

**PEMBUATAN, UJI FISIKOKIMIA DAN UJI STABILITAS MINYAK
KELAPA (*Cocos nucifera* L.) RENDAH *FREE FATTY ACIDS* (FFA) DARI
LIMBAH KULIT BUAH KELAPA (TESTA)**

**Ahmad Sairi¹, Liandhajani¹, Muhammad Iqbal², Ramadhan Triyandi², Donny
Yudha Asmara³**

¹Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta, Indonesia

²Universitas Lampung, Indonesia

³Universitas Tulang Bawang Lampung, Indonesia

*Email: liandhajani.uta@gmail.com

Artikel diterima: 2025-09-19; Disetujui: 2026-03-23

DOI: <https://doi.org/10.36387/jiis.2781>

ABSTRAK

Tanaman kelapa (*Cocos nucifera* L.) merupakan komoditas penting bagi perekonomian Indonesia, dengan limbah testa (kulit ari buah kelapa) yang banyak dijumpai di pasar tradisional. Survei di Bandar Lampung menunjukkan produksi limbah testa harian sebesar 13,5–18,0 kg. Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi potensi minyak dari testa kelapa melalui proses ekstraksi dan esterifikasi. Ekstraksi dilakukan menggunakan alat fat extractor E-500 dengan pelarut n-Heksana pada level pemanasan 2, 5, dan 8, dilanjutkan esterifikasi. Hasil menunjukkan minyak testa memiliki kadar free fatty acids (FFA) sebesar 1,36%. Analisis fisikokimia menggunakan GC-MS memperlihatkan kromatogram identik antara minyak testa dan minyak Brc, dengan kandungan asam lemak jenuh dalam bentuk trigliserida. Kandungan asam lemak tak jenuh pada minyak testa (0,28%) sedikit lebih tinggi dibandingkan minyak Brc (0,27%). Uji Accelerated Shelf Life Test (ASLT) memprediksi masa simpan minyak testa selama empat bulan. Kesimpulannya, minyak testa kelapa berpotensi sebagai sumber minyak nabati dengan karakteristik fisikokimia yang sebanding dengan minyak Brc, meskipun kandungan asam lemak tak jenuh relatif rendah.

Kata kunci: Minyak testa kelapa, *Free fatty acids*, Esterifikasi, GC-MS, *Accelerated shelf-life testing*

ABSTRACT

Coconut (*Cocos nucifera* L.) is an important commodity for Indonesia's economy, with testa (coconut seed coat) waste commonly found in traditional markets. A survey in Bandar Lampung revealed daily testa waste production of 13.5–18.0 kg. This study aimed to explore the potential of coconut testa oil through extraction and esterification processes. Extraction was performed using a fat extractor E-500 with n-hexane solvent at heating levels 2, 5, and 8, followed by esterification. The results showed that testa oil contained 1.36% free fatty acids (FFA). Physicochemical analysis using GC-MS demonstrated identical chromatogram peaks between testa oil and Brc oil, with saturated fatty acids bound as triglycerides. The unsaturated fatty acid content in testa oil (0.28%) was slightly higher than in Brc oil (0.27%).

Accelerated Shelf Life Test (ASLT) predicted a shelf life of four months for testa oil. In conclusion, coconut testa oil has potential as a vegetable oil source with physicochemical characteristics comparable to Brc oil, although its unsaturated fatty acid content remains relatively low.

Keywords: *Coconut testa oil, Free fatty acids, Esterification, GC-MS, Accelerated shelf-life testing*

PENDAHULUAN

Tanaman kelapa (*Cocos nucifera* L.) memiliki peranan penting dalam perekonomian di Indonesia. Indonesia penghasil kopra kedua terbesar di dunia setelah Filipina. Bila dilihat dari luas area kebun kelapa, Indonesia merupakan urutan kesatu. Berdasarkan sumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) luas perkebunan kelapa di Indonesia pada tahun 2022 sebesar 3.340.000 hektar. Tanaman kelapa merupakan salah satu sumber mata pencaharian bagi sebagian besar penduduk di seluruh pelosok tanah air (Haris Bahrin et al., 2024). Kelapa sangat banyak sekali manfaatnya, karena hampir semua bagian tanaman kelapa dapat dimanfaatkan. Batang kelapa dapat dimanfaatkan untuk material pembangunan rumah. Daun kelapa yang muda oleh umat Muslim sering digunakan untuk membuat ketupat pada saat perayaan Hari Raya Idul Fitri. Nira bunga kelapa digunakan sebagai bahan baku pembuatan gula merah (Haris Bahrin et al., 2024).

Kulit ari kelapa adalah kulit buah bagian dalam kelapa yang sering disebut

testa dan merupakan limbah yang banyak ditemukan di pasar-pasar tradisional. Hasil survei beberapa pasar tradisional di Bandar Lampung didapat data bahwa berat rata-rata buah kelapa setelah dibuang airnya adalah 0,467 kg dan setiap kelapa dapat menghasilkan limbah testa sebanyak 0,045 kg (45 g). Dalam minyak kelapa terkandung dua jenis asam lemak yaitu asam lemak tak jenuh (*unsaturated fatty acids*) dan asam lemak jenuh (*free fatty acids*).

Hiperlipidemia merupakan salah satu penyebab penyakit kardiovaskular dengan angka kematian di dunia cukup tinggi. Hiperlipidemia adalah gangguan metabolik yang ditandai dengan meningkatnya kadar lipid dalam darah, yaitu kadar kolesterol atau trigliserida, atau keduanya, atau dapat juga penurunan HDL (Kotłęga et al., 2021). Patofisiologi antara dislipidemia dan diabetes tipe 2 adalah dislipidemia dapat menimbulkan efek resistensi insulin yang menyebabkan gangguan metabolisme glukosa dan terdiagnosa diabetes tipe 2. Kemudian seseorang yang menderita diabetes tipe 2 biasanya akan terkena

hiperlipidemia atau dislipidemia (Naufal et al., 2022).

