

PENINGKATAN MUTU MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN ADSORBEN ZEOLIT DAN REAKTOR SISTEM FLUID FIXED BED

Improvement Oil Quality of Jelantah Using Zeolite Adsorbent and Fluid Fixed Bed Reactor Systems

Donatus Setyawan Purwo Handoko

Chemistry Dept. FMIPA University of Jember

Jl. Kalimantan III / 25 Jember 68000

Email: kreka_zeolit@yahoo.com

Abstract - Investigation of increasing waste cooking oil quality have been done using H-zeolite as an adsorbent and fluid fixed bed reactor which was operated in a various temperatures. H-zeolite adsorbent was prepared through physical and chemical treatments as follows : washing, acid, calcination and oxidation. The characterization of this adsorbent covered cations contain (Pb, Cu, Zn, Na, K, Ca and Fe) using AAS, Si/Al ratio using AAS, surface area spesific, pore volume and pore diameter using surface area analyzer NOVA 1000 and acidity using gravimetric method with amonia adsorption. Quality parametric of cooking oil that was investigated covered water contain, acid and peroxide value and density. Waste cooking oil as a sample was cooking oil which have been used for frying kerupuk, tempe and tahu three times. Fifty milliliter waste cooking oil was flowed throught 10 g H-zeolite adsorbent in fluid fixed bed reactor which was operated at various temperatures (50, 70, 90, 110 °C). The oil was placed in the bottle to be analyzed. The results of this research showed that the adsorpstion process for increasing quality of waste cooking oil using H-zeolite adsorbent and fluid fixed bed reactor could reduce the water contain, acid and peroxide value and density. The optimum temperature was 70 °C.

Keywords :zeolite, waste cooking oil, acid and peroxide value

PENDAHULUAN

Perlindungan minyak dari serangan radikal memerlukan senyawa organic tertentu (antioksidan) yang dapat menghambat otooksidasi. Antioksidan dapat bereaksi cepat dengan radikal sehingga berfungsi sebagai penjerat (trap) radikal (Sykes, 1995). Interaksi radikal dengan antioksidan tidak hanya menghambat reaksi berantai tetapi juga fragmentasi β dan siklisasi radikal peroksi (Belitz dan Grosch, 1999). Antioksidan fenolat dalam minyak mudah menguap pada temperatur kamar. Penguapan antioksidan fenolat meningkat saat temperatur dinaikkan terutama pada proses menggoreng. Sedangkan antioksidan yang mengandung gugus asam amino biasanya beracun dan jika teroksidasi menghasilkan warna yang intensif pada minyak (Ketaren, 1986). Perubahan sifat fisik dan kimia antioksidan tidak hanya mengakibatkan

kerusakan nilai gizi tetapi juga warna dan rasa minyak (Ketaren, 1986).

Minyak goreng saat dipanaskan ditunjukkan oleh kandungan asam lemak dari titik asap minyak. Mutu minyak goreng ditentukan titik asapnya, yakni temperatur saat triasilgliserol mulai terurai dengan adanya udara. Asap merupakan tanda telah terjadi penguraian. Secara normal titik asap terjadi pada temperatur 200-221°C dan berkurang dengan adanya penguraian produk. Semakin tinggi titik asap, semakin baik mutu minyak goreng tersebut. Titik asap suatu minyak goreng tergantung dari kadar gliserol dan asam lemak bebas (Belitz dan Grosch, 1999). Molekul-molekul lemak yang mengandung radikal asam lemak tidak jenuh mengalami oksidasi dan menjadi tengik. Bau tengik disebabkan pembentukan senyawa-senyawa hasil penguraian hidroperoksida (Winarno, 1992).



Otoksidasi asam lemak jenuh terjadi karena adanya radikal hidroksi dan alkoksi yang memiliki reaktivitas tinggi dapat memisahkan atom tertentu dari asam lemak jenuh menghasilkan senyawa aldehid dan metil keton. Aldehid terbentuk dari fragmentasi hidroperoksida melalui mekanisme pemecahan β . Aldehid tidak jenuh dengan ikatan rangkap konjugasi terhadap gugus karbonil lebih mudah terurai selama proses pemanasan minyak dan menghasilkan senyawa aldehid atsiri yang berbau tidak enak terutama untuk minyak yang telah digunakan beberapa kali (Belitz and Grosch, 1999).

