

Karakterisasi dan Pendugaan Daya Tahan Simpan Bio Oil (Minyak Alpukat dan Minyak Buah Merah)

Characterization and Shelf Life Estimation of Bio Oil (Avocado Oil and Red Fruit Oil)

Irma Susanti^a dan Nobel Christian Siregar^a

^a Balai Besar Industri Agro
Jl. Ir. H. Juanda No. 11 Bogor, 16122

irma.naura@gmail.com

Riwayat Naskah:

Diterima 07,2016
Direvisi10,2016
Disetujui12,2016

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk menduga masa simpan bio oil (minyak alpukat dan minyak buah merah) dalam kemasan botol kaca gelap dengan volume 50 mL. Metode penelitian yang dilakukan adalah metode akselerasi model Arrhenius dengan menyimpan produk minyak pada berbagai suhu yang ditentukan yang dianggap sebagai kondisi ekstrim. Suhu penyimpanan untuk minyak alpukat dan minyak buah merah adalah 35°C, 40°C dan 45°C dan suhu ruang sebagai kontrol. Penyimpanan dilakukan selama 98 hari dengan selang waktu pengamatan 2 minggu sekali. Pendugaan umur simpan minyak alpukat apabila disimpan dalam suhu ruang adalah 2 tahun 2 bulan, sedangkan untuk minyak buah merah yaitu 8 bulan.

Kata kunci: Minyak alpukat, minyak buah merah, daya tahan simpan, metode akselerasi

ABSTRACT: The research was aimed to get the characterization and shelf life estimation of bio oil (avocado oil and red fruit oil) packaged in glass brown bottle with volume of 50 mL. The research method used was acceleration method with Arrhenius model by storing oil in the storage room at various temperatures specified assumed as extreme conditions. Temperature storage for avocado oil and red fruit oil were 35°C, 40°C, 45°C and room temperature as control. The time of storage was 98 days with observation once in two weeks. Shelf life estimation for avocado oil if stored at room temperature was 2 year and 2 months, while red fruit oil was 8 months.

Keywords: Avocado oil, red fruit oil, shelf life, acceleration method

1. Pendahuluan

Biooil merupakan minyak yang dihasilkan melalui proses ekstraksi dari tanaman yang diduga memiliki kandungan zat aktif tertentu sehingga diklaim memiliki khasiat. Beberapa minyak biooil yang sudah dikenal masyarakat diantaranya adalah minyak alpukat dan minyak buah merah (*Pandanus conoideus* LAM). Kedua minyak tersebut masih memerlukan penelitian lebih lanjut mengenai masa simpannya.

Selama penyimpanan, kerusakan pada minyak dapat mengakibatkan terjadinya perubahan-perubahan pada minyak seperti perubahan flavor, warna, penampakan fisik, nilai gizi, mikrobiologis maupun makrobiologis. Selain itu kandungan zat aktif dalam produk biooil tersebut relatif sensitif terhadap kondisi penyimpanan, sehingga dikhawatirkan dalam masa penyimpanan tertentu zat aktif yang dikandungnya berkurang. Parameter yang umum digunakan untuk menduga kerusakan minyak adalah FFA, kadar air, dan bilangan penyabunan.

1.1. Minyak alpukat

Minyak alpukat merupakan minyak yang banyak digunakan untuk pembuatan kosmetik, bahan pelembab, dan industri sabun (Rismunandar, 1986). Minyak ini biasanya diperoleh dari pengepresan buah alpukat (Samson, 1980). Menurut Zarrabal, *et. al.*, (2014), minyak alpukat mempunyai manfaat pada fungsi hati dan penanda biokimia yang sama dengan minyak zaitun. . Minyak alpukat mudah dicerna dan tidak banyak mengandung asam jenuh. Perbandingan antara kadar asam lemak jenuh dengan asam lemak tidak jenuh adalah 22:78 (Rismunandar, 1986). Menurut Wolstenholme dan Kaiser (1994) minyak alpukat memiliki peluang untuk dipasarkan sebagai minyak makan (*edible oil*) karena minyaknya yang bebas kolesterol dan bahkan dapat mengurangi kolesterol karena kandungan asam lemak tidak jenuh yang berikatan rangkap sangat tinggi. Kandungan minyak yang ada dalam buah alpukat berkisar antara 3 – 30 % (b/b), nilai tersebut bervariasi tergantung varietasnya (Samson, 1980)

Parameter reologi dari emulsi minyak alpukat dan semangka juga telah diteliti yang menunjukkan bahwa parameter reologi tersebut juga tidak berubah pada percobaan yang dilakukan selama 2 bulan pada suhu ruang (Logaraj et al., 2008). Minyak alpukat juga sangat cocok untuk mencegah tubuh manusia dari akumulasi kolesterol *low-density lipoprotein* (LDL) yang tidak diinginkan dan menjaga akumulasi kolesterol HDL (*high-density lipoprotein*) yang bermanfaat untuk jantung. Studi juga membuktikan bahwa kehadiran β -sitosterol dalam minyak alpukat membantu dalam mengurangi gejala pembesaran prostat pada laki-laki (Chan, 2005).

1.2. Minyak buah merah

Berdasarkan bukti-bukti empiris yang ada di lapangan, minyak buah merah ini dapat mengatasi berbagai penyakit degeneratif dan kanker, jantung koroner, stroke, diabetes mellitus, gangguan kolesterol osteoporosis dan lain-lain (Subroto, 2005). Buah Merah juga dipertimbangkan sebagai suatu terapi alternatif atas penyakit radang usus yang dapat menyebabkan kanker usus (Khiong et al. 2010). Senyawa aktif minyak buah merah yang berperan dalam mengatasi berbagai penyakit tersebut adalah kandungan β - karoten dan α - tokoferol (Budi dan Paimin, 2004; Subroto, 2005) serta beberapa asam lemak seperti asam oleat, asam linoleat, asam linolenat, dan asam dekanat (Subroto, 2005). Masih menurut Subroto (2005), LD50 dari minyak buah merah adalah 2,687 - 6,715 gr/kg berat badan.

