

ADSORBSI PENGOTOR DALAM MINYAK JELANTAH MENGUNAKAN KOLOM ADSORBSI YANG DILENGKAPI ELEMEN PEMANAS

Agus Krismaya A, M.Ardhy Zulyo, Elda melwita*

*) Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jl. Palembang – Prabumulih KM. 32 Inderalaya 30662
Email: e_melwita@yahoo.com

Abstrak

Pemanfaatan minyak goreng terhadap makanan di skala rumah tangga ataupun industri digunakan sebagai media penghantar panas yang baik sehingga mampu membuat makanan tersebut matang. Standar proses penggorengan normalnya berada dalam kisaran suhu 177 – 221^oC. Sedangkan kebanyakan orang justru menggunakan minyak goreng pada suhu antara 200-300 derajat celcius dari hal inilah terbentuk minyak jelantah. Kerusakan minyak goreng ini dapat di kurangi bahkan menjadi tidak berbahaya lagi dengan menggunakan proses filtrasi dan adsorbsi dengan karbon aktif yang telah di aktifasi. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah perbandingan antara minyak goreng dan adsorben yaitu 100 ml dan 15 gram, 100 ml dan 25 gram, 100 ml dan 35 gram, dan waktu tinggal 16,32 dan 48 jam serta variabel terikatnya free fatty acid, Jumlah Produk, kadar air dan perubahan warna. Kondisi optimum yang diperoleh adalah pada saat berat adsorben 35 gram dan dengan waktu 48 jam didapatkan kadar Free Fatty Acid Mencapai 0,31%, Produk yang didapat Mencapai 73 ml dari 100 ml dan Kadar Air Mencapai 0,020 %

Kata Kunci : *Adsorbsi*, Minyak Jelantah, Minyak Goreng

Abstract

Utilization of cooking oil to food at the household or industrial scale is used as a medium of a good conductor of heat so as to make the food is cooked. Standard frying process is normally located in the temperature range 177 – 221^oC. While most people actually use the cooking oil at a temperature between 200-300 degrees centigrade of it is this form of used cooking oil. Damage cooking oil can be reduced even become dangerous again using filtration and adsorption processes with activated carbon that has been in activation. The independent variables in this study is the comparison between oil and the adsorbent is 100 ml and 15 grams, and 25 grams of 100 ml, 100 ml and 35 grams, and a residence time of 16,32 and 48 hours as well as the dependent variable free fatty acid, Product Number, warna. Kondisi changes in water content and the optimum is when the weight of the adsorbent 35 grams and with 48 hours of Free Fatty Acid levels obtained Reached 0.31%, products obtained Achieve 73 ml from 100 ml and Achieve 0,020% water content

Keywords: Adsorption, Used Cooking Oil, Cooking Oil

1. PENDAHULUAN

Minyak goreng adalah salah satu bahan pokok bagi manusia baik di Indonesia ataupun di luar negeri. Penggunaan Minyak goreng sendiri diperlukan dalam media transfer panas pada makanan di skala rumah tangga ataupun dalam skala industri.

Lamanya waktu penggorengan sangat mempengaruhi kualitas dari minyak goreng, semakin lama penggorengan maka akan mengakibatkan turunnya kandungan gizi terhadap makanan yang akan digoreng sehingga hal itu sangat berpengaruh terhadap mutu dari makanan tersebut.

Serta hal ini juga dapat berpengaruh terhadap kesehatan yang akan menyebabkan timbulnya beberapa penyakit seperti tenggorokan menjadi gatal, terjadi penurunan nilai cerna lemak, terjadi pengendapan dalam pembuluh darah sampai mengakibatkan pertumbuhan kanker hati yang berasal dari senyawa karsinogen minyak jelantah.

Oleh karena itu, kami berusaha untuk meneliti proses pemurnian minyak jelantah sehingga minyak jelantah tersebut bisa menyesuaikan dengan standar SNI yang telah ditetapkan pemerintah dan jika bisa dimanfaatkan kembali dalam kehidupan sehari-hari.

