Jurnal Penelitian Kelapa Sawit, 2008, 16(1): 1 - 11

PENGEMBANGAN DEODORIZER DAN PROSES DEODORISASI SKALA *BENCH* BERBAHAN BAKU OLEIN SAWIT KASAR DALAM PRODUKSI MINYAK SAWIT MERAH

Donald Siahaan[1], Jawaris Sinaga[2] dan Anton Tumanggor[2]

ABSTRAK

Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) telah mengembangkan teknologi proses dan alat skala bench untuk menghasilkan minyak sawit merah dan minyak makan. Salah satu masalah yang belum diselesaikan adalah proses deodorisasi untuk meningkatkan kualitas minyak. Pengembangan teknologi ini untuk mengatasi masalah rendahnya viabilitas industri kelapa sawit karena tingkat keragaman produk kelapa sawit serta sentra industri dan perkebunan yang berjauhan. Penelitian ini bertujuan merancang deodorizer skala bench dan menentukan faktor teknologi optimum yaitu suhu, tekanan uap dan waktu proses untuk deodorisasi olein kasar.

Deodoriser yang dirancang dalam penelitian ini berkapasitas 3 kg/bacth yang tersusun atas dua buah silinder baja anti karat berdiameter masing-masing 8,5 inci dan 6,5 inci dan tinggi 20 inci, ruang di dalam diperlengkapi dengan silinder pensirkulasi (diameter 4 inci, tinggi 12 inci, menggantung 2 inci dari dasar deodoriser) dan dihubungkan dengan pompa vakum dan pressure cooker. Hasil pengujian fungsional menunjukkan bahwa deodoriser mampu menghasilkan minyak makan merah dengan kualitas yang baik secara fisik maupun kimia.

Semakin tinggi suhu proses cenderung memucatkan warna minyak yang dihasilkan karena kandungan karoten yang menurun. Suhu yang lebih tinggi juga menurunkan kadar air dan kandungan asam lemak bebas. Suhu proses yang optimum adalah 160^{0}C dan waktu proses 120 menit dipandang dari karakteristik kehilangan bau yang tidak dikehendaki, warna, kadar air dan kadar asam lemak bebas. Pada kondisi optimum, mutu produk yang dihasilkan selain memiliki bau yang netral adalah kandungan karoten 518 ppm, tingkat warna merah 9,6, tingkat warna kuning 12,4, kadar air 0,009% dan kadar asam lemak bebas 0,171%.

Kata kunci: Deodorizer, karoten, minyak sawit merah, olein sawit kasar.

ABSTRACT

Indonesian Oil Palm Research Institute (IOPRI) has developed processing and equipment technology in bench scale for manufacturing red palm oil and frying oil. This technology was developed to enhance viability of palm oil industry by product diversification. This research was conducted to solve quality problem regarding odor. This problem can be solved by develop deodorization process in bench scale and

[1] Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Jl. Brigjen Katamso 51, Medan, Sumatera Utara
[2] Pendidikan Teknologi Kimia Industri, Jl. Medan Tenggara VII, Medan, Sumatera Utara

optimize tehcnological factors such as temperature, steam pressure and processing time using crude olein as raw material.

The capasity of the deodorizer was 3 kg/batch, consisted of two stainless steel cylinder (diameter 8,5 inch and 6,5 inch), height 20 inch, with circulating cylinder inside (diameter 4 inch, height 12 inch, hanging 2 inch from the bottom of main cylinder) and connnected to vacuum pump and pressure cooker (producing steam). Functional evaluation showed that the deodorizer produce quality red palm oil.

The higher the temperature, the lighted the color of final product due to carotene degradation. Moisture content and free fatty acid content also decreased. Optimum temperature for the process was 160°C for 120 minutes, because these combination remove undesirable odor, bleached the oil, reduced moisture content and free fatty acids. The quality of the oil produced was having netral aroma with carotene content of 518 ppm, red 9,6 and yellow 12,4, 0,009% moisture content and 0,171% free fatty acid.

Keywords: *Carotene, crude palm olein, deodorizer, red palm oil.*

PENDAHULUAN

Kelapa sawit adalah salah satu komoditas perkebunan yang sangat penting bagi Indonesia. Indonesia merupakan produsen kelapa sawit terbesar kedua dunia setelah Malaysia dengan produksi sekitar 17,0 juta ton *Crude Palm Oil* (CPO) pada tahun 2007. Indonesia juga merupakan eksportir kelapa sawit terbesar kedua dengan volume sekitar 12 juta ton pada tahun 2007.