METODE PENELITIAN

Pembuatan Adsorben H₅-NZA

Zeolit alam dari Wonosari, Yogyakarta dalam bentuk butiran dengan diameter $\pm 0,5$ cm direndam dalam akuades sambil diaduk dengan pengaduk besi selama satu jam pada temperatur kamar. Kemudian digerus dan disaring dengan saringan 100 mesh lolos, kemudian direndam dalam akuades selama satu jam. Kemudian endapan yang bersih dikeringkan dalam oven pada temperatur 100 °C selama 3 jam. Kemudian Zeolit yang telah dibersihkan dan digerus hingga lolos 100 mesh dikalsinasi dengan dialiri gas nitrogen pada temperatur 500 °C selama 4 jam, kemudian dioksidasi dengan oksigen pada temperatur 400 °C selama 1,5 jam, sehingga diperoleh adsorben NZ.

Kemudian sampel adsorben NZ direndam dalam larutan HF 1% dengan perbandingan volume 1:2 dalam wadah plastik, selama 10 menit pada temperatur kamar. Kemudian disaring dan dicuci berulang-ulang dengan akuades sampai pH=6. Kemudian dilanjutkan dengan proses refluks dengan HCl 6 M. Sampel adsorben NZ kemudian direfluks dengan menggunakan HCl 6 M selama 30 menit

pada temperatur 90 °C sambil diaduk dengan pengaduk magnet. Setelah itu dilanjutkan dengan penyaringan dan pencucian dengan akuades hingga pH = 6. Kemudian dikeringkan dan dihaluskan sehingga diperoleh adsorben NZA.

Adsorben NZA kemudian dikeringkan dengan *Vacuum Drying Oven* dengan tekanan 20 cmHg selama 3 jam temperatur 130°C. Proses selanjutnya adalah perlakuan NH₄Cl 1M, yaitu adsorben NZA dan NH₄Cl 1M dipanaskan pada temperatur 90°C selama 3 jam setiap hari dan dilakukan dengan diulang-ulang setiap hari selama satu minggu dan digojog setiap satu jam selama pemanasan. Setelah selesai, zeolit disaring dan dicuci dengan akuades hingga pH = 6, dikeringkan dalam oven pada temperatur 120°C hingga 130°C. Setelah dingin NZA tersebut dihaluskan dan diletakan dalam cawan porselin dan dikalsinasi selama 4 jam, temperatur 500°C dalam *Muffle Furnace* (kalsinasi tanpa gas nitrogen). Sampel didinginkan dan dilanjutkan dengan proses hidrotermal selama 5 jam, temperatur 500°C. Hasil didinginkan dan dilanjutkan dengan proses kalsinasi dengan gas nitrogen, selama 3 jam pada temperatur 500°C, didinginkan dan dilanjutkan dengan oksidasi dengan gas oksigen, selama 2 jam pada temperatur 400°C. Selanjutnya didinginkan dan diperoleh adsorben H₅-NZA (**H-zeolit**).

Uji Aktivitas Adsorben dengan Reaktor Fluid fixed bed

Sebanyak 50 mL sampel minyak *jelantah* yang telah disaring dengan kertas saringdimasukan ke dalam reaktor *fluid fixed bed* yang telah ditempatkan ke dalamnya 10 gram adsorben H-Zeolit (H₅-NZA). Sebelum dimulai, terlebih dahulu dimasukan gas nitrogen ke dalam reaktor untuk mencegah proses oksidasi lebih lanjut. Selanjutnya reaktor dipanaskan



pada variasi temperatur, yaitu 50, 70, 90, dan 110 °C selama 30 menit dan minyak goreng jelantah dialirkan ke dalam kolom reaktor hingga mengalir melalui adsorben sehingga diperoleh produk dari proses tersebut. Selanjutnya minyak goreng hasil proses tersebut dianalisis mengenai kadar air, bilangan asam, bilangan peroksida, dan massa jenis.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

