

STABILITAS OKSIDATIF MINYAK BIJI KENARI (*Canarium indicum* DAN *Canarium vulgare*) SELAMA PENYIMPANAN PADA SUHU 30 DAN 40 °C

[Oxidative Stability of Canarium Nut (*Canarium indicum* and *Canarium vulgare*) Oil during Storage at 30 and 40 °C]

Suhartati Djarkasi¹⁾, Sri Raharjo²⁾, Zuheid Noor²⁾, dan Slamet Sudarmadji²⁾

¹⁾Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Unsrat dan

²⁾Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian UGM

Diterima 11 Agustus 2008 / Disetujui 17 November 2008

ABSTRACT

The aims of this research were to study the effect of temperature and storage on the oxidative stability of crude and refined canarium nut oil extracted from the seeds of *Canarium indicum* and *Canarium vulgare*. The experiment was designed to include storage of two type of canarium nut oil at two different temperatures for up to 35 days. The oils (crude and refined) used had the similar condition. Parameter used for oxidative deterioration indicators were two peroxide value, TBARS (thiobarbituric acid reactive substances), and free fatty acid value. The result showed that refining oil can decrease component natural antioxidant of canarium oil cause more sensitive to the oxidation. Increased storage temperature can raise oxidation of crude and refined oils from both species *Canarium*. The peroxide values of crude and refined oils both *Canarium indicum* and *Canarium vulgare* stored at 30 °C were 2.17, 4.35, 3.36 and 3.77 meq O₂/kg oil, respectively. When they were stored at 4 °C the similar results were 6.21, 19.09, 8.12 and 17.23 meq O₂/kg oil. Furthermore, TBARS value of crude and refined oils both for *Canarium indicum* and *Canarium vulgare* stored 30 °C were 4.55, 7.78, 5.70 and 6.58 μmol MDA/kg oil. When they were stored at 40 °C the similar results were 9.99, 55.46, 12.46 and 43.62 μmol MDA/kg oil.

Key words: *Canarium* nut oil, peroxide value, TBARS

PENDAHULUAN

Biji kenari (*Canarium* spp.) pada umumnya mengandung kurang lebih 65 % minyak, tetapi dapat bervariasi dari 60–70 % tergantung pada varietas, lokasi tumbuh, dan laju irigasi (Thomson dan Evans, 2004). Genus *Canarium* terdiri atas kurang lebih 100 spesies, tumbuh di hutan primer, pada tanah berkapur, tanah berpasir maupun tanah liat, dari ketinggian rendah sampai 1500 meter di atas permukaan laut (Kennedy dan Clarke, 2004). Leenhouts (1956) mengemukakan bahwa ada 3 spesies kenari komersil yaitu *C. indicum* (di Minahasa), *C. vulgare* (di Sangihe Talaud), dan *C. ovatum* (di Philipina). Data produksi biji kenari masih sulit dijumpai karena tanaman ini merupakan produk samping sektor kehutanan. Namun demikian, sebagai gambaran, satu hektar lahan dapat ditumbuhi kurang lebih 90 pohon kenari (Anonymous, 1999). Setiap pohon kenari mampu menghasilkan 50 kg biji kenari (Thomson dan Evans, 2004). Dengan demikian, dalam satu hektar, tanaman kenari dapat menghasilkan sekitar 4.5 ton biji kenari per tahun. Pemanfaatan minyak kenari masih kurang, biasanya hanya digunakan sebagai minyak goreng atau produk sabun.

Minyak nabati terdiri atas triasilgliserol (95 %) dan non-triasilgliserol sebagai komponen minor (5 %). Komponen minor dari minyak nabati adalah fosfolipida, tokoferol, flavonoid, komponen fenolik lain, pigmen (karotenoid, klorofil), sterol, asam lemak bebas, diasilgliserol, dan

monoasilgliserol (Hamilton, 1989). Asam lemak utama terdapat dalam minyak kenari adalah asam oleat (46.86±0.04), asam palmitat (24.69±0.14), asam stearat (13.67±0.27), dan asam linoleat (11.35±0.003) (Djarkasi, et al. 2007).

