

PEMANFAATAN ARANG TEMPURUNG KEMIRI (*Aleurites moluccana* (L.) Willd.) SEBAGAI ADSORBEN PADA PEMURNIAN MINYAK KELAPA SAWIT MENTAH/CRUDE PALM OIL (CPO)

UTILIZATION OF CANDLENUT SHELL CHARCOAL (*Aleurites moluccana* (L.) Willd.) AS ADSORBEN ON REFINERY OF CRUDE PALM OIL (CPO)

Eka Nuryanto dan Dwi Ratih Askasari¹

Abstrak Minyak kelapa sawit mentah atau *Crude Palm Oil* (CPO) adalah produk utama hasil pengolahan buah kelapa sawit. Minyak goreng kelapa sawit dapat dibuat dari CPO dengan melalui proses pemurnian dan pemisahan. Telah dilakukan penelitian pemanfaatan arang tempurung kemiri sebagai adsorben untuk pemurnian CPO. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah massa adsorben (5, 10, 15, 20, dan 25 g), variasi suhu (100, 110, 120, 130 dan 140°C) dan variasi waktu pengadukan (0,5; 1; 2; 2,5; dan 3 jam). Parameter yang dianalisis adalah analisis kadar asam lemak bebas, warna dan karoten. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan Asam Lemak Bebas (ALB) terendah diperoleh pada perlakuan suhu 120°C, massa arang tempurung kemiri 25 g (12,5 % terhadap CPO), dan lama pengadukan 1 jam. Sedangkan untuk parameter warna terendah diperoleh pada perlakuan suhu 130°C, massa arang tempurung kemiri 15 g (7,5 % terhadap CPO), dan lama pengadukan 1 jam. Arang tempurung kemiri dapat digunakan sebagai adsorben pada pemurnian CPO.

Kata kunci: crude palm oil, pemurnian, asam lemak bebas, arang tempurung kemiri

Abstract *Crude Palm Oil* (CPO) is the main product of the oil palm fresh fruit bunch processing results. Cooking oil can be made from CPO with through a

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Eka Nuryanto (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia
Email: eka_nuryanto_ppks@yahoo.com

¹Departemen Kimia, Universitas Negeri Medan

process of refinery and fractionation. Has done research on the utilization of candlenut shell charcoal as the adsorbent for the refinery of CPO. The variables used in this study is the mass of the adsorbent (10, 15, 20, and 25 g), temperature variations (100, 110, 120, 130 and 140°C) and the stirring time variation (0.5; 1; 2; 2.5; and 3 hours). The parameters analyzed is the analysis of the levels of free fatty acids, the color, and β -carotene. The results showed that the lowest content of free fatty acids (ALB) at temperature treatment is obtained at 120°C, candlenut shell charcoal mass 25 g (12.5% w/w the CPO), and long stirring 1 hour. As for the lowest color parameters obtained at the treatment temperature 130°C, candlenut shell charcoal mass 15 g (7.5% w/w the CPO), and long stirring 1 hour. Candlenut shell charcoal can be used as adsorbents on refinery of CPO.

Keywords: crude palm oil, refinery, free fatty acids, candlenut shell charcoal

PENDAHULUAN

Salah satu tahapan proses pada pembuatan minyak goreng dari minyak kelapa sawit mentah atau *Crude Palm Oil* (CPO) adalah tahapan proses pemucatan warna (*bleaching*). Pada proses pemucatan warna ditambahkan *bleaching earth*/tanah pemucat sebagai adsorbennya. Umumnya jumlah *bleaching earth* yang ditambahkan sebanyak 1,5 – 3 % dari jumlah CPO yang diolah. *Bleaching earth* bekas atau lebih dikenal dengan *Spent Bleaching Earth* (SBE) merupakan limbah padat terbesar pada industri ini dan berdasarkan PP No. 18 tahun 1999 limbah ini dapat dikategorikan sebagai limbah Bahan Buangan Berbahaya (limbah B3).

Bahan lain yang pernah dicoba untuk mensubstitusi *bleaching earth* adalah arang aktif tempurung kelapa, seperti dilaporkan oleh Haryono dan Wahyuni (2012).