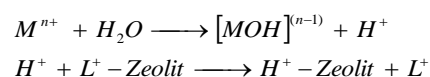
A. Kandungan kation dalam adsorben

Pada proses pembuatan adsorben diperlukan tahapan dekationisasi yang bertujuan untuk menurunkan kandungan kation dalam adsorben. Kation yang dimaksud pada umumnya dalam Ca, Na, Fe, K, Mg, Pb, Zn, Cu, Zn, dll. Kation tersebut pada umumnya bersifat mengotori bahkan dapat menimbulkan peracunan pada adsorben. Peracunan yang dimaksud adalah peristiwa interaksi senyawa yang berasal dari umpan (feed) dengan permukaan aktif adsorben yang bersifat cenderung kuat atau permanen. Jika hal ini terjadi maka aktivitas adsorben akan menurun, karena adanya penurunan jumlah situs aktif adsorben.

Penurunan kandungan kation dalam sampel adsorben disebabkan oleh adanya perlakuan dengan HF 1 %, perlakuan asam (HCl). Kation-kation yang terdapat dalam zeolit yang belum diproses berada dalam bentuk oksida atau penetral muatan negatif dari Al dalam kerangka zeolit (*framework*). Pada penggunaan zeolit sebagai adsorben, keberadaan oksida-oksida logam tersebut menjadi bersifat sebagai pengotor atau pengganggu dalam fungsinya sebagai adsorben, sehingga akan berpengaruh cukup signifikan terhadap aktivitas katalitiknya. Pada proses aktivasi zeolit sebagai adsorben, oksida-oksida tersebut akan larut selama perendaman ke dalam larutan HF 1% dan dalam proses

refluks dengan larutan HCl 6 M. Pada proses aktivasi tersebut juga menyebabkan proses dealuminasi dalam struktur zeolit yaitu peristiwa lepasnya Al dalam kerangka zeolit (*Al framework*) menjadi Al diluar *framework* yang akan berdampak pada peningkatan rasio Si/Al.

Secara umum kation-kation monovalen dalam zeolit, bersifat sebagai pengotor yang dapat mendeaktivasi sampel adsorben, sedangkan kation divalen, trivalen dan polivalen dapat meningkatkan aktivitas kinerja adsorben dalam reaksi-reaksi tertentu (Setyawan, 2001). Keadaan ini disebabkan karena kation divalen, trivalen dan polivalen akan mengalami reaksi hidrolisis dengan adanya uap air dan membentuk situs asam Bronsted.



B. Keasaman adsorben

Pengukuran keasaman adsorben dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri berdasarkan selisih berat zeolit sesudah dan sebelum mengadsorpsi gas amonia (NH₃). Oleh karena itu keasaman diukur berdasarkan jumlah NH₃ (mmol) yang teradsorpsi pada permukaan adsorben dalam tiap berat adsorben yang akan diukur keasamannya. Keasaman adsorben menggambarkan banyaknya (jumlah) situs asam bronsted dan lewis. Situs asam tersebut akan sangat berpengaruh dalam proses kemisorpsi asam lemak bebas pada permukaan adsorben. Perlakuan asam (HF 1%, HCl 6 M, NH₄Cl 1 M) sangat signifikan untuk meningkatkan keasaman adsorben. Proses hidrotermal tidak signifikan dalam meningkatkan keasaman adsorben, akan tetapi proses tersebut cenderung untuk meningkatkan stabilitas kristalinitas adsorben.



C. Rasio Si/Al dalam adsorben

Rasio Si/Al adalah perbandingan jumlah mol Si terhadap jumlah mol Al (rasio Si/Al) menggambarkan kesesuaian antara permukaan adsorben terhadap umpan atau reaktan yang dikenakan kepadanya. Twaiq (2003) mengatakan bahwa suatu adsorben dengan rasio Si/Al yang rendah cenderung sesuai dengan senyawa umpan (reaktan) yang bersifat polar. Sebaliknya jika suatu adsorben memiliki rasio Si/Al yang tinggi akan memiliki kecenderungan untuk sesuai dengan senyawa umpan (reaktan) yang bersifat non polar. Batasan tinggi atau rendahnya kandungan rasio Si/Al relatif tidak pasti, tetapi pada umumnya rasio Si/Al yang lebih besar dari 30 cenderung dikatakan tinggi. Karena kesesuaian permukaan dengan senyawa umpan (reaktan) tidak hanya ditentukan oleh rasio Si/Al saja, akan tetapi juga ditentukan oleh keasaman adsorben, kandungan kation adsorben dan distribusi jari – jari pori adsorben.