Minyak dan lemak mengandung asam lemak tidak jenuh yang peka mengalami oksidasi. Proses oksidasi minyak dan lemak dapat menyebabkan flavor dan rasa yang tidak disukai serta penurunan sifat fungsional dan zat gizi (Min dan Boff, 2002). Mekanisme oksidasi asam lemak yang menghasilkan peroksida lemak dapat terjadi dengan beberapa reaksi, yaitu: autooksidasi oleh radikal bebas, foto-oksidasi, dan reaksi yang melibatkan enzim (Frankel, 1998; Min dan Boff, 2002; Raharjo, 2006). Laju oksidasi lemak meningkat secara signifikan pada peningkatan suhu dan tergantung pada jumlah dan jenis oksigen yang ada (Crapiste, et al. 1999). Oksigen singlet lebih reaktif daripada oksigen triplet (Raharjo, 2006). Produk oksidatif primer dapat dilihat pada angka peroksida (PV), sedangkan produk oksidatif sekunder dapat dilihat pada jumlah malonaldehid yang merupakan indikator tingkat kerusakan oksidatif. Banyaknya malonaldehid ini dapat ditera dengan mereaksikannya dengan 2-asam tiobarbiturat (TBA).

Stabilitas oksidasi minyak dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal, seperti komposisi asam lemak, kandungan dan aktivitas prooksidan dan antioksidan, iradiasi, suhu, oksigen, luas permukaan yang kontak dengan

oksigen, tingkat pengolahan, dan kondisi penyimpanan (Kolakwska, 2003).

Stabilitas oksidatif *edible oil* dari berbagai sumber telah banyak diteliti dan dipublikasikan, tetapi belum ada publikasi tentang stabilitas oksidatif minyak biji kenari. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu dan penyimpanan terhadap stabilitas oksidatif minyak kasar dan minyak murni biji kenari dari spesies *Canarium indicum* dan spesies *Canarium vulgare*.

METODOLOGI

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah kenari (*Canarium indicum* L. dan *Canarium vulgare*) segar yang berasal dari Kabupaten Minahasa dan Kabupaten Sangihe-Talaud Propinsi Sulawesi Utara. Setelah sampai di laboratorium, buah kenari segar dikupas untuk memperoleh NIS (*Nut-in-Shell*). NIS dipecah tempurungnya sehingga diperoleh kernel atau biji kenari. Biji kenari dikeringkan dengan menggunakan alat pengering kabinet pada suhu 60 °C selama 10 jam. Sebanyak 500 gram biji kenari dibungkus dengan kain saring kemudian dimasukkan dalam tabung silinder dan dipres menggunakan kempa hidrolik dengan tekanan 200 kg/cm² selama 5 menit. Minyak yang diperoleh (disebut sebagai minyak kasar) ditampung dalam wadah berwarna gelap. Selanjutnya minyak yang diperoleh digunakan untuk penelitian.

Bahan kimia yang digunakan antara lain adalah: heksan, kloroform, asam asetat, alkohol, NaOH, KI, TCA (*trichloroacetic acid*), TBA (*thiobarbituric acid*), TEP (*tetra ethoxypropane*), dan bahan-bahan kimia lain untuk analisis. Semua bahan kimia tersebut adalah dari kualitas PA dan diperoleh dari Sigma.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kempa hidrolik, timbangan, botol serum, *waterbath*, *vortex*, oven, homogeniser, spektrofotometer (model UV-1200, Shimadzu), pH meter, dan peralatan gelas baik untuk kebutuhan preparasi maupun untuk analisis.

Prosedur penelitian

Persiapan pemurnian minyak

Pemurnian minyak dilakukan dengan metode kolom kromatografi sistem adsorpsi menggunakan kolom dengan ukuran 4.0 i.d.x 60 cm yang diisi dengan empat macam adsorben. Kolom kromatografi kemudian dihubungkan dengan pompa vakum menurut metode Khan dan Shahidi (2001) dengan sedikit modifikasi. Bagian paling bawah kolom diisi 40 g asam silisik yang diaktifkan, kemudian 20 g campuran *celite* 545 dan arang aktif (1:2(b/b)), 80 g campuran *celite* 545 dan sukrosa (1:2, b/b), dan paling atas adalah 40 g asam silisik yang diaktifkan. Semua adsorben dilarutkan dalam heksana. Sebanyak 100 ml minyak biji kenari dilarutkan dalam heksana dengan volume yang sama dan selanjutnya dilewatkan dalam kolom kromatografi. Minyak yang diperoleh ditampung dan

selanjutnya diproses menggunakan evaporator dengan suhu 30 °C untuk menghilangkan pelarut. Setelah semua pelarut menguap, minyak selanjutnya dialiri gas N₂. Minyak yang diperoleh disebut sebagai minyak murni dan selanjutnya digunakan untuk penelitian.