Minyak Jelantah dan Bahayanya

Minyak jelantah sebenarnya merupakan minyak yang telah rusak yang disebabkan oleh proses penggorengan sebagian ikatan rangkap akan menjadi jenuh. Penggunaan yang lama dan berkali-kali dapat menyebabkan ikatan rangkap teroksidasi, membentuk gugus peroksida dan Monomer siklik (Febrina, 2010).

Standar proses penggorengan normalnya berada dalam kisaran suhu 177 – 221°C. Sedangkan kebanyakan orang justru menggunakan minyak goreng pada suhu antara 200-300°C.

Pada suhu seperti ini, ikatan rangkap pada asam lemak tak jenuh rusak kemudian akan teroksidasi, membentuk gugus peroksida dan monomer siklik, sehingga yang tersisa adalah asam lemak jenuh saja yang nantinya beresiko terhadap meningkatnya kolesterol darah tentu akan semakin tinggi dan berbahaya bagi kesehatan manusia.

Beberapa penelitian pada binatang menunjukkan bahwa gugus peroksida dalam dosis yang besar dapat merangsang terjadinya kanker klon. Karena itu, Penggunaan minyak jelantah secara berulang-ulang akan sangat berbahaya bagi kesehatan (Birowo, 2000).

Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu peristiwa fisik yang terjadi pada permukaan suatu padatan. Upaya pengolahan minyak jelantah (minyak goreng bekas) dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya dengan cara adsorpsi. Adsorpsi dipilih karena mudah dalam pelaksanaan dan ekonomis (Yuliana dkk, 2005).

Jenis adsorpsi yang umum dikenal adalah adsorpsi kimia (kemisorpsi), Adsorpsi kimia terjadi karena adanya gaya-gaya kimia dan diikuti oleh reaksi kimia, pada adsorpsi kimia hanya satu lapisan gaya yang terjadi dan Adsorpsi fisika didasarkan pada gaya Van Der Waals, dan dapat terjadi pada permukaan yang polar dan non polar. Adsorpsi juga mungkin terjadi dengan mekanisme pertukaran ion.

Mekanisme Adsorpsi

Adsorpsi ialah pengumpulan zat terlarut di permukaan media dan merupakan jenis adhesi yang terjadi pada zat padat atau zat cair yang kontak dengan zat lainnya.

Proses ini menghasilkan akumulasi konsentrasi zat tertentu di permukaan media setelah terjadi kontak antarmuka atau bidang batas (paras, interfase) cairan dengan cairan,

cairan dengan gas atau cairan dengan padatan dalam waktu tertentu.

Contohnya antara lain dehumidifikasi, yaitu pengeringan udara dengan *desiccant* (penyerap), pemisahan zat yang tidak diinginkan dari udara atau air menggunakan karbon aktif, ion exchanger untuk zat terlarut di dalam larutan dengan ion dari media exchanger. Artinya, pengolahan air minum dengan karbon aktif hanyalah salah satu dari terapan adsorpsi (Hastriawan, 2012).

Arang Aktif

Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung (85 – 95) % karbon dan dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Ketika pemanasan berlangsung, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara didalam ruang pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi. Metode pembuatan arang aktif yang telah diperbaharui dapat dilakukan dengan dua tahap yaitu:

Tahap Pengarangan (Karbonisasi), pada tahap ini, bahan baku mengalami dekomposisi dan menghasilkan arang yang memiliki keaktifan atau daya serap yang rendah dan luas permukaan hanya beberapa mm²/gr karbon, sedangkan unsur-unsur non-karbon, hidrogen, oksigen sebagian dilepaskan dalam bentuk gas untuk melepaskannya.

Tahap Pengaktifan (Aktifasi), proses aktifasi merupakan hal yang penting diketahui disamping bahan baku yang digunakan. Yang dimaksud dengan aktifasi adalah suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori, yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga mengalami perubahan sifat, baik sifat kimia maupun sifat fisika yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi.

