

OPTIMASI PROSES DEASIDIFIKASI DALAM PEMURNIAN MINYAK SAWIT MERAH SKALA PILOT PLANT

[Optimization of Deacidification Process in Red Palm Oil Purification on Pilot Plant Scale]

I Wayan Rai Widarta^{1)*}, Nuri Andarwulan^{2, 3)}, dan Tri Haryati³⁾

¹⁾ Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali

²⁾ Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor

³⁾ South East Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFST) Center, Institut Pertanian Bogor, Bogor

Diterima 10 Oktober 2011 / Disetujui 26 Maret 2012

ABSTRACT

Deacidification is one of the steps in palm oil refining process which aims to separate free fatty acids formed during post-harvest handling. It is carried out using alkali solution such as NaOH (sodium hydroxide). Carotenoids in palm oil are affected by this step. Therefore, deacidification has to be controlled to minimize the destruction of carotenoids during processing. The objective of this research was to improve deacidification process in pilot plant scale so that the process can produce lower level of free fatty acids (FFA) and higher recovery of carotene in high yield neutralized red palm oil (NRPO). Characterization of physical and chemical properties of crude palm oil (CPO) such as moisture content, FFA and carotene contents, saponification number, iodine value, peroxide value, and color were determined before processing. Degumming was performed before deacidification process. The 17.5% excess of NaOH was obtained from the pilot plant scale deacidification trial. The optimization of deacidification time and temperature was carried out by using central composite design (CCD). Response surface method (RSM) was used to observe the influence of treatments on the FFA level reduction, carotene recovery, and NRPO yield. The result showed that the optimum deacidification condition was at $61 \pm 2^\circ\text{C}$ in 26 minutes, and at the 16% NaOH strength with 17.5% excess of NaOH. In this optimum condition, the process achieved 96.35% of FFA reduction, 87.30% of carotene recovery, and 90.16% of NRPO yield.

Key words: central composite design, deacidification, red palm oil, pilot plant scale

PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu produsen dan eksportir utama minyak kelapa sawit dunia bersama Malaysia dengan produk utamanya adalah minyak sawit mentah (CPO). Industri kelapa sawit Indonesia telah tumbuh secara signifikan dalam empat puluh tahun terakhir. Sejak tahun 2006 Indonesia telah menjadi produsen CPO terbesar di dunia. Pada tahun 2010, produksi CPO Indonesia mencapai 23,2 juta ton, sedangkan produksi Malaysia hanya mencapai 18,2 juta ton (Qomariyah, 2010).

Dilihat dari nilai ekspor produk hilir kedua negara, Malaysia sudah lebih maju dibandingkan Indonesia. Saat ini pemerintah sedang mengupayakan pengembangan industri hilir di Indonesia untuk meningkatkan nilai tambah yang lebih besar bagi industri kelapa sawit di dalam negeri serta menyerap tenaga kerja baru. Peningkatan pajak ekspor CPO dari 1,5% menjadi 6,5% sejak 15 Juni 2007 adalah salah satu upaya pemerintah untuk membatasi ekspor, yang ditujukan untuk memberikan jaminan investasi di sektor pengolahan hilir CPO. Disamping itu, kenaikan pajak ekspor CPO bisa mengurangi ketergantungan terhadap industri hilir dari luar negeri (Maulida, 2007).

Minyak sawit mentah adalah minyak sawit yang diperoleh dari bagian mesokarp buah kelapa sawit yang kaya akan karotenoid melalui proses pengepresan. Konsentrasi karotenoid

dalam CPO berkisar 500-700 ppm untuk jenis Tenera (Ping dan Lian, 2005) terutama dalam bentuk α - dan β -karoten yang jumlahnya lebih dari 90% dari total karoten (Basiron, 2005; Ooi *et al.*, 1996). Keunikan minyak sawit lainnya dibandingkan *vegetable oil* lainnya adalah kandungan tokotrienol yang tinggi (Puah *et al.*, 2007).

Karotenoid merupakan prekursor vitamin A yang disebut sebagai provitamin A. Provitamin A yang paling potensial adalah β -karoten yang ekuivalen dengan 2 vitamin A (Gross, 1991). Struktur karotenoid memberikan banyak sifat fisiologis yang penting seperti aktivitas antioksidan. Sistem poliene yang terkonjugasinya dikaitkan dengan penurunan resiko kanker, atherosclerosis dan katarak (Bonnie dan Choo, 1999). Jacques *et al.* (1991) melaporkan hasil penelitiannya tentang orang yang mempunyai konsentrasi karoten plasma yang tinggi yaitu lebih dari $3,3 \mu\text{mol/L}$ mempunyai prevalensi katarak lebih rendah 20% dibandingkan dengan orang yang memiliki persentase karoten plasma kurang dari $1,7 \mu\text{mol/L}$.

