
PENGARUH KECEPATAN PUTAR PENGADUK PROSES PEMECAHAN EMULSI SANTAN BUAH KELAPA MENJADI VIRGIN COCONUT OIL (VCO)

Bregas S.T*. Sembodo, Ardiena Noorlyta, Nur Erika Laila M.
Jurusan Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret Surakarta

*Email : bregas@uns.ac.id

Abstract: *Virgin Coconut Oil (VCO), the raw material of food industries, pharmaceuticals and cosmetics, can be produced by agitating coconut milk. The purpose of this study were to determine the optimum stirring speed of the stirrer, the optimal stirring time, and the quality of VCO. The device of the experiment was 1000 mL glass beaker equipped with 4 baffles and propeller. This experiment steps are, first take milk coconuts, then it allowed to stand for 1 hour to take the sludge at the top as the emulsion. Next, they stirred with speed variation of 200, 300, 400, 500, and 600 rpm. Samples were taken every 10 minutes. Each sample settled for 12 hours in order to form the VCO. The quality of VCO has analyzed for density, free fatty acid, total fatty acid, saponification number, and refractive index. The results showed that the optimum stirring speed was 300 rpm and optimum stirring time was 70 minutes. The VCO produced has 0.9175 gram/cm³ of density, 0.0412 mg equivalent/gram of free fatty acid, 4.5625 mg equivalent/gram of total fatty acid, 256.12 mg equivalent/mol of saponification number and 1.4487 of refractive index. The relationship between the mass transfer coefficient of oil (k) and Reynolds number (Re) is $k = 0.0469 Re^{0.2110}$.*

Keywords: *Virgin Coconut Oil, emulsion, agitating*

PENDAHULUAN

Kelapa merupakan salah satu komoditas perkebunan yang mempunyai banyak kegunaan karena baik dari hasil utama maupun limbahnya dapat dimanfaatkan sebagai produk-produk yang bernilai ekonomis. Sampai saat ini pemanfaatan produk kelapa di tingkat petani masih terbatas dijual dalam bentuk segar dan diolah menjadi minyak kelapa secara tradisional. Usaha peningkatan pendapatan petani kelapa dapat dilakukan dengan diversifikasi produk olahan dalam skala rumah tangga. Salah satu produk yang dapat dihasilkan dari buah kelapa adalah minyak kelapa murni atau *Virgin Coconut Oil (VCO)*.

VCO tidak mudah tengik karena kandungan asam lemak jenuhnya tinggi sehingga proses oksidasi tidak mudah terjadi. Namun bila kualitas VCO rendah, proses ketengikan akan berjalan lebih awal (Retno, dkk., 2007). VCO mengandung asam laurat yang terbukti dapat diubah oleh tubuh manusia menjadi monolaurin yang dapat membunuh virus, bakteri, cendawan dan protozoa sehingga dapat menanggulangi serangan virus seperti HIV, herpes, influenza dan berbagai bakteri patogen termasuk *Listeria monocytogenes* dan *Helicobacter pylori* (Budi, 2008).

Minyak kelapa merupakan minyak yang dihasilkan dari daging buah kelapa. Secara umum pembuatan minyak kelapa terbagi menjadi 3 macam yaitu, cara kering, cara basah, dan cara ekstraksi pelarut (Anonim, 2007). Pada pembuatan VCO dengan metode pemanasan mampu menghasilkan jumlah VCO yang banyak, tetapi membutuhkan energi yang relatif besar, sehingga metode pemanasan dinilai kurang ekonomis (Zhang, 2007).

Pada penelitian ini digunakan cara basah dengan metode mekanik atau pengadukan karena lebih sederhana, mudah dilakukan dan tanpa penambahan zat lain. Tujuan penelitian ini adalah menentukan kecepatan putar pengaduk, waktu pengadukan yang optimal, dan kualitas VCO yang dihasilkan.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengadukan pada emulsi minyak dalam air bertujuan untuk mengganggu kestabilan emulsi agar minyak keluar. Kestabilan emulsi disebabkan oleh lapisan protein yang menyelimuti minyak, seperti *globulins*, *albumins*, dan *phospholipids*. Dalam operasi pengadukan terjadi gerakan rotasi antar molekul dan netralisasi *zeta potensial* sehingga menurunkan viskositas larutan. *Zeta potensial* adalah gaya yang

menjaga agar droplet-droplet emulsi tetap dalam keadaan stabil (Nour, 2009).

