

PENINGKATAN MUTU MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN ADSORBEN DARI KERTAS KORAN BEKAS

Edy Agustian Yazid^{*)}, Murti Cahya Ningsih

^{*)}Akademi Analis Kesehatan Delima Husada Gresik

Email korespondensi: estien_y@yahoo.co.id

ABSTRAC

Used cooking oil is cooking oil that has been used repeatedly and has been damaged. Cooking oil which has been damaged in quality becomes down and unhealthy if consumed. The number of peroxide and free fatty acid (FFA) is one of the determining parameters for the quality of cooking oil. The low content of the amount of peroxide and FFA shows the good quality of cooking oil. This study aims to improve the quality of used cooking oil using adsorbents from used newsprint. The number of peroxide numbers was determined by the spectrophotometric method at a maximum wavelength of 205 nm and the FFA level using the alkalimetry method. The results showed the highest decrease in peroxide and FFA levels on the addition of 2.0 gram adsorbent concentration with 15 minutes immersion time of 41.8% and 52.5%, for 30 minutes immersion, there was a decrease of 65.5% and 80%.

Key words: Used cooking oil, adsorbent, used newspaper

PENDAHULUAN

Minyak goreng merupakan salah satu kebutuhan pokok bagi manusia biasanya digunakan sebagai media pengolah bahan makanan. Minyak goreng berperan sebagai penghantar panas, penambah nilai kalori bahan pangan (Winarno, 2002), sebagai pelarut dan sumber dari vitamin A, D, E dan K (Sutiah, dkk., 2008).

Penggunaan minyak goreng umumnya jarang dilakukan sekali pakai, tetapi sering digunakan secara berulang-ulang terutama bagi para pedagang kaki lima atau penjual bahan makanan gorengan. Menurut Ramdja, dkk (2010), minyak goreng hasil pemakaian secara berulang tersebut biasa dikenal dengan minyak jelantah atau minyak goreng bekas. Minyak jelantah merupakan minyak goreng yang telah mengalami kerusakan sehingga terjadi perubahan sifat fisikokimia dari minyak. Kerusakan minyak akan menurunkan mutu dan nilai gizi bahan pangan yang digoreng, menghilangkan sebagian vitamin dan asam lemak esensial

yang terdapat dalam minyak (Ketaren, 2005).

Kerusakan pada minyak jelantah diakibatkan oleh proses oksidasi dan hidrolisis pada pemanasan suhu tinggi selama penggorengan (Kalapathy dan Proctor, 2000). Rusaknya minyak menyebabkan warna menjadi gelap, berbau tengik, cita rasa tidak enak serta meningkatnya angka peroksida (AP) dan jumlah asam lemak bebas (ALB) (Kusumastuti, 2004). Pada minyak jelantah dihasilkan berbagai senyawa seperti aldehid, keton, alkohol, hidrokarbon, senyawa aromatis dan peroksida yang bersifat toksik dan asam lemak bebas yang sukar dicerna oleh tubuh (Ketaren, 2005 dan Lokmanto, 2010). Kandungan peroksida pada minyak jelantah bersifat tidak stabil, mudah terdekomposisi oleh proses polimerisasi menghasilkan senyawa radikal bebas yang berpotensi memicu timbulnya penyakit kanker, menyempitnya pembuluh darah dan gatal pada tenggorokan (Ketaren, 2005).

Minyak jelantah dapat dimanfaatkan kembali melalui proses pengolahan dan pemurnian agar diperoleh kualitas minyak yang lebih baik. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk memperbaiki mutu minyak goreng bekas dengan pengolahan yang berbeda. Diantaranya dengan cara menambahkan bahan kimia seperti magnesium silikat (Munson, 1997), senyawa alkali (Nagasaku, dkk., 2002), menggunakan membran (Wulyoadi, dkk., 2004), penambahan zeolit (Kusumastuti, 2004 dan Widayat, dkk., 2005), silika (Levy, 2003) dan menggunakan adsorben dari arang aktif dari buah kelor (Aiyah, dkk., 2010), ampas tebu (Ramdja, 2010), arang sekam padi (Wahjuni, 2010) dan tempurung keluak (Puspita dan Tjahjani, 2018).