Pohon kemiri (*Aleurites moluccana* (L.) Willd.) merupakan jenis tanaman yang mudah ditanam, cepat tumbuh dan tidak banyak faktor pembatas untuk dapat tumbuh kembang dengan baik. Produk utama pohon kemiri adalah kemiri isi, namun bagian-bagian lainnya pun dapat dimanfaatkan. Sehingga pohon kemiri sering disebut pohon serba guna. Buah kemiri isi memiliki banyak manfaat dalam kehidupan sehari-hari, selain digunakan untuk keperluan bumbu dapur, kemiri isi juga dapat digunakan untuk obat-obatan dan kecantikan, dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi dan bahan bakar nabati (Syafaruddin dan Wahyudi, 2012).

Untuk memperoleh kemiri isi, maka dilakukan proses pemecahan biji kemiri yang akan menghasilkan buah kemiri isi dan tempurung kemiri yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal. Persentase massa buah kemiri menjadi tempurungnya sebesar 64,57% dan tergolong sangat tinggi bila dibandingkan dengan tempurung kelapa dan tempurung kelapa sawit yang tidak lebih dari 30%. Jumlah yang relatif banyak dan jika tidak dikelola dengan baik, justru akan menjadi sumber pencemar lingkungan.

Tempurung kemiri merupakan limbah organik yang dapat diuraikan oleh alam, namun dengan teksturnya yang keras membutuhkan waktu yang lama untuk menguraikannya secara alamiah. Dengan memperhatikan faktor lingkungan tersebut, maka tempurung kemiri sangat berpotensi untuk dijadikan arang tempurung kemiri. Pemanfaatan arang tempurung kemiri ini bukan hanya untuk bahan bakar namun dapat juga digunakan sebagai bahan adsorben, yaitu bahan yang dapat menyerap partikel-partikel lainnya. Ronny (2016), memanfaatkan arang tempurung kemiri untuk mengadsorpsi logam-logam di dalam limbah seperti ion besi dan ion timbal. Sementara itu, Bukasa *et al.* (2012), memanfaatkan arang tempurung kemiri ini untuk mengadsorpsi limbah toluena.

Pada penelitian ini telah dilakukan pemanfaatan arang tempurung kemiri untuk mengadsorpsi partikel-partikel yang ada di dalam CPO, terutama senyawa karotenoid.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Penelitian ini telah dilakukan di Laboratorium Oleokimia Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS), Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Crude palm oil* (CPO), arang tempurung kemiri, N-heksan, akuades, alkohol netral, indikator penolftalein, kalium hidroksida, dan asam oksalat.

Adapun alat-alat yang digunakan terdiri dari *Furnace* (tanur), cawan porselin, ayakan ukuran 100 mesh, mortar dan alu, alat penyaring vakum, botol plastik, corong, *beaker glass pyrex*, buret, pipet tetes, erlenmeyer, kertas saring whatman, gelas ukur, botol akuades, pipet volume, bola karet, transferpett, labu ukur, oven, neraca analitis, spatula, thermometer, statif dan kleim, *hotplate*, *stopwatch*, dan *stirrer*.

Prosedur Penelitian

Preparasi Sampel

Pembuatan arang dilakukan dengan memotong kecil-kecil tempurung kemiri kemudian dilakukan pembakaran di atas *furnace* pada suhu 300°C selama 5 jam. Arang yang dihasilkan digiling di cawan porselen dan dilakukan pengayakan dengan ukuran 100 mesh. Uji karakteristik terhadap arang tempurung kemiri meliputi kadar air, zat mudah menguap, dan kadar abu (SNI 06-3730-1995).

Pemurnian CPO Menggunakan Arang Tempurung Kemiri

Variasi Suhu Pemanasan

Ditimbang sampel CPO sebanyak 200 gram di dalam *beaker glass* lalu dipanaskan di atas *hotplate* dengan variasi suhu 100, 110, 120, 130, dan 140°C. Dimasukkan kedalamnya arang tempurung kemiri sebanyak 10 gram lalu diaduk dengan kecepatan 500 rpm selama 1 jam, kemudian disaring dengan menggunakan alat penyaring vakum dan kertas saring whatman no 41. Filtrat yang diperoleh dianalisis untuk parameter Asam Lemak Bebas (AOCS Official Method Ca Sa-40, 2012), karoten (AOCS Official Method Ce-9-01, 2012), dan Warna (AOCS Official Method Cc 13b-45, 2012).