Selain itu, minyak sawit juga berperan dalam memenuhi kebutuhan minyak goreng domestik, salah satu dari sembilan bahan kebutuhan pokok. Pada tahun 2007, minyak sawit telah mensuplai 4 juta ton minyak goreng sedangkan minyak kelapa hanya sektiar 0,6 juta ton.

Masalah perkelapa-sawitan Indonesia cukup kompleks diantaranya tingkat keragaman produk yang rendah, persaingan dengan minyak nabati lain, laju konsumsi (9%/tahun) yang lebih kecil dari laju produksi (14%/tahun) serta sentra industri dan perkebunan yang berjauhan. Untuk mengatasi hal itu perlu diantisipasi dengan diversifikasi produk olahan, ekspansi konsumsi domestik dan ekspor serta pengembangan agro industri kelapa sawit skala kecil di lokasi sekitar perkebunan.

Salah satu produk yang perlu dikembangkan adalah produk pangan sehat dari minyak sawit dengan kandungan karoten (pro vitamin A) dan vitamin E tinggi. Untuk maksud tersebut, PPKS telah melakukan rekayasa proses dan peralatan fraksinasi skala bench/meja (5 kg/batch) yang menghasilkan minyak makan merah yang kaya gizi (4,5,6,9). Kendala yang masih belum terpecahkan dalam produksi minyak makan merah tersebut adalah masih adanya bau yang tidak dikehendaki dan adanya endapan pada minyak. Masalah endapan ini diduga dapat diatasi dengan proses filtrasi sedang untuk masalah bau dengan proses deodorisasi. Penelitian ini

bertujuan merancang deodorizer skala bench dan menentukan faktor teknologi yang optimum meliputi suhu, tekanan uap dan waktu proses untuk deodorisasi olein sawit kasar (*crude palm olein*) dalam pembuatan minyak sawit merah.

METODOLOGI

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Crude Palm Oil* (CPO) yang diperoleh dari PT. Pamina Adolina di Perbaungan Sumatera Utara. CPO tersebut dinetralisasi dengan NaOH 14% dan difiltrasi dengan alat skala *bench* di laboratorium pangan PPKS. Hasil filtrasi ini disebut *crude olein* yang lebih lanjut digunakan sebagai bahan baku proses deodorisasi untuk menjadi minyak makan.

Bahan analisis yang digunakan di antaranya KOH 0,01N, pelarut (alkohol netral, N-hexana (p.a), iso-oktana (p.a.), asetonitril (HPLC grade), metanol (HPLC grade) dan indikator timol biru.

Alat

Alat yang digunakan diantaranya alat rafinasi skala *bench* (3 kg/*batch*) milik laboratorium oleopangan PPKS. Alat untuk analisis yang digunakan di antaranya HPLC Perkin Elmer series 200, dengan detektor UV/Vis 758A, GC Shimadzu GC-14B dengan detektor FID, column DB 225, Lovibond Tintometer dan alat-alat gelas.

Metode Analisa

Deodorizer yang dirancang-bangun diuji fungsionalnya untuk deodorisasi *crude palm olein*. Evaluasi dilakukan pada pengaruh suhu terhadap kualitas minyak makan yang dihasilkan, kemampuan menghasilkan tekanan vakum maksimum dan tekanan uap yang dibutuhkan untuk proses deodorisasi.

Optimasi faktor teknologi dalam deororisasi dilakukan dengan kombinasi perlakuan suhu (160, 170, 180, 190°C) dan waktu (0, 30, 60, 90, 120 menit) serta tekanan uap. Produk dari kondisi optimum dianalisa lengkap kualitasnya dengan parameter mutu kandungan asam lemak bebas (AOCS Official Method Ca 5a-40, 1991) (3), kadar air (AOCS Official Method Ca 2c-25, 1989) (2), *cloud point* (AOCS Official Method C3 6-25, 1989) (2), warna (SNI 01-6623-2001), rendemen, dan kadar karoten (MPOB Test Method p.2.6 part 2, 2004) (8).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancang-bangun Prototipe Deodorizer

PPKS telah menyelesaikan penelitian tentang minyak makan sawit merah yang relatif kaya dengan provitamin A dan vitamin E, meliputi rekayasa proses produksi (fraksionasi, degumming dan netralisasi), rekayasa peralatan skala 3 liter/*batch*, uji ketahanan simpan dan evaluasi penerimaan konsumen terhadap produk pangan gorengannya (1, 3-5, 9). Proses dimulai dengan netralisasi minyak sawit mentah secara kimia dengan sodium karbonat sesuai kandungan asam lemak bebas, dilanjutkan dengan pemucatan dengan

bleaching earth dan pemisahan dengan alat filtrasi ulir.

