

KAJIAN KANDUNGAN P, Fe, Cu, DAN Ni PADA MINYAK SAWIT, MINYAK INTI SAWIT DAN MINYAK KELAPA SELAMA PROSES RAFINASI

The Study of P, Fe, Cu, and Ni Content on Crude Palm Oil (CPO), Crude Palm Kernel Oil (CPKO) and Crude Coconut Oil (CCNO) during Refinement Process

Hasrul Abdi Hasibuan dan Eka Nuryanto

Pusat Penelitian Kelapa Sawit
e-mail: hasibuan_abdi@yahoo.com

Diajukan: 10 Maret 2011, Dinilai: 15 Maret 2011, Diterima: 8 April 2011

Abstrak

Kandungan fosfor (P), besi (Fe), tembaga (Cu), nikel (Ni) telah dikaji pada minyak sawit (*Crude Palm Oil*, CPO), minyak inti sawit (*Crude Palm Kernel Oil*, CPKO) dan minyak kelapa (*Crude Coconut Oil*, CCNO) selama proses rafinasi. Dalam penelitian ini, proses rafinasi CPO, CPKO dan CCNO disesuaikan dengan kondisi yang umum dilakukan di industri dengan pemakaian asam fosfat 0,05%, *bleaching earth* 1% dan suhu deodorisasi 260°C (CPO) dan 240°C (CPKO dan CCNO). Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar P, Fe dan Cu terdeteksi pada masing-masing sampel namun Ni tidak terdeteksi. Selama proses rafinasi terjadi penurunan kandungan masing-masing unsur tersebut. Laju penurunan kadar P, Fe dan Cu pada CPO, CPKO dan CCNO selama proses rafinasi masing-masing adalah 95,3%; 99,1%; 37,8% (CPO), 56,8%; 96,6%; 37,3% (CPKO) dan 98,2%; 97,6%; 54,3% (CCNO). Kandungan P, Fe, Cu dari sampel setelah rafinasi masing-masing adalah 0,614; 0,037; 0,032 ppm untuk minyak sawit; 0,562; 0,037; 0,012 ppm untuk minyak inti sawit dan 0,538; 0,026; 0,011 ppm untuk minyak kelapa. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 01-3741-2002), ketiga jenis minyak terafinasi tersebut telah memenuhi standar sebagai minyak goreng.

Kata kunci: logam berat, minyak sawit, minyak inti sawit, minyak kelapa, proses rafinasi

Abstract

Phosphorus (P), ferric (Fe), copper (Cu), nickel (Ni) content was investigated on Crude Palm Oil (CPO), Crude Palm Kernel Oil (CPKO) and Crude Coconut Oil (CCNO) during refinement process. Condition of refinement process on CPO, CPKO and CCNO according to cooking oil industry using phosphoric acid 0.05%, bleaching earth 1% and deodorization temperature were 260°C (CPO) and 240°C (CPKO and CCNO). Result of the study shows that sample contains P, Fe and Cu were detected but Ni was not detected. During refinement process, the decreasing of metals content occurred. Degradation rates of P, Fe and Cu on CPO, CPKO and CCNO during refinement process were 95,3%; 99,1%; 37,8% (CPO), 56,8%; 96,6%; 37,3% (CPKO) and 98,2%; 97,6%; 54,3% (CCNO), respectively. P, Fe and Cu content on the sample after refinement were 0.614, 0.037, 0.032 ppm for refined palm oil, 0.562, 0.037, 0.012 ppm for refined palm kernel oil and 0.538, 0.026, 0.011 ppm for refined coconut oil. All of the refined oils are comply with the National Standard of Indonesia (SNI 01-3741-2002) as cooking oil.

Keywords: heavy metal, palm oil, palm kernel oil, coconut oil, refinement process

1. PENDAHULUAN

Sistem *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP) telah dikenalkan pada industri makanan termasuk industri minyak nabati untuk meyakinkan keamanan produk. Penerapan sistem HACCP dilakukan dengan melakukan kontrol yang intensif tidak hanya mikroorganisme tetapi bahan berbahaya lainnya seperti logam berat dan pestisida (Fukuzawa, 2002). Kelebihan dosis logam berat akan membahayakan kesehatan konsumen. Secara umum logam berbahaya didefinisikan sebagai logam yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan jika

dikonsumsi walaupun dalam jumlah renik (*trace*) (Chen, 2003).