Beberapa penelitian telah melaporkan aktivitas anti-kanker dari ekstrak buah merah walaupun studi klinis masih ingin terus dilakukan. Minyak buah merah ditemukan dapat menghambat pertumbuhan sel kanker paru-paru A549 pada konsentrasi 500 mg ekstrak buah / ml dilarutkan dalam dimetilsulfoksida (DMSO) (Wasposito dan Nishigaki 2007). Beberapa pengembangan penelitian yang juga telah dilakukan dengan minyak buah merah adalah upaya menghambat penyakit kanker, HIV, malaria, kolesterol dan diabetes mellitus (Limbongan and Malik, 2009)

1.3. Umur simpan

Umur simpan produk pangan adalah selang waktu antara saat produksi hingga saat konsumsi dimana produk berada dalam kondisi memuaskan pada sifat-sifat penampakan, rasa, aroma, tekstur dan nilai gizi (Institute of Food Technology, 1974). Sedangkan menurut National Food Processors Association (1978) umur simpan suatu produk didefinisikan sebagai berikut: suatu produk dikatakan berada pada kisaran umur simpannya bilamana kualitas produk secara umum dapat diterima untuk tujuan seperti yang diinginkan oleh

konsumen dan selama bahan pengemas masih memiliki integritas serta memproteksi keamanan.

Lemak atau minyak dapat mengalami kerusakan akibat reaksi : (a) hidrolisis, yaitu pelepasan asam-asam lemak dari molekul lemak yang dapat diakibatkan oleh air, asam atau enzim lipase, sehingga akan mengakibatkan terjadinya ketengikan hidrolitik, (2) oksidasi, yaitu terpecahnya asam-asam lemak tidak jenuh oleh oksigen atau sinar ultra violet, sehingga akan mengakibatkan terjadinya ketengikan oksidatif, dan (3) polimerasi, yaitu pelepasan asam-asam lemak dari molekul lemak yang diikuti oleh bergabungnya asam-asam lemak tersebut (berpolimerasi) membentuk rantai yang lebih kompleks. Polimerisasi minyak/lemak dapat terjadi pada proses pemanasan lemak/minyak pada suhu tinggi dan jangka waktu yang lama, misalnya pada proses penggorengan. Semua kerusakan tersebut di atas akan menurunkan nilai gizi lemak/minyak. Baik karena daya cernanya yang menurun atau karena ketersediaan asam-asam lemak esensial yang berkurang atau akibat keduanya (Choe & Min, 2007).

Kemampuan untuk memprediksi tingkat kerusakan sangat penting untuk diketahui dimana salah satunya adalah memperkirakan umur simpan makanan dalam berbagai kondisi penyimpanan. Pemodelan kinetika adalah alat penting untuk memprediksi perubahan dalam kualitas makanan. Hal ini melibatkan penggunaan kinetika kimia untuk mempelajari kecepatan dan mekanisme reaksi, dan hubungan Arrhenius untuk menggambarkan pengaruh suhu pada konstanta kecepatan reaksi (van Boekel, 2008; Kong dan Chang, 2009)

Selama proses penyimpanan bahan pangan dan produk pangan berlemak, faktor-faktor yang dapat menurunkan kualitasnya (kandungan dan nilai gizi) lemak perlu diperhatikan seperti halnya proses pengolahan. Parameter mutu lemak selama penyimpanan dapat diketahui dengan mengukur produk hasil oksidasi seperti bilangan peroksida, bilangan asam, bilangan TBA (*Thio Barbituric Acid*), kandungan asam lemak terkonjugasi, bilangan karbonil dan lain-lain. Profil kandungan peroksida pada produk hasil reaksi mempunyai kurva yang khas yaitu berbentuk kurva bel terbalik, oleh karena itu pengukuran parameter ini tidak dapat digunakan sebagai acuan karena produk yang telah tengik mempunyai kandungan peroksida yang mirip dengan produk yang baru saja disimpan.

Beberapa kriteria dalam menentukan umur simpan produk adalah : (1) parameter mutu yang paling cepat mengalami penurunan selama penyimpanan yang ditunjukkan dengan nilai koefisien determinasi (R^2) yang paling besar, (2) parameter dengan energi aktivasi (E_a) yang paling rendah, dan (3) jika terdapat lebih dari satu

parameter, maka dipilih umur simpan yang lebih pendek (Syah, 2012).

Kerusakan pangan tergantung pada pangan itu sendiri, kemasan dan lingkungan penyimpanan pangan tersebut. Faktor-faktor tersebut akan menentukan umur simpan produk pangan tersebut, penentuan umur simpan tadi dapat diketahui dengan metoda konvensional atau metoda akselerasi (penyimpanan yang dipercepat). Umur simpan produk yang dikemas dapat ditetapkan dengan metode *Accelerated Shelf Life Test (ASLT)*. Metode ini menggunakan suatu kondisi lingkungan yang dapat mempercepat (*accelerated*) terjadinya penurunan mutu produk pangan. Metode ini dapat menggunakan pendekatan kadar air kritis dan melalui penerapan studi kinetika reaksi dengan menggunakan bantuan persamaan Arrhenius. Pada metode Arrhenius, produk pangan disimpan pada kondisi suhu yang ekstrim sehingga parameter kritisnya mengalami penurunan mutu akibat pengaruh panas. Metoda akselerasi ini diperlukan untuk memberikan pendugaan umur simpan yang benar dalam jangka waktu yang tertentu. Akselerasi ini umumnya dicapai dengan menaikkan suhu atau dengan menaikkan kandungan air. Sedangkan perhitungannya didasarkan atas asumsi bahwa persamaan Arrhenius merupakan persamaan yang cocok untuk digunakan (Karel et al, 1975). Suhu merupakan faktor yang berpengaruh yang berguna terhadap mutu produk pangan. Oleh karena itu dalam menduga kecepatan penurunan mutu produk pangan selama penyimpanan; faktor suhu harus selalu diperhitungkan.