Perlakuan asam cukup signifikan untuk meningkatkan rasio Si/Al adsorben. Peningkatan rasio Si/Al adsorben terjadi karena adanya proses dealuminasi dari adsorben tersebut. Dealuminasi adalah suatu proses pelepasan Al dari dalam *framework* zeolit ke luar *framework* zeolit (Al_2O_3). Pada umumnya peristiwa dealuminasi juga diikuti peristiwa dekationisasi dan penurunan ukuran jari-jari pori sampai bergeser hingga daerah mikropori.

D. Luas permukaan spesifik adsorben

Luas permukaan adsorben didefinisikan sebagai banyaknya permukaan (bidang kontak) yang terdapat dalam satuan-satuan berat adsorben. Jika permukaan adsorben luas maka probabilitas reaktan / umpan untuk teradsorpsi pada permukaan adsorben akan semakin tinggi

dengan demikian dapat meningkatkan aktivitas adsorben.

Perlakuan asam terhadap zeolit yang telah di gerus hingga lolos saringan 100 mesh sangat efektif dalam membersihkan pengotor dalam pori zeolit dan permukaan zeolit. Pembersihan terjadi karena adanya pelarutan dari senyawa pengotor (senyawa organik atau anorganik) dalam pelarut asam yang digunakan (HF 1% dan HCl 6 M). Pada proses hidrotermal hanya meningkatkan luas permukaan spesifik 5 %. Pada proses hidrotermal terjadi pembersihan pori dan permukaan adsorben oleh uap air pada temperatur 500 °C dan meningkatkan stabilitas termal pada kerangka adsorben.

Penentuan luas permukaan adsorben diukur dengan menggunakan metode BET, yaitu dengan teknik adsorpsi N_2 pada temperatur yang sangat rendah 77 K. Banyaknya nitrogen yang teradsorpsi pada permukaan adsorben atau padatan dan membentuk lapisan tunggal (monolayer) menggambarkan banyaknya permukaan (luas permukaan) yg terdapat pada adsorben.

E. Karakterisasi minyak goreng

1. Kadar air

Keberadaan air dalam minyak goreng menyebabkan adanya reaksi hidrolisis yang menyebabkan terurainya bentuk trigliserida menjadi asam lemak bebas yang dapat bereaksi lebih lanjut menjadi aldehid dan keton, yang merupakan indikasi terjadinya *rancidity* (tengik) pada minyak goreng.

Air dalam minyak goreng berada dalam bentuk koloid yang distabilkan adanya protein dalam minyak goreng. Sehingga untuk meningkatkan kualitas minyak goreng maka keberadaan air harus direduksi seminim mungkin. Pelepasan molekul air dari minyak goreng dapat pula



dilakukan dengan pemanasan akan tetapi perlakuan termal terhadap minyak goreng dapat menyebabkan terputusnya ikatan trigliserida.

Minyak goreng bekas mengalami peningkatan 10 kali lipat dari minyak goreng baru. Hal ini disebabkan karena keluarnya air dari kerupuk, tahu, dan tempe yang sedang digoreng. Setelah adanya perlakuan dengan zeolit, maka kadar air pada minyak goreng bekas menurun. Dari hasil perhitungan dengan menggunakan analisa varians dua arah diketahui bahwa interaksi antara adsorben dan temperatur memberikan pengaruh secara signifikan pada profil kadar air minyak goreng jelantah setelah perlakuan dengan zeolit, selain itu jenis adsorben dan kenaikan atau penurunan temperatur juga memberikan pengaruh yang signifikan. Kemampuan zeolit dalam menurunkan kadar air pada minyak goreng bekas didapatkan profil sebagai berikut:

$H_5\text{-NZA} > \text{NZA}$

Keadaan ini kemungkinan disebabkan adanya ikatan hydrogen dari situs aktif (situs asam Bronsted) dengan atom oksigen dari air.

