



Pemurnian Minyak Goreng Bekas dengan Menggunakan Adsorbent Zeolit dan Bleaching Earth

Taufiq Akbar, Andika Hendro, Erbert Ferdy D., Leonardo Edward, Widayat

Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof Soedarto, S.H. Tembalang

Abstrak

Penggunaan minyak goreng berulang kali akan mengalami penurunan kualitas minyak goreng dan mutu bahan pangan yang digoreng. Hal ini dikarenakan terjadinya oksidasi warna, hidrolisa dan polimerisasi pada minyak goreng tersebut. Hal tersebut perlu adanya efisiensi pada saat mengolah minyak goreng bekas untuk dapat dimanfaatkan kembali dengan masih memenuhi standard persyaratan kesehatan, yaitu dengan cara adsorpsi. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh suhu, % bleaching earth dan kecepatan pengadukan. Prosedur percobaan dalam penelitian meliputi dua perlakuan. Pertama, 38 gr zeolit alam yang telah diaktifkan dicampur dengan minyak goreng pada suhu 60°C kemudian disaring. Selanjutnya penambahan % bleaching earth pada suhu dan kecepatan tertentu, kemudian disaring. Pada perlakuan yang kedua, NaOH 1,1% dicampur dalam minyak goreng, tambahkan NaCl jenuh dan air panas sampai larut, kemudian disaring. 38 gr zeolit dimasukkan ke dalam minyak goreng pada suhu 60°C kemudian disaring. Selanjutnya ditambahkan % bleaching earth pada suhu dan kecepatan tertentu, kemudian disaring. Proses selanjutnya produk dianalisa bilangan asam, bilangan peroksida, kadar air dan tingkat absorbansinya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemurnian minyak goreng dengan bilangan asam 4,8, bilangan peroksida 20,5 (perlakuan 1) sedangkan bilangan asam 5,2, bilangan peroksida 20 (perlakuan 2) yang perolehannya dipengaruhi faktor suhu, % bleaching earth dan kecepatan pengadukan dengan faktor yang paling berpengaruh adalah kecepatan pengadukan. Kondisi terbaik dari pemurnian minyak goreng bekas adalah pada 20% Bleaching earth, suhu 100°C dengan kecepatan pengadukan optimasi 1000 rpm.

Kata kunci: Minyak goreng, adsorpsi, Zeolit, Bleaching earth, bilangan asam

Abstract

PURIFICATION OF WASTE COOKING OIL USING ZEOLITE ADSORBENT AND BLEACHING EARTH. Repetitive use of cooking oil will decrease both the oil and food quality. This is caused by the color oxidation, hydrolysis and polimerization on the cooking oil. Hence, efficiency is needed when processing waste cooking oil so that it would be able to be reused while fulfilling the health standards, which could be achieved by adsorption. This research aims to study the effect of temperature, bleaching earth percentage and stirring speed. Two methods were carried out, the first one being mixing 38 g of activated natural zeolite to cooking oil at 60 °C. The mixture was filtered and added with bleaching earth on the determined temperature and stirring speed, before filtered again. Second, 1.1% NaOH was mixed to the cooking oil and dissolved with concentrated NaCl and hot water before the mixture was filtered. Acid number, peroxide value, water content and absorbance levels analyses were carried out to the product. The results showed that the purified cooking oil in the first method has a 4.8 acid number, 20.5 peroxide value, while the second method gave a purified cooking oil with 5.2 acid number and 20 peroxide value. The most influential factor was concluded to be stirring speed. The best operation condition for the purification of the waste cooking oil were 20% bleaching earth, 100 °C temperature with 1000 rpm stirring speed.

Keywords: Cooking oil, adsorbition, zeolite, bleaching earth, acid number

1. Pendahuluan

Minyak goreng merupakan kebutuhan primer masyarakat Indonesia. Minyak goreng digunakan sebagai bahan minyak dan lemak, kebutuhan minyak goreng semakin meningkat. Pada tahun 2002 Indonesia mengimpor bahan minyak dan lemak sebesar 15,655 juta ton dan pada tahun 2004 kenaikan relatif tinggi yaitu sebesar 66,63% dengan total impor minyak dan bahan lemak 26,087 juta ton (Badan Pusat Statistik, 2005) . Dengan permintaan minyak goreng yang semakin tinggi itulah maka perlu suatu proses efisiensi terhadap penggunaan minyak goreng.