Arang aktif banyak digunakan oleh berbagai kalangan industri. Hampir 60% produksi arang aktif di didunia ini dimanfaatkan oleh industri-industri gula, pembersihan minyak dan lemak, kimia dan farmasi, juga sebagai penjernih air. Sifat ini didasari pada padatan sifat karbon aktif yang memiliki luas permukaan atau pori-pori yang besar. Metode dalam pembuatan arang aktif dapat dilakukan dengan 2 tahap adalah :

Tahap karbonisasi atau pengarangan, Pada tahap karbonisasi bahan baku yang berupa karbon yang akan mengalami proses

dekomposisi dan akan menghasilkan arang yang mempunyai daya serap yang masih rendah serta luas permukaannya pun hanya beberapa milimeter persegi/gram karbon, sedangkan unsur-unsur lain yang non karbon, oksigen dan hidrogen sebagian akan di lepaskan dalam bentuk gas agar dapat dilepaskan.

Tabel 1. Syarat mutu arang aktif

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C	%	Maksimum 15
2.	Daya serap terhadap larutan	%	Maksimum 20
3.	Abu	%	Maksimum 2,5
4.	Bagian yang tidak mengarang	%	Tidak ternyata
5.	Air	%	Maksimum 10

Sumber : Standar Industri indonesia (SII No.0258-79)

Tabel 2. komposisi arang aktif

Jenis bahan baku	Persen (%)				
	C	H	Senyawa organik	Senyawa anorganik	Abu
Serbuk gergaji kayu	87,5	2,2	0,08	0,12	2,0
Batang kelapa sawit	94,4	1,1	-	0,04	3,3
Ampas tebu	88,5	7,8	0,12	0,04	3,1
Tongkol jagung	91,7	1,7	0,19	0,05	3,2
Tempurung kelapa	95,3	0,6	0,02	0,43	1,2

Sumber : Sembiring, 2003

Tahap Aktifasi, Tahap aktifasi ini sangat mempengaruhi dari pori-pori serta luas permukaan pada karbon aktif, dan dalam tahap ini diperlukan perhatian khusus terhadap bahan baku seperti karbon semakin halus karbon maka semakin baik pula hasil dari pengaktifasian ini, alasan mengapa pada tahap ini pori-pori atau luas permukaan dari karbon dapat diperbesar karena dapat memecahkan ikatan hidrokarbon

atau mampu mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga terjadi perubahan baik sifat kimianya ataupun fisika yaitu bertambahnya luas permukaan dan membesarnya pori-pori dari karbon aktif sehingga sangat cocok digunakan pada saat proses adsorpsi. Metode ini sendiri dapat dibagi menjadi 2 cara yaitu

Aktifasi fisika, Pada aktifasi ini senyawa organik dengan bantuan panas, uap dan karbon dioksida diputus ikatan rantai karbonnya, dimana bahan baku yang telah menjadi arang lalu dilakukan penghalusan pada ukuran tertentu dan kemudian dilakukan aktifasi. Pada aktifasi ini arang biasanya dipanaskan dengan menggunakan furnace dengan temperatur yang tinggi berkisaran 500-900°C.

Aktifasi kimia, pada aktifasi ini proses pemutusan rantai karbon yang berasal dari senyawa – senyawa organik dengan menggunakan bahan kimia contohnya seperti NaOH, KOH, Asam Sulfat serta bahan lainnya yang dapat membuka pori-pori dan luas permukaan dari karbon aktif yang akan diaktifasi.

Sifat Fisik Minyak Jelantah Dan Metode Mengatasinya.

a) Standar SNI dari Minyak Goreng

Tabel 3. Standar baku mutu minyak goreng

No	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan	-	
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Warna	-	Normal
2	Kadar air	% (b/b)	Maks. 0,15
3	Bilangan asan (FFA)	Mg KOH/g	Maks. 0,6
4	Bilangan peroksida	Mek O ₂ /g	Maks. 10
5	Minyak pelikan	-	Negatif
6	Asam linolenat (C18:3) dalam komposisi asam lemak minyak	%	Maks. 2
7	Cemaran Logam	Mg/kg	
7.1	Kadmium	Mg/kg	Maks. 0,2
7.2	Timbal	Mg/kg	Maks. 0,2
7.3	Timah	Mg/kg	Maks. 40,0/250,0*
7.4	Mercuri	Mg/kg	Maks. 0,05
8	Cemaran arsen	Mg/kg	Maks. 0,1

Catatan : -pengambilan sample dalam bentuk kemasan di pabrik
 :* dalam kemasan kaleng

Sumber : BSNI (Badan Standarisasi Nasional), SNI 3741 :2013

b) Free Fatty Acid

Asam lemak bebas konsentrasi tinggi dalam minyak goreng sangat merugikan. Tingginya asam lemak bebas ini

mengakibatkan rendemen minyak turun sehingga mutu minyak menjadi menurun.