Minyak sawit merah adalah minyak sawit mentah yang telah mengalami proses pemurnian. Salah satu tahapan dalam pemurnian minyak sawit secara kimia adalah deasidifikasi atau netralisasi (Basiron, 2005). Deasidifikasi dilakukan setelah tahap *degumming* (penghilangan gum) untuk memisahkan asam lemak bebas yang terbentuk oleh aktivitas enzim, mikroba, uap air dan oksigen pada pasca panen sawit. Asam lemak bebas dapat menyebabkan ketengikan pada minyak sawit sehingga mempengaruhi produk-produk olahannya. Deasidifikasi dengan menggunakan alkali merupakan metode

*Korespondensi Penulis :

Email : rai_widarta@yahoo.com; Telp. (0361)701801

yang paling umum dilakukan pada skala industri karena lebih murah dan efisien dalam mereduksi asam lemak bebas pada minyak mentah/kasar sampai kadar tertentu yang diinginkan. Alkali yang paling sering digunakan untuk netralisasi adalah NaOH (Bhosle dan Subramanian, 2005). Menurut Akoh dan Min (2002) netralisasi harus dilakukan dengan benar. Kelebihan penambahan NaOH akan menyabunkan trigliserida dan mereduksi minyak netral yang dihasilkan. Selain itu suhu yang tepat dan waktu kontak yang cukup juga merupakan hal yang penting, sebab berpengaruh pada kekompakan dan kecepatan pengendapan sabun yang terbentuk dalam minyak serta total karotenoid dalam minyak sawit merah yang sifatnya tidak stabil terhadap proses pemanasan.

Pengolahan minyak sawit merah pada skala laboratorium telah dilakukan oleh Mas'ud (2007). Pengolahan minyak sawit merah pada skala pilot plant merupakan kunci penghubung pengolahan minyak sawit merah dari skala laboratorium menuju ke skala industri. Adanya perbedaan geometris antara skala laboratorium dengan pilot plant memungkinkan terjadinya perbedaan kondisi proses dalam menghasilkan minyak sawit merah yang diharapkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan uji coba kondisi optimum yang diperoleh pada skala laboratorium ke skala pilot plant, sehingga nantinya dapat diperoleh kondisi optimum pengolahan minyak sawit merah dengan skala pilot plant.

Produk (NRPO) yang dihasilkan dapat digunakan lebih lanjut dalam proses pengembangan minyak sawit yang kaya karoten, misalnya dalam bentuk minyak sawit merah sebagai minyak makan dengan kadar karotenoid yang tinggi, untuk pengembangan produk-produk berbasis minyak makan merah atau konsentrat karoten yang dapat digunakan sebagai bahan baku mikroenkapsulasi β -karoten yang selanjutnya digunakan sebagai sumber atau bahan suplemen (farmasetikal atau nutrasetikal) dan fortifikan produk pangan sumber provitamin A.

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan teknologi proses deasidifikasi minyak sawit merah secara kimia pada skala pilot plant sehingga diperoleh minyak sawit merah dengan kadar asam lemak bebas yang rendah, kadar karoten dan rendemen yang tinggi.

METODOLOGI

Bahan dan alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah tangki reaktor netralisasi, *spinner*, spektrofotometer, oven, desikator, timbangan, labu ukur, corong, *hot plate*, termometer, peralatan titrasi, Lovibond Tintometer, dan alat-alat gelas.



Gambar 1. Tangki netralisasi (A) dan *Spinner* (B) skala pilot plant

Bahan-bahan yang digunakan adalah CPO diperoleh dari PT. Sinar Meadow, batu didih, NaOH, KOH, alkohol 95%, indikator larutan pati dan phenolftalein, asam asetat glasial 60%, kloroform, larutan KI jenuh, larutan KI 15%, aquades, heksan, pereaksi Wijs, HCl 0,5 N, Na₂S₂O₃ 0,1 N, dan gas nitrogen.

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan penelitian, yaitu: karakterisasi sifat fisiko kimia bahan baku (CPO), uji coba proses deasidifikasi skala laboratorium ke pilot plant, dan optimasi proses deasidifikasi minyak sawit merah skala pilot plant.

Karakterisasi sifat fisiko kimia CPO

Pada tahap ini dilakukan penentuan kadar asam lemak bebas, kadar karoten, kadar air, bilangan peroksida, bilangan penyabunan, dan warna dari CPO yang digunakan dalam penelitian ini. Karakterisasi sifat fisiko kimia ini dilakukan setiap mengawali proses deasidifikasi untuk mengetahui pengaruh proses deasidifikasi terhadap karakteristik sifat fisiko kimia NRPO.

