15 cm. c) Laju alir minyak 0,25 ltr/ menit

2. Variabel Bebas

- a) Waktu sirkulasi : 15 menit, 30 menit. b) Ukuran Bentonit 10 mesh, 20 mesh dan 30 mesh

3. Variabel Terikat : Bilangan Indek Bias pada 25°C, Bobot Jenis, dan Jumlah Panas

Perancangan

1) Kolom Adsorber

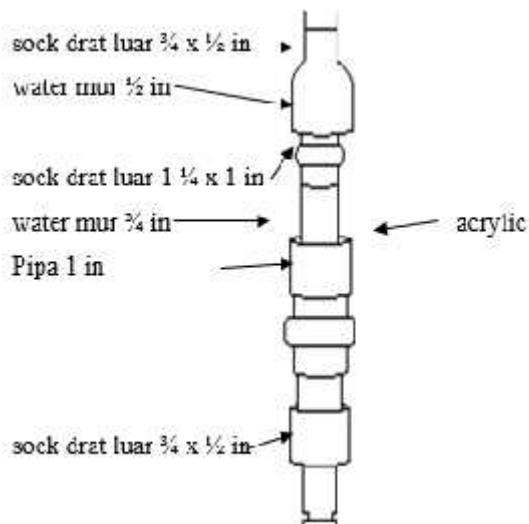
Kolom adsorber dengan spesifikasi:

- a) Fungsi : Peralatan penyerap
 b) Jenis/type: *Fixed Bed Column*/silinder tegak
 c) Bahan konstruksi : Acrylic dan PVC

Jumlah : 1 unit

Tinggi : 150 cm

Acrylic : 80 cm



Gambar 2. Kolom Adsorber

2) Tangki Umpan

Tangki umpan yang digunakan dalam perancangan ini adalah tangki yang terbuat dari plastic dengan kapasitas volume 25 Liter. Selain sebagai penampung umpan tangki umpan berfungsi juga sebagai tempat dimana proses sirkulasi berlangsung serta sebagai tempat penampung pompa aquarium.

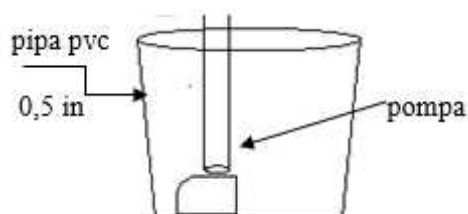
Fungsi : tempat menampung umpan

Jenis/type : tangki terbuka

Kapasitas : 10 L

Ukuran : 30 x 40 x 50 cm

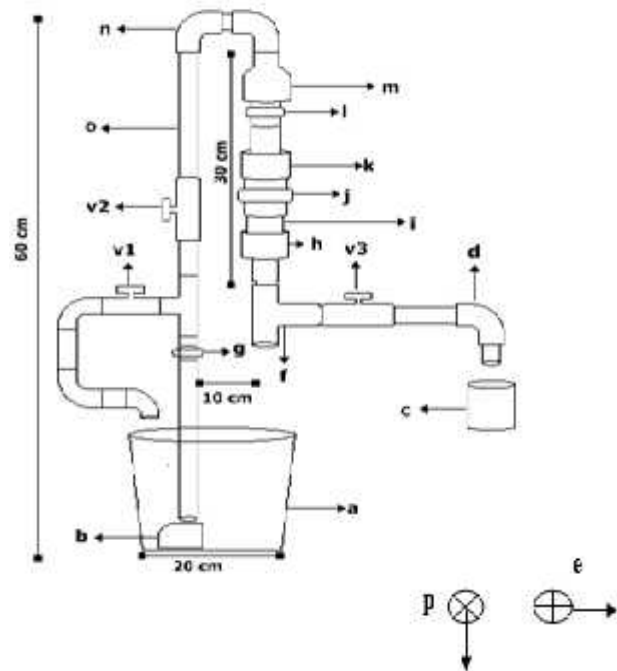
Jumlah : 1 unit



Gambar 3. Tangki Umpan

3) Gambar Alat

Adapun detail peralatan Adsorpsi minyak kemiri dan keterangan gambar ditunjukkan pada Gambar 3.3



Gambar 4. Detail Peralatan Pemurnian Minyak Kemiri

Keterangan Detail Gambar

Huruf	Nama Komponen	Jumlah
A	Tangki Umpan 10 ltr	1
B	Pompa	1
C	Tangki Produk 5 ltr	1
D	Elbow 1/2 inci	6
E	Kain Katun halus	1
F	Penyambung T 1/2 inci	2
G	Water mur 1/4 inci	1
H	Sock Drat Luar 1 1/4 inci	1
I	Pipa PVC AW 1/2 inci	2
J	Acrylic, 80 cm	1
K	Sock Drat Luar 3/4 x 1/2 inci	1
L	Water mur 1/4 inci	1
M	Sock Drat Luar 1 1/4 inci	1
N	Elbow 1/2 inci	6
O	Pipa PVC 0,5 inci	1
P	Kawat Jaring	1
V1	Keran Laju alir	1
V2	Keran Sirkulasi	1
V3	Keran Produk	1

Prosedur Kerja

Proses pengolahan minyak kemiri terdiri dari beberapa tahap yaitu tahap persiapan adsorben, tahap perancangan alat, tahap pengoperasian alat dan tahap analisa sampel.