Minyak goreng tidak dapat digunakan berulang-ulang karena dapat membahayakan kesehatan tubuh. Semakin banyaknya kotoran yang terkandung dalam minyak goreng akibat penggorengan bahan makanan sebelumnya dan semakin banyaknya senyawa – senyawa asam karboksilat bebas di dalam minyak juga warna minyak goreng yang semakin tidak jernih jika dipakai berulang kali. Sedangkan pembuangan minyak goreng bekas secara langsung ke lingkungan akan menimbulkan pencemaran.

Penelitian mengenai proses pemurnian limbah minyak goreng atau minyak jelantah telah dilakukan Wulyoadi, dkk, (2004) dengan menggunakan bantuan membran, minyak goreng bekas dimurnikan, sehingga dihasilkan penurunan bilangan peroksida dan asam akan tetapi belum sesuai dengan SNI. Selaras dengan penelitian Sumarni, dkk (2004) menggunakan arang aktif dan bentonit untuk purifikasi minyak goreng bekas juga menunjukkan hasil yang tidak sesuai SNI dan penurunan bilangan asam serta peroksida. Namun

Proses pemurnian minyak goreng dengan bantuan membran membutuhkan biaya yang cukup banyak dan daya tahan membran yang tidak terlalu lama. Penggunaan karbon aktif untuk pengolahan juga mempunyai kelemahan karena

memungkinkan tertinggalnya logam berat di dalam minyak goreng hasil. Logam berat seperti Zn umumnya digunakan sebagai aktivator pada pembuatan karbon aktif.

Proses untuk memurnikan minyak goreng bekas dengan menggunakan campuran filter yang terdiri dari silika 80%, 10% magnesium silika amorf, 9 % tanah diatom dan 1 % silika-alumina, **Gyann, 1988. Lopez, 1990 US Paten No. 4.968.518**, menemukan proses pengolahan minyak goreng dengan cara mengkontakan dengan larutan yang mengandung ethylen diamin tetra asam asetat, n-propil-3,4,5 trihidrobenzoat, mono-tertilbutil hidroquinone. **Munson, et.al, 1997 US Paten No. 5.597.600**, menemukan pengolahan minyak goreng bekas dengan cara mengkontakan dengan magnesium silikat dan sedikit alkali, dimana dapat mereduksi asam lemak bebas dalam minyak. Filter yang digunakan harus mensintesa sehingga membutuhkan biaya yang mahal. **Levy, et.al, 2003, US Paten, No. 6.638.551** menemukan metode dan komposisi untuk memurnikan minyak yang dapat dikonsumsi yaitu silika, asam alumina, tanah liat dan asam sitrat. Widayat, dkk, 2005 melakukan pemurnian minyak goreng bekas menggunakan zeolit dan diperoleh hasil bilangan asam mengalami penurunan namun warna yang diperoleh masih coklat (belum memenuhi spesifikasi).

Alternatif pemecahan masalah yang paling tepat adalah mengolah minyak goreng bekas menggunakan zeolit alam dan bleaching earth sehingga dapat digunakan kembali, dengan demikian dapat mengurangi ketergantungan impor bahan minyak dan lemak serta dapat mengatasi pencemaran minyak goreng bekas terhadap lingkungan. Metode ini diterapkan mengacu pada harga zeolit alam dan bleaching earth yang masih murah (Rp. 4.000,-/ kg dan Rp.1500,-/ kg) dan dapat digunakan berulang – ulang, 8 – 10 kali

Dalam proses penjernihan minyak goreng bekas secara adsorpsi menggunakan adsorben zeolit alam dan bleaching earth sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor ini antara lain temperatur, % bleaching earth, dan kecepatan pengadukan. Dalam penelitian ini dimaksudkan untuk mempelajari variabel – variabel yang berpengaruh terhadap proses adsorpsi minyak goreng bekas, dan optimasi

terhadap variabel yang paling berpengaruh terhadap pemurnian minyak goreng bekas dan memanfaatkan kembali minyak goreng bekas sesuai standart persyaratan kesehatan SNI, yang meliputi kandungan bilangan asam dan bilangan peroksida. Adapun standart SNI (Standart Nasional Indonesia) terhadap nilai bilangan asam dan bilangan peroksida disajikan dalam tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Perkiraan Bilanagn Asam Menurut SNI 01-3555-1998