Luas permukaan spesifik $H_5\text{-NZA}$ relatif lebih besar jika dibandingkan dengan NZA , peningkatan ini terutama disebabkan karena pembukaan pori-pori zeolit. Semakin tinggi luas permukaan spesifik maka situs aktif zeolit akan semakin meningkat pula. Situs aktif H^+ pada adsorben $H_5\text{-NZA}$ lebih banyak daripada situs aktif pada adsorben NZA . Hal inilah yang menyebabkan penurunan kadar air setelah diberi perlakuan dengan $H_5\text{-NZA}$. Setelah adanya perlakuan pengasaman dan hidrotermal menyebabkan pengotor pada zeolit menjadi terlarut dan menjadikan pori-pori terbuka, sehingga $H_5\text{-NZA}$ memiliki daya adsorpsi yang lebih besar. Perlakuan hidrotermal akan mengakibatkan terbentuknya situs

asam Bronsted, hal ini berarti juga akan menyebabkan terbentuknya situs-situs aktif pada adsorben yang berperan dalam reaksi katalitik (chemisorpsi) penurunan kadar air pada minyak goreng jelantah. Proses chemisorpsi berbeda dengan proses fisisorpsi atau yang sering disebut adsorpsi. Profil grafik antara $\ln [X_{ads}]$ dengan temperatur pada proses fisisorpsi merupakan garis lurus atau linier, sedangkan pada chemisorpsi terdapat titik optimum yang menggambarkan $[X_{ads}]$ efektif yang memberikan penyerapan maksimal. Profil kadar air dengan temperatur pada proses peningkatan kualitas jelantah memberikan hasil penurunan yang optimum pada temperatur 70°C . Hal ini menggambarkan bahwa penurunan kadar air cenderung merupakan suatu proses chemisorpsi.

2. *Bilangan asam*

Bilangan asam minyak goreng jelantah mengalami peningkatan disbanding minyak goreng baru.

Penurunan bilangan asam terjadi setelah minyak goreng jelantah dilewatkan pada reactor fluid fixed bed dengan adsorben NZA dan $H_5\text{-NZA}$. Dari hasil analisa data dengan menggunakan analisa varians dua arah, diperoleh kesimpulan bahwa factor adsorben dan temperature serta interaksi keduanya memberikan pengaruh secara signifikan pada profil bilangan asam. Kesimpulan $H_5\text{-NZA}$ memberikan dampak penurunan bilangan asam lebih baik daripada NZA .

Minyak yang digunakan berulang kali akan meningkatkan asam lemak bebas yang terbentuk dari reaksi hidrolisis dengan adanya air, temperatur yang tinggi dan proses oksidasi pada ikatan rangkap (Atsushi, 2003). Asam lemak bebas ini akan berkurang ketika diberi perlakuan dengan adsorben $H_5\text{-NZA}$. Ada dua kemungkinan yang terjadi, kemungkinan pertama adanya



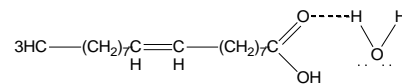
interaksi gugus karboksil asam lemak dengan atom H⁺ dari zeolit. Kemungkinan kedua adalah interaksi antara asam lemak dengan atom H⁺ zeolit melalui pembentukan jembatan air.

Seiring dengan meningkatnya luas permukaan spesifik pada adsorben H₅-NZA, situs aktif asam bronsted akan meningkat pula, yang berarti bahwa keasamannya meningkat pula. Adsorben NZA memiliki keasaman yang relatif lebih rendah daripada adsorben H₅-NZA, hal ini berarti situs aktif H⁺ adsorben NZA tidak sebanyak pada H₅-NZA, hal ini menyebabkan daya chemisorpsi dan kemampuan katalitik terhadap asam lemak bebas yang berkaitan dengan penurunan bilangan asam menjadi lebih rendah. Proses penurunan bilangan asam ini cenderung mengarah ke reaksi chemisorpsi karena adanya titik optimum pada grafik penurunan bilangan asam. Pengasaman pada NZA akan menyebabkan dealuminasi dan larutnya pengotor-pengotor pada zeolit disamping sedikit pembentukan situs asam. Namun, hidrotermal akan mengakibatkan terbentuknya situs aktif asam Bronsted yang jauh lebih banyak dibanding pada adsorben NZA.