1. Tahap Persiapan Adsorben

Tahap ini berlangsung sebelum proses adsorpsi dilakukan dengan cara mengecilkan ukuran bentonit menggunakan alat crusher dan diayak pada ayakan 10 mesh, 20 mesh dan 30 mesh kemudian bentonit yang telah diayak dimasukan kedalam furnace pada suhu 300°C untuk menghilangkan zat organik. Setelah itu, bentonit direndam dengan H₂SO₄ 1N 500 ml selama 2 jam kemudian disaring dan dicuci dengan aquadest sampai netral. Selanjutnya dikeringkan kembali dan dimasukkan kedalam oven dengan temperatur 110°C selama 1 jam.

Tahap Perancangan Alat

Adsorber dirancang setinggi 150 cm dengan cara disambungkan pipa Acrylic dan PVC AW dengan bahan-bahan sambungan baik sock drat luar, water mur maupun elbow yang dilem dengan baik. Digunting kain katun seukuran dengan luas bulatan kolom adsorber, selanjutnya dipasang di dalam kolom adsorber baik dibawah maupun diatas dan diberi penyangga kawat jaring diatas dan dibawah supaya bentonitnya tidak lolos

kebawah. Instalasi peralatan pipa pvc lain disambungkan dengan tangki adsorber dengan lem isarplas secukupnya. Tangki umpan diinstalasi sejajar dengan aliran kedua pipa sirkulasi. Pompa diinstalasi dengan sambungan pipa pvc yang diberi saltip secukupnya, kemudian dimasukkan ke tangki umpan. Semua peralatan dirancang sesuai dengan gambar perancangan. Selanjutnya diperiksa seluruh sambungan dari kebocoran.

3. Prosedur Kerja Pengoperasian Alat

Tahap ini berlangsung pada 1 unit alat instalasi pemurnian minyak kemiri yang sudah dirancang. Adsorben yang sudah diaktifkan diisi ke kolom adsorpsi setinggi 15 cm, setelah itu dimasukkan minyak kemiri kedalam tangki umpan sebanyak 5 ltr dan pompa untuk proses sirkulasi dihidupkan. Selanjutnya keran k1 dibuka untuk mengalirkan minyak kemiri ke kolom adsorpsi, keran k2 untuk mengatur laju alir ke kolom adsorpsi dan setelah laju alir stabil 0,5 ltr/menit dan waktu sirkulasi sudah berjalan selama 15 menit diambil sampel pertama dengan membuka keran k3. Kemudian dengan cara yang sama sampel diambil untuk dianalisa sesuai dengan waktu yang ditetapkan.

4. Tahap Analisa

Tahap analisa ditentukan dengan Penentuan Indeks Bias, Bobot Jenis dan Nilai kalor dari minyak kemiri sesuai dengan metode SNI-01-4462-1998.

5. Blok Diagram

Blok diagram persiapan bentonit ditunjukkan pada Gambar 1.4 dan Diagram tahapan adsorpsi dapat ditunjukkan pada Gambar 1.5.



Gambar 6. Diagram Tahapan Proses Adsorpsi



Gambar 5. Blok Diagram Persiapan Bentonit

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengamatan untuk indeks bias, bobot jenis dan nilai kalor dari variabel yang ukuran bentonit versus waktu sirkulasi dapat di lihat pada tabel berikut.

Hasil Pengamatan

1. Indeks bias Minyak Kemiri

Hasil pengamatan untuk Indeks Bias minyak kemiri ditunjukkan pada Tabel 2

Tabel 2. Hasil Pengamatan Indeks Bias Minyak Kemiri ($n_{awal} = 1,532$)

Ukuran Bentonit (mesh)	Waktu Sirkulasi (menit)	
	15	30
10	1,526	1,527
20	1,507	1,487
30	1,496	1,475

2. Bobot Jenis Minyak Kemiri

Hasil pengamatan untuk bobot jenis minyak kemiri ditunjukkan pada Tabel 3

Tabel 3. Hasil Pengamatan Bobot Jenis Minyak Kemiri, gr/cm^3 ($\rho_{\text{awal}} = 0,93342 \text{ gr/cm}^3$)