Penggunaan adsorben merupakan metode alternatif yang lebih efektif dan murah karena memanfaatkan limbah pertanian atau produk samping seperti gabah padi, kulit kedelai, jerami, biji kapas, kulit kayu, kertas koran bekas dan lain-lain. Produk samping tersebut umumnya kaya akan kandungan selluosa dan hemisellulosa sehingga dapat digunakan sebagai adsorben.

Kertas seperti koran merupakan bahan yang mengandung komponen selulosa (50,1%), hemiselulosa (16,8) dan lignin (18,1%) (Dahlan, dkk., 2013). Komponen selulosa, hemisellulosa dalam kertas koran mengandung gugus senyawa polar seperti alkohol, sehingga memiliki kemampuan mengikat senyawa lain (Deghani, *et al.*, 2015). Menurut Chakravarty, *et al.*, (2008), pulp kertas koran adalah bahan selulosa kompleks yang terdiri dari bubur termomekanik yang memiliki kemampuan penyerapan.

Penelitian ini bertujuan memanfaatkan kertas koran bekas untuk meningkatkan mutu dari minyak jelantah dengan cara mengurangi kadar peroksida dan asam lemak bebasnya. Kertas koran bekas mudah didapat dan berpotensi sebagai adsorben yang memiliki kemampuan menyerap zat warna, suspensi koloid, serta hasil degradasi dari minyak seperti peroksida dan asam

lemak bebas sehingga dapat memperbaiki mutu minyak jelantah.

BAHAN DAN METODE

Bahan Penelitian

Bahan utama yang diperlukan dalam penelitian ini adalah kertas koran bekas yang sudah tidak digunakan dan minyak jelantah yang diambil dari pedagang kaki lima di kota Gresik. Bahan lainnya yang digunakan adalah larutan peroksida 3%, natrium hidroksida (NaOH), kalium hidroksida (KOH), Asam oksalat ($H_2C_2O_4$), indikator phenolptalien (PP), alkohol netral 95%, kloroform, air suling (akuades).

Alat Penelitian

Penelitian ini menggunakan instrumen spectrophotometer UV-1600PC dengan sel kuarsa 10 mm. Peralatan lainnya adalah neraca analitik, Pompa vakum, pengaduk magnetik (*magnetic stirrer*), alat pemotong kertas, kain saring tipis, kertas saring Whatman No. 42, kaki tiga, pendingin tegak dan satu set peralatan gelas untuk keperluan titrasi.

Metode Penelitian

Percobaan dilakukan dengan menambahkan adsorben dari koran bekas dengan massa 0,5 gram; 1,0 gram; 1,5 gram dan 2,0 gram ke dalam 100 ml minyak jelantah yang sudah disaring menggunakan kain saring. Proses adsorpsi dilakukan pada suhu kamar dengan variasi waktu masing-masing selama 15 menit dan 30 menit dengan pengadukan menggunakan pengaduk magnetik skala 4,5. Masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali.

Analisis hasil percobaan meliputi 2 parameter, yaitu penentuan angka peroksida menggunakan metode spektrofotometri dan asam lemak bebas yang dianalisis dengan metode alkalimetri menggunakan larutan baku sekunder kalium hidroksida.

PROSEDUR

Preparasi pembuatan adsorben

Kertas koran bekas dipotong kecil-kecil dengan ukuran yang seragam kemudian direndam selama 12 jam agar serat pada kertas menjadi lunak. Selanjutnya kertas dihancurkan dengan blender selama 1-2 menit dengan perbandingan 1: 4. Bubur kertas (pulp) yang diperoleh diperas dengan bantuan kain saring untuk menghilangkan airnya kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 1 jam.