Logam dalam minyak nabati merupakan kontaminan dan relatif jarang ditentukan. Logam yang dikandung dalam minyak nabati dapat berasal dari tanah, pupuk dan peralatan pengolahan (Bati, 2002 dan Chen, 2003). Kontaminan yang berasal dari tanah adalah Fe dan Cu, selain itu juga Cu dapat timbul karena penggunaan pupuk CuSO_4 . Pada proses pengolahan logam yang menjadi residu adalah Fe dan Ni (Farhan, 1998). Walaupun dalam jumlah sedikit Fe, Cu dan Ni menyebabkan perubahan kualitas minyak yaitu bau, rasa dan warna (Yagan, 2007). Di samping itu, logam

tersebut akan mempengaruhi stabilitas minyak (Anwar, 2004).

Fosfor dikandung minyak nabati berupa senyawa *fosfolipid*. Kadar fosfor (P) dalam minyak sawit mentah (*Crude Palm Oil, CPO*) dan minyak inti sawit mentah (*Crude Palm Kernel Oil, CPKO*) bervariasi antara 10–35 ppm (Basiron, 2000). Nilai tersebut tidak terlalu besar bila dibandingkan dengan minyak kedelai mentah (600 ppm) (Goh, 1984). Adanya fosfor dalam minyak juga menyebabkan kualitas minyak menjadi rendah.

Umumnya CPO, CPKO dan minyak kelapa mentah (*Crude Coconut Oil, CCNO*) digunakan untuk produk pangan sebagai minyak goreng. Untuk menghasilkan minyak goreng yang memiliki kualitas tinggi dilakukan proses rafinasi. Proses rafinasi akan merubah warna, menghilangkan bau, menurunkan asam lemak bebas dan menurunkan kadar logam. Namun, jika peralatan proses mengalami korosi maka logam akan menjadi residu dalam minyak goreng.

Proses rafinasi CPO, CPKO dan CCNO dilakukan dengan tiga tahap yaitu *degumming*, *bleaching* dan *deodorisasi*. Proses *degumming* dilakukan dengan menambahkan asam fosfat untuk mengikat *fosfolipid*. Proses *bleaching* menggunakan *bleaching earth* yang berguna untuk memucatkan warna, menurunkan kadar logam dan mengadsorpsi *fosfolipid* serta menghilangkan asam fosfat dalam minyak setelah proses *degumming* (Basiron, 2000). Sementara itu, proses deodorisasi dilakukan pada suhu tinggi untuk menghilangkan asam lemak bebas dan bau. Jika jenis *bleaching earth* tidak sesuai dan kemampuan adsorpsinya rendah maka produk rafinasi masih mengandung logam dalam konsentrasi tertentu (Farhan, 1998).

Penentuan kandungan logam berat dalam matriks berminyak menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) telah dilaporkan oleh Anzan (2000), Anwar (2001), Chen (2003), Artz (2003), Sun (2006), Matos (2006), Yagan (2007) dan Liu (2009). Namun, penentuan kadar logam selama proses rafinasi pada CPO, CPKO dan CCNO belum ada yang melaporkan. Sehingga, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar dan laju penurunan P, Fe, Cu dan Ni yang dikandung dalam ketiga jenis minyak di atas sebelum dan setelah rafinasi.

2. METODOLOGI

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah CPO, CPKO dan CCNO yang diperoleh dari masing-masing 8, 4, dan 5 produsen. Standar logam campuran diperoleh dari CONOSTAND dan bahan kimia lainnya dari E. Merck.

