

OPTIMASI PROSES ADSORPSI MINYAK GORENG BEKAS DENGAN ADSORBENT ZEOLIT ALAM : STUDI PENGURANGAN BILANGAN ASAM

Widayat, Suherman dan K Haryani

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof Soedarto SH Tembalang 50239 E-mail : yayat_99@yahoo.com

ABSTRAK

Widayat dkk, 2005 telah melakukan penelitian awal peningkatan kualitas minyak goreng dengan adsorpsi dengan zeolit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran zeolit dan perbandingan massa zeolit merupakan variabel yang berpengaruh. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh kondisi optimum pada proses adsorpsi minyak goreng dengan zeolit dengan studi penurunan bilangan asam. Proses optimasi menggunakan metode respon permukaan, terhadap parameter bilangan asam. Kondisi optimum diperoleh pada berat zeolit 19,07 gram dan diameter zeolit 1,69 m, dengan perolehan bilangan asam sebesar 1,71. Bilangan asam tersebut telah memenuhi SNI minyak goreng.

Kata kunci: massa - ukuran zeolit – adsorpsi - bilangan asam

PENDAHULUAN

Minyak goreng merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia sebagai alat pengolah bahan – bahan makanan. Minyak goreng berfungsi sebagai media penggoreng sangat penting dan kebutuhannya semakin meningkat. Minyak goreng nabati biasa diproduksi dari kelapa sawit, kelapa atau jagung. Penggunaan minyak nabati berulang kali sangat membahayakan kesehatan.

Kerusakan minyak 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. Oksidasi minyak akan menghasilkan senyawa aldehida,

keton, hidrokarbon, alkohol, lakton serta senyawa aromatis yang mempunyai bau tengik dan rasa getir. Pembentukan senyawa polimer selama proses menggoreng terjadi karena reaksi polimerisasi adisi dari asam lemak tidak jenuh. Hal ini terbukti dengan terbentuknya bahan menyerupai gum yang mengendap di dasar tempat penggorengan (Ketaren, 1986).

Kerusakan minyak atau lemak akibat pemanasan pada suhu tinggi (200 - 250°C) akan mengakibatkan keracunan dalam tubuh dan berbagai macam penyakit, misalnya diareha, pengendapan lemak dalam pembuluh darah, kanker dan menurunkan nilai cerna lemak. 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 (Ketaren, 1986).

Alternatif pemecahan masalah adalah mengolah minyak goreng bekas menggunakan zeolit alam yang telah diaktifkan (zeolit aktif), telah dilakukan oleh Widayat, dkk 2005. Pengolahan dengan zeolit, kualitas minyak goreng akan meningkat karena asam lemak bebasnya akan terserap oleh zeolit alam. Hal ini juga ditunjang bahwa, negara Indonesia memiliki kandungan zeolit alam yang cukup melimpah dengan kemurnian lebih dari 84 % (subagjo, 1998), misalkan di Lampung dan Malang. Selama ini, zeolit alam hanya digunakan secara langsung sebagai penyubur tanah dan pencampur makanan ternak.

Penelitian pengolahan minyak goreng bekas telah banyak dilakukan dan banyak juga yang menghasilkan temuan dalam bentuk paten. Proses pengolahan minyak goreng bekas telah dilakukan oleh Wulyoadi, dkk, 2004, dimana minyak goreng bekas dimurnikan dengan membran. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa minyak goreng hasil pemurnian mengalami penurunan bilangan asam dan peroksida, namun belum memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI) (Wulyoadi, dkk, 2004). Demikian juga dengan penelitian yang dilakukan oleh Sumarni, dkk 2004, dengan menggunakan bentonit dan arang aktif untuk penjernihan minyak goreng bekas. Hasil yang diperoleh untuk bilangan asam dan peroksida juga mengalami penurunan, namun belum memenuhi spesifikasi SNI. Pengolahan minyak goreng bekas dengan menggunakan membran, mempunyai kelemahan dalam biaya yang dibutuhkan besar dan umur membran 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. Widayat, dkk 2005 melakukan penelitian pendahuluan untuk meningkatkan kualitas minyak goreng bekas dengan menggunakan zeolit aktif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bilangan asam dan bilangan peroksida mengalami penurunan sampai memenuhi SNI. Hasil yang lain menunjukkan bahwa variabel ukuran zeolit dan massa zeolit merupakan variabel proses yang paling berpengaruh terhadap proses pemurnian minyak goreng bekas.