Aktivasi kimia adsorben

Pulp kertas koran kering diaktivasi dalam larutan NaOH 10% dengan rasio 1:4 (b/b) (Herlenasari, dkk., 2017). Campuran diaduk menggunakan pengaduk magnetik selama 1 jam untuk menghilangkan berbagai kotoran yang masih tertinggal seperti debu dan tinta. Kertas koran yang telah menjadi pulp kemudian disaring menggunakan pompa vakum dan dicuci dengan air suling sampai pH 6,5 – 7,0. Selanjutnya, pulp kertas koran dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C hingga diperoleh berat yang konstan. Hasil pulp kertas koran kering selanjutnya digunakan dalam percobaan sebagai adsorben untuk menyerap senyawa peroksida dan asam lemak bebas dari minyak jelantah.

Adsorbsi pada Minyak Jelantah

Minyak jelantah terlebih dahulu disaring menggunakan kain tipis untuk menghilangkan kotoran padatan atau rempah-rempah. Minyak hasil penyaringan diambil 100 ml dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml yang sudah disiapkan. Masing-masing erlenmeyer yang berisi minyak jelantah ditambahkan adsorben dari kertas koran bekas sebanyak 0,5 gram, 1,0 gram; 1,5 gram dan 2,0 gram kemudian dibiarkan pada suhu kamar sambil diaduk dengan pengaduk magnetik selama 15 menit dan 30 menit. Selanjutnya campuran disaring dengan kertas saring Whatman No. 42 menggunakan pompa vakum. Hasil penyaringan merupakan sampel minyak

jelantah untuk dilakukan analisis kadar peroksida dan asam lemak bebasnya.

Analisis Peroksida

Penentuan λ_{maks} . Diambil 2,0 ml larutan peroksida 3% yang baru dibuat lalu dimasukkan kedalam labu ukur 50 ml, ditambahkan akuades sampai tanda batas dan dikocok sampai homogen. Larutan dibaca serapannya dengan spektrofotometer UV-1600PC pada panjang gelombang 200-300 nm. Panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk membuat larutan standar dan penentuan kadar peroksida.

Penentuan kurva standar. Dibuat serial konsentrasi larutan standar peroksida dengan mengambil larutan peroksida 3% masing-masing 0,5 ml; 1,0 ml ; 1,5 ml; 2,0 ml; dan 2,5 ml menggunakan mikroburet dan dimasukan kedalam labu ukur 50 ml. Larutan diencerkan sampai tanda batas dan dikocok sampai homogen sehingga didapat konsentrasi larutan standar 0,03%; 0,06%; 0,09%; 0,12%; 0,15%. Larutan standar dibaca serapannya menggunakan blanko pelarut pada λ_{maks} .

Penentuan angka peroksida. Diambil 2,0 ml sampel minyak jelantah yang telah diperlakukan dengan adsorben kertas koran bekas, dimasukkan pada labu ukur 50 ml dan diencerkan dengan klorofom sampai tanda batas. Campuran dikocok sampai homogen dan dibaca serapannya menggunakan blanko pelarut pada panjang gelombang maksimum.

Analisis Asam Lemak Bebas (ALB)

Ditimbang 20 g sampel minyak jelantah dimasukkan kedalam erlenmeyer 250 ml dan ditambah 50 ml alkohol netral 95%. Larutan dipanaskan selama 10 menit dalam penangas air sambil direfluks menggunakan pendingin tegak. Setelah dingin larutan ditambahkan indikator PP 2-3 tetes dan dititrasi dengan larutan KOH 0,1 N yang telah distandarisasi sampai timbul warna merah jambu yang tidak hilang

selama 30 detik. Volume titrasi dicatat dan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Kadar asam lemak bebas dinyatakan sebagai % ALB, yaitu kadar asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak jelantah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan melalui tiga tahap, pertama pembuatan adsorben dari kertas koran bekas dengan cara merendam kertas koran yang sudah dipotong kecil-kecil kedalam akuades untuk membersihkan kotoran dalam kertas dan membuat lunak serat kertas sehingga diperoleh bubur kertas (pulp) yang sudah dikeringkan.