Minyak kasar dan minyak murni dianalisis asam lemak bebas angka peroksida, total karoten dan tokoferol

Pengaruh panas terhadap stabilitas oksidatif minyak biji kenari

Perlakuan pengaruh panas terhadap stabilitas oksidatif minyak dilakukan menurut metode Gomez-Alonso, *et al.* (2004) dengan sedikit modifikasi. Sebanyak 20 mL minyak biji kenari (minyak kasar dan minyak yang telah dimurnikan) dimasukkan ke dalam botol serum yang dilengkapi dengan penutup dan dibungkus dengan aluminium foil. Sampel ditempatkan pada dua tingkat suhu, yaitu suhu ruang (30 °C) dan suhu 40 °C (dalam oven). Kedua sampel disimpan dalam ruang gelap selama 35 hari. Selanjutnya dilakukan analisis angka peroksida, TBARS (*thiobarbituric acid reactive substances*), dan asam lemak bebas secara periodik.

Metode analisis

Komposisi asam lemak

Komposisi asam lemak dianalisis dengan kromatografi gas (*Gas Chromatographic (GC)*) menurut prosedur AOAC *Official Method* 963.22. Kromatografi gas yang digunakan adalah HP 5890 series II dengan spesifikasi alat dan kondisi analisis adalah sebagai berikut: kolom kapiler HP-5 (*Cross linked 5% phenyl metil silicone*), panjang kolom 30 m, diameter kolom 0.32 mm, jenis detektor FID, suhu detektor 270 °C, suhu injektor 260 °C, gas pembawa helium dengan kecepatan 10 mL/menit, suhu awal 80 °C, dan suhu akhir 250 °C

Asam lemak bebas

Analisis kandungan asam lemak bebas dilakukan menurut prosedur AOAC *Official Method* 940.28. Sampel sebanyak 2.82 ± 0.2 g ditimbang dan dimasukkan dalam labu Erlenmeyer. Ke dalam sample kemudian ditambahkan 50 mL alkohol netral yang panas dan 2 mL indikator phenolphthalein (PP).

Larutan sampel dititrasi dengan 0.1 N NaOH sampai warna merah jambu tercapai. Asam lemak bebas dinyatakan sebagai % (asam oleat) = [(ml NaOH x N x BM asam lemak)/ berat sampel x 1000] x 100.

Angka peroksida

Analisis kandungan angka peroksida dilakukan menurut prosedur AOAC *Official Method* 965.33. Sampel sebanyak 5.00 ± 0.05 g ditimbang dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 mL bertutup kemudian ditambahkan 30 mL campuran larutan asam asetat : kloroform (3 : 2 (v/v)). Larutan digoyang sampai homogen. Ke dalam larutan

sampel ditambahkan 0.5 mL larutan jenuh KI. Campuran larutan didiamkan selama 1 menit dengan kadang-kadang digoyang, kemudian ditambah 30 mL aquades. Larutan dititrasi dengan 0.01 N Na₂S₂O₃ sampai warna kuning hampir hilang. Selanjutnya ditambahkan 0.5 mL larutan pati 1 %. Titrasi dilanjutkan sampai warna biru hilang.

Angka peroksida dinyatakan dalam mili-equivalen dari peroksida dalam 1000 g sampel. Angka peroksida = (ml Na₂S₂O₃ x N thio x 1000)/ berat sampel (g)

Total karoten

Analisis total karoten dilakukan dengan metode spektrofotometer menurut Minguez-Mosquera *et al.* (1991) dengan sedikit modifikasi. Sampel sebanyak 3 g ditimbang lalu ditambah 25 ml campuran larutan petroleum eter: aseton (1:1). Larutan dimasukkan ke dalam corong pisah ukuran 250 ml. Larutan ditambah 50 ml aquades lalu dikocok sehingga terbentuk 2 fraksi. Fraksi bagian atas adalah campuran karoten dan petroleum eter dan fraksi bagian bawah adalah aseton dan aquades. Fraksi bagian bawah kemudian dibuang. Pencucian diulang sampai 3 kali. Larutan dilewatkan dalam kolom kromatografi (1 x 20 cm) dengan matriks Al₂O₃. Selanjutnya larutan ditera dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 450 nm. Kurva standar karoten dengan konsentrasi 0–50 µg/ml. Perhitungan kadar karoten berdasarkan persamaan garis lurus, y=a+bx.

Tokoferol

Analisis kandungan tokoferol dilakukan menurut Wong *et al.* (1988) dengan sedikit modifikasi. Sampel sebanyak 200 mg ditimbang lalu dimasukkan ke dalam labu takar 10 ml. Selanjutnya ditambahkan 5 ml toluene, 3.5 ml larutan 2,2-bipiridin 0.07 % dalam etanol (b/v), dan 0.5 ml ferri klorida 0.2 % dalam etanol (b/v) dan terakhir ditambahkan etanol sampai 10 ml. Campuran larutan dikocok menggunakan vortex selama 1 menit, selanjutnya ditera dengan spektrofotometer pada λ= 520 nm. Kurva standar tokoferol dibuat dengan konsentrasi 0–1.3 µg/ml.