Emulsi adalah dispersi koloid zat cair dalam zat cair lain yang tidak bercampur. Koloid ini dapat dibuat dengan mengaduk campuran dua zat cair tersebut. Agar stabil, perlu ditambahkan emulgator, seperti macam-macam sabun, alkana, sulfonat, atau sulfat (Sukardjo, 1997).

Secara umum, emulsi dapat dibagi menjadi dua, yaitu emulsi minyak dalam air dan emulsi air dalam minyak. Sifat emulsi air dalam minyak adalah stabil sedangkan sifat emulsi minyak dalam air adalah tidak stabil (Cormack, 1999).

Penyebab hilangnya stabilitas protein dalam santan karena adanya pengadukan. Hal ini berarti protein mengalami denaturasi sehingga kelarutannya berkurang. Lapisan molekul protein bagian dalam yang bersifat hidrofobik berbalik ke luar, sedangkan bagian luar yang bersifat hidrofilik terlipat ke dalam. Hal ini menyebabkan protein mengalami koagulasi dan mengalami pengendapan, sehingga lapisan minyak dan air terpisah (Winarno, 1997).

Minyak kelapa berdasarkan kandungan asam lemaknya digolongkan kedalam minyak asam laurat karena kandungan asam lauratnya paling besar jika dibandingkan dengan asam lemak lainnya. Berdasarkan tingkat ketidakjenuhannya yang dinyatakan dengan bilangan Iod (*Iodine value*) minyak kelapa dapat dimasukkan ke dalam golongan *non drying oils* karena bilangan iod minyak tersebut berkisar antara 7,5–10,5 (Andi, 2005).

VCO memiliki beberapa keunggulan, yaitu kandungan asam lemak jenuhnya tinggi, komposisi lemak rantai mediumnya tinggi, dan berat molekulnya rendah (Rindengan & Novarianto, 2004).

Selain itu, kandungan VCO mampu meningkatkan enzim antioksidan dan mengurangi kadar lemak. VCO juga memiliki efek antitrombotik lebih signifikan daripada minyak kopra (Marina & Nazimah, 2009).

Penelitian-penelitian tentang pemecahan emulsi santan buah kelapa menjadi VCO dengan metode pengadukan sudah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti. Hariyani (2006) melakukan penelitian tentang perbedaan kualitas VCO yang dibuat dengan variasi waktu pengadukan menghasilkan beberapa hal yang dapat disimpulkan sebagai berikut. Waktu pengadukan yang berbeda mempengaruhi kualitas VCO yang dihasilkan, yaitu dengan bertambahnya waktu pengadukan, maka kadar air semakin besar, berat jenis semakin besar, angka asam semakin besar, angka penyabunan

semakin kecil. Waktu pengadukan yang paling optimum untuk membuat VCO terbaik adalah 10 menit.

Wardani (2007) melakukan penelitian tentang perbedaan kualitas VCO. Dari penelitian itu diperoleh tidak ada perbedaan kualitas kadar air, indeks bias, angka asam, angka penyabunan dan angka iodnya pada VCO yang dibuat dengan cara pengadukan tanpa pemancangan dan VCO yang dibuat dengan cara pengadukan dengan pemancangan.

Analisis Dimensi

Analisis dimensi dilakukan untuk keperluan perancangan alat dan analisis terhadap parameter-parameter yang berpengaruh terhadap proses pemecahan emulsi santan dengan metode pengadukan.