Tahap kedua, adsorben yang diperoleh dari tahap pertama dilakukan aktivasi menggunakan bahan kimia dengan merendamnya menggunakan larutan NaOH 10%. Tujuan dari proses ini adalah untuk menghilangkan sisa kotoran debu atau tinta yang masih tertinggal serta memperbaiki struktur adsorben guna meningkatkan kemampuan penyerapan. Tahap ketiga, merupakan bagian dari perlakuan, yaitu dilakukan dengan mengontakkan adsorben dari koran bekas dengan sampel minyak jelantah agar terjadi proses adsorpsi peroksida dan asam lemak bebasnya.

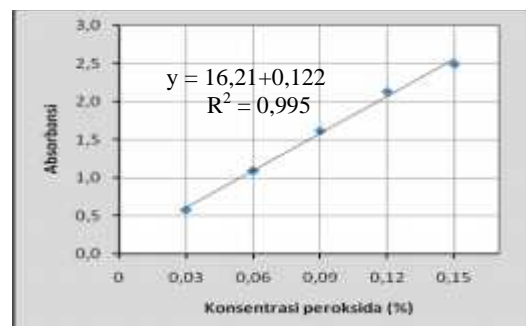
Panjang Gelombang Maksimum

Sebelum dilakukan analisis angka peroksida dilakukan pengukuran serapan larutan peroksida dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 200-400 nm. Hasil pengukuran didapatkan panjang gelombang maksimum 205 nm dengan serapan 2,199. Panjang gelombang tersebut selanjutnya digunakan untuk mengukur serapan larutan standar peroksida dan kadar peroksida dalam sampel minyak jelantah.

Kurva Standar

Kurva standar larutan peroksida didapatkan linearitas yang baik sesuai hukum Lambert-Beer dengan rentang konsentrasi 0,03%-0,15%. Berdasarkan kurva standar diperoleh suatu persamaan

regresi linear $y = 16,21x + 0,122$ dengan koefisien korelasi $r = 0,999$. Nilai r mendekati 1,0 menunjukkan linearitas yang baik (Gambar 1).



Gambar 1. Kurva standar larutan peroksida

Analisis Angka Peroksida

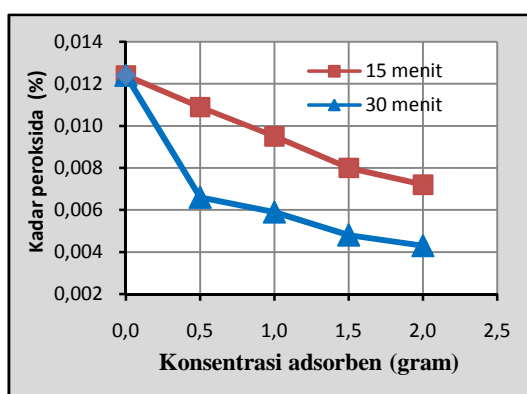
Hasil kadar peroksida dalam minyak jelantah sebelum dan setelah penambahan adsorben kertas koran bekas tercantum pada Tabel 1. Sebelum penambahan adsorben didapat kadar peroksida sebesar 0,0124%. Setelah penambahan adsorben 0,5 gram; 1,0 gram; 1,5 gram dan 2,0 gram dengan waktu perendaman 15 menit masing-masing didapat 0,0109%; 0,0095%; 0,0080% dan 0,0072% dan untuk perendaman selama 30 menit diperoleh berturut-turut 0,0066%, 0,0059%, 0,0048% dan 0,0043%.