Perhitungan kadar tokoferol dihitung berdasarkan persamaan garis lurus, y=a+bx.

TBARS (Thiobarbituric Acid Reactive Substances)

Pengukuran kandungan TBARS dilakukan dengan menggunakan metode yang dilakukan oleh Schmedes dan Holmer (1989) dengan sedikit modifikasi. Sampel sebanyak 1 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi bertutup ulir kemudian ditambah dengan 2 mL larutan asam trikloroasetat (TCA) 20 % dan 2 mL TBA (2-thiobarbituric acid) 0.02 M (dalam asam asetat glasial 98%). Selanjutnya campuran larutan ditempatkan pada penangas air mendidih selama 10 menit. Larutan kemudian didinginkan dengan air mengalir. Selanjutnya larutan disentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 20 menit.

Supernatan ditera dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 532 nm. Kurva standar malonaldehid dibuat dengan menggunakan larutan 1,1,3,3-tetra ethoxypropane (TEP) dengan konsentrasi 0 – 18 µmol/L. Perhitungan TBARS berdasarkan persamaan garis lurus, y=a+bx.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik minyak biji kenari

Hasil analisis komponen minyak biji kenari kasar dan minyak yang telah dimurnikan dengan kolom kromatografi menggunakan adsorben asam silisik, arang aktif, celite 545, dan sukrosa dapat dilihat pada Tabel 1. Komponen minor dalam minyak biji kenari dapat diturunkan kandungannya dengan menggunakan kolom kromatografi. Kandungan tokoferol pada minyak kasar *Canarium indicum* sebesar 1140 ppm turun menjadi 29.0 ppm pada minyak murni, sementara pada *Canarium vulgare* turun dari 850 ppm menjadi 37.0 ppm (Tabel 2). Hal ini menandakan bahwa sebagian tokoferol yang merupakan antioksidan alami minyak biji kenari terserap oleh adsorben selama dalam kolom kromatografi.

Tabel 1 Komposisi asam lemak minyak biji kenari

Komponen	<i>Canarium indicum</i>		<i>Canarium vulgare</i>	
	Minyak kasar	Minyak murni	Minyak kasar	Minyak murni
Asam lemak (% terhadap total asam lemak) :				
Asam laurat	1.16	ND	1.57	ND
Asam miristat	0.48	ND	0.08	ND
Asam palmitat	24.69	26.38	24.95	27.23
Asam stearat	13.67	14.44	13.45	14.09
Asam oleat	46.86	45.94	47.00	45.74
Asam linoleat	11.35	12.29	10.72	10.95
Asam linolenat	0.43	0.38	0.29	0.27

Tabel 2 Komponen minyak biji kenari hasil pemurnian

Komponen	<i>Canarium indicum</i>		<i>Canarium vulgare</i>	
	Minyak Kasar	Minyak Murni	Minyak Kasar	Minyak Murni
Asam Lemak Bebas (% asam oleat)	0.25	0.08	0.67	0.09
Angka Peroksida (meq O ₂ /kg minyak)	1.74	0.35	1.93	0.35
Total Karoten (µg/100g minyak)	292.3	44.78	368.7	45.84
Tokoferol (ppm)	1140	29.0	850	37.0