Sebagaimana dilaporkan oleh para peneliti tersebut di atas, rancangan proses dan alat ini memiliki kelemahan dalam kualitas produk minyak sawit yang dihasilkan, di antaranya masih terdapatnya bau yang tidak dikehendaki yang khas minyak kelapa sawit mentah yang sangat berpengaruh terhadap daya terima produk yang dihasilkan. Oleh karena itu, penelitian pengembangan skala *bench* ini difokuskan pada rancang bangun alat dan proses deodorisasi untuk menghilangkan bau yang tidak dikehendaki tersebut; sekaligus, alat tersebut berfungsi sebagai pemucat.

Rancang Bangun dan Uji Fungsional Deodorizer

Alat deodorisasi skala laboratorium ini terdiri dari sebuah tangki yang dilengkapi dengan termometer, pengukur tekanan, pipa saluran uap dan pompa vakum. Deodorizer berbentuk tabung dengan ukuran diameter dalam 6,5 inci, diameter luar 8,5 inci, tinggi 18,5 inci, tebal plat 0,25 inci, diameter pipa vakum 0,25 inci dan diameter pipa uap 3/8 inci. Deodorizer dilengkapi dengan pompa REFCO DV-06 ISO VG 10-22, 220-240V/6,5kW, 2,5A, 50Hz, 2860 rpm. Deodoriser tersebut berkapasitas 5 l/*batch*.

Ruang di antara kedua silinder diisi dengan bahan kedap panas untuk mengurangi kehilangan panas selama proses. Deodoriser dirancang untuk terhubung dengan pompa vakum. Ruang di dalam alat deodorisasi diperlengkapi dengan silinder pensirkulasi (diameter 100 mm, tinggi 300 mm, menggantung 50 mm dari dasar deodoriser) yang dibuat dengan tujuan membantu sirkulasi minyak sehingga keseragaman panas pada setiap titik bahan dapat lebih terjamin. Sirkulasi ini diperlukan agar tidak terjadi pemanasan setempat di bagian dasar deodoriser dimana elemen pemanas ditempatkan. Sirkulasi dibantu dengan tekanan udara atau uap air yang keluar dari pipa baja anti karat berdiameter seperempat inci yang ujungnya diletakkan persis di titik tengah deodoriser dan 50 mm dari dasar deodoriser.

Pipa sirkulasi dihubungkan dengan ketel uap sederhana yang berkemampuan memberi tekanan 7 bar. Pengujian pendahuluan terhadap deodoriser ini menunjukkan bahwa alat mampu bekerja pada tekanan vakum maksimum 75 cmHg dan pemanas mampu memberikan suhu maksimum 270°C.

Crude olein, yang merupakan hasil netralisasi dan filtrasi untuk memperoleh fraksi cair, dimasukkan ke dalam tangki dan dipanaskan dengan variasi suhu tertentu (150-200°C). Pompa vakum dihidupkan dan uap dialirkan ke dalam deodorizer dengan variasi tekanan 60-67 cmHg. Dengan adanya tekanan ini maka asam lemak bebas dan bau akan menguap dan masuk ke puncak deodorizer selanjutnya akan dihisap oleh pompa vakum.

Pengujian kinerja pemanas menunjukkan bahwa alat mampu memanaskan *crude olein* dengan kecepatan masing-masing 4,4-5,0, 3,2-4,0, 1,7-3,0°C/menit pada masing-masing 15 menit pertama, 15 menit kedua, 15 menit ketiga dan di bawah 1,2°C pada menit-menit selanjutnya (Tabel 1). Suhu

maksimum 270°C tercapai setelah dua jam pemanasan *crude olein* dan muncul bau yang tidak dikehendaki dari bahan kedap panas yang menjadi indikasi ketidak-mampuan bahan kedap panas tersebut menahan panas di atas 270°C.