Perkiraan Bilangan Keasaman	Bobot Penimbangan (Gr)	Ketelitian Penimbangan
1	20	0,5
1 - 4	10	0,2
4 - 15	2,5	0,01
15 - 75	0,5	0,001
> 75	0,1	0,0002

Tabel 2. Perkiraan Bilanagn Peroksida Menurut SNI 01 -3555-1998

Perkiraan Bilangan Peroksida (Miligram Ekuivalen Oksigen / Kg)	Bobot Cuplikan (Gr)
0 -12	5,0 – 2,0
12 – 20	2,0 – 1,2
20 – 30	1,2 – 0,8
30 – 50	0,8 – 0,5
50 – 90	0,5 – 0,3

Kerusakan minyak selama proses menggoreng akan mempengaruhi mutu dan nilai gizi bahan pangan yang digoreng. Minyak yang rusak akibat proses oksidasi dan polimerisasi akan menghasilkan bahan dengan rupa yang kurang menarik dan cita rasa yang tidak enak, serta kerusakan sebagian vitamin dan asam lemak esensial yang terdapat dalam minyak. (Ketaren,1986).

Namun, kerusakan minyak juga bisa terjadi selama penyimpanan. Penyimpanan yang salah dalam jangka waktu tertentu dapat menyebabkan pecahnya ikatan trigliserida pada minyak lalu membentuk gliserol dan asam lemak bebas (Free Fatty Acid/ FFA).

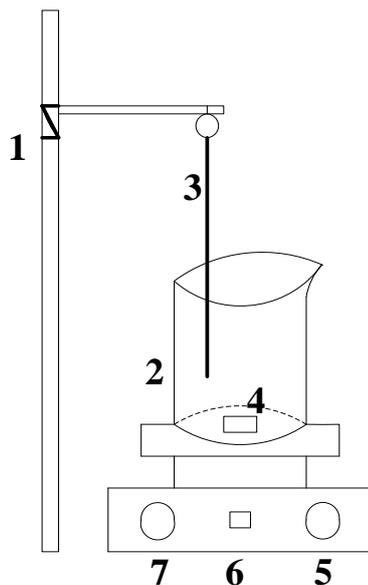
Sebagai adsorben zeolit alam dapat digunakan secara langsung, namun daya serap, daya tukar ion maupun katalis zeolit alam tersebut belum maksimal. Untuk memperoleh zeolit dengan kemampuan yang tinggi diperlukan beberapa perlakuan, antara lain preparasi,aktivasi dan modifikasiPreparasi, Tahap ini bertujuan memperoleh ukuran produk yang sesuai dengan tujuan penggunaan. Preparasi terdiri dari tahap peremukan (crushing) sampai penggerusan (grinding). Perlakuan kedua dengan cara aktivasi, proses aktivasi zeolit dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu secara fisis dan kimiawi. Aktivasi secara fisis berupa pemanasan zeolit dengan tujuan untuk menguapkan air yang terperangkap

dalam pori – pori kristal zeolit sehingga luas permukaan pori –pori bertambah. Pemanasan dilakukan dalam oven biasa pada suhu 300 – 400°C (untuk skala laboratorium) atau menggunakan tungku putar dengan pemanasan secara penghampaan selama 3 jam atau penghampaan selama 5 – 6 jam (skala besar). Aktivasi secara kimia dilakukan dengan larutan asam H_2SO_4 atau basa NaOH dengan tujuan untuk membersihkan permukaan pori, membuang senyawa pengotor dan mengatur kembali letak atom yang dapat dipertukarkan. Pereaksi kimia ditambahkan pada zeolit yang telah disusun dalam tangki dan diaduk dalam jangka waktu tertentu. Zeolit kemudian dicuci dengan air sampai netral dan selanjutnya dikeringkan. Pada perlakuan selanjutnya adalah modifikasi, di dalam proses

pengolahan air, zeolit hasil aktivasi telah mampu menyerap ion logam berat yang berbentuk kation. Agar zeolit dapat juga menyerap logam berat yang berupa anion, mikroorganisme serta zat organik lain maka zeolit perlu dimodifikasi. Cara modifikasi ialah dengan jalan melapisi zeolit dengan polimer organik vinil piridin, polimer organik alam atau dengan mangan. (Sutarti, 1994)

METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi minyak goreng bekas mengandung bilangan asam 7,8 bilangan peroksida 35,2 tingkat adsorbansi 0,4, dan kadar air 4,7, Zeolit alam, H_2SO_4 , Etanol 96 %, Aquadest, Bleaching Earth, Asam asetat glasial, NaOH, $Na_2S_2O_3$, KI, Khloroform , dan NaCl



Keterangan gambar :

1. Statif
2. Beaker glass
3. Thermometer
4. Magnetik stirer
5. Pengatur skala kecepatan pengadukan
6. Tombol on/ off
7. Pengatur suhu

Gambar 1. Rangkaian alat penelitian penjernihan minyak goreng bekas dengan proses adsorpsi menggunakan adsorben zeolit dan bleaching earth.

Prosedur percobaan

Perlakuan 1

Percobaan dilaksanakan dengan memasukkan zeolit alam yang telah diaktivasi ke dalam minyak goreng bekas dengan berat tertentu ke dalam beaker glass seperti pada gambar

rangkaian alat utama. Kemudian melakukan pengadukan pada suhu 60 °C selama 15 menit setelah itu didiamkan sampai suhu 30°C kemudian disaring. Selanjutnya ditambahkan bleaching earth ke dalam minyak goreng bekas dan dilakukan

pengadukan sesuai ketentuan selama 30 menit, kemudian disaring. Selanjutnya hasil dari adsorpsi dianalisa bilangan asam, bilangan peroksida, dan kadar air.

Perlakuan 2

Percobaan dilaksanakan dengan memasukkan NaOH ke dalam minyak goreng bekas dengan berat tertentu pada suhu 80 °C kemudian ditambahkan NaCl jenuh dan air panas, kemudian disaring. Selanjutnya ditambahkan zeolit aktif dengan berat dan diameter tertentu, kemudian dilakukan pengadukan dan pemanasan pada suhu 60°C setelah itu didiamkan sampai suhu kamar (30°C) dan dilakukan penyaringan. Langkah selanjutnya menambahkan bleaching earth sesuai dengan variabel berubahnya, kemudian dilakukan pengadukan dengan kecepatan 750 dan 1000 rpm pada suhu yang ditentukan (80 dan 100°C)

Analisa Hasil

Analisa hasil percobaan meliputi 4 parameter, yaitu bilangan asam yang diukur dengan metode titrasi asam – basa, bilangan peroksida dengan metode iodometri, kadar air menggunakan oven dan tingkat absorbansinya dengan spektrofometri.

Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan dengan metode *factorial design*. Setelah variabel yang paling berpengaruh ditentukan, kemudian ditentukan harga masing-masing variabel, dengan variabel yang paling berpengaruh sebagai variabel berubah dan dua variabel lain sebagai variabel tetap, serta dilihat kecenderungan-kecenderungan tiap variabel yang diamati.

HASIL dan PEMBAHASAN

Proses Adsorpsi Minyak Goreng Bekas dengan Menggunakan Adsorbent Zeolit dan Bleaching Earth.

Proses adsorpsi merupakan proses perpindahan masa secara selektif dari satu atau lebih solute pada permukaan oleh suatu