Dalam penelitian ini pendugaan masa simpan minyak alpukat dan minyak buah merah dilakukan dengan metode akselerasi, yaitu penyimpanan pada suhu di atas suhu penyimpanan biasa (suhu ruang).

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak alpukat yang diperoleh dari daging buah alpukat yang dioven dan dipress untuk diambil minyaknya, minyak buah merah dari Papua, bahan-bahan untuk analisis dan botol pengemas.

2.2. Alat

Alat-alat yang digunakan adalah incubator merk Memmert, termometer, alat-alat gelas, dan alat analisis.

2.3. Metode

Metoda penelitian yang digunakan adalah metoda akselerasi dengan menyimpan produk minyak pada suhu yang dianggap sebagai kondisi ekstrim.

2.3.1. Pendugaan umur simpan minyak alpukat

Minyak alpukat dimasukkan ke dalam botol-botol gelap berukuran 100 ml dan disimpan dalam inkubator yang telah diset pada suhu 35°C, 40°C dan 45°C. Sebagai pembanding adalah minyak alpukat yang disimpan dalam suhu ruang. Penyimpanan dilakukan selama 98 hari dengan selang waktu pengamatan dua minggu sekali.

2.3.2. Pendugaan umur simpan minyak buah merah

Minyak buah merah dimasukkan ke dalam botol-botol gelap berukuran 100 ml dan disimpan dalam inkubator yang telah diset pada suhu 35°C, 45°C, 55°C dan pada suhu ruang sebagai pembanding. Penyimpanan dilakukan selama 98 hari dengan selang waktu pengamatan dua minggu sekali.

Data kadar FFA yang diperoleh dijadikan parameter kritis untuk perhitungan masa simpan menggunakan persamaan Arrhenius. Analisis yang dilakukan untuk minyak alpukat adalah kandungan asam lemak (GCMS), kadar FFA (AOCS, 1993), bilangan penyabunan (SNI, 1998). Analisis untuk minyak buah merah adalah kandungan asam lemak, kadar FFA, kadar air (AOCS, 1993), total karoten (HPLC).

2.3.3. Perhitungan pendugaan masa simpan

Penurunan mutu yang umum terjadi pada bahan pangan dapat digolongkan berdasarkan orde reaksi sebagai berikut :

a. Reaksi orde nol

Menurut Labuza (1982), untuk reaksi dengan kecepatan penurunan mutu berlangsung tetap pada suhu konstan, dapat digambarkan sebagai berikut :

$$- \frac{dC}{dt} = k$$

Keterangan :

C = kadar parameter tertentu yang diamati

k = konstanta kecepatan penurunan atau pertambahan parameter yang diamati.

t = waktu pengamatan

Jika persamaan diatas diintegrasikan, maka akan diperoleh suatu persamaan :

$$Ct = C_0 + k.t \quad \dots\dots\dots(1)$$

Plotting data dinyatakan sebagai hubungan (Ct - C₀) vs t, dengan slope yang diperoleh adalah nilai k. Contoh tipe kerusakan untuk orde 0 adalah kerusakan enzimatis, pencoklatan enzimatis, dan oksidasi lipid.

b. Reaksi orde satu

Menurut Heldman (1988), banyak dari bahan pangan tidak mengikuti orde 0 tetapi mengikuti orde 1. Dengan penurunan rumus yang sama untuk orde 0, maka untuk orde 1 mengikuti persamaan sebagai berikut :

$$-\frac{dC}{dt} = k.C$$

$$-\int_{C_0}^{Ct} \frac{dC}{C} = \int_0^t k.dt$$

$$\ln Ct = \ln C_0 - k.t \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$\ln \left(\frac{C_0}{Ct}\right) = kt$$

$$Ct = C_0 e^{-k.t} \quad \dots\dots\dots(3)$$

Plotting data dinyatakan sebagai hubungan ln (C₀/Ct) vs t, dengan slope yang diperoleh adalah nilai k untuk kadar parameter pengamatan yang cenderung turun terhadap waktu atau dapat juga sebagai ln(Ct/C₀) vs t, dengan slope yang diperoleh adalah nilai k untuk kadar parameter pengamatan yang cenderung naik terhadap waktu. Contoh tipe kerusakan untuk orde 1 adalah ketengikan (*rancidity*), pertumbuhan mikroba, produksi *off-flavour* oleh mikroba pada daging, ikan, dan unggas; kerusakan vitamin, dan penurunan mutu protein.

c. Reaksi orde dua

Dengan penurunan rumus yang sama untuk orde 0 dan orde 1, maka untuk orde 2 mengikuti persamaan sebagai berikut :

$$-\frac{dC}{dt} = k.C^2$$

$$-\int_{C_0}^{Ct} \frac{dC}{C^2} = \int_0^t k.dt$$

$$\frac{1}{Ct} - \frac{1}{C_0} = kt$$

$$\frac{1}{Ct} = \frac{1}{C_0} + kt \quad \dots\dots\dots(4)$$

Plotting data dinyatakan sebagai hubungan ($\frac{1}{Ct} - \frac{1}{C_0}$) vs t, dengan slope yang diperoleh adalah nilai k.