Uji coba proses deasidifikasi skala laboratorium ke pilot plant

Pada tahapan ini dilakukan uji coba proses deasidifikasi dengan kondisi deasidifikasi optimum yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian terdahulu, yaitu pada suhu 59°C selama 25 menit dengan konsentrasi NaOH 16°Be (Mas'ud, 2007).

Proses *degumming* dilakukan terlebih dahulu dengan memanaskan CPO hingga suhu 80°C, kemudian ditambahkan larutan asam fosfat 85% sebanyak 0,15% dari berat CPO sambil diaduk perlahan-lahan (56 rpm) selama 15 menit.

Setelah proses *degumming*, dilakukan proses deasidifikasi dengan menggunakan larutan NaOH. Larutan NaOH yang telah ditentukan jumlahnya ditambahkan secepatnya sambil diaduk. Pada tahap ini, dilakukan penentuan *excess* yang akan digunakan untuk dapat mereduksi asam lemak bebas hingga kadarnya tidak lebih dari 0,15%. Setelah proses deasidifikasi, sabun dipisahkan dengan sentrifugasi. Kemudian dilakukan pencucian dengan air panas (5-8°C lebih hangat dari suhu minyak), selanjutnya disentrifugasi kembali.

Pada tahap ini dilakukan analisis kadar asam lemak bebas, kadar karoten, kadar air, dan rendemen. Kondisi optimum yang diperoleh dari tahap uji coba tersebut di atas selanjutnya digunakan sebagai titik tengah perlakuan untuk penelitian tahap optimasi proses deasidifikasi minyak sawit merah skala pilot plant. Indikator pemilihan adalah kadar asam lemak bebas yang rendah, *recovery* karoten dan rendemen NRPO yang tinggi.

Optimasi proses deasidifikasi minyak sawit merah skala pilot plant

Pada tahap ini dilakukan penelitian untuk memperoleh kondisi optimum deasidifikasi pada skala pilot plant. Penelitian dilakukan dengan mengikuti rancangan *central composite design* (CCD) dari *Response Surface Methodology* (RSM) menggunakan 2 variabel yaitu suhu dan waktu proses deasidifikasi. Penentuan titik tengah perlakuan diambil dari hasil penelitian proses deasidifikasi uji coba kondisi laboratorium ke

pilot plant. Seluruh perlakuan terdiri dari 13 proses deasidifikasi dan setiap kondisi proses mengikuti rancangan percobaan CCD. Model umum rancangan yang digunakan adalah:

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1, j=2}^{k-1, k} \beta_{i,j} X_i X_j + \varepsilon$$

Keterangan: Y = Respon pengamatan; β_{ij} = Koefisien interaksi perlakuan; β_0 = Intersep; X_i = Kode perlakuan untuk faktor ke- i ; β_i = Koefisien linier; X_j = Kode perlakuan untuk faktor ke- j ; β_i = Koefisien kuadratik; k = Jumlah faktor yang dicobakan

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *software* SAS v6.12, dan untuk memperoleh bentuk permukaan respon menggunakan *software* Surfer 32.

Validasi dilakukan setelah tahap optimasi deasidifikasi minyak sawit merah skala *pilot plant* selesai. Maksud validasi adalah untuk meyakinkan bahwa berdasarkan kondisi yang diasumsikan, model yang dikembangkan dapat mewakili sistem yang sebenarnya.

Parameter yang diamati

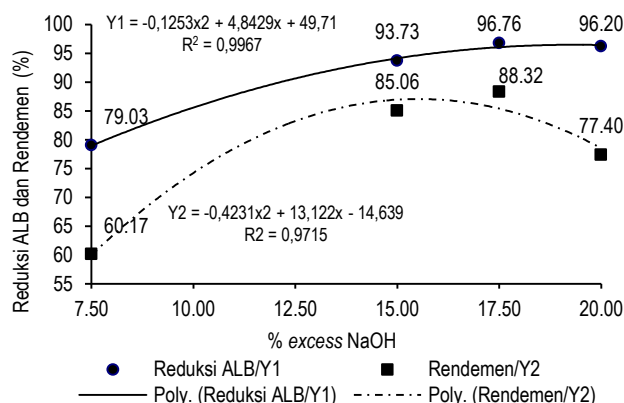
Parameter yang diukur adalah rendemen, kadar air (metode oven, AOAC 926,12, 1995), kadar asam lemak bebas (metode titrasi, AOCS Ca 5a-40, 2003), kadar karoten (metode spektrofotometri, PORIM 2005), *recovery* karoten, bilangan peroksida (metode titrasi, AOAC 965,33, 1995), bilangan iod (metode Wijs, AOAC 920,159, 1995), bilangan penyabunan (metode titrasi, AOAC 920,160, 1995), dan warna (Lovibond Tintometer Model F, PORIM, 2005).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji coba proses deasidifikasi skala laboratorium ke *pilot plant*