Warna *crude olein* menjadi gosong semenjak suhu mencapai 200°C. Selain itu, *crude olein* mempunyai bau yang tidak dikehendaki (*off flavor*). *Off flavor* ini diperkirakan merupakan produk dari pemanasan berlebihan di bagian dasar deodoriser dan terperangkap di dalam minyak. Hal yang sama masih terjadi dengan intensitas lebih ringan bila dilakukan sirkulasi minyak dengan cara mengintroduksi udara setiap 5 menit (selama 60 detik) dengan tekanan vakum di dalam ruang 60 mmHg. Terjadinya pemanasan berlebihan di bagian dasar ini dapat dihindari dengan sirkulasi setiap 5 menit (selama 60 detik) dengan tekanan vakum di dalam ruang 50 mmHg.

Hasil pengujian pendahuluan ini menunjukkan bahwa proses deodorisasi berhasil memucatkan *crude olein*. Kandungan beta karoten berkurang dari rata-rata 595 ppm menjadi 127 ppm setelah 150 menit proses deodorisasi. Hasil ini sekaligus memberi peluang untuk mengeliminasi proses pemucatan dengan *bleaching earth* sebagaimana dilakukan pada penelitian-penelitian PPKS sebelumnya dalam pembuatan minyak makan dari kelapa sawit. Dengan demikian, proses deodorisasi ini diharapkan akan sekaligus menjalankan fungsi penghilangan bau yang tidak dikehendaki, penurunan kadar asam lemak bebas, penurunan kadar air dan pemucatan.

Pengaruh Suhu dan Waktu Proses Terhadap Mutu Minyak

Untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu proses deodorisasi terhadap mutu minyak maka proses dilakukan pada tekanan uap 15 cmHg (tekanan vakum pada alat 60 cmHg). Mutu minyak yang diteliti terdiri dari karoten, warna, ALB dan kadar air. Untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap

Tabel 1. Perubahan suhu terhadap waktu

Waktu (menit)	Ulangan I (^{0}C)	Ulangan II (°C)	Rata-rata (^{0}C)	Perubahan suhu (^{0}C/menit)
0	30	30	30	-
5	55	55	55	5,0
10	81	80	81	5,1
15	105	100	103	4,4
20	125	120	123	4,0
25	140	137	139	3,2
30	160	155	158	3,8
35	175	170	173	3,0
40	190	180	185	2,5
45	197,5	190	194	1,7
50	200	200	200	1,2

mutu, telah dilakukan penelitian pendahuluan pada suhu agak rendah yaitu 120, 140 dan 160°C. Dari ketiga perlakuan, hanya suhu 160°C yang memberikan efek penghilangan bau yang nyata berdasarkan pengamatan organoleptik.

Penelitian pengembangan skala *bench* deodorisasi ini dilanjutkan dengan tekanan pada optimasi proses dengan variabel suhu dan dan waktu proses. Berdasarkan hasil pengujian pendahuluan di atas, variabel suhu yang digunakan berkisar antara 160 hingga 190°C dengan interval level perlakuan 10°C. Sedangkan tekanan vakum diatur maksimum dan tekanan vakum dalam ruang di atur dengan sirkulasi uap bertekanan 15 cmHg. Hasil pengamatan mutu minyak makan terdeodirisasi ditunjukkan pada Tabel 2.

Berdasarkan tingkat warna merah dan kuning sebagaimana disajikan pada Tabel 2, suhu proses berpengaruh nyata dengan efek semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu proses semakin pucat warna minyak yang dihasilkan. Pada waktu proses yang sama (30 menit), warna merah (Lovibond 1") berubah dari 10,2 menjadi masing-masing 7,8; 6,6; dan 6,2 pada suhu 160, 170, 180 dan 190°C. Sedangkan warna kuning berubah dari 12,0 menjadi 12,3; 20,0 dan 20,2 pada urutan suhu yang sama. Warna minyak berkaitan dengan kandungan karoten yang dikandungnya. Semakin tinggi suhu dan waktu proses semakin