2.2 Proses *Degumming* dan *Bleaching*

Proses *bleaching* dilakukan terhadap ketiga jenis minyak dengan diawali *degumming* menggunakan asam fosfat 0,05%, dan *bleaching earth* 1% yang dipanaskan hingga suhu 95-105°C selama 1 jam. Produk yang dihasilkan disebut *bleached palm oil (BPO)*, *bleached palm kernel oil (BPKO)* dan *bleached coconut oil (BCNO)*

2.3 Proses Deodorisasi

Proses deodorisasi dilakukan dengan memanaskan sampel BPO pada suhu 260°C selama 2 jam sedangkan BKO dan BCNO pada suhu 240°C selama 2 jam. Perbedaan suhu deodorisasi tersebut disebabkan oleh BKO dan BCNO mengandung asam laurat tinggi dan jika lebih dari 240°C akan menyebabkan minyak terisomerisasi (Basiron, 2000). Proses deodorisasi bertujuan untuk menghilangkan asam lemak bebas yang dikandung dalam minyak. Produk yang dihasilkan disebut *refined bleached deodorized pam oil (RBDPO)*, *refined bleached deodorized palm kernel oil (RBDPKO)* dan *refined bleached deodorized coconut oil (RBDPCNO)*.

2.4 Peralatan

Alat yang digunakan untuk menentukan kadar P, Fe, Ni dan Cu adalah Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

2.5 Penentuan Kurva Kalibrasi

Larutan standar dari P, Fe, Cu dan Ni disiapkan dengan membuat larutan seri standar dari masing-masing unsur dengan konsentrasi yang disesuaikan dengan sampel. Kurva kalibrasi diperoleh dari data konsentrasi larutan seri standar *versus* absorbansi dan diplotkan dengan menggunakan metode *least square*

2.6 Prosedur Analisa P, Fe, Cu dan Ni dalam Sampel

Sebanyak 10 g sampel dimasukkan ke dalam tabung ditambahkan 5 ml HNO₃ 65% b/v, kemudian dipanaskan pada suhu 70-80°C selama 2 jam menggunakan *block dryer*. Pemanasan dilanjutkan pada suhu 120°C selama 6 jam hingga diperoleh arang dan selanjutnya diabukan pada suhu 450°C di dalam tanur selama 2 jam. Abu hasil dekstruksi ditambahkan 3-5 ml HNO₃ 5N dan disaring dengan menggunakan kertas saring *Whatman No.42* ke dalam labu takar 25 ml selanjutnya ditambahkan akuades hingga garis tanda dan dianalisa menggunakan SSA.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa menunjukkan bahwa ketiga jenis minyak tidak mengandung Ni sedangkan P, Fe dan Cu terdeteksi. Hal ini, menunjukkan bahwa minyak tersebut tidak terakumulasi oleh nikel yang berasal dari buah itu sendiri (yang disebabkan oleh tanah mengandung Ni) maupun alat proses. Nikel umumnya terdeteksi pada minyak yang telah terhidrogenasi karena dalam prosesnya menggunakan katalis nikel (Khan, 2007 dan Liu, 2009).

Rerata hasil analisa kadar P, Fe, dan Cu sebelum dan setelah proses rafinasi dari ketiga jenis minyak ditunjukkan pada Tabel 1, 2 dan 3. Sebanyak 8 sampel CPO mengandung P, Fe dan Cu dengan kisaran masing-masing adalah 11,26-15,38 ppm; 2,947-4,927 ppm; dan 0,0419-0,0627 ppm. Sementara itu, setelah proses rafinasi kadar P, Fe dan Cu masing-masing yaitu 0,35-0,89 ppm; 0,0157-0,0973 ppm; 0,020-0,047 ppm.

Tabel 1 Kandungan P, Fe, Ni dan Cu pada CPO Sebelum dan Sesudah Rafinasi (n= 8 Sampel)

Unsur	Sampel			Laju Penurunan, %	
	CP O	BP O	RB DP O	Bleac hing	Deodori zation
Rerata Kadar P (ppm)	13,218	1,598	0,614	87,7	95,3
Rerata Kadar Fe (ppm)	4,058	0,109	0,037	97,3	99,1
Rerata Kadar Ni (ppm)	ND	ND	ND	ND	ND
Rerata kadar Cu (ppm)	0,053	0,038	0,032	26,8	37,8

Keterangan: ND = Tidak Terdeteksi, BPO = *Bleached Palm Oil*, RBDPO = *Refined Bleached Deodorized Palm Oil*

Dari Tabel 1 ditunjukkan bahwa setelah proses *bleaching* laju penurunan P, Fe dan Cu masing-masing adalah 87,7%, 97,3% dan 26,8% dan setelah proses deodorisasi, laju penurunannya menjadi 95,3%, 99,1%, dan 26,8%. Laju penurunan yang signifikan terjadi pada P dan Fe sedangkan Cu menurun secara tidak signifikan. Penurunan kadar Cu yang tidak signifikan disebabkan oleh rendahnya kadar Cu dalam CPO (0,053 ppm) sehingga *bleaching earth* yang digunakan sebesar 1% dari berat minyak hanya mampu menyerap Cu sebesar 26,8%. Sementara itu, P dan Fe dikandung dalam sampel awal dengan kadar 13,218 dan 4,058 ppm.