Apabila kadar asam lemak bebas pada minyak goreng meningkat melebihi standar mutu yang telah ditetapkan maka minyak goreng tersebut tidak dapat dijual. Hal ini menyebabkan kerugian pada perusahaan Penghasil minyak goreng.

Penentuan asam lemak bebas pada CPO menggunakan metoda titrasi asam basa, dengan menggunakan titran larutan NaOH dengan indicator *fenolftalein* (pp).

Perubahan Warna

Warna telah dijadikan sebagai indeks kualitas minyak selama bertahun-tahun. Metode pengujian warna dapat dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer. Absorbansi yang semakin besar pada panjang gelombang ini mengindikasikan warna minyak semakin gelap.

Kadar Air

Penentuan kadar air minyak dapat dilakukan dengan cara Thermogravimetri sebagai berikut : 50 gram minyak ditimbang dalam botol timbang bermulut lebar, kemudian dioven pada suhu 105⁰C sampai berat konstan, selanjutnya ditimbang. Pengurangan berat minyak dinyatakan sebagai berat air yang menguap dari minyak.

2. METODE PENELITIAN

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Variabel bebas : Perbandingan antara minyak goreng dan adsorben (100ml dan 15 gram, 100ml dan 25 gram, 100ml dan 35 gram dan Waktu tinggal (16,32 dan 48 jam)
2. Variabel terikat : *free fatty acid*, Jumlah Produk, kadar air dan perubahan warna.

Alat dan Bahan

a) Alat

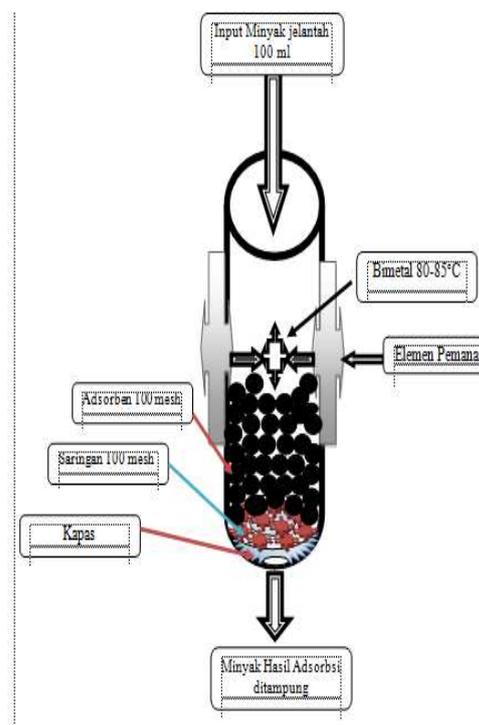
1. Buret dan Statif
2. Oven
3. Labu erlenmeyer
4. Corong
5. Pipet tetes
6. Gelas piala
7. Erlenmeyer
8. Pengaduk

9. Gelas ukur
10. Gelas kimia
11. Spatula
12. Pipet tetes
13. Ayakan
14. Blander
15. Palu
16. Timbangan analitik
17. Sendok
18. Lap halus
19. Kapas
20. Saringan 100 mesh
21. Hot plate

b) Bahan

1. Larutan KOH
2. Larutan NaOH 0.1M
3. Fenolftalein
4. Sampel (minyak jelantah)
5. Aquades
6. Etanol
7. Minyak goreng
8. Karbon Aktif 60 mesh
9. Karbon aktif 100 mesh
10. Bentonit
11. Zeolit

Gambar Alat Penelitian



Gambar 1. Alat penelitian

Diagram Alir Penelitian



Prosedur Penelitian

- a) **Perlakuan Awal Minyak Jelantah**
 1. Minyak jelantah yang akan ditreatment, mula – mula diletakkan di dalam gelas kimia.
 2. Sebelum dilakukan proses pretreatment, minyak jelantah dipisahkan dahulu dari pengotornya dengan menggunakan kain berpori.
 3. Minyak jelantah hasil pemisahan ditampung di dalam erlenmeyer.
- b) **Analisa Minyak**
 1. Minyak hasil treatment kemudian dianalisa dengan menggunakan alat dan bahan yang telah disiapkan.