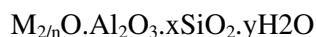
Proses untuk memurnikan minyak goreng bekas dengan menggunakan campuran filter yang terdiri dari silika 80%, 10% magnesium silika amorf, 9 % tanah diatom dan 1 % silika-alumina (Gyan, 1988). **Lopez, 1990** menemukan proses pengolahan minyak goreng dengan cara mengkontakan dengan larutan yang mengandung ethylen diamin tetra asam asetat, n-propil-3,4,5 trihidrobenzoat, mono-tertilbutil hidroquinone. **Bernard, et.al., 1991**, menemukan adsorbent dengan komposisi 15-35 % karbon aktif, 15-40 % kalsium silikat, magnesium silikat atau campuran keduanya, 25-40 % serat selulosa, 2 % resin binder dan 0-3 % tanah diatom. **Munson, et.al, 1997**, menemukan pengolahan minyak goreng bekas dengan cara mengkontakan dengan magnesium silikat dan sedikit alkali, dimana dapat mereduksi asam lemak bebas dalam minyak. **Tama dan Akio, 2000** juga menemukan metode pemurnian dengan zeolit. **Bertram, et.al., 2002** menemukan adsorbent atau filter dari magnesium silikat dengan luas permukaan 400-700 m²/gram dan berukuran lebih besar dari 400 mesh dengan jumlah sedikitnya 75%. **Munson,**

et.al, 2002 menemukan metode untuk menyaring minyak goreng bekas dengan filter dari magnesium silikat. Nagasaku, et.al, 2002, menemukan metode pengolahan limbah minyak dengan menambahkan senyawa alkali. Levy, et.al, 2003, menemukan metode dan komposisi untuk memurnikan minyak yang dapat dikonsumsi yaitu silika, asam alumina, tanah liat dan asam sitrat.

Minyak merupakan trigliserida yang tersusun atas tiga unit asam lemak, berwujud cair pada suhu kamar (25°C) dan lebih banyak mengandung asam lemak tidak jenuh sehingga mudah mengalami oksidasi. Minyak yang berbentuk padat biasa disebut dengan lemak. Minyak dapat bersumber dari tanaman, misalnya minyak zaitun, minyak jagung, minyak kelapa, dan minyak bunga matahari. Minyak dapat juga bersumber dari hewan, misalnya minyak ikan sardin, minyak ikan paus dan lain-lain (Ketaren, 1986).

Zeolit merupakan mineral yang terdiri dari kristal aluminosilikat terhidrasi yang mengandung kation alkali atau 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 (Bekum, et.al, 1991)

Kerangka dasar struktur zeolit terdiri dari unit – unit tetrahedral AlO_4 dan SiO_4 yang saling berhubungan melalui atom O dan di dalam struktur tersebut Si^{4+} dapat diganti dengan Al^{3+} sehingga rumus empiris zeolit menjadi :



M = kation alkali atau alkali tanah

n = valensi logam alkali

X = bilangan tertentu (2 s/d 10)

Y = bilangan tertentu (2 s/d 7)

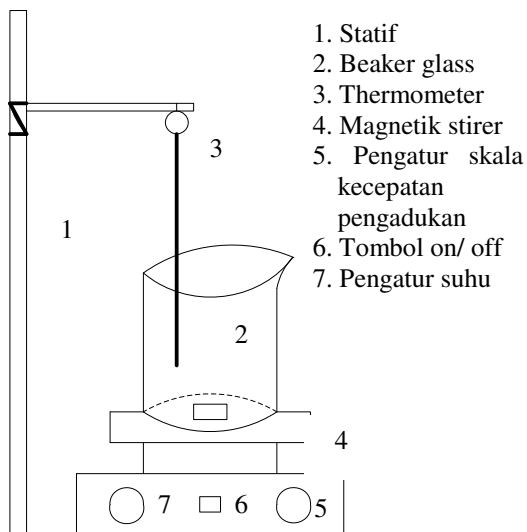
Jadi zeolit terdiri dari 3 komponen yaitu: kation yang dipertukarkan, kerangka aluminosilikat dan fase air. Ikatan ion Al – Si–O membentuk struktur kristal sedangkan logam alkali merupakan sumber kation yang mudah dipertukarkan (Bekum, et.al., 1991; Sutarti dan Rahmawati, 1994). Struktur zeolit bermuatan ion Al^{3+} lebih kecil daripada Si^{4+} maka ion Al^{3+} cenderung bersifat negatif dan mengikat kation alkali atau alkali tanah untuk dinetralkan muatannya. Kation alkali atau alkali tanah dalam zeolit inilah yang selanjutnya dimanfaatkan dalam proses ion exchange (Sutarti dan Rahmawati, 1994).