Pengaruh penyimpanan

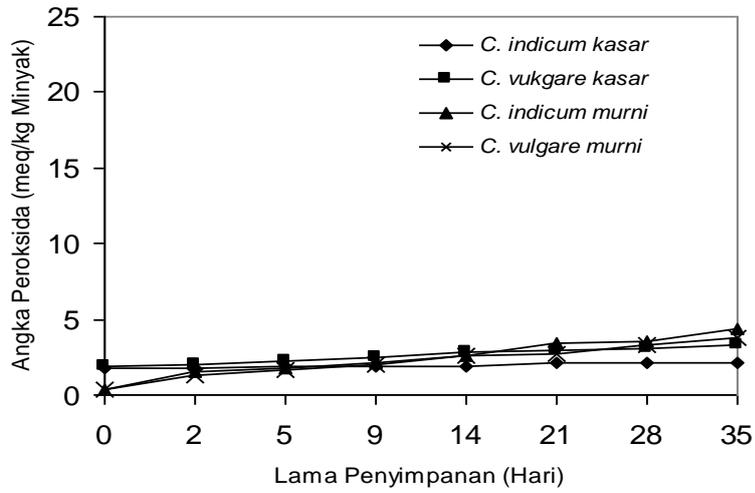
Pengaruh kondisi penyimpanan terhadap perubahan angka peroksida dan TBARS dalam minyak biji kenari disajikan pada Gambar 1 dan 2. Jenis minyak memberi pengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap pembentukan hidroperoksida minyak selama penyimpanan 35 hari pada suhu 30 dan suhu 40 °C. Minyak biji kenari yang telah dimurnikan menghasilkan jumlah peroksida lebih tinggi daripada minyak biji kenari kasar selama penyimpanan. Angka peroksida minyak biji kenari kasar dari spesies *Canarium vulgare* relatif lebih tinggi angka peroksida daripada angka peroksida minyak biji kenari kasar dari spesies *Canarium indicum* setelah disimpan 35 hari. Hal ini disebabkan kandungan tokoferol *Canarium indicum* relatif lebih tinggi daripada *Canarium vulgare*. Tokoferol merupakan antioksidan primer atau antioksidan pemecah rantai dalam reaksi berantai radikal bebas, yang dapat mengubah radikal lipida menjadi produk yang lebih stabil sehingga memperpanjang daya simpan *edible oil* (Gordon, 1990). Pada autooksidasi minyak nabati yang mengandung asam lemak tidak jenuh, radikal bebas terbentuk pada tahap inisiasi terjadi secara lambat. Radikal ini bereaksi secara cepat dengan oksigen udara menghasilkan radikal peroksi, yang dapat menghasilkan hidroperoksida dan radikal bebas baru yang dapat bereaksi dengan asam lemak tidak jenuh yang lain (tahap propagasi) sehingga menyebabkan peningkatan pembentukan produk oksidasi primer dan sekunder (Porter, *et al.* 1995). Tokoferol merupakan antioksidan alami dalam minyak biji kenari, yang menambah stabilitas minyak biji kenari. Tokoferol dapat mencegah oksidasi asam lemak dengan penghambatan pembentukan hidroperoksida pada tahap propagasi atau proses dekomposisi pada penghambatan pembentukan aldehid.

Sebaliknya, angka peroksida minyak biji kenari murni dari spesies *Canarium vulgare* relatif lebih rendah daripada angka peroksida *Canarium indicum* setelah penyimpanan 35 hari. Minyak biji kenari murni dari spesies *Canarium indicum* mengandung asam lemak tidak jenuh majemuk, yaitu asam linoleat (C18:2) dan asam linolenat (C18:3), relatif lebih tinggi daripada *Canarium vulgare* (Tabel 1). Hal ini sesuai dengan pernyataan DeMan (1999) bahwa semua minyak dan lemak yang memiliki asam lemak tidak jenuh baik asam lemak tidak jenuh tunggal (MUFA) maupun asam lemak tidak jenuh ganda (PUFA) dapat bereaksi dengan oksigen. Reaksi ini menghasilkan produk oksidasi primer, sekunder, dan tersier yang dapat menyebabkan kerusakan pada minyak dan lemak. Laju oksidasi pada asam lemak sangat tergantung pada derajat ketidakjenuhan.