2. Penganalisaan minyak dilakukan dengan standar metodologi pada prosedur analisa sampel (3.3.5) yang ada.
 3. Hasil analisa kemudian diamati dan dicatat untuk membandingkan kandungan minyak sebelum dan setelah adsorpsi.
- c) **Perlakuan Tahapan Adsorben yang digunakan**
 1. Adsorben yang akan digunakan, mula – mula ditumbuk hingga halus, kemudian adsorben di ayak dengan ukuran 100 mesh.
 2. Aktifasi adsorben karbon aktif dengan menggunakan KOH.
 - d) **Aktifasi Adsorben**

Adsorben yang telah dihaluskan diaktivasi dengan cara direndam dalam larutan KOH. Selanjutnya disaring dan dicuci dengan aquadest, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110 °C sampai berat konstan.
 - e) **Pelaksanaan Adsorpsi dengan Metode Kolom**
 1. Mula – mula , kolom adsorpsi disiapkan dengan menyusun adsorben , kapas, dan kawat
 2. Siapkan Sampel Minyak jelantah hasil pemisahan(filtrasi dengan menggunakan kain) sebanyak 100 ml di gelas beaker
 3. Sampel hasil pemisahan kemudian dilewatkan kedalam kolom adsorben dengan rasio 100 ml sample dan 15 gr adsorben, 100 ml sample dan 25 gr adsorben, 100 ml sample dan 35 gr adsorben
 4. Hasil pengadsorbsian minyak ditampung di dalam erlenmeyer, kemudian dianalisa.
 5. Hasil adsorpsi dicatat kemudian dibandingkan dengan hasil sebelumnya.

Prosedur Analisa Sampel

- a) **Analisa Kadar Air**

Penentuan kadar air minyak dapat dilakukan dengan cara Thermogravimetri sebagai berikut : 50 gram minyak ditimbang di dalam botol timbang bermulut lebar, kemudian dimasukkan kedalam oven pada suhu 105⁰C sampai berat konstan, selanjutnya ditimbang. Pengurangan berat minyak dinyatakan sebagai berat air yang menguap dari minyak

$$\text{Kadar air} = \frac{A-B}{A} \times 100\%$$

A = berat minyak sebelum dioven
B = berat minyak setelah dioven

b) Analisa Asam Lemak Bebas(FFA) dengan metode AOCS METHOD Ca 5a-40

1. Sample harus berbentuk cair, untuk sampel padat Sampel padat dipanaskan maksimal hingga 10 C di atas titik didih.
2. Timbang sampel sesuai dengan perkiraan kadar asam lemak bebas berikut :

Asam lemak bebas (%)	Sampel (g)	Etanol (mL)	NaOH (N)
0- 0.2	56.4 ± 0.2	50	0.1
0.2 – 1	28.2 ± 0.2	50	0.1
1 - 30	7.05 ± 0.05	75	0.25
30 -50	7.05 ± 0.05	100	0.25 atau 1
50 - 100	3.525 ± 0.001	100	1

3. Tambahkan etanol yang sudah dipanaskan hingga 50 C dan 2 mL indikator. kocok hingga homogen
4. Titrasi sampel dengan NaOH hingga menjadi berwarna pink permanen
5. Perhitungannya menggunakan rumus dibawah ini :

a) FFA sebagai asam oleat

$$FFA (\%) = \frac{mL NaOH \times N NaOH \times 28.2}{berat sampel (g)}$$

b) FFA sebagai asam laureat

$$FFA (\%) = \frac{mL NaOH \times N NaOH \times 20.0}{berat sampel (g)}$$

c) FFA sebagai asam palmitat

$$FFA (\%) = \frac{mL NaOH \times N NaOH \times 25.6}{berat sampel (g)}$$

c) Analisa Perubahan warna
 Dengan menggunakan spektro fotometri atau menggunakan penglihatan biasa.