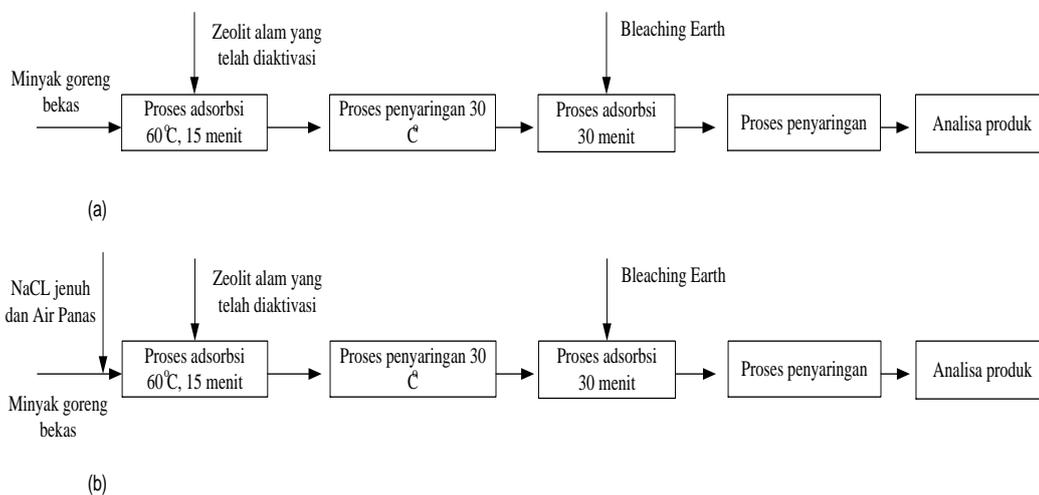
adsorbent, maksudnya adsorpsi adalah peristiwa fisik pada permukaan suatu bahan yang tergantung dari spesifik affinity antara adsorbent dan adsorbate (solute). Proses adsorpsi dengan menggunakan adsorbent zeolit alam dan bleaching earth pada dasarnya proses fisik yang bersifat reversibel sehingga adsorbent harus memiliki luas permukaan kontak yang lebih besar sebagai tempat terkumpulnya solute. Proses adsorpsi terjadi karena adanya gaya Van der Waals yang terjadi pada permukaan yang tidak seimbang karena pada suatu arah disekeliling permukaan tidak ada molekul lain yang menariknya. Hal tersebut mengakibatkan zeolit dan bleaching earth sebagai adsorbent mempunyai sifat menarik molekul – molekul gas atau solute kepermukaannya. Disamping itu zeolit merupakan mineral yang terdiri dari kristal aluminosilikat terhidrasi yang mengandung kation alkali dan alkali tanah dalam kerangka tiga dimensinya. Ion – ion logam tersebut dapat diganti oleh kation lain tanpa merusak struktur zeolit dan dapat menyerap air secara reversibel.

Sebagai zat penyerap zeolit alam yang telah diaktivasi dengan asam mineral (H_2SO_4), akan lebih tinggi daya pemucatnya karena asam mineral tersebut bereaksi dengan komponen berupa garam Ca dan Mg yang menutupi pori – pori adsorbent. Di samping itu asam mineral melarutkan Al_2O_3 sehingga dapat menaikkan perbandingan jumlah SiO_2 dan Al_2O_3 dari (2 – 3) : 1 menjadi (5 – 6) : 1. Zeolit dengan perbandingan jumlah SiO_2 dan Al_2O_3 tinggi bersifat hidrofilik dan akan menyerap molekul yang tidak polar. Oleh karena itulah minyak goreng bekas yang telah mengalami kerusakan strukturnya dapat diadsorpsi oleh zeolit. Minyak goreng bekas dengan komposisi asam lemak yang sangat tinggi akibat pecahnya asam lemak pada trigliserida (minyak goreng) akan teradsorpsi oleh zeolit. Begitu juga dengan peroksida yang merupakan komponen yang terdapat dalam minyak goreng bekas akibat oksidasi minyak

goreng oleh oksigen akan teradsorpsi oleh zeolit maupun bleaching earth. Sehingga dengan proses adsorpsi tersebut dapat mengurangi bilangan asam dan bilangan peroksida yang terdapat dalam minyak goreng bekas. Dengan demikian produk minyak goreng bekas hasil penjernihan mengandung bilangan asam 4,5 dan bilangan peroksida 20 yang masih memenuhi standart kesehatan SNI 01 -3555-1998.

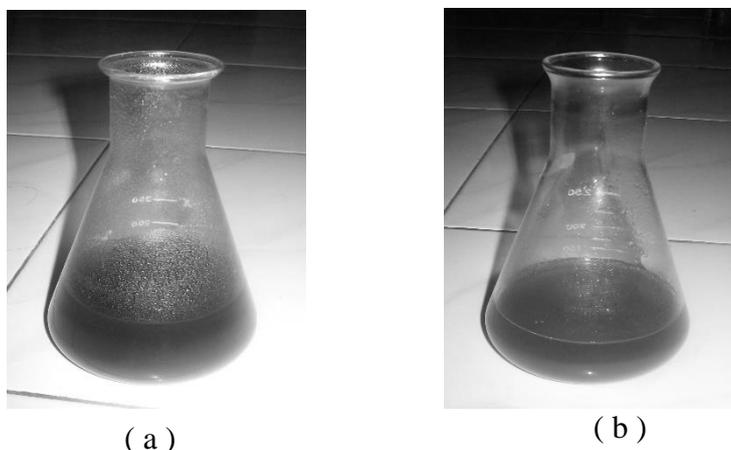
Proses adsorpsi minyak goreng bekas dengan menggunakan adsorbent zeolit alam dan bleaching earth diperlihatkan dalam