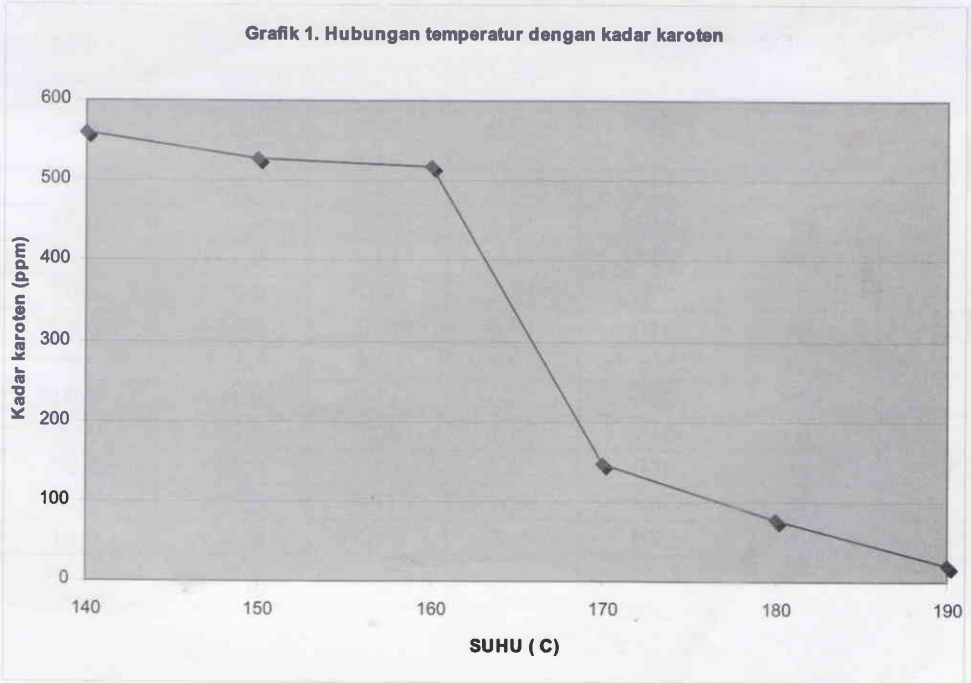
Tabel 2. Pengaruh Suhu dan Waktu terhadap Mutu Minyak

Suhu (° C)	Waktu (menit)	Karoten (ppm)	Warna (lovibond)		Asam lemak bebas (%)	Kadar Air (%)
			Red	Yellow		
160	0	535	17,3	9,7	0,276	0,08
	30	520	14,6	10,0	0,236	0,05
	60	519	10,2	12,3	0,207	0,02
	120	518	9,6	12,4	0,171	0,01
170	0	550	17,5	10,0	0,275	0,07
	30	301	7,8	12,3	0,258	0,07
	60	188	7,5	14,0	0,190	0,06
	120	146	5,3	20,5	0,137	0,01
180	0	525	17,0	10,5	0,207	0,11
	30	232	6,6	20,0	0,258	0,09
	60	134	5,6	21,3	0,189	0,05
	120	77	4,4	22,0	0,155	0,01
190	0	530	15,0	9,0	0,207	0,11
	30	197	6,2	20,2	0,207	0,08
	60	109	5,0	21,3	0,189	0,05
	120	20	4,2	23,0	0,155	0,01

rendah kandungan karoten dalam minyak yang dihasilkan. Dengan demikian, dipandang dari parameter suhu, suhu 160°C adalah optimum untuk mempertahankan kandungan karoten.

Pada waktu proses 120 menit atau lebih, kandungan asam lemak bebas turun dari 0,25% menjadi sama atau lebih rendah dari 0,2%. Sedangkan kadar air turun secara nyata dari 0,1% menjadi kurang dari 0,01% setelah 120 menit atau lebih waktu proses pada semua tingkat suhu. Dari kelima parameter mutu di atas, waktu proses 120 menit direkomendasikan digunakan dalam proses deodorisasi menggunakan alat sebagaimana digunakan dalam penelitian ini. Dengan kondisi suhu 160°C dan waktu proses 120 menit, kandungan karoten pada minyak makan merah relatif tinggi yaitu 518 ppm dan kandungan vitamin E sebesar 279 ppm dengan tingkat warna merah 9,6 dan warna kuning 12,4. Hubungan suhu dan mutu minyak dapat dilihat pada grafik 1, dimana parameter yang digunakan adalah kandungan karoten karena kadar karoten yang lebih tinggi adalah parameter utama yang membedakan minyak makan merah dengan minyak goreng biasa.