d. Persamaan model Arrhenius

Suhu merupakan faktor yang berpengaruh yang berguna terhadap mutu produk pangan. Oleh karena itu dalam menduga kecepatan penurunan mutu produk pangan selama penyimpanan, faktor suhu selalu diperhitungkan. Apabila keadaan suhu penyimpanan dalam kondisi tetap sepanjang waktu (atau dianggap tetap), maka untuk menduga penurunan mutu cukup dengan menggunakan persamaan Arrhenius :

$$k = A_0.e^{-E/RT} \quad \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

k = konstanta kecepatan reaksi

A₀ = faktor pre-eksponensial

E = energi aktivasi

R = konstanta gas (1,986 kal/mol)

T = suhu mutlak (K)

Dalam bentuk logaritmik dinyatakan sebagai :

$$\ln k = \ln A_0 + \left(-\frac{E}{RT}\right) \quad \dots\dots\dots(6)$$

Sehingga *plotting* grafik dapat dinyatakan sebagai hubungan antara ln k vs (1/T). Nilai k yang diperoleh pada suhu ruang (28 °C) dapat digunakan untuk menduga masa simpan minyak alpukat dan minyak buah merah.

3. Hasil dan Pembahasan

Metode yang diterapkan pada penelitian akselerasi ini melibatkan penentuan parameter kritis sebagai atribut dalam pendekatan semi empiris dengan menggunakan persamaan Arrhenius. Persamaan tersebut merupakan suatu cara pendekatan menggunakan teori kinetika yang pada umumnya mempunyai orde reaksi nol atau satu untuk produk pangan (Arpah, 2001). Menurut Heldman dan Hartel (1999), umumnya bahan pangan dalam hal penurunan mutu tidak mengikuti orde 0 tetapi mengikuti orde 1. Namun demikian, pendekatan persamaan yang umum pada penurunan mutu bahan pangan yaitu order 0 tetap dilakukan selain order 1. Kemudian nilai koefisien

determinasi (R^2) yang lebih tinggi dan energi aktivasi (E_a) yang paling rendah pada tiap suhu percobaan serta nilai R^2 yang lebih tinggi pada hubungan persamaan kenaikan nilai koefisien penurunan mutu atau konstanta kecepatan reaksi (k) terhadap kenaikan suhu (T) tetap diselidiki.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa kadar FFA dipilih sebagai parameter (kriteria) kritis kadaluwarsa disebabkan model dan koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh lebih sesuai untuk parameter FFA daripada parameter lainnya seperti kadar air, total karoten, dan bilangan penyabunan. Pemilihan FFA ini dilakukan berdasarkan hasil analisis dan pemodelan dengan data hasil analisis. Model kinetika lebih sesuai untuk order 1 baik pada minyak alpukat dan buah merah. Hal ini juga diperkuat dengan pendapat bahwa pengamatan parameter asam lemak bebas (FFA) merupakan cara yang paling sederhana untuk memantau ketengikan hidrolitik dalam makanan yang mengandung lemak. Asam lemak bebas (FFA) berkontribusi terhadap ketengikan baik secara langsung atau dengan menghasilkan senyawa oksidasi berikutnya (Hu and Jacobsen, 2016). Sebelumnya, Choe dan Min (2006) menyatakan bahwa asam lemak bebas (FFA) merupakan salah satu faktor internal yang mempengaruhi stabilitas oksidatif dan masa simpan dari minyak makan (*edible oil*). Faktor internal lainnya adalah jenis lemak, derajat ketidakjenuhan, profil asam lemak, mono- and diacylglycerols, radikal bebas, dan beberapa komponen minor.

3.1. Minyak Alpukat

Kandungan asam lemak minyak alpukat yang akan diduga masa simpannya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1
Kandungan asam lemak minyak alpukat

Asam lemak	Kadar (%)
Asam lemak jenuh	
Asam palmitate	12,5
Asam stearate	0,5
Asam lemak tidak jenuh	
Asam oleat	72,2
Asam linoleate	9,2
Asam linolenat	0,6
Asam palmitoleat	4,3

Dari data di atas terlihat bahwa kandungan utama minyak alpukat adalah asam oleat yaitu sekitar 72,2%, dan kandungan asam lemak paling kecil adalah asam stearat sebesar 0,5%. Oksidasi lipid yang terjadi dalam minyak merupakan

perubahan kimia yang tidak diinginkan yang mungkin berdampak pada rasa, aroma sehingga menurunkan kualitas minyak dan nilai komersial produk. Senyawa utama dihasilkan selama oksidasi minyak adalah *hydroperoxydes*, aldehida, alkohol dan beberapa asam (Concalvez *et. al.*, 2014)

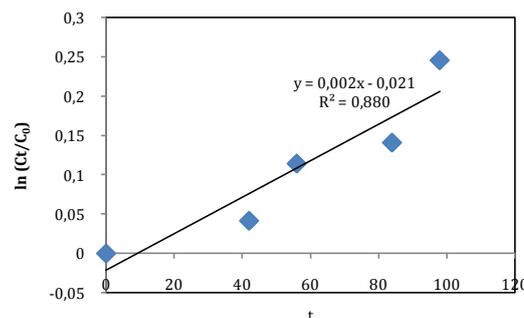
3.1.1. Kadar FFA (%)

Selama pengamatan, kadar FFA minyak alpukat cenderung mengalami kenaikan dan kadar tertinggi terlihat pada alpukat yang disimpan pada suhu 45 °C. Kadar FFA tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2
Kadar FFA minyak alpukat selama penyimpanan