Dengan analisis dimensi, hubungan antara bilangan-bilangan tak berdimensi yang berpengaruh dirumuskan sebagai berikut.

$$\left(\frac{k.d^2}{D_{AB}}\right) = \varphi \left(\frac{\rho N d^2}{\mu}\right)^a \left(\frac{\mu}{\rho D_{AB}}\right)^b \quad (1)$$

Karena $\frac{\mu}{\rho D_{AB}}$, dianggap konstan,

$$\text{Maka,} \quad \left(\frac{k.d^2}{D_{AB}}\right) = \varphi' \left(\frac{\rho N d^2}{\mu}\right)^a$$

atau

$$\text{Sh} = \varphi' \cdot (\text{Re})^a \quad (2)$$

Untuk menghitung φ' dan a dari hasil percobaan, dilakukan linierisasi, seperti pada persamaan (3) dan (4)

$$\ln \left(\frac{k.d^2}{D_{AB}}\right) = \ln \varphi' + a \cdot \ln \left(\frac{\rho N d^2}{\mu}\right) \quad (3)$$

dengan d dan D_{AB} dianggap konstan

$$\ln k = \ln \varphi' + a \cdot \ln \left(\frac{\rho N d^2}{\mu}\right) \quad (4)$$

Kecepatan transfer massa minyak dari droplet emulsi ke *bulk* (k) dirumuskan sebagai berikut :

$$N_m = k (X^* - X) \quad (5)$$

Dari neraca massa minyak pada fase kontinyu (*bulk*) diperoleh persamaan (6).

$$\frac{dX}{dt} = k (X^* - X) \quad (6)$$

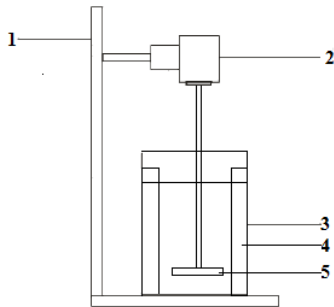
Persamaan (6) diintegrasikan dan diperoleh persamaan (7).

$$\ln \left(\frac{X^*}{X^* - X}\right) = k t \quad (7)$$

Persamaan (7) dapat digunakan untuk menghitung k dari data percobaan yang berupa hubungan antara X dan t dengan metode *least square*. Nilai X' diperoleh pada keadaan jenuh, yaitu saat X relatif tetap meskipun t bertambah.

METODE PENELITIAN

Alat pembuatan VCO berupa tangki berpengaduk yang dilengkapi dengan *baffle* dengan kapasitas 1 liter, seperti terlihat pada Gambar 1.



Keterangan :

1. Klem dan Statif
2. Motor Pengaduk
3. Tangki Pengaduk
4. *Baffle*
5. *Impeller jenis propeller*

Gambar 1. Alat Pembuatan VCO dengan Metode Pengadukan

Dalam pembuatan VCO langkah pertama yang dilakukan adalah mempersiapkan santan kelapa dengan perbandingan parutan kelapa dan air sebesar 1 : 1. Untuk mendapatkan lapisan kanil, santan didiamkan selama 1 jam. Setelah 1 jam, akan terbentuk dua lapisan. Lapisan atas adalah kanil dan lapisan bawah adalah air. Kemudian air dengan kanilnya dipisahkan dan masing-masing diukur volumenya.

Kanil dimasukkan ke dalam tangki berpengaduk, kemudian motor pengaduk dihidupkan dengan kecepatan putar tertentu. Kecepatan putar pengaduk dalam percobaan ini divariasikan yaitu, 200 rpm, 300 rpm, 400 rpm, 500 rpm, dan 600 rpm. Pengadukan dilakukan sampai fraksi minyak yang terambil tetap. Pengambilan sampel sebanyak 100 mL dilakukan setiap 10 menit.

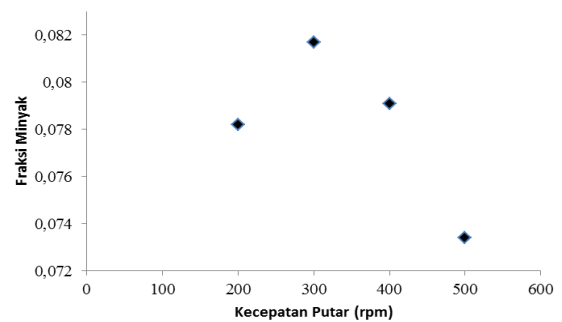
Sampel yang diperoleh didiamkan selama 12 jam sehingga terbentuk 3 lapisan, yaitu lapisan atas yang terdiri dari ampas (blondo atau sisa protein), lapisan tengah yang berupa minyak kelapa murni, dan lapisan bawah yang berupa air. VCO yang masih terdapat dalam ampas dipisahkan dengan penyaringan. Total VCO yang diperoleh ditimbang dengan neraca.