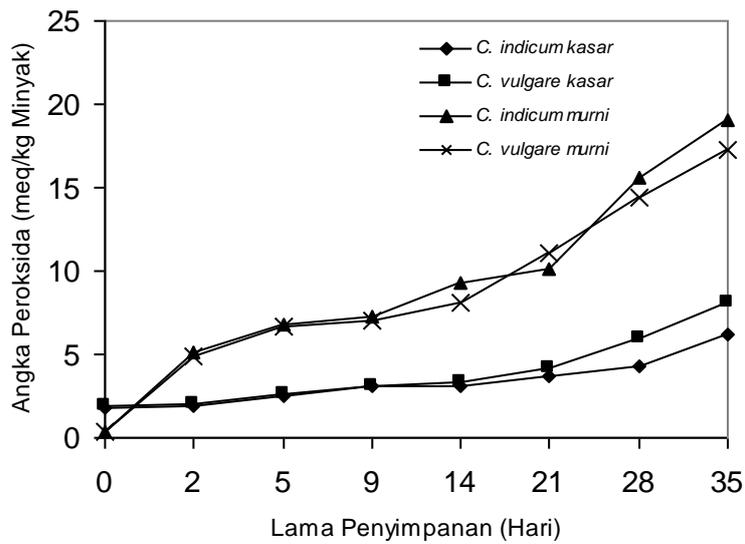
Minyak yang disimpan pada suhu 30 °C menunjukkan kerusakan oksidatif relatif rendah. Angka peroksida meningkat selama penyimpanan 35 hari pada semua sampel yang disimpan pada suhu 40 °C. Peningkatan angka peroksida untuk minyak kasar dan murni dari *Canarium indicum* pada suhu 30 °C yaitu 0.43 menjadi 4.00 meq O₂/kg minyak, dan pada suhu 40 °C adalah 4.47 menjadi 18.74 meq O₂/kg minyak, sedangkan untuk minyak kenari *Canarium vulgare* pada suhu 30 °C adalah 1.43 menjadi 3.42 meq O₂/kg minyak dan pada suhu 40 °C adalah 5.88 menjadi 15.77 meq O₂/kg minyak. Laju oksidasi minyak kenari *Canarium indicum* kasar, *Canarium vulgare* kasar, *Canarium indicum* murni, dan *Canarium vulgare* murni secara berturut-turut dapat dilihat dari slope kurva perubahan angka peroksida selama penyimpanan pada suhu 30 °C yaitu: 0.06, 0.21, 0.52, dan 0.45, sedangkan pada suhu 40 °C adalah 0.56, 0.81, 2.33, dan 2.14. Angka peroksida cenderung meningkat tajam terjadi setelah 21 hari penyimpanan pada suhu 40 °C. Sampai pada hari ke-35 angka peroksida cenderung masih meningkat, ini dapat disebabkan oleh reaksi dekomposisi yang menghasilkan aldehid relatif lebih rendah daripada produksi hidroperoksida. Pembentukan hidroperoksida adalah reaksi autokatalik dan mempunyai laju peningkatan sebagai fungsi waktu dalam menghasilkan produk. Hidroperoksida yang terbentuk pada tahap reaksi penyebaran (propagasi) merupakan produk oksidasi primer. Produk oksidasi ini umumnya tidak stabil dan terurai menjadi produk oksidasi sekunder, yang menghasilkan berbagai senyawa seperti aldehid, keton, karbonil, dan lain-lain (DeMan, 1999).

Pembentukan produk oksidasi sekunder minyak biji kenari selama penyimpanan diindikasikan oleh angka TBARS. Gambar 2 menunjukkan peningkatan TBARS minyak biji kenari kasar dan murni dari spesies *Canarium indicum* pada suhu 30 °C adalah 4.47 menjadi 7.70 µmol MDA/kg minyak dan pada suhu 40 °C adalah 9.91 dan 55.38 µmol MDA/kg minyak, sedangkan dari spesies *Canarium vulgare* pada suhu 30 °C adalah 5.62 menjadi 6.50 µmol MDA/kg minyak dan pada suhu 40 °C adalah 10.38 menjadi 43.54 µmol MDA/kg minyak.

30 °C

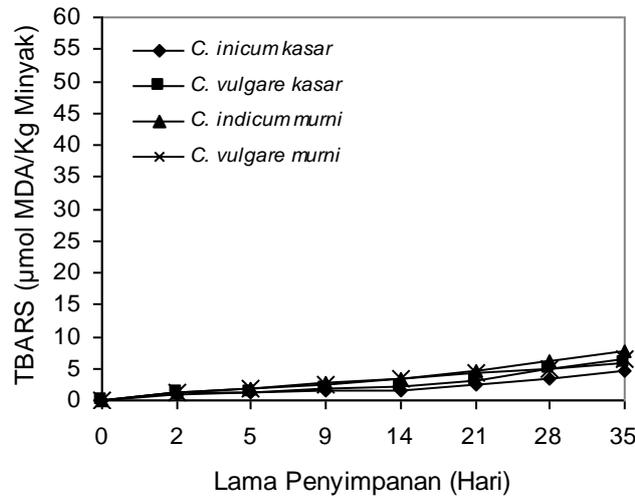


40 °C

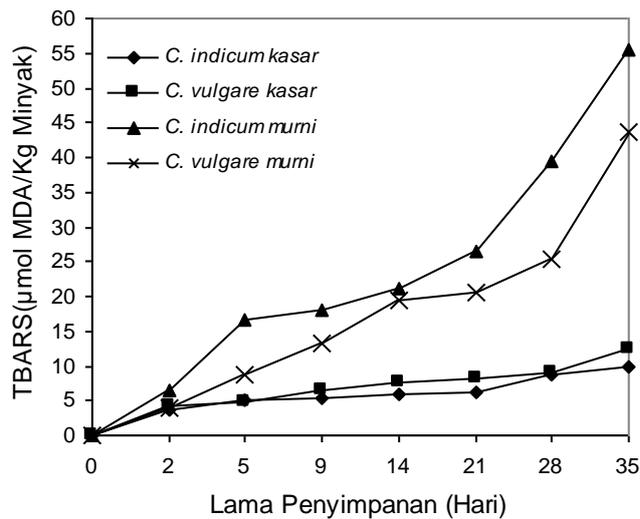


Gambar 1 Perubahan angka peroksida minyak biji kenari yang disimpan pada suhu 30 dan 40 °C