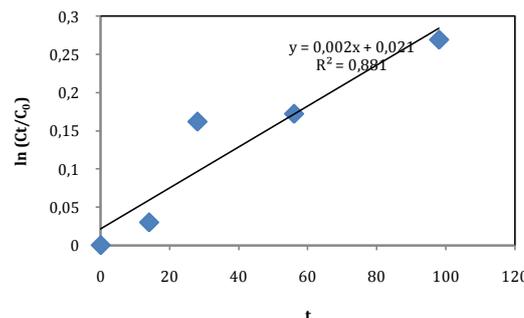
Lama penyimpanan	Kadar FFA (%) Pada suhu penyimpanan (°C)			
	28	35	40	45
0	1,65	1,65	1,65	1,65
14	1,78	1,84	1,70	1,80
28	1,68	2,00	1,94	1,98
42	1,90	1,72	2,04	1,98
56	1,94	1,85	1,96	2,10
70	2,00	1,80	2,05	2,04
84	1,98	1,90	1,90	2,27
98	2,06	2,11	2,16	2,31

Data parameter FFA diatas dianalisis sehingga menghasilkan nilai k untuk order 1 pada suhu 35°C, 40°C, dan 45°C seperti pada Gambar 1,2, dan 3.



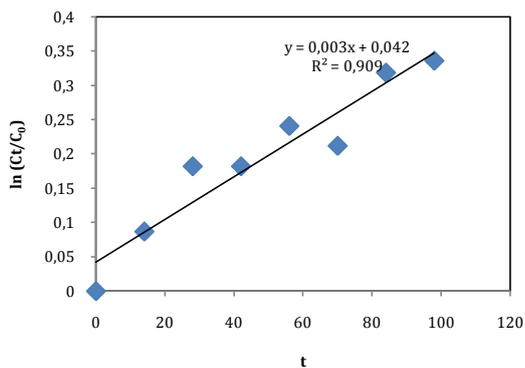
Gambar 1. Hubungan $\ln (C_t/C_0)$ vs t pada 35°C

Nilai k untuk suhu 35°C yang diperoleh dari grafik diatas adalah 0,0023.



Gambar 2. Hubungan $\ln (C_t/C_0)$ vs t pada 40°C

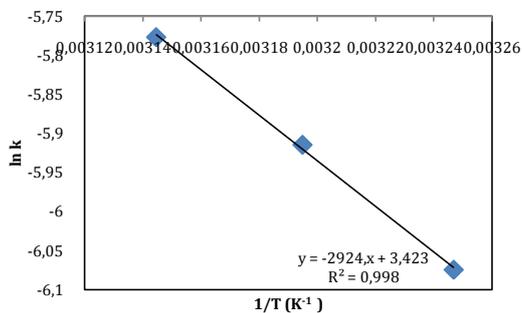
Nilai k untuk suhu 40^o C yang diperoleh dari grafik diatas adalah 0,0027.



Gambar 3. Hubungan ln (Ct/C₀) vs t pada 45^o C

Berdasarkan grafik diperoleh nilai k untuk suhu 45^o C adalah 0,0031.

Dengan demikian dapat dibuat suatu persamaan untuk menyatakan hubungan k terhadap suhu sesuai persamaan Arrhenius. Hal ini tampak Gambar 4



Gambar 4. Hubungan ln k vs 1/T

Berdasarkan grafik, diperoleh hubungan k dengan T yang dinyatakan sebagai :

$$\ln k = -2924,5 \left(\frac{1}{T} \right) + 3,423$$

Untuk suhu (T) sebesar 28 °C (suhu kamar), maka nilai k yang diperoleh adalah

$$\ln k = -2924,5 \left(\frac{1}{301} \right) + 3,423$$

$$k = 0,0018$$

Sehingga umur simpan minyak alpukat jika disimpan pada suhu kamar (± 28 °C) untuk kadar FFA maksimum 7% (Biale and Young, 1971) adalah :

$$t = \frac{\ln Ct - \ln C_0}{k}$$

$$t = \frac{\ln(7) - \ln(1,65)}{0,0018} = 802 \text{ hari}$$

Dengan demikian umur simpan minyak alpukat pada suhu kamar adalah 2 tahun 2 bulan. Menurut Berastegi, *et. al.*, (2012) minyak alpukat mengandung keasaman dan kadar peroksida yang tinggi, sehingga diperlukan proses lanjutan untuk mengurangi degradasi akibat sifat oksidatifnya,

3.1.2. Bilangan penyabunan

Hasil pengamatan terhadap bilangan penyabunan minyak alpukat selama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3
 Bilangan penyabunan minyak alpukat selama penyimpanan

Lama Penyimpanan (hari)	Bilangan penyabunan			
	Suhu ruang	35	40	45
0	8,92	8,92	8,92	8,92
14	9,23	9,82	9,25	8,98
28	9,69	10,35	9,98	9,88
42	10,22	10,06	10,23	10,36
56	9,96	9,55	9,56	9,66
70	9,55	8,98	9,22	9,85
84	9,23	9,25	8,56	9,32
98	9,10	9,32	8,69	9,25

Selama penyimpanan, bilangan penyabunan minyak alpukat mengalami kenaikan dan penurunan. Hal tersebut menunjukkan bahwa kerusakan minyak terus berlanjut.

3.2. Minyak buah merah

Dari penelitian, teridentifikasi buah merah memiliki kandungan yang kaya akan karotenoid (termasuk betakaroten), tokoferol, asam oleat, asam linoleat, asam linolenat dan dekanolat. Hal ini terlihat dari berbagai pengujian terhadap pasien penderita penyakit degeneratif seperti: tekanan darah tinggi, asam urat tinggi, masalah kolesterol, bahkan penderita kanker, tumor dan HIV positif telah menunjukkan hasil yang menggembirakan.