Tabel 1 juga menunjukkan kadar P, Fe dan Cu pada produk RBDPO masing-masing 0,614 ppm, 0,037 ppm dan 0,032 ppm. Dengan kondisi proses rafinasi tersebut menunjukkan bahwa minyak yang dihasilkan mengandung logam berat Fe dan Cu lebih rendah dari 0,1 ppm.

Tabel 2 Kandungan P, Fe, Ni dan Cu pada CPKO Sebelum dan Sesudah Rafinasi (n= 4 Sampel)

Unsur	Sampel			Laju Penurunan, %	
	CP KO	BP KO	RBD PKO	Bleac hing	Deodori zation
Rerata kadar P (ppm)	1,303	0,607	0,562	53,3	56,8
Rerata kadar Fe (ppm)	0,984	0,054	0,037	95,2	96,6
Rerata kadar Ni (ppm)	ND	ND	ND	ND	ND
Rerata kadar Cu (ppm)	0,018	0,013	0,012	30,3	37,3

Keterangan: ND = Tidak Terdeteksi, BPKO = *Bleached Palm Kernel Oil*, RBDPKO = *Refined Bleached Deodorized Palm Kernel Oil*

Tabel 2 menunjukkan kandungan P, Fe dan Cu pada CPKO masing-masing adalah 1,271-1,342 ppm; 0,802-1,402 ppm; 0,0167-0,0201 ppm. Kandungan P pada CPKO (1,303 ppm) lebih rendah dibandingkan CPO (13,218 ppm). Hal ini disebabkan oleh CPO mengandung komponen minor berupa *fosfolipid* yang tinggi dibandingkan CPKO (Basiron, 2000).

Laju penurunan Fe juga tertinggi pada minyak inti sawit yaitu sebesar 95,2% (proses *bleaching*) dan 96,6% setelah deodorisasi. Sedangkan penurunan kadar P dalam minyak inti sawit sangat rendah dibandingkan pada minyak sawit dan minyak kelapa. Hal ini disebabkan oleh kadar P dalam CPKO juga lebih rendah daripada CPO dan CCNO.

Setelah proses rafinasi, minyak inti sawit terafinasi (RBDPKO) mengandung P sebesar 0,487-0,719 ppm; Fe sebesar 0,0147-0,0842 ppm; dan Cu sebesar 0,0084-0,015 ppm. Produk tersebut juga menunjukkan bahwa dengan proses rafinasi di atas akan menghasilkan RBDPKO dengan logam Fe dan Cu lebih rendah dari 0,1 ppm.

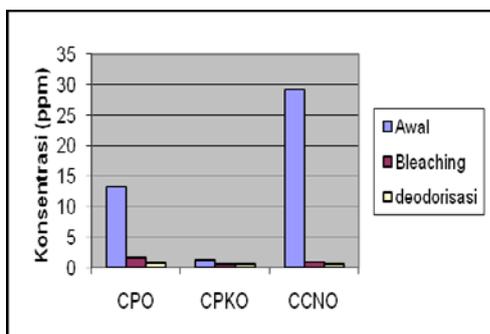
Pada Tabel 3 ditunjukkan bahwa kadar P, Fe dan Cu serta laju penurunannya dalam minyak kelapa selama proses rafinasi. Kandungan P, Fe dan Cu pada kelima sampel CCNO masing-masing adalah 26,42-31,38 ppm; 0,825-1,314 ppm; 0,019-0,03 ppm. Fosfor (P) merupakan unsur dengan kadar tertinggi dalam CCNO dibandingkan dengan CPO dan CPKO. Kadarnya mencapai 29,258 ppm yang disajikan pada Gambar 1.