Tabel 1. Kadar peroksida dalam minyak jelantah dengan penambahan adsorben kertas koran bekas

Jumlah Adsorben (gram)	Waktu perendaman (menit)	Absorbansi*	Peroksida (%)
0	0	0,323	0,0124
0,5	15	0,299	0,0109
	30	0,229	0,0066
1,0	15	0,276	0,0095
	30	0,217	0,0059
1,5	15	0,252	0,0080
	30	0,199	0,0048
2,0	15	0,239	0,0072
	30	0,192	0,0043

*rata-rata dari tiga kali ulangan

Berdasarkan hasil pada Tabel 1, menunjukkan penambahan adsorben dari kertas koran bekas dapat menurunkan kadar peroksida pada minyak jelantah. Penurunan kadar peroksida terjadi seiring dengan meningkatnya konsentrasi adsorben dan lamanya waktu perendaman dengan minyak jelantah. Menurut Mardina, dkk., (2012), semakin lama waktu operasi adsorben, maka semakin lama waktu kontak antara adsorben dengan adsorbat. Kapasitas adsorben juga akan berpengaruh terhadap luas bidang kontak antara adsorben dengan adsorbat (peroksida). Dari hasil penelitian penurunan tertinggi kadar peroksida didapatkan pada penambahan konsentrasi adsorben 2,0 gram dengan waktu perendaman selama 15 menit dan 30 menit masing-masing mencapai 41,9% dan 65,3%. Grafik penurunan kadar peroksida dengan penambahan adsorben tercantum pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik penurunan kadar peroksida terhadap penambahan adsorben kertas koran bekas.

Adsorben kertas koran memiliki kemampuan penyerapan terhadap peroksida karena kaya kandungan selulosa dan hemiselulosa yang memiliki gugus senyawa polar (hidroksil) seperti alkohol (Deghani, et al., 2015). Selulosa dalam kertas koran memiliki afinitas yang besar terhadap zat terlarut yang bersifat polar. Senyawa peroksida yang terdapat dalam minyak jelantah bersifat polar sehingga mudah diserap oleh selulose dari adsorben (Rahayu, dkk., 2014).

Tingginya kadar peroksida dalam minyak jelantah menentukan derajad kerusakan pada minyak sebagai akibat terjadinya oksidasi pada proses pemanasan. Peroksida memberikan pengaruh bau tengik pada minyak dan berpotensi memicu timbulnya penyakit yang berbahaya bagi kesehatan jika dikonsumsi. Melalui penambahan adsorben dari kertas koran bekas dapat menurunkan kadar peroksida sehingga memperbaiki mutu minyak jelantah.

Analisis Asam Lemak Bebas

Pada tabel 2 tercantum hasil kadar ALB dalam minyak jelantah sebelum dan setelah penambahan adsorben kertas koran bekas. Sebelum penambahan adsorben didapat kadar ALB sebesar 2,052%. Setelah penambahan adsorben sebanyak 0,5 gram, 1,0 gram, 1,5 gram dan 2,0 gram dengan waktu perendaman 15 menit masing-masing didapatkan kadar ALB 1,796%; 1,488%; 1,231% dan 0,975%. Sedangkan untuk perendaman selama 30 menit diperoleh kadar ALB berturut-turut 1,129%, 0,975%, 0,616% dan 0,410%.

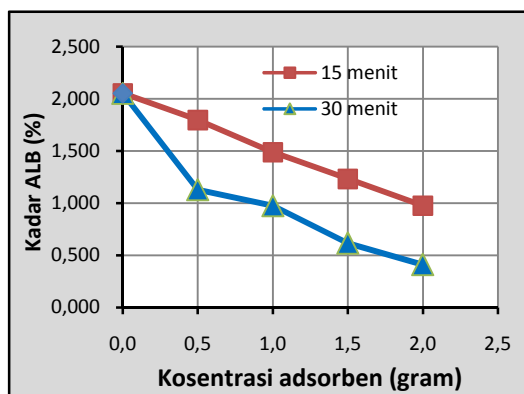
Tabel 2. Kadar ALB dalam minyak jelantah dengan penambahan adsorben kertas koran bekas

Jumlah Adsorben (gram)	Waktu Perendaman (menit)	Volume KOH (ml)*	ALB (%)
0	0	2,00	2,052
0,5	15	1,75	1,796
	30	1,10	1,129
1,0	15	1,45	1,488
	30	0,95	0,975
1,5	15	1,20	1,231
	30	0,60	0,616
2,0	15	0,95	0,975
	30	0,40	0,410

*rata-rata dari tiga kali ulangan

Berdasarkan pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa penambahan adsorben kertas koran bekas memberikan pengaruh signifikan terhadap penurunan kadar ALB pada minyak jelantah.