Saat ini, buah merah sudah banyak diolah menjadi sari buah merah dalam bentuk minyak. Kenyataan nya bila sari buah merah diolah dalam bentuk minyak maka senyawa yang dapat terikut di dalamnya hanyalah senyawa yang wujudnya sebagai minyak dan senyawa yang mudah larut dalam minyak. Senyawa yang larut dalam air (senyawa polar) yang tidak larut dalam minyak dengan sendirinya tidak akan diikutkan dan terbuang dalam ampas. Kandungan asam lemak minyak buah merah yang akan diduga masa simpannya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4

Kandungan asam lemak minyak buah merah

Asam lemak	Jumlah (%)
Asam lemak jenuh	
Asam kaprilat	0
Asam kaprat	0
Asam laurat	0,02
Asam miristat	0,07
Asam palmitate	17,7
Asam lemak tidak jenuh	
Asam oleat	74,0
Asam linoleate	6,41
Asam linolenat	0,81
Asam palmitoleat	0,99

Asam lemak yang paling tinggi dari minyak buah merah tersebut adalah asam oleat sebanyak 74 %. Kadar tokoferol pada minggu ke-0 adalah 1,37 mg/100 g, sedangkan β karoten 3,83 mg/100 gram. Parameter yang diamati selanjutnya adalah FFA, total karoten, dan kadar air. Nishigaki *et. al*, (2007) menyelidiki sifat buah merah dan analisisnya menunjukkan bahwa ekstrak minyak dari buah merah kaya akan lipid, karotenoid, dan vitamin E. Kandungan karotenoid dari ekstrak minyak Buah merah terutama adalah alpha dan beta-karoten dan juga alpha dan beta-cryptoxanthin. kandungan beta-cryptoxanthin yang tinggi dalam buah merah mengindikasikan manfaat yang cukup potensial bagi kesehatan.

Parameter kritis yang diamati untuk pendugaan masa simpan minyak buah merah adalah FFA disebabkan model dan koefisien determinasi (R^2) lebih sesuai untuk parameter FFA.

3.2.1. Kadar FFA (%)

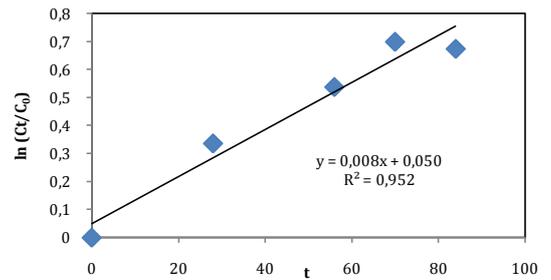
Selama pengamatan, kadar FFA minyak buah merah cenderung naik pada semua perlakuan suhu dan kenaikan tertinggi terlihat pada minyak buah merah yang disimpan dalam suhu 45 °C. Kadar FFA tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5

Kandungan FFA minyak buah merah selama penyimpanan

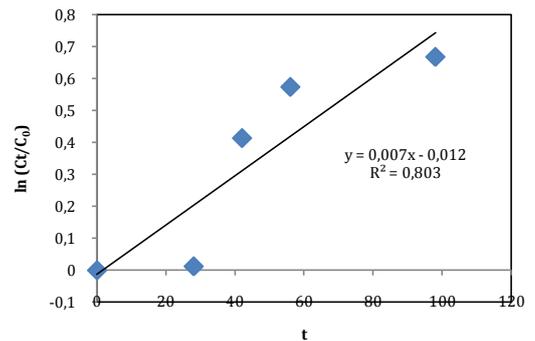
Lama Penyimpanan (hari)	Suhu ruang	Kadar FFA (%)		
		35	40	45
0	0,80	0,80	0,80	0,80
14	0,69	0,71	0,67	0,74
28	0,95	1,12	0,81	1,23
42	1,65	1,54	1,21	1,63
56	1,52	1,37	1,42	1,46
70	1,20	1,61	1,56	1,09
84	0,94	1,57	1,61	1,65
98	1,09	1,24	1,56	1,68

Dengan cara yang sama, data parameter FFA diatas dianalisis sehingga menghasilkan nilai k pada suhu 35°C, 40°C, dan 45°C seperti pada Gambar 5, 6, dan 7.



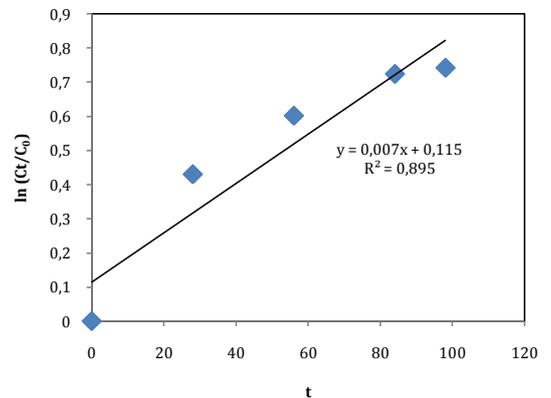
Gambar 4. Hubungan $\ln (Ct/C_0)$ vs t pada 35° C

Nilai k untuk suhu 35° C yang diperoleh dari grafik diatas adalah 0,0084.



Gambar 5. Hubungan $\ln (Ct/C_0)$ vs t pada 40° C

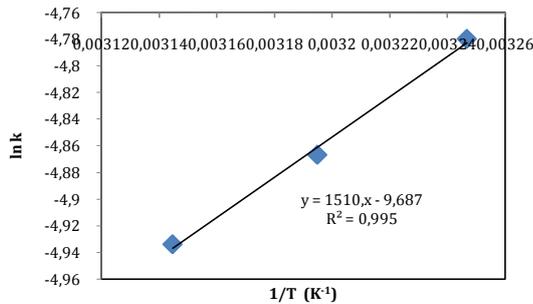
Berdasarkan grafik diperoleh nilai k untuk suhu 40° C adalah 0,0077.