Analisis hasil yang dilakukan untuk mengetahui kualitas VCO yang dihasilkan pada penelitian ini meliputi pengujian angka asam yaitu, asam lemak bebas, asam lemak total, dan bilangan penyabunan, penentuan massa jenis, dan penentuan indeks bias.

HASIL DAN PEMBAHASAN

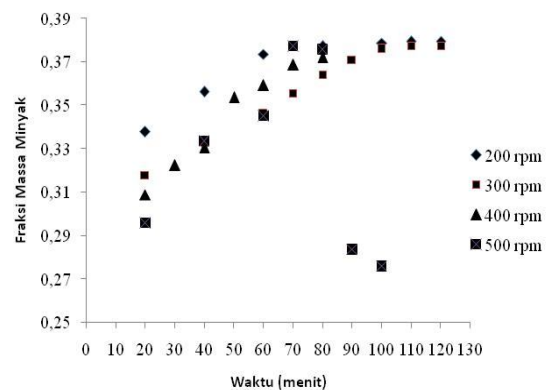
Pengaruh Kecepatan Putar Pengaduk terhadap Fraksi Massa Minyak yang Dihasilkan

Penelitian ini menggunakan berbagai variasi kecepatan putar pengaduk. Pengaruh kecepatan putar pengaduk terhadap besarnya fraksi massa minyak yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Fraksi Massa VCO yang Diperoleh pada Berbagai Variasi Kecepatan Pengadukan

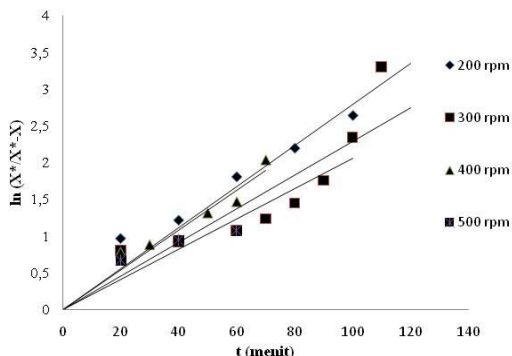
Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa kecepatan putar pengaduk yang menghasilkan VCO paling banyak adalah 300 rpm. Di atas kecepatan putar 300 rpm, semakin meningkat kecepatan putar pengaduk, justru semakin menurun jumlah fraksi massa minyak yang diperoleh. Hal ini karena kecepatan putar pengaduk di atas 300 rpm tidak menimbulkan olakan yang baik dan aliran lebih bersifat laminar.



Gambar 3. Grafik Hubungan Fraksi Massa Minyak dan Waktu Pengadukan pada Variasi Kecepatan Pengadukan

Pada gambar 3 dapat dilihat nilai fraksi massa minyak pada berbagai variasi kecepatan putar pengaduk sampai nilai fraksi massa minyak jenuh pada waktu tertentu. Berdasarkan grafik tersebut waktu optimal yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi jenuh adalah 70 menit. Dengan demikian waktu pengadukan yang optimal adalah 70 menit.

Hubungan antara Koefisien Transfer Massa Minyak (k) dan Bilangan Reynold (Re)



Gambar 4. Grafik Hubungan $\ln(X^*/(X^*-X))$ dan Waktu Pengadukan pada Variasi Kecepatan Pengadukan

Hubungan antara koefisien transfer massa minyak dengan bilangan Reynold sesuai dengan persamaan (4). Nilai k didapatkan dari *slope* kurva hubungan antara $\ln(X^*/(X^*-X))$ dan waktu pengadukan (t), seperti yang ditunjukkan pada gambar 4. Nilai k yang diperoleh dari regresi linier ditampilkan pada tabel 1.