Penurunan ALB terjadi seiring dengan meningkatnya konsentrasi adsorben dan lamanya waktu perendaman. Penurunan tertinggi ALB didapat pada penambahan konsentrasi adsorben 2,0 gram untuk waktu perendaman 15 menit dan 30 menit masing-masing sebesar 52,5% dan 80%. Grafik penurunan kadar ALB dengan penambahan adsorben tercantum pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik penurunan kadar ALB terhadap penambahan adsorben kertas koran bekas.

Kertas koran bekas mengandung komponen senyawa organik seperti selulosa dan hemiselulosa yang memiliki gugus fungsi alkohol bersifat polar. Menurut Ozgul dan Turkay (2003), gugus fungsi dari senyawa organik merupakan faktor yang memengaruhi afinitas adsorpsi. Minyak dan Proctor (1993), melaporkan bahwa gugus fungsional asam akan teradsorpsi dengan baik pada permukaan polar. Asam lemak bebas merupakan senyawa turunan asam karboksilat yang memiliki gugus fungsi asam ($-\text{COOH}$), sehingga akan mudah teradsorpsi oleh adsorben dari koran bekas yang memiliki permukaan gugus polar.

Asam lemak bebas dalam minyak jelantah dihasilkan dari proses hidrolisis selama pemanasan. Minyak yang sering dipakai untuk memanaskan atau menggoreng akan mengalami kerusakan sehingga meningkatkan jumlah ALB yang terkandung dalam minyak. Kadar asam lemak bebas maupun peroksida merupakan parameter penentu mutu dari minyak goreng. Semakin tinggi kadar kedua

senyawa tersebut menunjukkan rendahnya mutu minyak goreng tersebut. Minyak murni dengan mutu yang masih baik umumnya tidak mengandung senyawa peroksida dan ALB karena semua asam lemaknya masih terikat dalam molekul minyak atau lemak (trigliserida).

KESIMPULAN

Penggunaan kertas koran bekas dapat digunakan sebagai adsorben untuk meningkatkan mutu dari minyak jelantah melalui parameter penurunan kadar peroksida dan asam lemak bebas. Hasil penelitian diperoleh penurunan tertinggi kadar peroksida dan asam lemak bebas pada penambahan konsentrasi adsorben 2,0 gram dengan waktu perendaman 15 menit masing-masing sebesar 41,8% dan 52,5% dan untuk perendaman selama 30 menit didapatkan penurunan 65,5% dan 80%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Laboratorium Departemen Kimia, Akademi Analis Kesehatan Delima Husada Gresik, yang telah memfasilitasi pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, S., Yulianti, E., Fasya, A.G., 2010, Penurunan Angka Peroksida Dan Asam Lemak Bebas (Ffa) pada Proses *Bleaching* Minyak Goreng Bekas oleh Karbon Aktif Polong Buah Kelor (*Moringa Oleifera*. Lamk) dengan Aktivasi NaCl, *Alchemy*, 1(2): 53-103.
- Chakravarty, S., Pimple, S., Chaturvedi, H.T., Singh, S., Gupta, K.K., 2008, Removal of Copper From Aqueous Solution Using Newspaper Pulp as an Adsorbent: *Journal of Hazardous Materials*, 159: 396-403.
- Deghani, M.H., Sanaei, D., Ali, I., Bhatmagar, A., 2016, Removal of Chromium (VI) from aqueous solution