Gambar 6. Hubungan $\ln (Ct/C_0)$ vs t pada 45° C

Dengan cara yang sama, berdasarkan grafik diperoleh nilai k untuk suhu 45° C adalah 0,0072.

Hubungan k terhadap suhu sesuai persamaan Arrhenius ditampilkan melalui plotting data $\ln k$ vs $1/T$ pada Gambar 7.



Gambar 7. Hubungan ln k vs 1/T

Berdasarkan grafik, diperoleh hubungan k dengan T yang dinyatakan sebagai :

$$\ln k = 1510 \left(\frac{1}{T} \right) - 9.6873$$

Untuk suhu (T) sebesar 28 °C, maka nilai k yang diperoleh adalah

$$\ln k = 1510.7 \left(\frac{1}{301} \right) - 9.6873$$

$$k = 0,0093$$

Sarungallo (2014) melakukan berbagai macam perlakuan ekstraksi minyak buah merah dan mendapatkan kadar asam lemak bebas minyak buah merah bervariasi dengan kisaran 7.6 % - 23.8 %. Untuk keamanan, dipilih nilai FFA terkecil (7.6 %) sebagai atribut maksimum (akhir) dalam penentuan masa simpan buah merah.

Sehingga umur simpan minyak buah merah jika disimpan pada suhu kamar (± 28 °C) untuk kadar FFA maksimum sebagai berikut adalah,

$$t = \frac{\ln C_t - \ln C_0}{k}$$

$$t = \frac{\ln(7,6) - \ln(0,8)}{0,0093} = 242 \text{ hari}$$

$$= 8 \text{ bulan}$$

Dengan demikian umur simpan minyak buah merah untuk kadar asam lemak bebas maksimum 7,6 % adalah 8 bulan.

Walaupun demikian, menurut Mizrahi (2011) tidak adanya model kinetik yang benar-benar tepat dalam prediksi umur simpan dengan metode pendugaan umur simpan dengan faktor kinetik dikarenakan kompleksitas dan luasnya parameter yang akan diamati.

3.2.2. Kadar Air

Hasil pengamatan terhadap kadar air minyak buah merah selama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6

Kadar air minyak buah merah selama penyimpanan

Lama Penyimpanan (hari)	Kadar air (%)			
	Suhu ruang	35	40	45
0	1,28	1,28	1,28	1,28
14	0,68	0,70	1,38	1,00
28	0,84	0,91	1,05	0,98
42	0,70	0,44	0,49	0,48
56	0,63	0,46	0,41	0,36
70	1,30	0,84	0,89	0,78
84	2,40	1,52	1,67	1,43
98	1,04	1,01	0,82	0,96

Kadar air selama penyimpanan cenderung mengalami penurunan walaupun sempat mengalami kenaikan. Hal tersebut dapat terjadi karena air yang ada kemungkinan digunakan untuk proses hidrolisis yaitu pelepasan asam-asam lemak dari molekul lemak yang dapat diakibatkan oleh air, asam, atau enzim lipase. Hal tersebut dapat mengakibatkan terjadinya ketengikan hidrolitik yang berkaitan juga dengan kenaikan kadar FFA.

3.2.3. Total Karoten

Istilah karoten digunakan untuk menunjuk ke beberapa zat yang berhubungan yang memiliki formula $C_{40}H_{56}$ (Heriyanto dan Limantara, 2009). Karoten adalah pigmen fotosintesis berwarna oranye yang penting untuk fotosintesis. Zat ini berperan dalam fotosintesis dengan menyalurkan energi cahaya yang diserap klorofil.

Secara kimia, karoten adalah terpena, disintesis secara biokimia dari delapan satuan isoprene. Karoten ada dalam dua bentuk utama yaitu alfa-karoten (α - karoten) dan beta-karoten (β -karoten). Gamma, delta, dan epsilon (γ , δ , dan ϵ) karoten juga ada. Beta-karoten terdiri dari dua grup retinil, dan dipecah dalam mukosa dari usus kecil oleh beta-karoten dioksidase menjadi retinol, sebuah bentuk dari vitamin A, yaitu senyawa yang akan dikonversikan jadi vitamin A (retinol) oleh tubuh. Itu sebabnya, beta-karoten sering disebut pro-vitamin A (sumber vitamin A) (Muchtadi dan Tien, 1997).

Beta-karoten dapat berperan sebagai antioksidan, yaitu memberi perlindungan pada tubuh terhadap pengaruh negatif yang merusak dari radikal bebas. Radikal bebas bisa merusak sel melalui proses oksidasi. Jika berlangsung lama, kerusakan itu menyebabkan berbagai penyakit kronis, seperti penyakit jantung dan kanker.

Pada penelitian dianalisis total karoten dari minyak buah merah. Hal ini dikarenakan

kandungan β -karotennya rendah sehingga karoten yang terkandung dalam minyak buah merah adalah karoten total. Kandungan total karoten dalam minyak buah merah selama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7

Kadar total karoten minyak buah merah selama penyimpanan

Lama Penyimpanan (hari)	Suhu ruang	Total karoten (%)		
		35	40	45
0	0,951	0,951	0,951	0,951
14	0,725	0,806	0,691	0,712
28	0,812	0,869	0,935	0,642
42	0,809	0,688	0,932	0,761
56	0,755	0,698	0,825	0,910
70	0,811	1,041	1,329	0,829

Total karoten selama penyimpanan cenderung mengalami penurunan walaupun pada suhu penyimpanan 35°C dan 40°C mengalami peningkatan pada kondisi akhir.