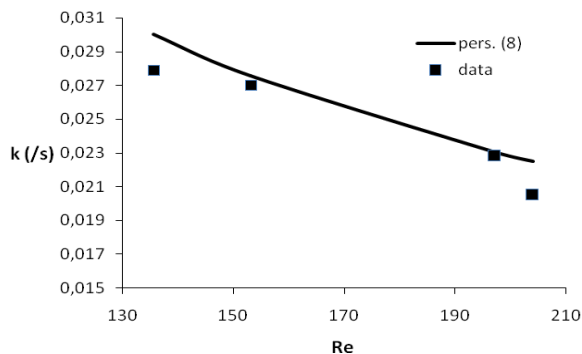
Tabel 1. Data - data Perhitungan pada Berbagai Variasi Kecepatan Putar Pengaduk (N)

N (rpm)	ρ_k (g/mL)	μ_k (poise)	k (s^{-1})	Re
200	0,9592	0,2121	0,0279	135,6879
300	0,9524	0,2174	0,0228	197,1632
400	0,9601	0,3760	0,0270	153,1879
500	0,9522	0,3500	0,0205	204,0331

Dengan $d = 3$ cm, hubungan koefisien transfer massa minyak dan bilangan Reynold pada pengadukan emulsi santan adalah

$$k = 0,9628 Re^{-0,7063} \quad (8)$$

Dari k hasil perhitungan dengan persamaan (8) dan dari data percobaan didapatkan grafik hubungan antara bilangan Reynold dan koefisien transfer massa minyak, seperti terlihat pada gambar 5.

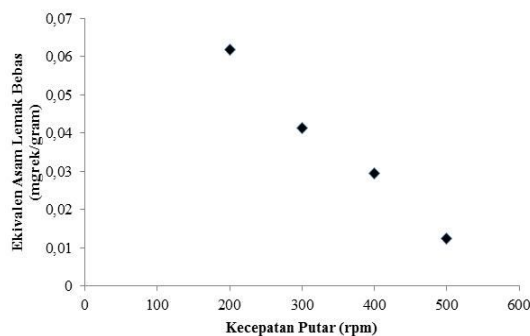


Gambar 5. Grafik Hubungan antara Bilangan Reynold (Re) dan Koefisien Transfer Massa Minyak (k)

Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa meningkatnya bilangan Reynold akan menurunkan koefisien transfer massa minyak. Peningkatan kecepatan pengadukan cenderung meningkatkan viskositas minyak yang dihasilkan. Akibatnya bilangan Reynold menjadi rendah meskipun kecepatan pengadukan meningkat. Pada kecepatan 500 rpm bilangan Reynold paling tinggi, tetapi transfer massa minyak dari droplet ke bulk justru paling rendah. Hal ini mungkin disebabkan pada kecepatan pengadukan yang tinggi tidak menimbulkan turbulensi yang baik. Cairan kanil justru cenderung mempunyai kecepatan dengan arah yang sama atau mendekati sifat laminar. Dengan demikian, untuk menghasilkan VCO yang tinggi tidak dibutuhkan kecepatan pengadukan tinggi, tetapi cukup dengan kecepatan yang relatif rendah.

Kualitas VCO yang Dihasilkan

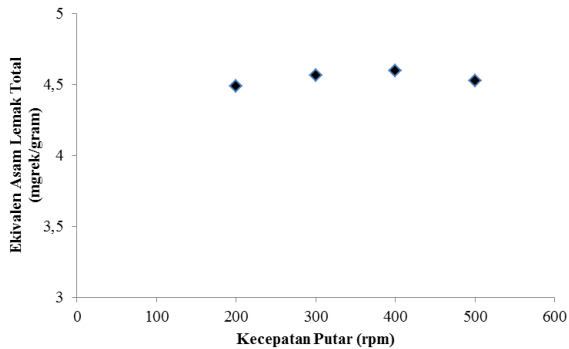
VCO yang dihasilkan diuji kualitasnya pada berbagai variasi kecepatan putar pengaduk. Analisis yang dilakukan antara lain, analisis asam lemak yang meliputi asam lemak bebas dan asam lemak total, bilangan penyabunan, analisis massa jenis dan analisis indeks bias.