Variasi Massa Adsorben

Ditimbang sampel CPO sebanyak 200 gram di

dalam beaker glass lalu dipanaskan di atas hotplate pada suhu optimum yang sudah di peroleh di atas. Dimasukkan kedalamnya arang tempurung kemiri dengan variasi massa arang 5, 10, 15, 20, dan 25 gram. Lalu diaduk dengan kecepatan 500 rpm selama 1 jam, selanjutnya disaring dengan menggunakan alat penyaring vakum dan kertas saring whatman no 41. Filtrat yang diperoleh dianalisis untuk parameter Asam Lemak Bebas (AOCS Official Method Ca Sa-40, 2012), karoten (AOCS Official Method Ce-9-01, 2012), dan Warna (AOCS Official Method Cc 13b-45, 2012).

Variasi Waktu Pengadukan

Ditimbang sampel CPO sebanyak 200 gram di dalam beaker glass lalu dipanaskan di atas hotplate pada suhu dan massa adsorben optimum yang sudah di peroleh. Kemudian diaduk dengan kecepatan 500 rpm selama 1 jam dengan variasi waktu pengadukan selama 0,5 jam, 1 jam, 2 jam, 2,5 jam dan 3 jam.

Selanjutnya disaring dengan menggunakan alat penyaring vakum dan kertas saring whatman no 41. Filtrat yang diperoleh dianalisis untuk parameter Asam Lemak Bebas (AOCS Official Method Ca Sa-40, 2012), karoten (AOCS Official Method Ce-9-01, 2012), dan Warna (AOCS Official Method Cc 13b-45, 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Karakteristik Arang Tempurung Kemiri

Arang tempurung kemiri yang dibuat dilakukan uji karakteristiknya untuk parameter kadar air, zat mudah menguap, dan kadar abu dengan metode analisis mengacu kepada SNI 06-3730-1995. SNI 06-3730-1995 ini adalah standar untuk adsorben, sehingga arang tempurung yang dibuat dibandingkan karakteristiknya dengan SNI tersebut. Hasil uji karakteristik arang tempurung kemiri disajikan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Karakteristik arang tempurung kemiri dan adsorben menurut SNI 06-3703-95
Table 1. Characteristic of candlenut shell charcoal and adsorbent according to SNI 06-3703-95

Adsorben	Karakteristik		
	Kadar Air (%)	Kadar zat yang mudah menguap (%)	Kadar abu (%)
Arang tempurung kemiri	0,28	23,04	2,07
SNI 06-3703-95	Maks 15	Maks 25	Maks 10

Pada Tabel 1 di atas terlihat bahwa kadar air arang tempurung kemiri sebesar 0,28%, jauh dibawah standar SNI yang mensyaratkan maksimal 15%. Zat mudah menguap dari suatu adsorben menurut SNI 06-3730-1995 maksimal 25%, sementara itu kandungan zat mudah menguap dari arang tempurung kemiri adalah 23,04%. Sedangkan kadar abu arang tempurung kemiri adalah 2,07%, masih jauh di bawah yang disyaratkan SNI yaitu maksimal 10%. Dari hasil uji karakteristik arang tempurung kemiri memperlihatkan bahwa arang tempurung kemiri ini memenuhi syarat untuk dijadikan sebagai adsorben sesuai dengan SNI 06-3730-1995.

Uji Karakteristik Asam Lemak Bebas

Salah satu parameter yang diuji untuk melihat

kualitas *Crude Palm Oil* (CPO) adalah kandungan Asam Lemak Bebas (ALB). Metode analisis ALB pada penelitian ini mengacu kepada AOCS Official Method Ca Sa-40, 2012. Hasil uji kandungan ALB untuk sampel CPO yang digunakan pada penelitian ini adalah 8,17%. Sementara kandungan ALB CPO yang disyaratkan oleh SNI 01-2901-2006, yaitu maksimal 5,00%. Sehingga diharapkan dengan penambahan adsorben arang tempurung kemiri dapat menurunkan kandungan ALB ini menjadi di bawah ambang batas yang disyaratkan oleh SNI 01-2901-2006.