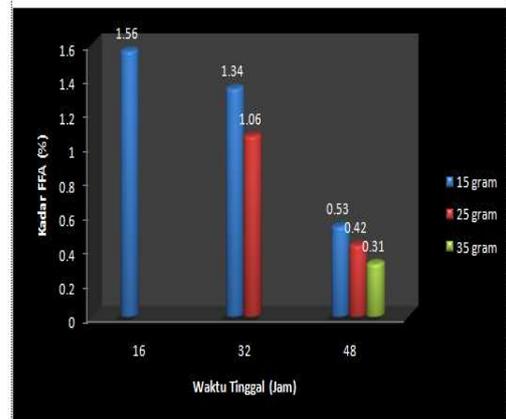
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengotor minyak jelantah terdiri dari beberapa komponen salah satunya Kadar Free Fatty Acid, Kadar Free Fatty Acid dapat diatasi dengan proses adsorpsi dengan menggunakan adsorben karbon aktif yang memiliki ukuran 100 mesh dan pada suhu 85°C.

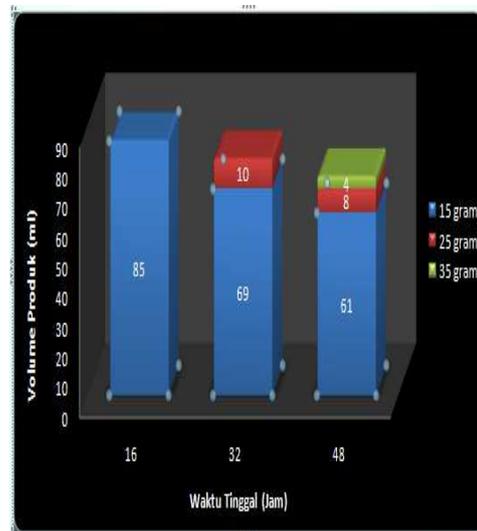
Penurunan Kadar Free Fatty Acid Juga dipengaruhi oleh berat dari adsorben serta waktu tinggal adsorben terhadap minyak jelantah dan dapat dilihat pada Gambar 3, dimana pada berat 15 gram dengan waktu tinggal 16,32 dan 48 jam mengalami penurunan dari sampel awal 1,73 % menjadi 1,56 % , sedangkan penurunan terbaik terjadi pada adsorben dengan berat 35 gram dan waktu 48

jam didapatkan Kadar Free Fatty Acidnya 0,31% .

Menurut Standar SNI 3741 : 2013 Kadar Free Fatty Acid Maks. 0,6 % Dapat disimpulkan bahwa Semakin lama Waktu kontak, Semakin berat Adsorben dan Semakin kecil Ukur me an Adsorben maka akan didapatkan Hasil Kadar Free Fatty Acid yang menuhi Standar SNI 3741 : 2013.



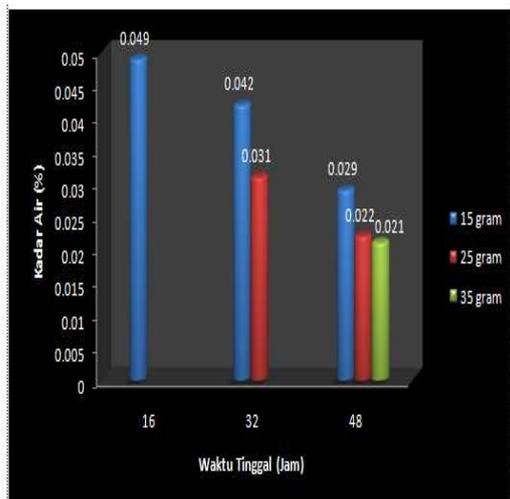
Gambar 3. Pengaruh berat adsorben dan waktu tinggal pada proses adsorpsi terhadap kadar Freefatty acid



Gambar 4. Pengaruh berat adsorben dan waktu tinggal pada proses adsorpsi terhadap volume produk

Pada Gambar 4 dapat kita lihat bahwa pada adsorben dengan berat 15 gram dan waktu tinggal selama 16,32 dan 48 jam, menghasilkan produk 85 ml dengan basis 100 ml dapat disimpulkan bahwa adsorben karbon aktif dan kapas menyerap 15 ml dari basis minyak jelantah yang dituangkan sedangkan pada 25 gram dan 35 gram produk yang didapatkan

selalu menurun, karena semakin banyak adsorben maka semakin banyak pula minyak jelantah yang diserap oleh adsorben dari basis 100 ml.