gambar 2. Pada tahap pertama merupakan tahap penyerapan solute dengan menggunakan zeolit, pada tahap ini solute yang terdapat dalam minyak goreng bekas terserap oleh zeolit. Asam lemak bebas, komponen peroksida akibat oksidasi terserap oleh zeolit. Selanjutnya proses penyaringan dan dilanjutkan proses adsorpsi dengan menggunakan bleaching earth. Pada proses adsorpsi dengan menggunakan bleaching earth dimaksudkan untuk memperbaiki warna minyak goreng bekas.



Gambar 2. Diagram proses adsorpsi minyak goreng bekas dengan menggunakan adsorbent zeolit alam dan bleaching earth. (a) perlakuan 1 dan (b) perlakuan 2

Dari proses adsorpsi tersebut didapat minyak goreng yang relatif jernih. Pada gambar 3. disajikan minyak goreng hasil penjernihan.



Gambar 3. (a) Minyak goreng bekas sebelum proses penjernihan (b) Produk minyak goreng bekas hasil penjernihan

Pada tabel 3 dan 4 ditunjukkan perubahan bilangan asam, bilangan peroksida tingkat adsorbansi dan kadar air selama proses

adsorpsi dengan menggunakan variabel % bleaching earth, temperatur, dan kecepatan pengadukan.pada perlakuan yang berbeda.

Tabel 3. Analisa produk minyak goreng pada perlakuan 1

Tabel	% Bleaching Earth	Suhu (°C)	Kecepatan. Pengadukan (rpm)	Bilangan Asam	Bilangan Peroksida	Tingkat adsorbansi	Kadar Air (%)	4.
	15	80	750	8,2	36	0,2	5,5	
	20	80	750	7,63	34	0,166	5,2	
	15	100	750	6,8	33,2	0,175	4,5	
	20	100	750	5,61	30,4	0,11	3,3	
	15	80	1000	4,7	27,6	0,05	2,2	
	20	80	1000	5,7	24,8	0,13	4	
	15	100	1000	6,4	23,6	0,11	4,1	
	20	100	1000	5,2	23,3	0,06	3,8	

Analisa produk minyak goreng pada perlakuan 2

	% Bleaching Earth	Suhu (°C)	Kec. Pengadukan (rpm)	Bilangan Asam	Bilangan Peroksida	Tingkat adsorbansi	Kadar Air
	15	80	750	7,8	35,2	0,185	4,7
	20	80	750	7,1	30,8	0,155	4,5
	15	100	750	6,4	30,4	0,16	4,5
	20	100	750	6,8	28,8	0,12	4,1
	15	80	1000	5,3	27,2	0,06	3,5
	20	80	1000	6,1	29,2	0,12	3,9
	15	100	1000	6,4	27,2	0,13	4,2
	20	100	1000	5,61	24,8	0,5	3,8

Pada tabel 3 dan 4 menunjukkan dalam perolehan minyak goreng adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor meliputi temperatur, % bleaching earth, dan kecepatan pengadukan. Penambahan % bleaching earth menurunkan bilangan asam dan bilangan peroksida, begitu juga dengan kenaikan temperatur dan kecepatan pengadukan memberikan respon terhadap perubahan bilangan asam dan bilangan peroksida. Namun dengan pengolahan data dan analisa data dengan menggunakan metode analisa efek utama factorial design menunjukkan bahwa kecepatan pengadukan memberikan

respon yang sangat signifikan terhadap minyak goreng hasil penjernihan, dibandingkan dengan % bleaching earth dan temperatur. Hal ini disebabkan pada dasarnya proses adsorpsi merupakan keadaan seimbang antara adsorbent dan adsorbate. Apabila kecepatan pengadukan dalam proses adsorpsi dinaikkan maka akan terjadi keadaan setimbang baru. Adsorpsi merupakan adsorpsi merupakan proses fisik yang tergantung pada luas permukaan kontak dari adsorbent yang terjadi akibat kontak fisik maupun tumbukan antara molekul solute dengan adsorbent. Kenaikkan