Ukuran Bentonit (mesh)	Waktu Sirkulasi (menit)	
	15	30
10	0,93251	0,93081
20	0,93113	0,93025
30	0,93005	0,92895

3. Nilai Kalor Minyak Kemiri

Hasil pengamatan nilai kalor minyak kemiri ditunjukkan pada Tabel 4

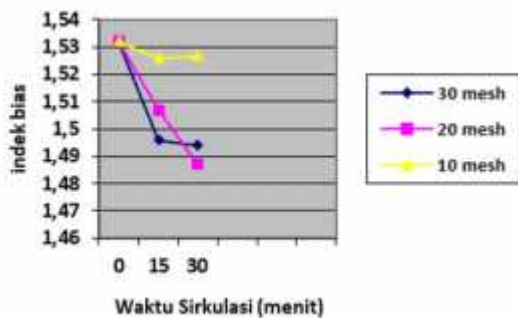
Tabel 4. Hasil Pengamatan Nilai Kalor Minyak Kemiri (nilai kalor awal = 32165 joule/gr)

Ukuran Bentonit (mesh)	Waktu Sirkulasi (menit)	
	15	30
10	32554	32457
20	33159	33588
30	33288	33486

Pembahasan

1. Indeks Bias Minyak Kemiri

Hasil pengamatan indeks bias ditunjukkan pada Gambar 1.6 Indeks Bias versus Waktu Sirkulasi



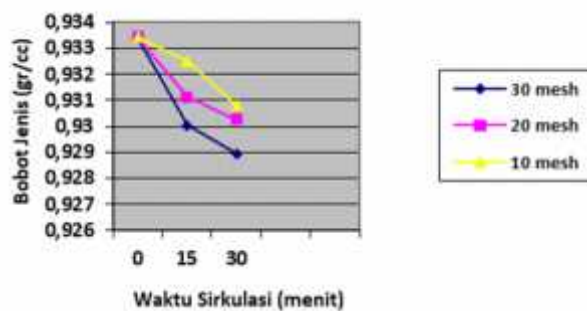
Gambar 7. Indeks Bias Vs Waktu Sirkulasi

Indek bias merupakan derajat penyimpangan dari cahaya yang dilewatkan pada medium yang cerah. Indek bias digunakan untuk pengujian kemurnian minyak. Pengukuran indek bias menggunakan refraktometer, dimana indek bias untuk minyak kemiri sesuai standar SNI 01-4462-1998 adalah 1,473-1,479. Dari hasil pengamatan yang ditunjukkan pada Gambar 5.1 semakin lama waktu sirkulasi dan semakin kecil ukuran partikel bentonit, maka indek bias semakin menurun. Pada waktu sirkulasi 30 menit dan ukuran bentonit 10, mesh, 20 mesh dan 30 mesh diperoleh nilai indek bias semakin menurun sesuai dengan standar indek bias minyak kemiri. Nilai indek bias awal minyak kemiri adalah 1,532, pada waktu sirkulasi 30 menit dan ukuran 30 mesh menurun menjadi 1.475 atau 97,11%. Nilai indek bias minyak kemiri menurun diakibatkan kemampuan bentonit untuk menyerap impurities yang ada dalam minyak kemiri. Bentonit mempunyai sifat menyerap yang baik sebab ukuran partikel koloidnya sangat kecil dan memiliki kapasitas permukaan ion yang luas dan mengembang. Pengembangan bentonit disebabkan oleh adanya penggantian isomorphous pada lapisan oktohedral (Mg oleh Al) dalam menahan kelebihan muatan di ujung kisi-kisinya. Adanya gaya elektrostatis yang

mengikat kristal pada jarak $4,5^\circ$ dari permukaan cukup kuat untuk mempertahankan ion di permukaan unit-unitnya, dan tetap menjaga unit itu tidak saling merapat. Pada proses adsorpsi kimia interaksi adsorbat dengan adsorben melalui pembentukan ikatan kimia. Kemisorpsi diawali dengan adsorpsi fisik, komponen-komponen impuritis pada minyak kemiri mendekat kepermukaan adsorben bentonit melalui gaya van der waals atau melalui ikatan hydrogen. Sehingga bentonit mampu menyerap impuritis seperti emulsi asam lemak, logam-logam, air dan warna pekat pada minyak.