30 °C



40 °C



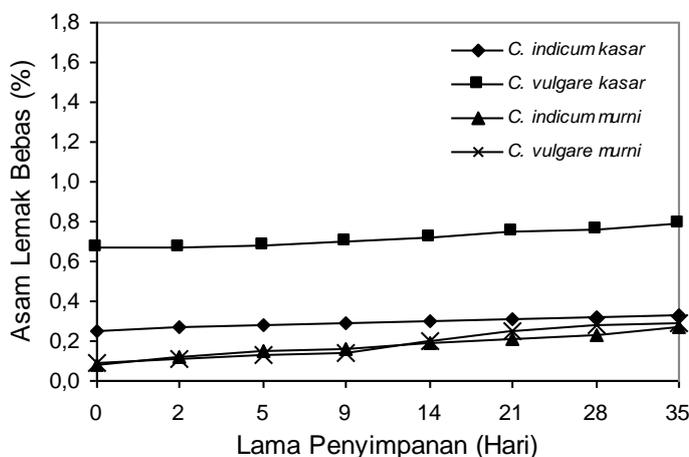
Gambar 2 Perubahan angka TBARS minyak biji kenari yang disimpan pada suhu 30 dan 40°C

Minyak biji kenari kasar mampu mengurangi pembentukan TBARS. Hal ini disebabkan dalam minyak kasar terdapat tokoferol yang bertindak sebagai antioksidan yang dapat menghambat pembentukan hidroperoksida. Peningkatan angka TBARS sesuai dengan pola peningkatan pembentukan angka peroksida pada perlakuan yang sama. Perlakuan jenis minyak memberi pengaruh yang nyata ($p < 0.05$) terhadap pembentukan TBARS. Hal ini disebabkan kandungan tokoferol dalam minyak kasar lebih tinggi daripada kandungan tokoferol pada minyak murni.

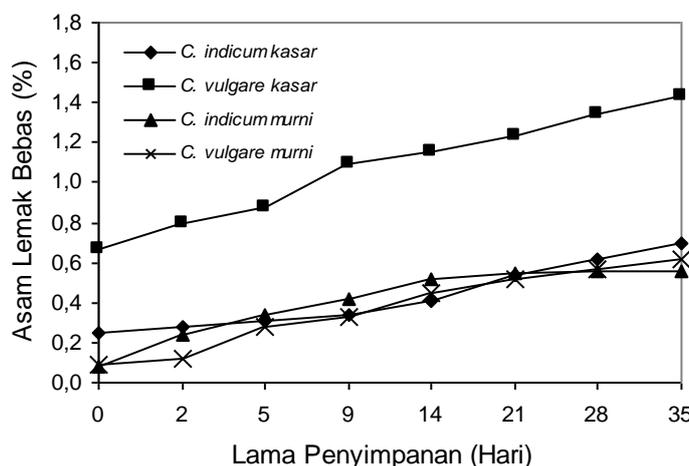
Namun angka asam lemak bebas relatif konstan selama penyimpanan pada suhu 30 °C dan cenderung naik pada suhu 40 °C (Gambar 3). Angka asam lemak bebas

minyak biji kenari, menunjukkan peningkatan selama penyimpanan pada suhu 30 °C dan suhu 40 °C. Nawar (1985) mengemukakan bahwa asam lemak bebas dapat terbentuk juga dari reaksi hidrolisa ikatan ester pada lemak yang dapat disebabkan oleh enzim, panas, dan kimiawi, misalnya oleh suhu dan pH ekstrim. Peningkatan kandungan asam lemak bebas selama penyimpanan pada suhu 40 °C diduga karena reaksi dekomposisi hidroperoksida menjadi aldehid, keton, asam-asam, dan lain-lain. Menurut DeMan (1999) produk sekunder oksidasi adalah aldehid, keton, dan senyawa karbonil. Aldehid ini dapat teroksidasi dan membentuk asam lemak bebas yang dapat dianggap sebagai produk tersier oksidasi.