Gambar 6. Grafik Hubungan antara Asam Lemak

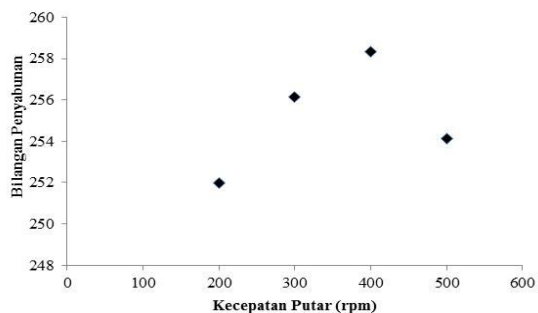
Bebas dan Kecepatan Putar Pengaduk

Angka asam adalah ukuran dari jumlah asam lemak bebas, serta dihitung berdasarkan berat molekul dari asam lemak. Asam lemak bebas sendiri adalah asam lemak yang tidak mempunyai ikatan rangkap. Dari gambar 6 dapat dilihat bahwa angka asam mengalami penurunan pada pertambahan kecepatan putar pengaduknya. Hal ini menunjukkan kualitas minyak yang dihasilkan semakin baik.



Gambar 7. Grafik Hubungan antara Asam Lemak Total dan Kecepatan Putar Pengaduk

Asam lemak total adalah keseluruhan jumlah asam lemak yang terkandung dalam minyak. Asam lemak total ini digunakan untuk menghitung bilangan penyabunan. Pada gambar 7 dapat dilihat bahwa VCO yang dihasilkan mempunyai kadar asam lemak total yang relatif sama pada berbagai kecepatan putar pengaduk.

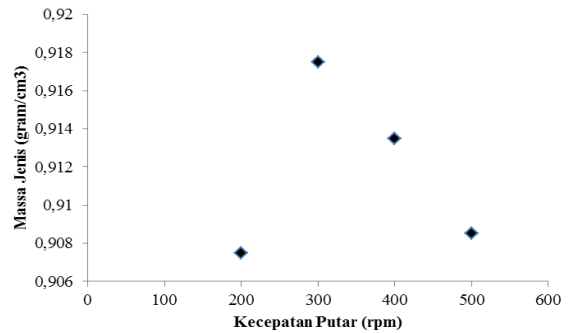


Gambar 8. Grafik Hubungan antara Bilangan Penyabunan dan Kec. Putar Pengaduk

Bilangan penyabunan dinyatakan sebagai banyaknya (mg) KOH yang dibutuhkan untuk menyabunkan satu gram lemak atau minyak. Bilangan penyabunan dapat dipergunakan untuk menentukan berat molekul minyak. Pada gambar 8 dapat dilihat bahwa kecepatan putar pengaduk 400 rpm mempunyai bilangan penyabunan paling besar.

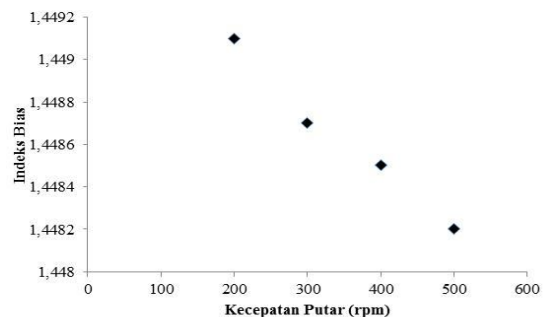
Massa jenis adalah perbandingan berat dari volume minyak atau lemak pada suhu 25°C

dengan berat air pada volume dan suhu yang sama. Pada gambar 9 dapat dilihat bahwa massa jenis VCO pada berbagai kecepatan putar pengaduk pada kecepatan putar 300 rpm mempunyai massa jenis yang nilainya paling besar.



Gambar 9. Grafik Hubungan antara Massa Jenis VCO dan Kecepatan Putar Pengaduk

Pengujian indeks bias digunakan untuk menentukan kemurnian minyak (Ketaren, 1986). Pada gambar 10 dapat dilihat bahwa besarnya indeks bias mengalami penurunan pada pertambahan kecepatan putarnya. Hal ini menunjukkan makin pendeknya rantai C.