Pada tahap ini dilakukan proses uji coba hasil kondisi optimum penelitian terdahulu pada skala laboratorium (Mas'ud, 2007). Suhu yang digunakan adalah $59 \pm 2^\circ\text{C}$ selama 25 menit dengan konsentrasi NaOH 16°Be. Namun, pada tahap ini *excess* yang digunakan ditingkatkan sedikit demi sedikit hingga diperoleh kondisi yang diharapkan yaitu kadar asam lemak bebas yang rendah (maksimum 0,15%) dengan rendemen yang cukup tinggi. Hasil uji coba deasidifikasi skala *pilot plant* dapat dilihat pada Gambar 2.

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin tinggi jumlah *excess* yang digunakan maka reduksi asam lemak bebas dan rendemen semakin meningkat sampai pada kondisi tertentu. Reduksi kadar asam lemak bebas (ALB) dan rendemen yang paling tinggi diperoleh pada kondisi *excess* NaOH 17,5% dari berat NaOH yang dibutuhkan, yaitu masing-masing 96,76% dan 88,32% serta *recovery* karoten sebesar 85,06%. Oleh karena itu, kondisi tersebut dipilih sebagai titik tengah perlakuan untuk tahap optimasi proses deasidifikasi skala *pilot plant*.



Gambar 2. Perubahan reduksi kadar asam lemak bebas (ALB) dan rendemen (%) dengan perlakuan persentase *excess* NaOH pada proses uji coba deasidifikasi

Optimasi proses deasidifikasi minyak sawit merah skala *pilot plant*

Tahap optimasi deasidifikasi dilakukan dengan mengikuti rancangan *central composite design* (CCD) dari RSM. Seluruh perlakuan terdiri dari 13 proses deasidifikasi dimana setiap kondisi proses mengikuti rancangan percobaan seperti yang telah ditentukan sebelumnya pada metode penelitian. Hasil uji coba proses deasidifikasi pada skala *pilot plant* digunakan sebagai titik tengah perlakuan.

Reduksi kadar asam lemak bebas (%)

Visualisasi permukaan respon dari data kadar asam lemak bebas yang diperoleh dari beberapa kondisi proses deasidifikasi yang menggunakan uji RSM dapat dilihat pada Gambar 3. Persamaan RSM dari proses deasidifikasi minyak sawit merah optimasi reduksi kadar asam lemak bebas adalah:

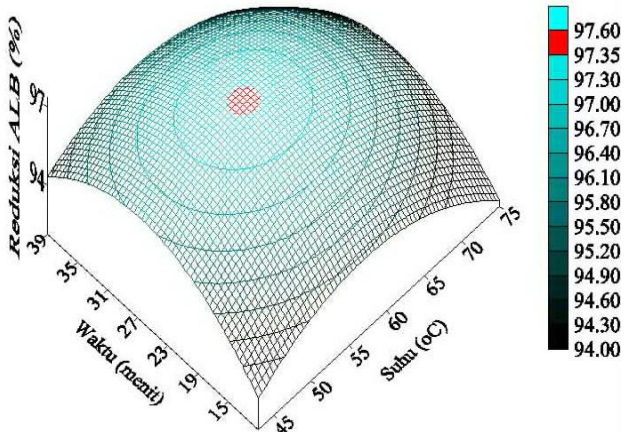
$$Y = 62,879729 - 0,932719X_1 + 0,654839X_2 - 0,008044X_1^2 - 0,001336X_1X_2 - 0,011237X_2^2$$

dimana, Y adalah reduksi kadar asam lemak bebas, X_1 adalah suhu dan X_2 adalah waktu proses deasidifikasi dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,7703.

Berdasarkan analisis kanonik untuk menentukan kondisi optimum respon yaitu reduksi kadar asam lemak bebas diketahui bahwa nilai kritis untuk suhu adalah $55,83^\circ\text{C}$ dan waktu proses 25,82 menit. Pada titik-titik tersebut reduksi kadar asam lemak bebas NRPO yang diprediksi pada titik stasioner adalah 97,37%. Bentuk kontur yang memusat mengindikasikan bahwa titik stasioner merupakan respon maksimum atau minimum, dan hasil analisis kanonik menjelaskan bahwa titik stasioner adalah maksimum.