Gambar 5. Pengaruh berat adsorben dan waktu tinggal pada adsorpsi terhadap kadar air

Pengotor minyak jelantah terdiri dari beberapa komponen salah satunya Kadar Air, Kadar Air dapat diatasi dengan proses adsorpsi dengan menggunakan adsorben karbon aktif yang memiliki ukuran 100 mesh dan pada suhu 85°C. Penurunan Kadar Air Juga dipengaruhi oleh berat dari adsorben serta waktu tinggal adsorben terhadap minyak jelantah dan dapat dilihat pada Gambar 1, dimana pada berat 15 gram dan waktu tinggal 16,32 dan 48 jam mengalami penurunan yang dari sampel awal 0,56 % menjadi 0,049 % sedangkan pada 35 gram didapat kadar air 0,022 % yang telah memenuhi standar SNI 3741 : 2013 dengan Kadar Air Maks. 0,15%.

4. KESIMPULAN

- Semakin kecil ukuran Adsorben pada proses adsorpsi maka akan menghasilkan hasil yang maksimum bahkan sampai dengan Standar SNI
- Adsorben dengan ukuran 100 mesh, berat 35 gram, waktu tinggal 48 jam dan pada suhu 85°C memberikan hasil yang memenuhi Standar SNI terhadap Kadar Free Fatty Acid, Kadar Air dan warna
- Waktu terbaik yang didapatkan dari semua sample adalah 48 jam yang melakukan proses adsorpsi sebaiknya maka semakin banyak pula zat pengotor yang terserap.
- Pada ukuran 100 mesh, berat 35 gram dan pada suhu 85°C memberikan hasil produk yang sedikit, Karena banyaknya adsorben

yang digunakan dalam proses adsorpsi maka Semakin banyak pula zat pengotor yang diserap dan produk pun berkurang.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 2013. Minyak Goreng; Jakarta
- Febrina, L, dkk. 2010. *Pemurnian Minyak Jelantah Menggunakan Ampas Tebu Sebagai Adsorben*. Jurnal Teknik Kimia, No.1, Vol.17
- Hasriawan, H. 2012. *Mekanisme Adsorpsi*. [online] <https://hedihastriawan.wordpress.com/2012/11/12/adsorpsi-kimia-fisika/>. Diakses pada tanggal 20 Februari 2016
- Purnavita, S dkk. 2014. *Pengaruh Suhu Dan Waktu Adsorpsi Terhadap Sifat Kimia-Fisika Minyak Goreng Bekas Hasil Pemurnian Menggunakan Adsorben Ampas Pati Aren Dan Bentonit*. Jurnal Akademi Kimia Industri, No.2, Vol.10
- Sembiring, 2003. *Syarat Mutu Arang Aktif*. <http://www.sharemyeyes.com/2013/06/arang-aktif.html#ixzz3c9V3IjVz>. Diakses pada tanggal 20 Februari 2016
- Sembiring, 2003. *Komposisi Arang Aktif*. <http://www.sharemyeyes.com/2013/06/arang-aktif.html#ixzz3c9V3IjVz>. Diakses pada tanggal 20 Februari 2016
- Wahyu, D. *Optimasi Pencampuran Karbon Aktif Dan Bentonit Sebagai Adsorben Dalam Penurunan Kadar FFA (Free Fatty Acid) Minyak Goreng Bekas Melalui Proses Adsorpsi*. Semarang : Jurnal Teknik Universitas Diponegoro.
- Yuliana. 2005. *Pengurangan Adsorben Untuk Mengurangi Kadar Free Fatty Acid, Peroxide value Dan Warna Minyak Goreng Bekas*. Surabaya : Jurnal Teknik Kimia Universitas Widya Mandala.