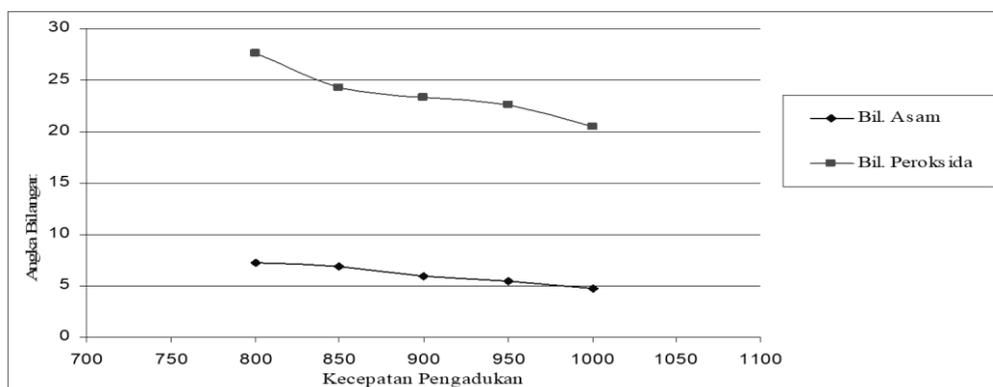
kecepatan pengadukan menyebabkan kontak fisik antara adsorbent (zeolit dan bleaching earth) dan adsorbate semakin besar, sehingga solute yang terserap pada permukaan adsorbent semakin banyak, minyak goreng hasil adsorpsi relatif jernih dan mengandung bilangan asam dan bilangan peroksida yang masih memenuhi standart kesehatan.

Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Optimasi Proses Adsorpsi Minyak Goreng Bekas.

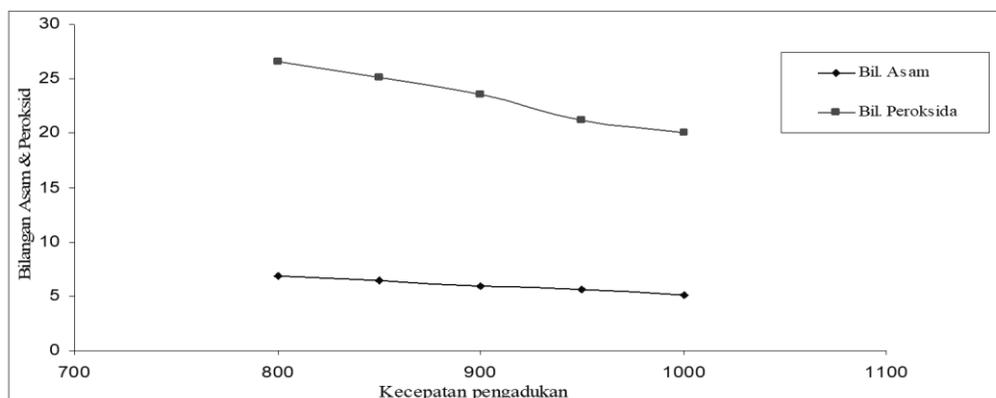
Kecepatan pengadukan merupakan variabel yang memberikan respon sangat signifikan terhadap perolehan minyak goreng dalam proses adsorpsi dengan menggunakan adsorbent zeolit alam dan bleaching earth. Pada Gambar 4 dan Gambar 5 disajikan data hasil percobaan dengan optimasi kecepatan

pengadukan. Dengan variabel tetap pada 20% bleaching earth, suhu 100°C.

Dari optimasi waktu reaksi yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5. diperoleh hasil bahwa semakin tinggi kecepatan pengadukan maka akan didapatkan minyak goreng yang semakin baik. Karena pada reaksi pemurnian minyak goreng bekas masih terdapat reaktan reaksi yang terus berlangsung sampai dicapai kondisi yang maksimum. Pada penelitian ini titik operasi optimal yang dipilih adalah pada kecepatan pengadukan 1000 rpm dengan angka bilangan asam 4,8, bilangan peroksida 20,5 pada perlakuan 1 dan bilangan asam 5, bilangan peroksida 20 pada perlakuan 2. Karena pada kecepatan dibawah 1000 rpm dihasilkan angka bilangan asam yang cukup besar. Hal ini tidak sesuai ketentuan SNI 01-3555 – 1998.