Tabel 3 Kandungan P, Fe, Ni dan Cu pada CCNO Sebelum dan Sesudah Rafinasi (n= 5 Sampel)

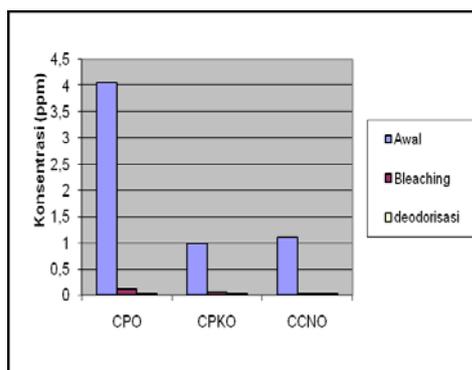
Unsur	Sampel			Laju Penurunan, %	
	CC NO	BC NO	RBD CNO	Bleaching	Deodorization
Rerata kadar P (ppm)	29,258	0,800	0,538	97,3	98,2
Rerata kadar Fe (ppm)	1,107	0,031	0,026	97,2	97,6
Rerata kadar Ni (ppm)	ND	ND	ND	ND	ND
Rerata kadar Cu (ppm)	0,024	0,014	0,011	41,2	54,3

Keterangan: ND = Tidak Terdeteksi, BCNO = Bleached Palm Coconut Oil, RBCNO = Refined Bleached Deodorized Coconut Oil

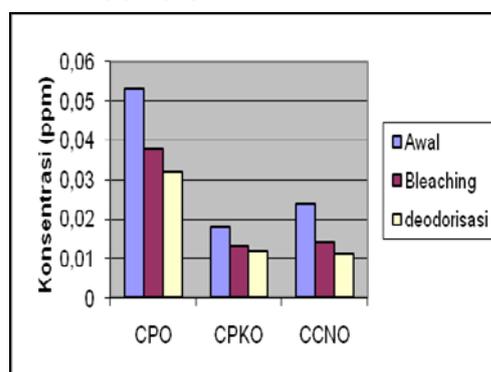
Minyak kelapa terafinasi (RBDCNO) yang dihasilkan mengandung P, Fe dan Cu masing-masing 0,447-0,612 ppm; 0,0213-0,0324 ppm; dan 0,0064-0,015 ppm. Data diatas menunjukkan kadar Fe dan Cu < 0,1 ppm.



Gambar 1 Kandungan P pada CPO, CPKO dan CCNO Selama Proses Rafinasi



Gambar 2 Kandungan Fe pada CPO, CPKO dan CCNO Selama Proses Rafinasi



Gambar 3 Kandungan Cu pada CPO, CPKO dan CCNO Selama Proses Rafinasi

Gambar 1, 2 dan 3 menunjukkan bahwa kandungan P, Fe dan Cu pada CPO, CPKO dan CCNO mengalami penurunan selama proses rafinasi. Dari gambar tersebut juga menunjukkan bahwa proses *bleaching* memiliki peranan yang besar dalam penurunan kadar logam dibandingkan dengan proses *deodorisasi*. Hal ini disebabkan oleh pada proses *bleaching* digunakan asam fosfat dan *bleaching earth*. Asam fosfat berfungsi sebagai pengikat *gum* (getah) dan juga sebagai agen pengkompleks (pengkhelat) beberapa logam. Hal ini terjadi disebabkan oleh adanya reaksi antara asam fosfat dengan *bleaching earth* membentuk *chelating agent* yang disebut *bleaching earth* termodifikasi fosfat. Senyawa tersebut akan mudah mengadsorpsi ion-ion logam. Hal ini telah dibuktikan oleh Panneerselvam (2009) yang melaporkan bahwa asam fosfat dipanaskan dengan zeolit akan membentuk senyawa yang dapat mengadsorpsi ion logam seperti Cu, Fe, dll. Zeolit dan *bleaching earth* memiliki komposisi yang hampir sama.

Bleaching earth merupakan sejenis tanah liat dengan komposisi utama SiO₂, Al₂O₃, air serta ion kalsium, magnesium oksida dan besi oksida (Ketaren, 2005). *Bleaching earth* akan menyerap logam ke dalam pori-porinya sehingga

logam dalam minyak akan menurun. Daya penjerap *bleaching earth* disebabkan oleh ion Al^{3+} pada permukaan adsorben dapat mengadsorpsi ion logam. *Bleaching earth* juga berfungsi untuk mengadsorpsi fosfatida yang mengendap dan menghilangkan sisa asam fosfat dalam minyak selama proses *degumming* (Basiron, 2000).