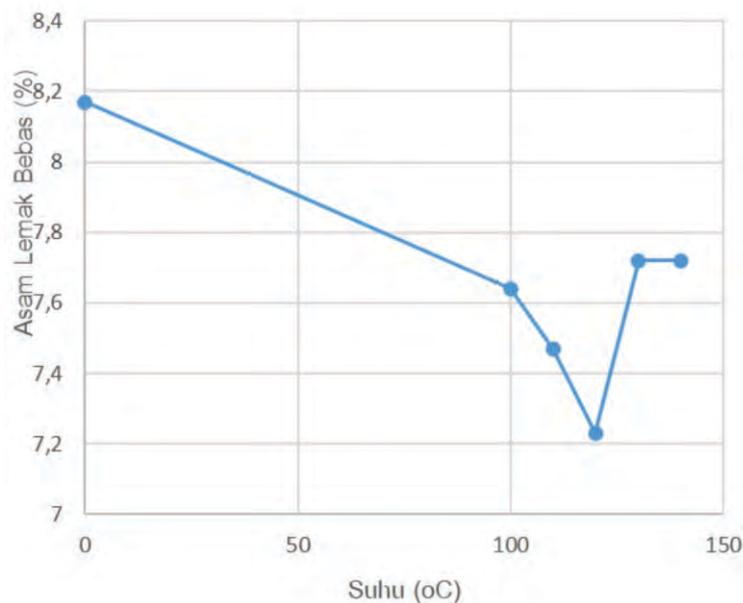
Pada Gambar 1 di bawah ini disajikan hasil penelitian pengaruh suhu reaksi terhadap kandungan ALB dari sampel CPO sebanyak 200 g dengan jumlah arang kemiri 10 g yang diaduk pada kecepatan 500

rpm dengan waktu 1 jam.

Pada Gambar 1. terlihat bahwa kandungan ALB akan turun seiring dengan semakin naiknya suhu reaksi. Hal ini dapat dipahami karena semakin tinggi suhu reaksi, maka pergerakan partikel-partikel arang tempurung kemiri akan semakin tinggi. Sehingga peluang bertemunya dengan ALB di dalam CPO akan semakin besar (Dada, *et. al.*, 2012 dan Rani, 2015).

Ini akan mengakibatkan adsorpsi ALB oleh arang tempurung kemiri akan semakin banyak. Penurunan kandungan ALB ini terjadi sampai dengan suhu reaksi

120°C. Kandungan ALB setelah suhu 120°C akan naik lagi seiring dengan bertambahnya suhu reaksi. Hal ini kemungkinan disebabkan pada suhu di atas 120°C, ALB yang terserap di dalam partikel adsorben arang tempurung kemiri mulai terlepas lagi karena terjadinya pembesaran pori dari adsorben (Vijayakumar *et. al.*, 2012. dan Broznic and Milin, 2012). Pada suhu 120°C mempunyai kandungan ALB terendah, yaitu 7,23% atau terjadi penurunan kandungan ALB sebesar 11,51% jika dibandingkan dengan kandungan ALB sampel yang 8,17%.



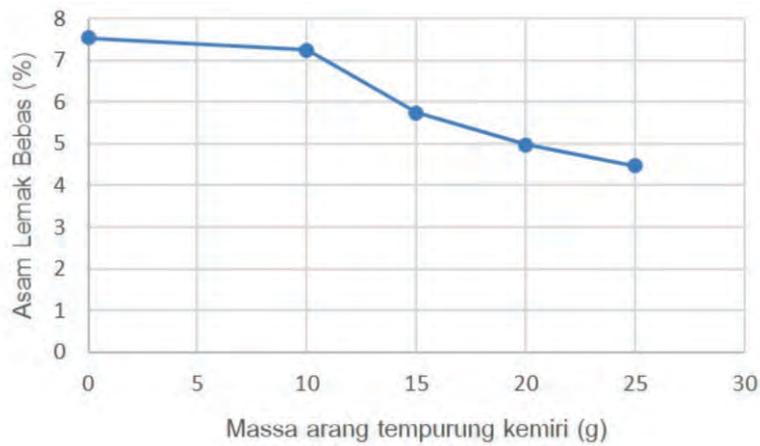
Gambar 1. Kandungan ALB pada variasi suhu
 Figure 1. Free Fatty Acid content on temperature variations

Sementara itu, perubahan kandungan ALB berdasarkan variasi massa arang tempurung kemiri (g) dengan sampel CPO 200 g, suhu reaksi 120°C yang diaduk pada kecepatan 500 rpm dengan waktu 1 jam, disajikan pada Gambar 2. di bawah ini