Gambar 4. Kurva hubungan kecepatan pengadukan terhadap bilangan asam dan bilangan peroksida dalam produk minyak goreng hasil penjernihan pada perlakuan 2.



Gambar 5. Kurva hubungan kecepatan pengadukan terhadap bilangan asam dan bilangan peroksida dalam produk minyak goreng hasil penjernihan pada perlakuan 2.

KESIMPULAN

Dari uraian diatas dapat diambil kesimpulan bahwa Zeolit alam dan bleaching earth dapat digunakan sebagai adsorbent dalam proses adsorpsi minyak goreng bekas. Proses adsorpsi minyak goreng bekas dengan menggunakan adsorbent zeolit alam dan bleaching earth menghasilkan minyak goreng yang relatif jernih dan masih memenuhi

standart kesehatan SNI dengan kandungan bilangan asam 4,5 dan bilangan peroksida 20. Kecepatan pengadukan memberikan respon yang signifikan terhadap minyak goreng yang dihasilkan dibanding % bleaching earth dan temperatur operasi, dengan optimasi proses adsorpsi pada kecepatan pengadukan 1000 rpm, 20% bleaching earth, temperatur 100°C.

DAFTAR PUSTAKA

- Bekkum, H. V., Flanigen, E. M., Jansen, J. C., (1991), *Introduction to Zeolite Science and Practise*, 1st, Elsevier, Netherlands.
- Day R. A., Jr., Underwood, A. L., (1996), *Analisis Kimia Kuantitatif*, 6th, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Freedman, B., Pryde, E. H., Mounts, T. L., (1984), Variables Affecting the Yields of Purifications of Vegetables Oils Wastes, *Journal of the American Oil Chemists Society*, 61, 1638-1643.
- Gyann, J., (1988), Method of filtering spent cooking oil, *US Patent 4.764.384*.
- Ketaren, S., (1986), *Minyak dan Lemak Pangan*, UI-Press, Indonesia.
- Levy, E., Li, C., Tazi, M., (2003), Methods and compositions for purifying edible oil, *US Patent 6.638.551*.
- Lopez, M., (1990), Process for the treatment of frying and/or cooking oil, *US Patent 4.968.518*.
- Munson, J. R., Bertram, B. L., Caldwell, J. D., (1997), Treatment of Cooking Oils and Fats with Magnesium Silicate and Alkali Materials. *US Patent 5.597.600*.
- Richardson, J. T., (1989), *Principles of Catalyst Development*, 1st, Plenum Press, New York.
- SNI, (1998), *Cara Uji Minyak dan Lemak*, Badan Standardisasi Nasional, Indonesia.
- Subagjo, (1998), *Zeolit*, Laboratorium Konversi Termokimia, Institut Teknologi Bandung, Indonesia.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., Suhardi, *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*, 3rd, Liberty, Yogyakarta.
- Sumarni, Hadi Prasetyo, S., Pala, Z. N., Suryono, R., (2004), Pengaruh waktu aktivasi, konsentrasi pelarut, ukuran bentonit dan berat arang aktif pada proses penjernihan minyak goreng bekas menggunakan bentonit aktif dan arang aktif, *Prosiding Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia*.
- Suseno, A., Arnelli, M. S., (2002), Modifikasi Zeolit Alam Sebagai Padatan Pendukung Katalis Oksidasi, *Personal Essay*, Universitas Diponegoro, Indonesia.
- Sutarti, M., Rachmawati, M., (1994), *Zeolit Tinjauan Literatur*, Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Widayat, Pracoyo, D., Apriyanti, D., (2005), Studi awal Peningkatan Kualitas Minyak Goreng Bekas dengan Zeolit Alam, *Prosiding Makalah Seminar Nasional "Kejuangan"*
- Wulyoadi, Sasmito, Kaseno, (2004), Pemurnian Minyak Goreng Bekas Dengan Menggunakan Filter Membran, *Prosiding Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*.