Gambar 10. Grafik Hubungan antara Indeks Bias VCO dan Kecepatan Putar Pengaduk

Tabel 2. Standar Mutu VCO menurut APCC (2005) dan produk VCO pada N=300 rpm

No	Karakteristik Mutu	Grade I	Grade II	VCO pada N=300 rpm
1	Asam lemak bebas (sebagai laurat, % max)	0,10	0,10	0,0412
2	Nilai penyabunan (% minimum)	255	255	256,12
3	Massa jenis pada 30 °C	0,915-0,920	0,915-0,920	0,918
4	Indeks bias pada 40 °C	1,4480-1,4490	1,4480-1,4490	1,4487

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, jelas bahwa pengadukan dengan kecepatan 300 rpm menghasilkan fraksi minyak terbanyak. VCO ini selanjutnya dibandingkan dengan standar mutu menurut APCC (2005), seperti terlihat pada tabel 2. Berdasarkan tabel 2, produk VCO dengan kecepatan pengadukan 300 rpm masuk dalam kualitas Grade I.

KESIMPULAN

Pada pembuatan VCO secara mekanik atau dengan metode pengadukan kecepatan pengaduk yang menghasilkan VCO terbanyak adalah pada kecepatan 300 rpm dengan waktu pengadukan optimal 70 menit. Kualitas VCO yang dihasilkan dapat memenuhi kualitas VCO Grade I.

DAFTAR LAMBANG

k = koefisien transfer massa minyak (s^{-1})

N_m = kecepatan transfer massa minyak

$$\left(\frac{g_{\text{min yak}}}{g_{\text{total}} \cdot S} \right)$$

X^* = fraksi massa minyak saat jenuh

$$\left(\frac{g_{\text{min yak}}}{g_{\text{total}}} \right)$$

X = fraksi massa minyak di bulk, $\left(\frac{g_{\text{min yak}}}{g_{\text{total}}} \right)$

ρ = massa jenis minyak santan yang dihasilkan (g/cm^3)

μ = viskositas minyak yang dihasilkan ($g/cm \cdot s$)

D_{AB} = difusivitas (cm^2/s)

N = kecepatan putar pengaduk (rpm)

D = diameter impeller (cm)

φ = koefisien penyetara

a, b = bilangan pangkat

Sh = bilangan Sherwood

Re = bilangan Reynold

DAFTAR PUSTAKA

- Andi, N.A., 2005, "Virgin Coconut Oil Minyak Penakluk Aneka Penyakit", PT. Agro Media Pustaka, Tangerang
- Anonim, 2007, "Manfaat Minyak kelapa Murni (VCO) untuk Kesehatan", www.pendekarblank.blogspot.com, 7 September 2007
- Hariyani, S., 2006, "Pengaruh Waktu Pengadukan Terhadap Kualitas Virgin Coconut Oil (VCO)", Laporan Tugas Akhir II Universitas Negeri Semarang, Semarang
- Ketaren, S., 1986, "Pengantar Teknologi dan Lemak Pangan", Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta
- Marina, Y.B., dan Nazimah, 2009, "Chemical Properties of Virgin Coconut Oil", *Jurnal Am. Oil Chem. Soc.*, 86, hal. 301-307
- Nour, A.H., 2009, "Demulsification of Virgin Coconut Oil by Centrifugation Method: A Feasibility Study", *International Jurnal of Chemical Technology*, 2, hal. 59-64
- Retno, W., Darniati, D., dan Farid, R.A., 2007, "Pembuatan Virgin Coconut Oil (VCO) Secara Enzimatis", www.LiptanBPTPKaltim.com, Departemen Pertanian Kalimantan Timur, 6 Agustus 2007
- Rindengan, B. dan Novariant, H., 2004, "Pembuatan dan Pemanfaatan Minyak Kelapa Murni", Penebar Swadaya, Jakarta
- Sukardjo, 1997, "Kimia Fisika", edisi ketiga, PT. Rineka Cipta, Jakarta
- Winarno, F.G., 1997, "Kimia Pangan dan Gizi", PT. Gramedia, Jakarta
- Wardani, I.E., 2007, "Uji Kualitas VCO Berdasarkan Cara Pembuatan dari Proses Pengadukan Tanpa Pemancingan dan Proses Pengadukan dengan Pemancingan", Laporan Tugas Akhir II Universitas Negeri Semarang, Semarang
- Zhang, S.B., 2007, "Downstream Processes for Aqueous Enzymatic Extraction of Rapeseed Oil and Protein Hydrolysates", *Jurnal Am. Oil Chem. Soc.*, 84, hal. 693-700