Zeolit alam yang telah diaktivasi dengan asam mineral (H_2SO_4), akan lebih tinggi daya pemucatannya karena asam mineral tersebut bereaksi dengan komponen berupa garam Ca dan Mg yang menutupi pori – pori adsorben. 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 (Sutarti dan Rahmawati, 1994).

Berdasarkan sifatnya, zeolit dapat digunakan untuk proses pengeringan atau dehidrasi, adsorpsi, penukar ion, sebagai katalis.

METODE PENELITIAN

Percobaan dilaksanakan dengan memasukkan minyak goreng bekas dan zeolit alam yang telah diaktivasi dengan massa dan diameter tertentu ke dalam beaker glass seperti pada gambar rangkaian alat utama. Proses dilakukan pada suhu 60 °C selama 15 menit dan kecepatan pengadukan skala 4.



Gambar 1. Rangkaian alat percobaan untuk pengolahan minyak goreng bekas dengan zeolit aktif

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

Analisa hasil percobaan meliputi 4 parameter, yaitu bilangan asam yang diukur dengan metode titrasi asam – basa, bilangan peroksida dengan metode iodometri, kadar air dengan metode oven terbuka dan tingkat absorbansi menggunakan spectrofotometer (spectronic 20) (Anonim, 1998).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter yang diperoleh dari hasil penelitian Widayat, dkk 2005, yaitu variabel ukuran zeolit dan massa zeolit selanjutnya dioptimasi dengan metode respon permukaan. Pengolahan data menggunakan perangkat lunak Statistica 6.

Model Empiris Bilangan Asam

Hasil pengamatan dan nilai prediksi untuk nilai bilangan asam dapat dilihat pada tabel.1.

Tabel 1. Hasil Pengamatan dan Nilai Prediksi Untuk Bilangan Asam

Run	X ₁	X ₂	Y ₀	Y _p	Y ₀ - Y _p
1	10	0,29	1,510	1,494	0,0161
2	10	2,27	1,850	1,783	0,067
3	30	0,29	1,910	1,873	0,037
4	30	2,27	1,740	1,632	0,108
5	5,86	1,59	1,680	1,715	-0,035
6	34,14	1,59	1,680	1,759	-0,079
7	20	1,19	1,570	1,711	-0,141
8	20	2,99	1,570	1,646	-0,076
9	20	1,59	1,740	1,714	0,026
10	20	1,59	1,790	1,714	0,076

Dimana :

X₁ = Massa zeolit

X₂ = Diameter zeolit

Y₀ = Bilangan asam hasil pengamatan

Y_p = Bilangan asam hasil perhitungan

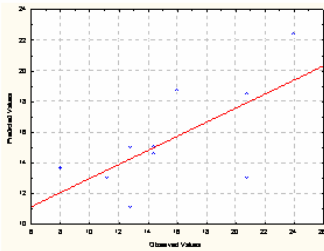
Hubungan empiris antara bilangan asam dengan tes variabel berubah dapat dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$Y = 1,2394 + 0,0181X_1 + 0,356X_2 + 0,0001X_1^2 - 0,0134X_1X_2 - 0,0299X_2^2$$

Validasi Data

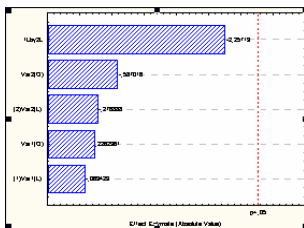
Validasi data dengan membandingkan nilai prediksi dengan hasil pengamatan terhadap bilangan asam. Hasil validasi seperti disajikan dalam Gambar 2. Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa nilai MS (mean square) residual sebesar 0,014. Mean square residual merupakan selisih rata- rata kuadrat antara hasil pengamatan dan nilai prediksi. Semakin kecil MS residual semakin sedikit penyimpangan

yang terjadi. MS residual untuk bilangan asam memperlihatkan bahwa hasil pengamatan telah sesuai dengan nilai prediksi atau sedikit mengalami penyimpangan sehingga persamaan dapat diterapkan untuk penentuan bilangan asam.