Pada Gambar 3 dapat dilihat pengaruh 2 variabel yaitu suhu dan waktu proses terhadap reduksi kadar asam lemak bebas, serta gambaran kontur dari permukaan respon. Gambar 3 memperlihatkan bahwa reduksi kadar asam lemak bebas sangat dipengaruhi oleh suhu dan waktu proses deasidifikasi. Reduksi kadar asam lemak bebas meningkat seiring dengan meningkatnya suhu dan waktu deasidifikasi hingga pada suatu titik tertentu. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Mas'ud (2007) yang menyatakan bahwa kadar asam lemak bebas

menurun seiring dengan meningkatnya suhu dan waktu proses deasidifikasi hingga pada suatu titik tertentu.



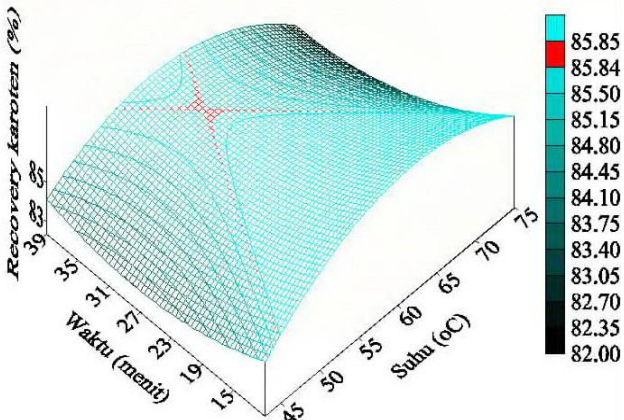
Gambar 3. Permukaan tanggap reduksi kadar ALB (%) pada proses deasidifikasi dengan berbagai variasi suhu dan waktu

Recovery karoten (%)

Recovery karoten dihitung berdasarkan massa karoten yang dapat diperoleh kembali. Visualisasi permukaan respon dari data recovery karoten yang diperoleh dari beberapa kondisi proses deasidifikasi yang menggunakan uji RSM dapat dilihat pada Gambar 4. Persamaan RSM dari proses deasidifikasi minyak sawit merah untuk optimasi recovery karoten adalah:

$$Y = 49,802118 + 1,338924X_1 - 0,147032X_2 - 0,010445X_1^2 - 0,004145X_2X_1 + 0,00578 X_2^2$$

dimana, Y adalah recovery karoten, X₁ adalah suhu proses dan X₂ adalah waktu proses deasidifikasi dengan nilai R² sebesar 0,6250. Gambar 4 menunjukkan bahwa karoten yang dapat dipertahankan semakin meningkat dengan semakin tingginya suhu dan semakin lama waktu proses deasidifikasi hingga pada suatu titik tertentu. Berdasarkan analisis kanonik untuk menentukan kondisi optimum respon yaitu recovery karoten diketahui bahwa nilai kritis untuk suhu adalah 57,48°C dan waktu 33,30 menit. Pada titik-titik tersebut recovery karoten dalam NRPO diprediksi mencapai 85,84%.



Gambar 4. Permukaan tanggap recovery karoten (%) pada proses deasidifikasi dengan berbagai variasi suhu dan waktu

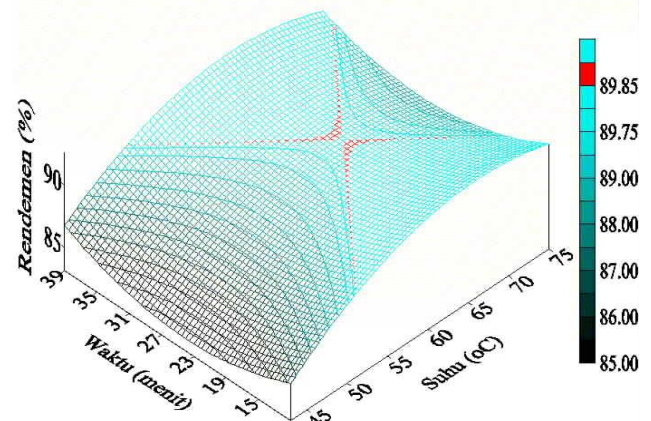
Hasil optimasi proses deasidifikasi menunjukkan bahwa nilai recovery karotennya cukup tinggi. Hal ini membuktikan bahwa karoten relatif stabil terhadap alkali dan termasuk kedalam fraksi yang tak tersabunkan dalam minyak. Menurut Rahayu (1996) kadar karotenoid dan β-karoten minyak sawit dapat ditingkatkan melalui proses saponifikasi, dimana proses ini akan menghilangkan komponen yang tersabunkan dan mempertahankan komponen-komponen yang tidak tersabunkan seperti pigmen, sterol dan hidrokarbon. Penurunan karoten pada NRPO lebih dipengaruhi oleh suhu dan waktu proses deasidifikasi. Menurut Bonnie dan Choo (1999) pigmen karotenoid terdiri dari sistem ikatan rangkap terkonjugasi yang membuatnya mudah diserang oleh panas. Adanya oksigen akan menyebabkan kerusakan yang lebih besar (Marty dan Berset, 1990). Menurut Alyas *et al.* (2006) penurunan β-karoten pada *red palm olein* (RPO) terjadi secara signifikan pada suhu yang lebih tinggi dalam waktu pemanasan yang lebih lama. Lin dan Chen (2005) yang mengatakan bahwa kecenderungan penurunan β-karoten seiring dengan peningkatan suhu penyimpanan pada jus tomat yang di simpan pada suhu yang berbeda.