Grafik 1 menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu, semakin menurun kandungan karoten yang terdapat pada minyak. Karoten terbukti tidak stabil pada suhu tinggi.



Pengaruh Tekanan dan Waktu Proses Terhadap mutu minyak

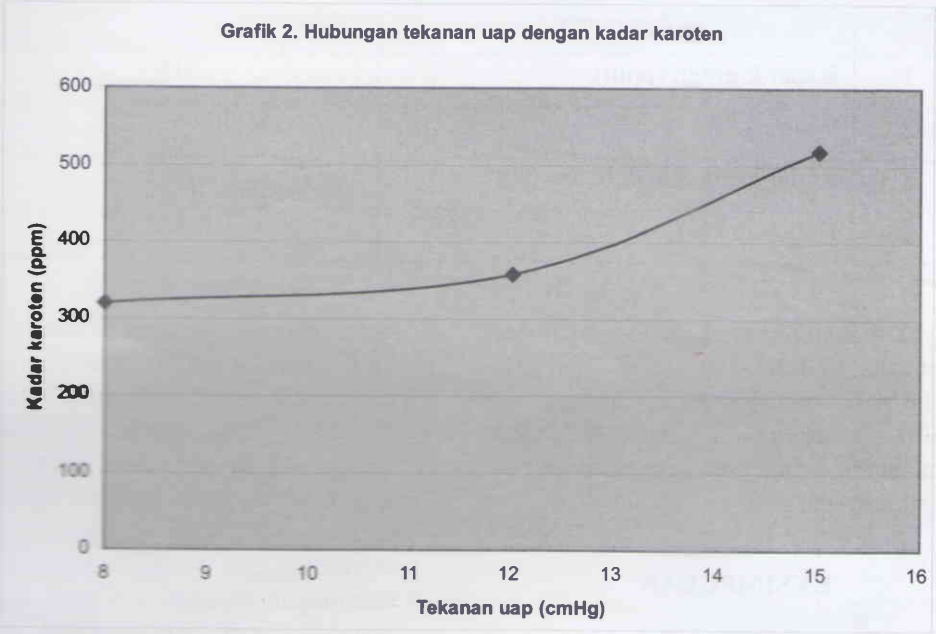
Dalam proses deodorisasi digunakan tekanan uap sebagai pengaduk sekaligus membawa komponen-komponen yang menguap dari minyak selama proses deodorisasi. Pada proses deodorisasi minyak makan merah ini digunakan tiga macam variasi tekanan uap yakni 15, 12 dan 8 cmHg. Sedangkan suhu yang digunakan adalah 160^{0}C karena suhu tersebut adalah suhu terbaik untuk minyak makan merah sesuai yang telah dijelaskan diatas. Hasil pengamatan tekanan dan waktu terhadap mutu minyak ditunjukkan pada Tabel 3.

Dari ketiga variasi tekanan uap diatas maka tekanan 15 cmHg adalah tekanan yang paling konsisten memberikan hasil yang terbaik untuk minyak makan merah ditinjau dari kadar karoten dan warna. Tekanan uap 15 cmHg dapat mempertahankan karoten diatas 500 ppm dengan tingkat warna merah diatas 8. Pengaruh tekanan uap terhadap karoten ditunjukkan pada Grafik 2.

Dari grafik diatas diketahui bahwa tekanan 15 cmHg adalah tekanan yang paling baik untuk proses deodorisasi minyak makan merah dimana karoten dan warna masih dapat dipertahankan.

Tabel 3. Pengaruh tekanan uap terhadap mutu minyak

Tekanan (cmHg)	Waktu (menit)	Karoten (ppm)	Warna (lovibond)		Asam lemak bebas (%)	Kadar Air (%)
			Red	Yellow		
15	0	535	17,3	9,7	0,276	0,08
	30	520	14,6	10,0	0,236	0,05
	60	519	10,2	12,3	0,207	0,05
	120	**518**	**9,6**	**12,4**	**0,171**	**0,01**
12	0	530	15,2	9,0	0,254	0,07
	30	410	14,0	10,3	0,253	0,07
	60	368	10,8	12,0	0,235	0,06
	120	356	9,5	13,2	0,164	0,01
8	0	519	15,1	9,9	0,254	0,09
	30	400	14,3	10,7	0,243	0,09
	60	368	10,0	11,2	0,234	0,06
	120	320	9,9	13,4	0,169	0,01