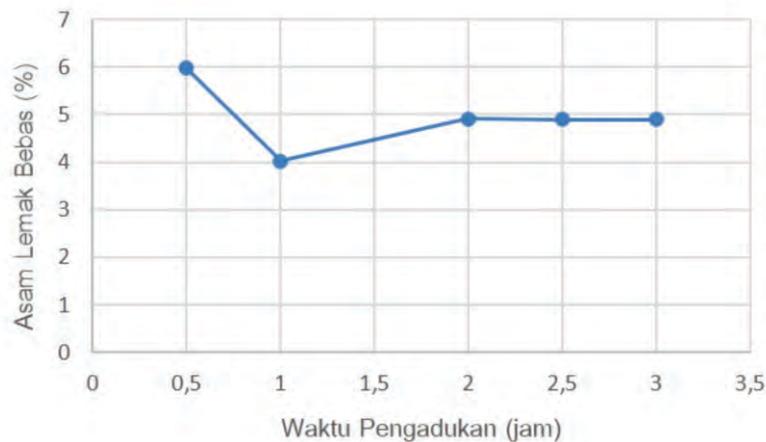
Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah adsorben arang tempurung kemiri ditambahkan, akan semakin kecil juga kandungan ALB-nya. Hal ini dapat dipahami, karena semakin banyak jumlah adsorben, maka jumlah ALB yang teradsorpsi oleh adsorben akan semakin banyak juga

(Osu and Odoemelam, 2010). Nilai kandungan ALB sampel CPO dengan massa arang tempurung kemiri 10, 15, 20, dan 25 g berturut-turut 7,24; 5,74; 4,98; dan 4,46%. Nilai kandungan ALB pada penambahan massa arang tempurung kemiri sebanyak 20 g sudah memenuhi persyaratan SNI 01-2901-2006.

Variasi waktu pengadukan diduga akan mempengaruhi perubahan nilai kandungan ALB. Pada Gambar 3 disajikan perubahan nilai kandungan ALB.



Gambar 2. Kandungan ALB pada variasi massa arang tempurung kemiri
Figure 2. The content of Free Fatty Acid on the variation of candlenut shell charcoal mass



Gambar 3. Kandungan ALB pada variasi waktu pengadukan
Figure 3. Free Fatty Acid content on variation of stirring time

Pada Gambar 3. di atas terlihat bahwa kandungan ALB akan menurun seiring dengan bertambah lamanya waktu pengadukan sampai 1 jam. Namun setelah 1 jam, penambahan waktu pengadukan juga akan meningkatkan kandungan ALB. Hal ini memperlihatkan bahwa pada pengadukan di tahap awal sampai dengan waktu pengadukan 1 jam, jumlah asam lemak yang teradsorpsi oleh arang tempurung kemiri semakin banyak. Namun setelah 1 jam pengadukan, asam lemak yang teradsorpsi oleh arang

tempurung kemiri akan terlepas lagi seiring dengan bertambahnya waktu pengadukan. Nilai kandungan ALB pada lama pengadukan, 0,5; 1,0; 2,0; 2,5; dan 3,0 jam berturut-turut adalah 5,97; 4,03; 4,91; 4,90; dan 4,90 %. Jadi nilai kandungan ALB terendah diperoleh pada waktu pengadukan 1 jam dengan nilai 4,03 %.

Uji Karakteristik Warna

Uji karakteristik warna terhadap *Crude Palm Oil* (CPO) menggunakan alat *Lovibond Tintometer*

memberikan hasil perbandingan warna *Red* (R/merah), *Yellow* (Y/kuning) dan *Blue* (B/biru). Hasil pengamatan uji warna terhadap sampel CPO yang digunakan pada penelitian ini diperoleh data *Red* (27,5) dan *Yellow* (12,82).

Nilai perbandingan warna R : Y : B dari CPO diduga akan dipengaruhi oleh suhu reaksi adsorpsi. Pada Tabel 2 di bawah ini disajikan nilai perbandingan R : Y : B dari CPO pada variasi suhu reaksi.