Rendemen (%)

Visualisasi permukaan respon dari data rendemen NRPO yang dihasilkan dari beberapa kondisi proses deasidifikasi yang menggunakan uji RSM dapat dilihat pada Gambar 5. Persamaan RSM dari proses deasidifikasi minyak sawit untuk rendemen adalah:

$$Y = 43,458712 + 1,624153X_1 - 0,462955X_2 - 0,012119X_1^2 - 0,002255X_2X_1 + 0,011640X_2^2$$

dimana, Y adalah rendemen NRPO, X₁ adalah suhu dan X₂ adalah waktu proses deasidifikasi dengan nilai R² sebesar 0,7288. Berdasarkan analisis kanonik untuk menentukan kondisi optimum respon yaitu rendemen NRPO diketahui bahwa nilai kritis untuk suhu adalah 64,57°C dan waktu proses 26,14 menit. Pada titik-titik tersebut nilai rendemen NRPO diprediksi sebesar 89,85%.



Gambar 5. Permukaan tanggap rendemen (%) pada proses deasidifikasi dengan berbagai variasi suhu dan waktu

Gambar 5 menjelaskan pengaruh suhu dan waktu proses deasidifikasi terhadap rendemen. Terlihat bahwa rendemen NRPO mengalami peningkatan seiring dengan semakin mening-

katnya suhu dan waktu pemanasan hingga pada suatu titik tertentu. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Mas'ud (2007) yang menyatakan bahwa rendemen NRPO mengalami peningkatan hingga suhu dan waktu tertentu.

Suhu yang tinggi dan waktu pemanasan yang lama dapat menyebabkan terjadinya hidrolisis trigliserida sehingga minyak menjadi lebih mudah tersabunkan dan rendemen NRPO menurun. Menurut Hafidi *et al.* (2005) pada suhu 80°C dapat terjadi hidrolisis trigliserida menghasilkan asam lemak bebas.

Validasi suhu dan waktu optimum proses deasidifikasi minyak sawit merah

Validasi kondisi proses deasidifikasi dilakukan sebanyak lima kali ulangan terhadap reduksi kadar asam lemak bebas, *recovery* karoten dan rendemen. Pemilihan suhu dan waktu optimum untuk tahap validasi dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu yang pertama dengan *superimposed* menggunakan SAS dan diperoleh suhu optimum 59°C dalam waktu 33 menit. Pendekatan kedua dilakukan secara kompromi dan diperoleh suhu optimum 61°C dalam waktu 26 menit. Penentuan suhu dan waktu optimum untuk tahap validasi didasari oleh pertimbangan bahwa suhu dan waktu tersebut memberikan respon yang mendekati respon optimum untuk ketiga persamaan optimasi (Tabel 1). Berdasarkan pertimbangan di atas, suhu dan waktu proses deasidifikasi minyak sawit merah pada skala pilot plant tahap validasi dilakukan pada suhu 61°C selama 26 menit yang diperoleh melalui pendekatan secara kompromi. Selanjutnya, validasi proses deasidifikasi minyak sawit merah dilakukan pada kondisi suhu dan waktu tersebut dalam tangki netralisasi dengan lima kali ulangan sehingga diperoleh reduksi kadar asam lemak bebas sebesar 96,35%, *recovery* karoten 87,30% dan rendemen 90,16%. Hasil validasi memiliki penyimpangan yang relatif kecil dari nilai estimasi terhadap respon reduksi kadar asam lemak bebas, *recovery* karoten dan rendemen yaitu 0,82%, 1,35% dan 0,52%.