Tabel 4. Perbandingan komposisi asam lemak utama pada minyak makan merah terdeodorisasi dan crude olein

Produk	Asam lemak (%)				
	asam miristat	Asam palmitat	asam stearat	asam oleat	asam linoleat
Minyak makan merah	1,2057	41,3878	4,2181	42,1355	11,0524
Crude olein	1,1683	41,6986	4,1939	42,4897	10,4494

Hasil Pengamatan Produk Minyak Makan Merah

Perbandingan komposisi asam lemak minyak makan sawit hasil deodorisasi terhadap bahan baku *crude olein* ditunjukkan oleh Tabel 4. Sifat minyak makan merah terdeodorisasi yang diperoleh pada kondisi optimum (suhu 160^0 C, waktu 120 menit dan tekanan uap 15 cmHg) dapat dilihat pada Tabel 5. Sifat minyak makan merah diatas sudah sesuai dengan standar

Tabel 5. Sifat minyak makan merah terdeodorisasi

No.	Parameter	Nilai
1	Kadar karoten (ppm)	518
2	Warna	R=9,6/Y=12,4
3	Kadar asam lemak bebas (%)	0,171
4	Kadar air (%)	0,009

minyak makan menurut Standar Nasional Indonesia, SNI 01-2902-1992. SNI 01-2902-1992 mensyaratkan kadar air (%b/b) maksimum 0,30 dan kandungan asam lemak bebas (sebagai asam laurat) maksimum 0,5%.

KESIMPULAN

1. Deodoriser sebagaimana dirancang dalam penelitian ini, yang tersusun atas dua buah silinder baja anti karat berdiameter masing-masing 8,5 inci dan 6,5 inci dan tinggi 20 inci, ruang di dalam diperlengkapi dengan silinder pensirkulasi (diameter 4 inci, tinggi 12 inci, menggantung 2 inci dari dasar deodoriser) dan dihubungkan dengan pompa vakum dan pressure cooker, mampu menghasilkan minyak makan merah dengan kualitas yang baik secara fisik maupun kimia.

2. Semakin tinggi suhu proses cenderung memucatkan warna minyak yang dihasilkan, artinya, kandungan karoten dan vitamin E juga turun. Suhu yang lebih tinggi juga menurunkan kadar air dan kandungan asam lemak bebas.

3. Suhu proses yang optimum adalah 160^{0}C dan waktu proses 120 menit dipandang dari karakteristik kehilangan bau yang tidak dikehendaki, warna, kadar air dan kadar asam lemak bebas. Pada kondisi optimum, mutu produk yang dihasilkan selain memiliki bau yang netral adalah kandungan karoten 518 ppm, tingkat warna merah 9,6, tingkat warna kuning 12,4, kadar air 0,009% dan kadar asam lemak bebas 0,171%.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonymous. 1996. Laporan akhir tahun Riset Unggulan Terpadu III: "Pengembangan Minyak Makan Merah dari Minyak Sawit", Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan.

2. American Oil Chemists' Society. 1989. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society (3rd ed). Champaign, IL., USA.

3. American Oil Chemists' Society. 1991. Official methods and

recommended practices of the American Oil Chemists' Society (4rd ed). Champaign, IL., USA.

4. Jatmika A., P. Guritno dan E. Nuryanto. 1996b. "Ketahanan Simpan Minyak Sawit Merah", Jurnal Penelitian Kelapa Sawit 4(3): 136-147.

5. Jatmika, A. dan P. Guritno. 1997. "Evaluasi Penerimaan Konsumen Terhadap Produk Pangan yang digoreng dengan Minyak Sawit Merah", Jurnal Penelitian Kelapa Sawit 5(1): 41-54.

6. Jatmika, A., T. Haryati, and P. Guritno. 1996a. "Preparation or Red Palm Oil", Proceeding of 1996 PORIM International Palm Oil Congress, 23-28 September 1996. Kuala Lumpur.

7. Mielke, 2000. "Oil World", Mielke GMbH, Germany.

8. MPOB, 2005. "MPOB Test methods", MPOB, Malaysia.

9. Susilawati, E., P. Guritno, E. Nuryanto. 1997. "Pembuatan Minyak Sawit Merah dengan Proses Fraksinasi Berganda", Jurnal Penelitian Kelapa Sawit 5(1): 55-56.