Produk yang dihasilkan dari ketiga bahan baku setelah proses rafinasi mengandung Fe dan Cu < 0,1 ppm. Rendahnya kadar Fe dan Cu setelah proses rafinasi akan memperlama kerusakan minyak (Basiron, 2000). Jika lebih tinggi dari 0,1 maka kerusakan minyak akan cepat yang ditandai dengan meningkatnya kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida dan bilangan anisidin.

Kadar P pada minyak sawit, minyak inti sawit dan minyak kelapa setelah proses rafinasi masing-masing adalah 0,614 ppm; 0,562 ppm dan 0,538 ppm. Kadar P dari ketiga minyak lebih rendah dari 1 ppm juga akan membantu peningkatan asam lemak bebas, dan produk oksidasi dari minyak menjadi lebih lambat. Walaupun pengaruh kadar P tidak secara langsung menurunkan kualitas minyak tetapi berdasarkan MacLellan (Basiron, 2000) bahwa ada korelasi antara residu fosfor dengan kenaikan asam lemak bebas dalam RBDPO.

Setelah proses rafinasi, ketiga jenis minyak tersebut dapat digunakan sebagai minyak goreng dengan syarat mutu logam Cu adalah maksimum 0,1 ppm (SNI 01-3741-2002). Sedangkan kadar Fe dan P belum dicantumkan dalam standar tersebut. Ditinjau dari syarat mutu *refined bleached deodorized palm olein* yang merupakan fraksi *olein* dari RBDPO, Fe dan P juga tidak merupakan suatu persyaratan. Adanya pengaruh Fe dan P terhadap kerusakan minyak maka perlu syarat mutu keduanya dalam minyak goreng agar selama penanganan dalam penyimpanan dan transportasi mutu tidak berubah. Begitu juga halnya syarat kadar logam P, Fe dan Cu pada CPO, CPKO dan CCNO.

Haryati (2000) melaporkan bahwa logam berat pada minyak sawit dan turunannya sulit untuk dihilangkan. Pernyataan tersebut sesuai dengan kajian ini bahwa dengan proses rafinasi, logam masih terkandung di dalam minyak dalam jumlah kecil (*trace*). Meskipun demikian proses rafinasi sangat membantu untuk meminimalisir logam hingga sesuai dengan standar yang ditetapkan.

4. KESIMPULAN

- CPO, CPKO dan CCNO tidak mengandung Ni sedangkan P, Fe dan Cu dikandung dengan kadar yang berbeda-beda.
- Kadar P, Fe dan Cu pada CPO adalah 11,26 – 15,38 ppm; 2,947 – 4,927 ppm; 0,0419 – 0,0627 ppm. Kadar P, Fe dan Cu pada CPKO adalah 1,271 – 1,342 ppm; 0,802 – 1,402 ppm; 0,0167 – 0,0201 ppm dan kadar P, Fe dan Cu pada CCNO adalah 26,42 – 31,38 ppm; 0,825 – 1,314 ppm ; 0,019 – 0,03 ppm.
- Selama proses rafinasi, kadar logam yang dikandung minyak sawit, minyak inti sawit dan minyak kelapa mengalami penurunan.
- Kadar P, Fe dan Cu pada ketiga produk terafinasi masing-masing adalah: 0,35 – 0,89 ppm; 0,0157 – 0,0973 ppm; 0,0200 – 0,047 ppm (RBDPO), 0,487 – 0,719 ppm; 0,0147 – 0,0842 ppm; 0,0084 – 0,015 ppm (RBDPKO) dan 0,447 – 0,612 ppm; 0,0213 – 0,0324 ppm; 0,064 – 0,015 ppm (RBDCNO).
- Penurunan logam disebabkan oleh penambahan asam fosfat yang berfungsi sebagai senyawa pengkhelet dan penggunaan *bleaching earth* yang mampu mengadsorpsi logam.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, F., M. I. Bhangar, T. G. Kazi, and R. Saleem. (2001). *An Improved Sample Preparation Method for the Determination of Trace Metals in Vegetable Oils and Commercial Fats by Atomic Absorption Spectrophotometers*. 92nd AOCs Annual Meeting and Expo. Minneapolis. Minnesota. May 13-16. (A Special Supplements to Inform) p. S7
- (2004). *Rapid Determination of Some Trace Metal in Several Oils and Fats*. Grasass. Vol.55. Fasc.2 : 160-167
- Anzan, J.M., P, Gonzalez. (2000). *Determination of Iron and Copper in Peanuts by Flam Atomic Absorption Spectroscopy using Acid Digestion*. Microchem. J. 64 (2) : 141-145
- Artz, W.E., C. O., Patricia, and A. R. Coscione. (2005): *Iron Accumulation in Oil During the Deep-Fat Frying of Meat*. J. Am. Oil Chem. Soc. 82. 4 : 249
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). SNI 01-3741-2002. *Minyak Goreng*. Jakarta.