Tabel 2. Hasil analisis warna CPO pada variasi suhu
Table 2. Results of CPO color analysis on temperature variations

No	Suhu (°C)	Hasil Uji		
		<i>Red</i>	<i>Yellow</i>	<i>Blue</i>
1	100	16,5	20,0	-
2	110	20,0	9,0	-
3	120	16,5	20,0	-
4	130	10,1	20,0	-
5	140	16,0	40,0	4,0

Pada Tabel 2 di atas terlihat bahwa warna merah (R) terendah diperoleh pada suhu reaksi 130°C, yaitu dengan nilai R 10,1. Terjadi penurunan yang sangat tinggi, yaitu 63,27%. Pada suhu reaksi 140°C, teramati warna *blue* (B). Hal ini menunjukkan bahwa pada suhu reaksi 140°C sudah mulai terjadi kerusakan kualitas CPO. Kerusakan kualitas ini dapat berupa terjadinya

oksidasi terhadap ikatan rangkap yang terdapat di dalam CPO akibat adanya panas (Okolo dan Adejumo. 2014).

Sementara itu, pengaruh akibat variasi jumlah adsorben arang tempurung kemiri terhadap perubahan nilai warna CPO disajikan pada Tabel 3. di bawah ini.

Tabel 3. Hasil analisis warna CPO pada variasi jumlah adsorben
Table 3. Results of CPO color analysis on variations in number of adsorbents

No	Jumlah arang (g)	Hasil Uji		
		<i>Red</i>	<i>Yellow</i>	<i>Blue</i>
1	5	16,0	10,0	-
2	10	16,5	20,0	-
3	15	15,0	10,0	-
4	20	15,0	20,0	-
5	25	16,0	10,0	-

Penurunan nilai warna CPO terendah diperoleh pada perlakuan penambahan adsorben arang tempurung kemiri sebanyak 15 g seperti disajikan pada Tabel 3 di atas. Nilai warna pada kondisi ini adalah R 15,0 (terjadi penurunan 45,45%) dan Y 10,0 (terjadi penurunan 22%) jika dibandingkan dengan nilai warna CPO awal.

Lamanya waktu pengadukan juga diduga akan mempengaruhi nilai warna CPO. Pada Tabel 4 di bawah ini disajikan nilai warna CPO pada variasi waktu pengadukan.

Pada Tabel 4. disajikan nilai warna CPO pada

variasi waktu pengadukan. Pada Tabel 4. tersebut terlihat bahwa pada waktu pengadukan 1 jam, diperoleh warna R dan Y terendah, yaitu R 10,0 dan Y 9,0. Penurunan nilai R mencapai 62,13%, sedangkan untuk nilai Y sebesar 29,80%.

Berdasarkan penjelasan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk sampel CPO sebanyak 200 g, kondisi optimum untuk memperoleh nilai warna yang terendah adalah dengan penambahan adsorben arang tempurung kemiri sebanyak 15 g yang direkasikan pada suhu 130°C dengan lamanya waktu reaksi 1 jam.

Tabel 4. Hasil analisis warna CPO pada variasi waktu pengadukan
Table 4. Results of CPO color analysis on variation of stirring time

No	Waktu (jam)	Hasil Uji		
		Red	Yellow	Blue
1	0,5	16,0	20,0	-
2	1	10,0	9,0	-
3	2	17,0	10,0	-
4	2,5	10,1	10,0	-
5	3	16,0	10,0	-

Uji Karakteristik Karoten

Kandungan karoten merupakan salah satu parameter untuk melihat keefektifan suatu adsorben di dalam penyerapannya. Penentuan kandungan karoten ini dianalisis menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis. Pada Tabel 5. di bawah ini disajikan kandungan karoten untuk sampel CPO, CPO pada kondisi penambahan adsorben arang tempurung kemiri sebanyak 15 g dengan reaksi suhu 120°C dan lama pengadukan 1 jam, dan CPO pada kondisi penambahan adsorben arang tempurung kemiri sebanyak 15 g dengan reaksi suhu 130°C dan lama pengadukan 1 jam.

Pada Tabel 5. terlihat bahwa kandungan karoten di dalam sampel CPO adalah 371 ppm. Kandungan

karoten akan semakin berkurang dengan semakin tingginya suhu reaksi. Hal ini disebabkan adanya oksidasi ikatan rangkap yang terdapat di dalam karoten atau terjadinya reaksi degradasi karoten oleh panas (Alyas, *et. al.*, 2006). Sehingga kandungan karotennya menjadi berkurang. Kandungan karoten dari CPO pada kondisi penambahan adsorben arang tempurung kemiri sebanyak 15 g dengan suhu reaksi 120°C dan lama pengadukan 1 jam adalah 198 ppm. Sedangkan kandungan karoten dari CPO pada kondisi penambahan adsorben arang tempurung kemiri sebanyak 15 g dengan suhu reaksi 130°C dan lama pengadukan 1 jam sebesar 173 ppm.