Tabel 1. Penentuan suhu dan waktu optimum untuk tahap validasi proses deasidifikasi dalam pemurnian minyak sawit merah

Parameter	Kondisi Optimum		Respon Optimum (%)	Respon Estimasi (%)
	Suhu (°C)	Waktu (menit)		
Reduksi ALB	55,83	25,82	97,37	
	59	33		96,68*
	61	26		97,16**
<i>Recovery</i> Karoten	57,49	33,30	85,84	
	59	33		85,82*
	61	26		86,13**
Rendemen	64,57	26,14	89,85	
	59	33		90,11*
	61	26		89,69**

Keterangan: *) hasil pendekatan *superimposed* SAS; **) hasil pendekatan metode kompromi

Karakterisasi sifat fisiko kimia NRPO

Karakterisasi produk dilakukan untuk mengetahui beberapa sifat fisik serta kimia dari NRPO yang dihasilkan. NRPO yang digunakan untuk uji karakterisasi ini adalah NRPO yang dihasilkan dari perlakuan kondisi optimum terpilih. Karakterisasi sifat

fisiko kimia CPO dan NRPO yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2. Kadar asam lemak bebas NRPO yang diperoleh telah memenuhi standar mutu untuk minyak netral, yaitu 0,15% (Basiron, 2005). Kadar karoten NRPO yang dihasilkan telah memenuhi standar minimal untuk minyak sawit merah yaitu 400 ppm (Khader dan Aruna, 2008). Kadar air NRPO yang dihasilkan masih melebihi standar mutu minyak sawit netral yaitu maksimum 0,1%, maka NRPO yang dihasilkan seharusnya dikeringkan dengan *vacuum dryer* (Anderson, 2005). Bilangan iod dan bilangan penyabunan NRPO yang dihasilkan telah sesuai dengan standar mutu minyak sawit netral yaitu masing-masing 50-55 dan 190-201 mg KOH/g minyak (Basiron, 2005). Bilangan peroksida NRPO juga telah memenuhi standar minyak sawit netral yaitu maksimum 5 meq/kg minyak (PORIM, 1981 diacu dalam Ooi *et al.*, 1996). Bilangan peroksida pada NRPO dapat diturunkan melalui proses *bleaching*. Proses *bleaching* dalam pemurnian minyak sawit merah dapat menggunakan campuran *bleaching earth* 0,5% dan 0,2% *trysil silica* pada suhu 110°C selama 30 menit (Ooi *et al.*, 1996).

Tabel 2. Karakterisasi sifat fisiko kimia CPO dan NRPO pada tahap validasi dalam proses deasidifikasi minyak sawit merah skala pilot plant *)

Parameter	CPO	NRPO	Standar Minyak Sawit Netral
Kadar asam lemak bebas (%)	3,62 ± 0,21	0,13 ± 0,02	maks. 0,15
Kadar karoten (mg/kg)	460,13 ± 13,58	464,96 ± 11,92	
Kadar air (%)	0,14 ± 0,01	0,58 ± 0,11	maks. 0,10
Bilangan peroksida (meq/kg)	2,60 ± 0,55	2,20 ± 0,45	maks. 5,00
Bilangan iod (Wijis)	52,76 ± 0,61	52,56 ± 0,66	50,00-55,00
Bilangan penyabunan (mgKOH/g)	196,40 ± 1,38	195,44 ± 1,91	190,00-201,00
Warna	30,00 Y + 10,34 R	30,04 Y + 10,74 R	

Keterangan: *) data ± standar deviasi; Y = yellow; R= red

KESIMPULAN

CPO yang digunakan sebagai bahan baku dalam penelitian memiliki kualitas yang baik bila dilihat dari sifat fisiko kimianya. Reduksi kadar asam lemak bebas dan rendemen yang paling tinggi pada tahap uji coba deasidifikasi diperoleh pada *excess* NaOH 17,5% dari berat NaOH yang digunakan, yaitu masing-masing 96,76% dan 88,32% serta *recovery* karoten sebesar 85,06%.

Berdasarkan hasil optimasi proses deasidifikasi minyak sawit merah skala pilot plant diperoleh tiga model persamaan matematika untuk menduga respon optimum dari reduksi kadar asam lemak bebas, *recovery* karoten, dan rendemen. Dari analisis kanonik diperoleh bahwa kondisi optimum untuk reduksi kadar asam lemak bebas yaitu pada suhu 55,83°C selama 25,82 menit dengan respon reduksi kadar asam lemak bebas mencapai 97,37%, untuk *recovery* karoten pada suhu 57,49°C

selama 33,30 menit dengan respon sebesar 85,84%, dan untuk rendemen pada suhu 64,57°C selama 26,14 menit dengan respon diprediksi mencapai 89,85%.