Gambar 2. Grafik Hubungan antara Nilai Prediksi dengan Hasil Pengamatan Bilangan Asam

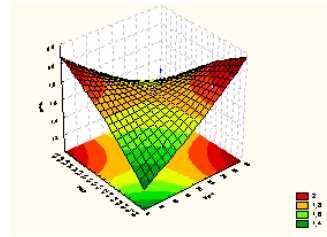
Validasi juga dilakukan dengan grafik pareto. Sesuai dengan grafik pareto variabel yang paling berpengaruh adalah interaksi antara (1) massa (L) dengan (2) diameter (L). Variabel yang sedikit berpengaruh adalah diameter (Q), (2) diameter (L), massa (Q) dan (1) massa (L). Semakin banyak zeolit yang digunakan dan semakin kecil diameter zeolit, asam lemak bebas dalam minyak goreng bekas yang ikut teradsorbsi oleh zeolit alam semakin banyak.



Gambar 3. Grafik Pareto untuk Bilangan Asam

Optimasi Bilangan Asam

Optimasi bilangan asam dapat diprediksi menggunakan grafik surface 3 dimensi seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik Surface 3 Dimensi untuk Hubungan Bilangan Asam dengan Massa dan Diameter Zeolit

Optimasi bilangan asam berada dalam kondisi *saddle point* dengan titik kritis massa zeolit 19,07 gram dan diameter zeolit 1,69 mm sehingga didapatkan nilai bilangan asam sebesar 1,71. Secara teoritik, semakin banyak zeolit dan semakin kecil diameter zeolit yang digunakan, proses adsorbsi berlangsung semakin baik karena luas permukaan tempat berlangsungnya proses adsorbsi semakin besar. Bilangan asam hasil pemurnian sebesar 1,71 telah memenuhi persyaratan SNI. Standar minyak goreng menurut SNI 01- 3555 - 1998 pada rentang 1-4 dengan sampel 10 gram.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa bilangan asam optimum sebesar 1,71 dicapai pada massa zeolit 19,07 gram dan diameter zeolit 1,69 mm.

PERSANTUNAN

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Diponegoro yang telah membiayai penelitian ini melalui DIK RUTIN tahun 2005

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1998, “ SNI 01- 3555 - 1998 *Cara Uji Minyak dan Lemak*”, Badan Standardisasi Nasional, Indonesia
- Bekum, H.V., Flanigen, E.M., Jansen, J.C., 1991, “*Introduction to Zeolite Science and Practise*”, Elsevier, Netherland
- Bernard, Robin D., Gardner; John G. Ueki Jun, 1991, “Cooking *oil* filter“, US Paten No.4.988.440
- Bertram, B, Abrams, C, Kauffman, J, 2002, ”Adsorbent filtration system for treating *used* cooking *oil* or fat in *frying* operations”, US Paten No. 6.368.648
- Freedman, B.E.H.P., dan TL Mounts, 1984, “*Variables Affecting The Yields of Purifications of Vegetables Oils Wastes*“, JAOCS
- Gyann, J, 1988, “Method of filtering spent cooking *oil*”, US Paten No. 4.764.384.
- Ketaren, S., 1986, “*Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*”, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta
- Levy, et.al, 2003, Methods and compositions for purifying edible *oil* US Paten, No. 6.638.551
- Lopez, M., 1990, “Process for the treatment of *frying* and/or cooking *oil* “, US Paten No. 4.968.518
- Munson, et.al, 1997 US Paten No. 5.597.600,
- Munson, J.R and Roberts, P 2002, “Method of filtering *used* cooking *oil*” US Paten No. 6.482.326
- Nagasaku; K., Matsunaga, A and Jang, S, 2002, “Treatment method of waste *oil* or waste edible *oil*”, US Paten No. 6.478.947
- Subagjo, 1998, “*Zeolit*“, Laboratorium Konversi Termokimia, Institut Teknologi Bandung, Indonesia