Tabel 5. Hasil Kadar Karoten Pada Pemucatan CPO
 Table 5. Result of Carotene Level on CPO Blanching

No	Jenis Sampel	Karoten (ppm)
1	CPO (sampel)	371
2	CPO (T=120°C, t=1jam, A=15g)	198
3	CPO (T=130°C, t=1jam, A=25g)	173

KESIMPULAN

Kondisi optimum pemurnian CPO menggunakan adsorben arang tempurung kemiri berdasarkan parameter Asam Lemak Bebas (ALB) terendah, yaitu diperoleh pada suhu 120°C, massa adsorben sebanyak 12,5% b/b terhadap CPO, dan waktu pengadukan 1 jam. Sedangkan berdasarkan parameter uji warna kondisi optimum yang diperoleh yaitu pada suhu 130°C, massa adsorben sebanyak 7,5 % b/b terhadap CPO, dan waktu pengadukan 1 jam. Nilai kandungan karoten terendah adalah 173 ppm diperoleh pada perlakuan suhu 120°C, massa adsorben sebanyak 12,5% b/b terhadap CPO, dan waktu pengadukan 1 jam. Dengan demikian arang tempurung kemiri dapat digunakan sebagai adsorben pada pemurnian CPO.

DAFTAR PUSTAKA

- Alyas, S.A., A. Abdulah, and N.A. Idris. 2006. Change Of β -Carotene Content During Heating Of Red Palm Olein. *Journal Of Oil Palm Research. Special Issue - April 2006*: 99-102.
- Anonim. 2012. *Official Methods of the AOCS*. Sixth Edition, AOCS. Urbana, Illinois USA.
- Bukasa, D.A., H.S.J. Koleangu, dan A.D. Wuntu. 2012. Adsorpsi toluena pada arang aktif tempurung kemiri. *Jurnal Ilmiah Sains*. 12(2): 93-99.
- Broznic, D. and C. Milin. 2012. Effects of temperature on adsorption-desorption processes of imidacloprid in soils of Croatian coastal regions. *Journal of Environmental Science and Health B*. 47: 779–794.
- Dada, A.O., Olalekan, A.P., and Olatunya, A.M., DADA. 2012. Langmuir, Freundlich, Temkin and Dubinin–Radushkevich Isotherms Studies of Equilibrium Sorption of Zn Unto hosphoric Acid Modified Rice Husk. *Journal of Applied Chemistry (JAC)*. 3(1).
- Haryono, A. dan M. Wahyuni. 2012. Pemucatan Minyak Sawit Mentah Menggunakan Arang Aktif. *Jurnal Teknik Kimia*. 6(2).
- Okolo, J.C. And B.A. Adejumo. 2014. Effect of Bleaching on Some Quality Attributes of Crude Palm Oil. *Journal of Engineering*. 4(12).
- Osu, C.I. and S.A. Odoemelam. 2010. Studies on Adsorbent Dosage, Particle Sizes and Ph Constraints on Biosorption of Pb(II) and Cd(II) Ions from Aqueous Solution Using Modified and Unmodified *Crasstrotrea Gasar (Bivalve)* Biomass. *International Archive of Applied Sciences and Technology*. 1(1).
- Rani, S. 2015. Effect of temperature on adsorption-desorption behaviour of triazophos in Indian soils. *Plant Soil Environ*. 61(1): 36–42.
- Ronny. 2016. Kemampuan arang aktif tempurung kemiri untuk menurunkan kadar besi (Fe) pada air sumur gali. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 2(1).
- Standar Nasional Indonesia. 1995. Arang aktif teknis. SNI 06-3730-1995. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia. 2006. Minyak kelapa sawit mentah (Crude Palm Oil). SNI-01-2901:2006, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Syafaruddin dan A. Wahyudi. 2012. Potensi varietas unggul kemiri sunan sebagai sumber energi bahan bakar nabati. *Perspektif*. 11(1): 69-67.

Vijayakumar, G., R. Tamilarasan, and M. Dharmendirakumar. 2012. Adsorption, Kinetic, Equilibrium and Thermodynamic studies on the removal of basic dye Rhodamine-B from aqueous solution by the use of natural adsorbent perlite. *J. Mater. Environ. Sci.* 3(1): 157-1.