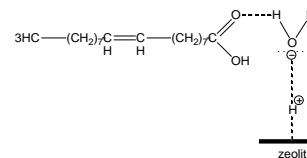
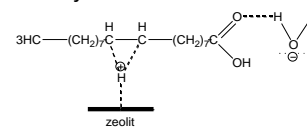
Interaksi asam lemak bebas dengan adsorben H₅-NZA dapat digambarkan sebagai interaksi antara gugus fungsi pada asam lemak dengan situs aktif (situs asam bronsted) pada zeolit H-Zeolit. Ikatan tersebut didasarkan pada interaksi situs polar dengan gugus fungsi yang bersifat polar. Sebagai konsekuensinya maka chemisorpsi antara asam lemak melalui gugs fungsi dengan permukaan polar zeolit terjadi cukup kuat, sehingga akan terjadi penurunan jumlah asam lemak bebas yang berpotensi menghasilkan aldehid dan keton yang merupakan indikator tengiknya suatu minyak goreng.

Interaksi asam lemak bebas dengan adsorben H₅-NZA melalui pembentukan jembatan air dapat digambarkan sebagai berikut :

Tahap pertama prediksi interaksi asam lemak bebas dengan molekul air.



Tahap kedua adalah prediksi interaksi asam lemak bebas-adsorben H₅-NZA melalui pembentukan jembatan air.



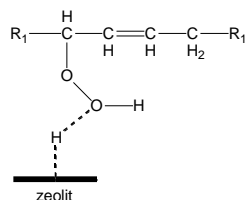
3. Bilanganperoksida

Hasil analisa data menggunakan analisa varians 2 arah untuk bilangan peroksida menunjukkan bahwa bilangan peroksida minyak goreng baru, bekas dan setelah pelakuan dengan zeolit bahwabilanganperoksidauntukminyak goreng jelantahmeningkatempat kali lipatdariminyak goreng baru. Menurut Ketaren (1986) bilangan peroksida merupakan suatu nilai untuk menentukan derajat kerusakan minyak. Pada umumnya asam lemak bersifat semakin reaktif terhadap oksigen dengan bertambahnya jumlah ikatan rangkap (Swee, 2006). Ikatan rangkap pada asam lemak tak jenuh karena oksigen membentuk peroksida sehingga bilangan peroksida dapat dinyatakan sebagai angka oksidasi. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan analisa varians dua arah diketahui bahwa adsorben dan interaksi adsorben-temperatur tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada perubahan bilangan peroksida, hanya temperatur saja yang mampu memberikan

pengaruh signifikan pada bilangan peroksida.

adsorben H₅-NZA memberikan hasil penurunan yang relatif lebih baik daripada NZA, terutama pada temperatur 70°C. Hal ini kemungkinan dikarenakan pada temperatur tersebut adsorben sudah mulai aktif dan tersedianya situs aktif yang lebih banyak pada adsorben. Adanya situs aktif ini ditandai dengan tingkat keasaman pada sampel zeolit. Peningkatan sisi asam Bronsted menyebabkan kekuatan asam akan terdistribusi secara menyeluruh untuk menyerang peroksida yang ada dalam minyak dan membentuk suatu ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen terjadi melalui interaksi antara oksigen pada gugus hidroksil hidroperoksida dengan atom hidrogen pada situs aktif adsorben.

Interaksi antara peroksida dengan adsorben H₅-NZA digambarkan sebagai berikut :



4. Massa jenis

Suatu sampel dapat diidentifikasi berdasarkan massa jenisnya. Massa jenis pada minyak tergantung dari berat molekul penyusunnya dan derajat ketidakterjenuhannya. Menurut Susanto (1987) dalam Astutik (2003), pada minyak jelantah berat jenis tergantung kadar air dan kadar kotoran yang tak larut selama penggorengan. Dengan menguji berat jenis minyak kita akan mengetahui tingkat kemurnian dan kejernihan minyak goreng.

Hasil analisa data menggunakan analisa varians 2 arah tidak ada pengaruh yang signifikan pada minyak goreng karena temperatur, adsorben, maupun interaksi keduanya. Penurunan berat jenis yang

paling baik terjadi setelah minyak goreng dilewatkan pada adsorben H₅-NZA terutama pada temperatur 70°C. Kemungkinan ini disebabkan karena adsorben yang aktif pada temperatur tersebut. Adsorben H₅-NZA memiliki jari - jari pori yang lebih kecil dibanding NZA, dengan luas permukaan spesifik yang juga lebih tinggi dibanding NZA, maka adsorben ini memiliki situs aktif yang juga relative lebih tinggi dibanding NZA sehingga aktivitas untuk proses chemisorpsi air dan fisorpsipengotor relative lebih baik disbanding adsorben NZA.