4. Kesimpulan

Berdasarkan metode akselerasi model Arrhenius, umur simpan untuk produk minyak alpukat adalah 2 tahun 2 bulan atau 2,17 tahun. Sedangkan umur simpan minyak buah merah adalah 8 bulan.

Daftar Pustaka

- Arpah, (2001). Penentuan Kadar Kadaluarsa Produk Pangan. Buku dan Monograf. IPB. Bogor.
- Berastegi, I., Bariuso, B., Ansorena, D. (2012). Stability of Avocado Oil During Heating: Comparative Study To Olive Oil. *Food Chemistry*.132,439-446.
- Chan, K. (2005). Greasing on innovation and discovery. Asia Pacific Food Industry(June), 82-84.
- Choe, E. and Min, D.B. (2006). Mechanisms and factors for edible oil oxidation. *Compr. Rev. Food Sci.Food Saf.* 5, 169-186.
- Choe, E. and Min, D.B (2007). Chemistry of Deep-Fat Frying Oils. *Journal Of Food Science*. Vol. 72, Nr. 5, 2007, pp.77-86
- Gonçalves, R.P.,Marco, P.H., Valderrama, P.(2014) Stability of Avocado and Pequi oil During Heating: Study Using Ultraviolet Visible Spectroscopy and Chemometrics Methods of Curve Resolution. *Food Processing & Technology*, 5(9),1-4.
- Heldman, D.R & Hartel, R.W. (1999) Principles of Food Processing. Springer Science+ Business Media New York.
- Heriyanto dan Limantara, L. (2009). Produksi Karotenoid Oleh *Khamir Rhodotorula* Sp. Eksplanasi Volume 4 Nomor 7.
- Hu, M. and Jacobsen, C. (2016) Oxidative Stability and Shelf Life of Foods Containing Oils and Fats. Academic Press and AOCS Press.
- Karel, M., O.R., Fennema, and D.R. Lund. (1975) Principles of Food Science Part II : Physical Principles of Food Preservation. Ed. By. O.R. Fennema Marell Dekker, Inc. New York.
- Khiong K, Adhika OA, Chakravitha M (2010). Inhibition of NF- κ B pathway as the therapeutic potential of red fruit (*Pandanus conoideus* Lam.) in the treatment of inflammatory bowel disease. *Jurnal Kedokteran Maranatha* 9(1):69-75 (in Indonesian)
- Labuza, T.P., (1982). Shelf-life Dating of Foods Westport, Connecticut.
- Limbongan J, Malik A (2009) Opportunity of red fruit crop (*Pandanus conoideus* Lamk.) development in Papua Province. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 28(4):134-141 (in Indonesian)
- Logaraj, T.V., Bhattacharya, S., Sankar,K.U., Venkateswaran G. (2007) Rheological behaviour of emulsions of avocado and watermelon oils during storage. *Food Chemistry* 106 (2008) 937-943, Elsevier.
- Malau, N.R. (2000) Mempelajari pengaruh jenis alpukat (*Persea americana*, MILL) dan Suhu Pengeringan terhadap Rendeman dan Mutu Minyak Alpukat. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Mizrahi, S.(2011) The Stability and Shelf-life of Food, ed. D. Kilcast and P. Subramaniam, Woodhead Publishing Limited, 2011.
- Morton, J. (1987). Avocado In Fruit Warm Climates. Ed. by J.F. Morton. Miami, Florida P. 91 -102.
- Muchtadi dan Tien R. (1997). Petunjuk Laboratorium Teknologi Proses Pengolahan Pangan. PAU Pangan dan Gizi IPB. Bogor.
- Nishigaki, T dan Waspodo ,I. (2007). *Khasiat Buah Merah; Sebuah Kajian di Jepang*. CV. Cindy Printing. Jakarta
- Rismunandar. (1986). Mengenal Tanaman Buah-buahan. Penerbit Sinar Baru. Bandung.
- Samson, J.A. (1980). Tropical Fruits. Longman Inc., New York.
- Sarungallo, Z.L (2014) Karakterisasi Sifat Fisik Buah Merah (*Pandanus conoideus*), Metode Ekstraksi, dan Sifat Kimia Minyak Yang Dihasilkannya. Disertasi.Sekolah Pascasarjana IPB.
- Setyaningsih, D.W. (1997) Pengaruh Na-bisulfit, Cara Pengeringan dan Cara Ekstraksi terhadap Sifat Fisiko-Kimia Minyak Alpukat (*Persea americana*, Mil) Yang Dihasilkan. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Subroto, M.A. (2005) PCO (Pandanus Cocos Oil). Penebar Swadaya, Jakarta.
- Swisher, H.E. (1988). Avocado Oil. *JAOCS*. 65 - 1705
- Syah, D.(2012). Pengantar Teknologi Pangan,IPB Press, Bogor.
- Van Boekel, M.A.J.S. (2008). Kinetic modeling of food quality: a critical review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 7(1): 144±158.
- Waspodo IS, Nishigaki T (2007) Novel chemopreventive herbal plant buah merah (*Pandanus conoideus*) for lung cancers. Paper presented at the PATPI conference, Bandung, Indonesia, 17-18 July 2007.
- Wolstenholme, Linda C. (1999). Reliability Modeling: A Statistical Approach . London: Chapman & Hall/CRC
- Yahya, H.M. dan B.T.W. Wiryanta, (2005). Khasiat dan manfaat Buah Merah : Si Emas Merah ari Papua. Agro Media Pustaka. Jakarta
- Zarrabal, O.C., Hipolito, C.N., Uscanga, G.A., Santiesban, G.M., Hayward-Jones, P.M.,Dermitz, D.M.(2014). Effect of Dietary Intake of Avocado Oil and Olive Oil on Biochemical Markers of Liver Function in Sucrose-Fed Rats. *BioMed Research International*.2014,1-8.