Validasi dari model persamaan matematika ditentukan dengan memilih suhu dan waktu yang tepat untuk memperoleh hasil yang mendekati respon optimum dari ketiga persamaan matematika yang diperoleh. Kondisi yang dipilih untuk tahap validasi adalah suhu $61 \pm 2^\circ\text{C}$ (angka $\pm 2^\circ\text{C}$ diperoleh dari kisaran naik turunnya suhu pada tangki netralisasi), lama proses 26 menit, dengan konsentrasi NaOH 16^{Be} dan excess 17,5% dari NaOH yang dibutuhkan. Pada kondisi tersebut diperoleh produk NRPO dengan reduksi kadar asam lemak bebas 96,35%, recovery karoten sebesar 87,30% dan rendemen 90,16%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Kementerian Riset dan Teknologi Republik Indonesia untuk pendanaan penelitian melalui program Riset Unggulan Strategis Nasional (RUSNAS) Industri Hilir Kelapa Sawit.

DAFTAR PUSTAKA

- Akoh CC, Min DB. 2002. Food Lipid. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Alyas SA, Abdulah A, Idris NA. 2006. Changes of carotene content during heating of red palm olein. J Oil Palm Res (Special Issue - April 2006): 99-102.
- Anderson D. 2005. A Primer on Oils Processing Technology. Di dalam: Shahidi, F, editor. Bailey's Industrial Oil and Fat Products. Canada: A John Wiley & Sons Inc 5: 16- 33.
- AOAC [Association of Official Analytical Chemistry]. 1995. Official Methods of Analysis of AOAC International. Sixteenth Edition, 5th Revision, 1999. USA : AOAC Inc.
- AOCS [American Oil Chemists' Society]. 2003. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS. Fifth edition. USA: AOCS.
- Basiron Y. 2005. Palm Oil. Di dalam: Shahidi, F, editor. Bailey's Industrial Oil and Fat Products. Canada: A John Wiley & Sons 6: 333- 420.
- Bhosle BM, Subramanian R. 2005. New approaches in deacidification of edible oil – a Review. J Food Eng 69: 481-494.
- Bonnie TY, Choo YM. 1999. Oxidation and thermal degradation of carotenoid. J Oil Palm Res 2: 62-78.
- Gross J. 1991. Pigments in Vegetables: Chlorophylls and Carotenoids. New York: An AVI Book.
- Hafidi A, Pioch D, Ajana H. 2005. Membrane-based simultaneous degumming and deacidification of vegetable oils. Elsevier: Innovat Food Sci and Emerg Tech 6: 203-212.
- Jacques PF, Chylack LT, Wu S. 1991. Epidemiologic evidence of a role for the antioxidant vitamins and carotenoids in cataract prevention. J Am Clin Nutr 53: 352S-355S.
- Khader V, Aruna K. 2008. Operational feasibility of introducing red palm oil into the supplementary feeding programme in urban ICDS centres. Nat Prod Rad 7: 310-313.
- Lin CH, Chen BH. 2005. Stability of carotenoids in tomato juice during storage. Elsevier Ltd. J Food Chem 90: 837-846.
- Marty C, Berset C. 1990. Factors affecting the thermal degradation of all trans β -karoten. J Agri Food Chem 38: 1063-1067.
- Mas`ud F. 2007. Kendali Proses Deasidifikasi untuk Meminimalkan Kerusakan Karotenoid dalam Pemurnian Minyak Sawit (*Elaeis guineensis*, Jacq). [Tesis]. Bogor: Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Maulida D. 2007. Kebijakan Ekspor Impor untuk Mendukung Pengembangan Industri Minyak Kelapa Sawit. Buku Panduan Seminar Nasional Strategi Pengembangan dan Kebijakan Pendukung Industri Kelapa Sawit Nasional. 18 Juli 2007. BPPT Jakarta.
- Ooi CK, Choo YM, Yap SC, Ma AN. 1996. Refining red palm oil. Elaeis 8: 20-28.
- PORIM [Palm Oil Research Institute of Malaysia]. 2005. PORIM Test Methods. Malaysia: Palm Oil Research Institute of Malaysia; Ministry of Primary Industries.
- Ping BTY, Lian GEC. 2005. Spectroscopic identification of geometrical isomer of α - and β -carotenes from palm oil. J of Oil Palm Res 17: 92-102.
- Puah CW, Choo YM, Ma AN, Chuah CH. 2007. The effect of physical refining on palm vitamin E (tocopherol, tocotrienol and tococomonoenol). Am J Appl Sci 4: 374-377.
- Qomariyah N. 2010. RI Diprediksi Menang Lawan Malaysia Soal Produksi CPO. <http://www.detik.com>. [21 Januari 2012].
- Rahayu SDT. 1996. Teknik Pemekatan β -karoten Minyak Sawit Kasar dengan Transesterifikasi dan Saponifikasi. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.