30 °C



40 °C



Gambar 3 Perubahan angka asam lemak bebas minyak kenari yang disimpan pada suhu 30 dan 40 °C

KESIMPULAN

Kandungan tokoferol minyak kenari kasar dari spesies *Canarium vulgare* dan *Canarium indicum* lebih tinggi (850–1140 ppm) dibandingkan dengan kandungan tokoferol minyak kenari murni dari spesies yang sama (29.0–37.0 ppm). Laju oksidasi minyak biji kenari yang disimpan pada suhu 40 °C dengan slope 0.56–2.14 lebih tinggi dibandingkan dengan laju oksidasi minyak biji kenari yang disimpan pada suhu 30 °C dengan slope 0.06–0.45. Hal ini berarti bahwa minyak biji kenari lebih stabil disimpan selama 35 hari pada suhu 30 °C daripada suhu 40 °C, karena reaksi oksidasi dipengaruhi oleh panas.

DAFTAR PUSTAKA

AOAC. 1995. Food composition, additives, natural contaminants. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Ed ke-16. Vol IV (41):1 -52.

[Anonymous]. 1999. Introducing the molusca nut [Project Bird Watch and Yayasan Wallacea]. Bali: PO Box 110-P, Ubud.

Crapiste GH, Bredvan MIV, dan Carelli AA. 1999. Oxidation of sunflower oil during storage. *J A Oil Chem Soc* 76 (12): 1437-1443.

DeMan JM. 1999. *Principles of Food Chemistry*. Ed ke-3. Maryland: Aspen Pub Inc Gaithersbury.

Djarkasi GSS, Slamet Sudarmadji, Zuheid Noor, dan Sri Raharjo 2007. Karakterisasi Sifat Fisikokimia Minyak Kenari (*Canarium indicum* L.) yang diekstraksi dengan pengepresan dan metode

- soxhlet. *Prosiding Seminar Nasional PATPI*; Bandung, 17-18 Juli.
- Frankel EN. 1998. *Lipid Oxidation*. Scotland: The Oily Press Ltd. Dundee.
- Gomez-Alonso S, Salvador MD, and Fregapane G. 2004. Evolution of the oxidation process in olive oil triacylglycerol under accelerated storage conditions (40-60 °C). *J A. Oil Chem Soc* 81 (2): 177-184.
- Gordon MH. 1990. The mechanism of antioxidant action in vitro. In: Hudson BJB, editor. *Food Antioxidants*. Elsevier Applied Science. London and New York. hlm. 1-18.
- Hamilton RJ. 1989. The chemistry of rancidity in foods. In: Allen JC and Hamilton RJ, editor. *Rancidity in Foods*. Elsevier Applied Science. London and New York. hlm. 1-21.
- Kennedy J and Clarke W. 2004. Cultivated landscapes of the southwest pasific. Canberra: Resource Management in Asia.
- Khan MA and Shahidi F. 2001. Effect of natural and synthetic antioxidants on the oxidative stability of borage and evening primrose triacylglycerols. *Food Chem* 75:431-437.
- Kolalowska A. 2003. Lipid Oxidation in Food Systems. In: Sikorski ZE and Kolalowska A, editor. *Chemical and Functional Properties of Food Lipids*. Washington DC: CRC Pres. hlm. 133-166.
- Leenhouts PW. 1956. Burseraceae. In: *Flora Malesian. Series 1*, Vol.5. hlm. 256-296.
- Min DB and Boff JM. 2002. Lipid oxidation of edible oil. In: Akoh CC and Min DB, editor. *Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology*. New York, Basel: Marcel Dekker, Inc.
- Minguez-Mosquera MI, Rejano L, Gandul B, Sanchez AH, and Garrido J. 1991. Color-pigment correlation in virgin olive oil. *J Am Oil Chem Soc* 68 (5): 332-336.
- Nawar WW. 1985. Lipids. In: Fennema OR, editor. *Food Chemistry*. Ed ke-2, rev and expan. New York: Marcel Dekker, Inc. hlm. 139-244.
- Porter NA, Caldwell SE, and Mills KA. 1995. Mechanisms of free radical oxidation of unsaturated lipids. *Lipids*, 30(4): 277-290.
- Raharjo S. 2006. *Kerusakan Oksidatif pada Makanan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Schmedes A and Holmer G. 1989. A new thiobarbituric acid (TBA) method for determination of free malonaldehyde (MDA) and hydroperoxides selectivity as a measure of lipid peroxidation. *J Am Oil Chem Soc* 66: 813-817.
- Thomson LAJ dan Evans B. 2004. *Canarium indicum* var. *indicum* and *C. harveyi* (canarium nut). *Species Profiles for Pacific Island Agroforestry*. Versi 1.1.
- Wong ML, Timms RE, and Goh EM. 1988. Colorimetric determination of total tocopherols in palm oil, olein, and stearin. *J Am Oil Chem Soc* 65 (2): 258-261.