- 2006): SNI 01-0018-2006. *Refined Bleached Deodorized Palm Olein*. Jakarta.
- Basiron, Y. B. S., Jalani, and C. K. Weng, (2000). *Advances in Oil Palm Research*. Volume II. Malaysian Palm Oil Board : 1043.
- Bati, B. (2002). *Determination of Copper in Edible Oils by Atomic Absorption Spectrometry after Lead Piperazinethiocarbamate Solid Phase Extraction and Potassium Cyanide Back-Extraction*. Analytical Science. The Japan Society for Analytical Chemistry. Vol. 18.
- Chen, S. S., C. C., Cheng, S. S., Chouu. (2003). *Determination of Arsenic in Edible Oils by Direct Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry*. Journal of Food and Drugs, Vol.11. No. 3 : 214-219.
- Farhan, F. M, (1998). *Variations of Trace Metal Content of Edible Oils and Fats During Refining Process*. JAOCS. Vol. 65. No. 12.
- Fukuzawa, T., M. Aoyama, N. Sakurai, T. Tsutsumi, S. Tokairin, H. Ehara, T. Maruyama, and D I. Niiya,(2002). *Behaviours of Pyrethroid and Organophosphorus Pesticides in Edible Oils during Hydrogenation*. J. Oleo. Sci. Vol. 51. 1 : 29-34.
- Goh, S.H. (1984). *Inorganic Phosphate in Crude Palm Oil: Quantitative Analysis and Correlations With Oil Quality Parameters*. JAOCS. Vol. 61. No.1.
- Haryati, T., D. Slahaan, J., Elisabeth. (2000). *Deteksi Kontaminan Solar dan Kontaminan Lain pada Minyak Sawit*. Warta PPKS. Vol. 8 (1) : 1 – 8.
- Khan, H., M., Fida, I. U., Mohammadzai, M., Khan. (2007). *Estimation of Residual Nickel and Some Heavy Metal in Vanaspati Ghee*. Journal of The Chinese Chemical Society. 54 : 737-741.
- Ketaren, S. (2005). *Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta : UI press.
- Liu, J., G., Zhang, Z, Meng. (2009). *Determination of Trace Nickel in Hydrogenated Cottonseed Oil by Pressurized Bomb Acid Digestion and Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry Detection*. J. Am. Oil Chem. Soc. 86 : 967-970.
- Matos, R.M.N., and R. C. Campos. (2006). *Determination of Copper and Nickel in Vegetable Oils by Direct Sampling Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry*. Talanta 70 : 929-932.
- Pannerselvam, P., V. S. S., Bala, K. V., Thiruvengadaravi, J. Nandagopal, M. Palanichamy, and S. Sivanessan. (2009). *The Removal of Copper Ions from Aqueous Solution Using Phosphoric Acid Modified Zeolites*. Indian Journal of Science and Technology. Vol. 2. No. 2 : 63 – 67.
- Sun, Z., P. Liang, Q. Ding, and J. Cao. (2006). *Determination of Trace Nickel in Water Samples by Cloud Point Extraction Preconcentration Coupled with Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry*. J. Hazard Mater 137 : 943-946.
- Yagan, M., E. Aysegul, and B. Bati. (2007). *Solid Phase Extraction of Cadmium in edible Oils Using Zinc Piperazinethiocarbamate and Its Determination by Flame Atomic Absorption Spectrometry*.Turki J. Chem. 32 : 431-440.