2. Bobot Jenis Minyak Kemiri

Hasil pengamatan bobot jenis minyak



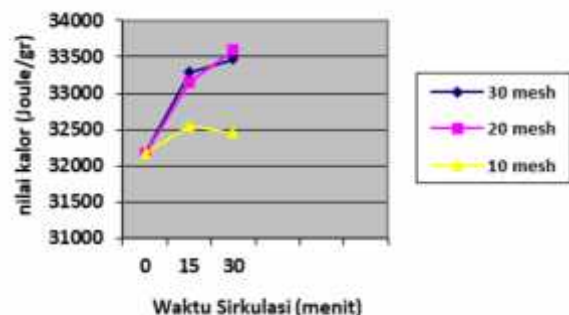
Gambar 8. Bobot Jenis vs Waktu Sirkulasi

Ukuran bentonit sangat berpengaruh terhadap bobot jenis minyak kemiri, hal ini karena semakin kecil ukuran mesh (partikel bentonit) maka semakin besar luas kontak penyerapan minyak pala dalam bentonit. Dibandingkan dengan

ukuran mesh yang lebih besar maka luas kontak adsorpsi semakin kecil akibatnya kandungan impuritis dalam minyak kemiri akan lolos dan cenderung angka densitas semakin naik dan di atas standar bobot jenis minyak kemiri. Bobot jenis untuk minyak kemiri sesuai standar SNI 01-4462-1998 adalah 0,924 – 0,929. Dengan demikian dapat diambil kesimpulan hasil yang mendekati dengan standar densitas cenderung sangat baik. Dari Gambar 5.2 di atas untuk waktu sirkulasi 30 menit dengan masing-masing variable ukuran bentonit yang di uji, bobot jenis minyak kemiri cenderung menurun. Penentuan bobot jenis menggunakan alat densitas meter. Bobot jenis awal minyak kemiri adalah 0,93342 Pada waktu sirkulasi 30 menit dan ukuran partikel bentonit 30 mesh mempunyai nilai bobot jenis 0,92895 atau 98,02%.

3. Nilai Kalor Minyak Kemiri

Hasil pengamatan nilai kalor minyak kemiri ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Nilai Kalor VS Waktu Sirkulasi

Dari Gambar 9 di atas menunjukkan nilai kalor minyak kemiri dengan berbagai variasi waktu sirkulasi dan ukuran bentonit cenderung naik. Nilai bakar minyak kemiri di bawah nilai bakar solar 18.300 - 19800 BTU/lb atau 42562 Joule/gr. Nilai bakar minyak kemiri dengan uji bom kalorimeter pada waktu sirkulasi 30 menit dan ukuran bentonit 30 mesh diperoleh 33486 Joule/gr. Kenaikan nilai kalor diakibatkan bentonit mampu menyerap impuritis emulsi asam lemak, air dan warna, dimana konsentrasi dari minyak kemiri meningkat. Dengan system penyalaan elektris minyak kemiri dengan konsentrasi tersebut akan mudah terbakar habis dan menghasilkan panas.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan beberapa hal dan saran - saran untuk penelitian selanjutnya yaitu:

Bentonit dapat di gunakan sebagai adsorben untuk memurnikan minyak kemiri sesuai standar mutu minyak pala SNI 01-4462-1998

Semakin lama waktu sirkulasi dan semakin kecil ukuran bentonit maka hasil uji yang diperoleh semakin baik

Untuk waktu sirkulasi 30 menit dan ukuran bentonit 30 mesh diperoleh Indeks bias

1,475, bobot jenis 0,92895 gr/cm³, dan nilai kalor 33486 Joule/gr

DAFTAR PUSTAKA

- Ernest Guenther, *Minyak Atsiri*, 1987, terjemahan Ketaren, S., Jilid I, UI Press
- Esterifikasi Minyak Kemiri Sunan, Jurnal.unpdd.ac.id/bionatura/article
- Geankoplis, *Transport Processes and Unit Operations*, Third Edition, Prentice-Hall International, Inc, 1997
- Ketaren, S., 1985, *Pengantar Teknologi Minyak Atsiri*, PN. Balai Pustaka
- Mengenal Kemiri Biasa Komoditas Ekspor dan Kemiri Sunan, <https://ngsuyasa.wordpress.com>
- Pabrik Biodiesel & Minyak Biji Kemiri, 2013, Digilib ITS, digilib.its.ac.id/
- Paper K-013 pdf, Publikasi Ilmiah UMS, 2014, <https://publikasiilmiah.ums.ac.id>
- Pembuatan Minyak Kemiri dan Pemurniannya, 2012, www.pustekolah.org
- Pengaruh variasi Temperatur dan Konsentrasi Minyak, 2013 jurnal.fmipa.unila.ac.id/index.php/semirata/article
- Prima Astutu Handayani dan Nuni Widiarti, 2011, *Penerapan Teknik Pemurnian Minyak Cengkeh sebagai Upaya Peningkatan Kesejahteraan Pengrajin di Kecamatan Urangan Barat*, Fakultas Teknik, Universitas Semarang