KESIMPULAN DN SARAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan pembahasan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan :

1. Jenis adsorben yang paling baik dari hasil penelitian ini adalah jenis H₅-NZA yang dioperasikan pada temperatur 70 °C dengan reactor *fluid fixed bed*.
2. Jenis adsorben NZ, NZA dan H₅-NZA mampu memperbaiki kualitas minyak goreng jelantah untuk jenis uji bilangan peroksida, bilangan penyabunan, asam lemak bebas dan densitas.

Saran yang perlu dimunculkan dari penelitian yang telah dilakukan ini adalah perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut dengan adsorben yang sama atau berbeda dengan menggunakan reactor *fluid fixed bed*.

DAFTAR PUSTAKA

- Atsushi Miyagi and Mitsutoshi Nakajima, 2003, *Regeneration of Frying Oils Using Adsorption Processing*, JAOCS 80:91-96.
- Atsushi Miyagi, Rangaswamy Subramanian and Mitsutoshi Nakajima, 2003, *Membrane and Additional Adsorption Processes for Quality Improvement of Used Frying Oils*, JAOCS 80: 927-932.
- Belitz, H.D., dan W. Grosch, 1999, *Food Chemistry*, second edition, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg



- Ketaren, 1986, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, Jakarta: Universitas Indonesia Pers
- Pais, Pilar, 1999, *Formation of Mutagenic/Carcinogenic Heterocyclic Amines in Heated Model Systems, Meats, and Meat Drippings*, Journal Agriculture Food Chemistry, No. 47, p. 1098-1108.
- Rietz, C.A. and J.J. Wanderstock, 1965, *A Guide to Selection, Combination and Cooking of Foods*, Connecticut: The Avi Publishing Company, Inc.
- Setyawan, P.H.D., 2002, *Pengaruh Perlakuan Asam, Hidrotermal dan Impregnasi Logam Kromium Pada Zeolit Alam dalam Preparasi Katalis*, Jurnal Ilmu Dasar, Universitas Jember, Volume 3 No.2, Juli 2002.
- Smith, J.M., 1992, *Chemical Engineering Kinetics*, second edition, New York: McGraw-Hill Book Co.
- Supple, B., Howard-Hildige, R., Esther Gonzalez-Gomez, and Leahy, J.J., 2002, *The Effect of Steam Treating Waste Cooking Oil on the Yield of Methyl Ester*, JAOCS 79: 175-178.
- Swee Yee Foo, Susan Cuppett and Vicki Schlegel, 2006, *Evaluation of SafTest™ Methods for Monitoring Frying Oil Quality*, JAOCS 83: 15-20.
- Sykes, Peter, 1995, *A Primer to Mechanism in Organic Chemistry*, Edinburgh: Addison Longman Ltd.
- Twaiq A., F., Asmawati Noor M. Zabidi, Abdul Rahman Mohamed and Subhash Bhatia, 2003, *Catalytic Conversion of Palm Oil Over Meso Porous Aluminosilicate MCM 41 for The Production of Liquid Hydrocarbon Fuel*, Fuel Processing Technology, vol.84, issues 1-3, page 105 – 120, Elsevier Science B.V., Publisher.
- Winarno, F.G., 1992, *Kimia Pangan dan Gizi*, cetakan ke-5, Jakarta: P.T. Gramedia Pustaka Utama

TANYA JAWAB

Penanya :lin Hindun

Pertanyaan :

Apakah minyak goreng jelantah dapat diolah atau digunakan untuk keperluan lain? Dan solusi bapak sebaiknya minyak jelantah tersebut dibuang atau dialihkan menjadi yang lain?

Jawab:

Dapat diolah untuk ditingkatkan kualitasnya dan setelah digunakan 2-3 kali bias diolah jadi biodiesel atau biogasoline. Solusi dari saya adalah lebih baik dialihkan menjadi biodiesel atau biogasoline tersebut.