- using treated waste newspaper as a low-cost adsorbent: Kinetic modelling and isotherm studies. *Journal of Molecular Liquid*, 215: 671 – 679. doi: 10.1016/j.molliq.2015.12.057.
- Dahlan, I., Hassa, S.R., Hakim, M.L., 2013, Removal of iron (Fe²⁺) from aqueous solutions using siliceous waste sorbent. *Sustain. Environ. Res.*, 23(1): 41-48.
- Herlenasari, Agustina, Sari, M.P., Mardiah, 2017. Pembuatan Adsorben Dari Koran Bekas Untuk Mengurangi Kadar Fe dan Cu dalam Air Limbah, *Journal Of Chemical Process Engineering*, 02(01): 16-22.
- Kalapathy, U., and Proctor, A., 2000, A New Method for Free Fatty Acid Reduction in Frying Oil Using Silicate Films Produced from Rice Hull Ash, *JAOCs*, 77: 593-598.
- Ketaren, S., 2005, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, UI-Press, Jakarta.
- Kusumastuti, 2004, Kinerja Zeolit dalam Memperbaiki Mutu Minyak Goreng Bekas, *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 15(2) : 141-144.
- Levy, 2003, Methods and Compositions for Purifying Edible Oil, *US Paten No. 6.638.551*.
- Lokmanto, B.A., 2010, *Evaluasi Bilangan Peroksida dan Titik Asap Minyak Goreng*, Skripsi, Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Mardina, P., Faradina, E dan Setiawati, N., 2012, Penurunan Angka Asam Pada Minyak Jelantah, *Jurnal Kimia*, 6(2): 196-200.
- Munson, J. R., 1997, Treatment of Cooking Oils and Fats With Magnesium Silicate and Alkali Materials, *US Paten No. 5.597.60*.
- Minyu, J and Proctor, A., 1993, The Effect of Added Solvents on Soy Oil Lutein Adsorption by Silicic Acid, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 70 : 575-578.
- Nagasaku, K., Matsunaga, A., Jang, S., 2002, Treatment method of waste oil or waste edible oil, *US Paten No. 6.478.947*.
- Ozgul, S.Y and Turkay, S., 2003, Purification of FAME by Rice Hull Ash Adsorption, *JAOCs*, 80 (4): 373-376.
- Puspita, K.C dan Tjahjani, S., 2018, Aplikasi Karbon Aktif Tempurung Keluwak (*Pangium Edule*) Sebagai Adsorben untuk Pemurnian Jelantah, *Journal of Chemistry*, 7(1), 1-7.
- Ramdja, Fuadi, dkk., 2010, *Pemurnian Minyak Jelantah Menggunakan Ampas Tebu Sebagai Adsorben*, Skripsi, Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
- Sutiah, Firdausi, K.S dan Budi, W.S., 2008, *Study Kualitas Minyak Menggunakan Tebu Teraktivasi dan Penetralkan dengan NaHSO₄*. Skripsi, Universitas negeri Semarang, Semarang.
- Wahjuni, S., dan Kostradiyanti, B., 2008, Penurunan Angka Peroksida Minyak Kelapa Tradisional dengan Adsorben Arang Sekam Padi IR 64 yang Diaktifkan dengan Kalium Hidroksida, *Jurnal kimia* 2(1) : 57-60.
- Widayat, Pracoyo, D., Apriyanti, D., 2005, Studi Awal Peningkatan Kualitas Minyak Goreng Bekas dengan Zeolit Alam, *Prosiding Makalah Seminar Nasional Kejuangan Teknik Kimia 2005*, Teknik Kimia, FTI UPN "Veteran" Yogyakarta.
- Winarno, F.G., 2002, *Kimia Pangan dan Gizi*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wulyoadi, Sasmito, Kaseno, 2004, Pemurnian Minyak Goreng Bekas dengan Menggunakan Filter Membran, *Prosiding Seminar Rekayasa Kimia dan Proses.*, Teknik Kimia Universitas Diponegoro, Semarang.