Preklamsia adalah hipertensi dimasa kehamilan, penyebabnya stress oksidatif yaitu ketidak seimbangan antara oksidasi dan antioksidan. Salah satu penyebabnya adalah tingginya kadar free fatty acids (FFA) dalam darah, free fatty acids merupakan radikal bebas yang bersifat oksidatif (Jiang & Yan, 2022). Asam lemak jenuh (*Free Fatty Acids/FFA*) adalah asam lemak yang tidak memiliki ikatan rangkap pada atom karbon. Pengaruh buruk dari FFA adalah peningkatan kolesterol total dan low density lipid (LDL). FFA terdapat juga pada lemak hewan. Minyak kelapa sawit serta minyak lainnya yang sudah pernah dipakai untuk menggoreng (jelantah) akan mengandung banyak FFA meskipun pada mulanya adalah banyak mengandung asam lemak tak jenuh.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi pemakaian minyak yang mengandung FFA dengan minyak yang kaya akan asam lemak tak jenuh/unsaturated fatty acids (UFA) dalam diet dapat menurunkan kadar kolesterol total dan low-density lipoprotein (LDL) tanpa menurunkan *high-density lipoprotein* (HDL), sehingga risiko penyakit jantung koroner dan penyakit lain yang berhubungan dengan hiperlipidemia dapat teratasi. Walaupun FFA plasma dan FFA

minyak pangan dalam hal ini minyak kelapa berbeda, tetapi minyak kelapa yang mengandung rendah FFA akan lebih stabil dan lebih aman untuk dikonsumsi dibanding minyak dengan kadar FFA tinggi (Devi et al., 2021). Dalam penelitian ini akan dibuat minyak kelapa dengan memanfaatkan limbah kulit buah kelapa (testa) dengan rendah FFA menggunakan fat extractor E-500 dan dilanjutkan proses esterifikasi untuk menurunkan kadar FFA.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini akan digunakan metode penelitian Experimental Faktorial sederhana, yaitu menguji variabel independen (faktor) secara bersamaan dengan mengombinasikan semua tingkat (level) untuk mendapatkan hasil optimum. Variabel bebas pelarut etanol 96% dan n-Hexane serta level heating 2,5 dan 8 sesuai spesifikasi alat Fatextractor E-500, sedangkan variabel terikat kadar FFA dalam %. Pelaksanaan penelitian dari tanggal 27 November 2024 sampai dengan 10 Februari 2025. Penelitian ini dibatasi pada pembuatan minyak kelapa (*Cocos nucifera* L.) rendah *free fatty acids* (FFA) limbah kulit buah kelapa (testa) segar dari pasar tradisional kota Bandar Lampung. Dengan menggunakan metode fat extractor E-500 sebagai teknik ekstraksi minyak. Uji fisikokimia yang dilakukan terbatas pada

analisis profil asam lemak dari minyak kelapa menggunakan Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC-MS). Uji stabilitas minyak testa dilakukan selama enam hari. Alat dan Bahan Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah : gelas ukur pyrex German , beaker glass pyrex German, hotplate heidolph German, buret pyrex German, erlenmeyer pyrex, pipet tetes pyrex German, neraca analitik shimadzu Jepang, labu ukur pyrex German, buret pyrex German, corong pisah pyrex German, fat extractor E-500 (Hot extractor) Buchi Swiss, buret, Gas Chromatography mass Spectrometry/GC-MS (Shimadzu type GCMS-QP2010 SE Single Quadrupole Japan). Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit buah kelapa (testa), asam sulfat (H₂SO₄), aquadest, alkohol 96%, n-Hexane, NaOH, asam oksalat, minyak kelapa Brc.

Prosedur Penelitian

Prosedur dalam penelitian ini adalah pembuatan minyak testa dengan menggunakan Fatextractor E-500, dilanjutkan dengan esterifikasi. Kemudian dilakukan analisis kadar FFA dan profil asam lemak dari minyak testa dengan menggunakan metode titrasi alkalimetri dan GC-MS. Serta uji stabilitas waktu simpan minyak testa dengan menggunakan metode ASLT. Pembuatan Minyak Testa Pembuatan minyak testa menggunakan metode

ekstraksi dengan alat fat extractor E-500 (hot extractor) yang hanya memiliki level heating 2,5 dan 8 yang mewakili tinggi suhu pemanasan. Sampel testa diambil dalam kondisi segar hasil kupasan kulit ari buah kelapa dengan menggunakan sugu dan tidak dikeringkan. Cara pembuatannya sebagai berikut : Timbang dalam kertas saring masing-masing 20 g sampel testa kelapa sebanyak 6 bagian, bungkus dan ikat masing- masing sampel kemudian masukkan ke dalam chamber extractor. Tiga sampel pertama menggunakan masing-masing 100 ml pelarut n-Hexane dan tiga sampel kedua menggunakan masing-masing 100 ml pelarut etanol 96% kedalam masing-masing chamber. Kemudian penutup chamber yang terhubung kondensor dihubungkan ke reservoir air, air akan mengalir secara konstan pada saat pengeringan pelarut. Kemudian mantel pemanas dinyalakan, masing-masing sampel panaskan pada level heating 2, 5, dan 8 sesuai dengan spesifikasi alat. Waktu pembilasan (rinse time) selama 10 menit dengan level pembilasan yaitu level 5. Level pengeringan (drain level) 30 dengan lama pengeringan (drain time) selama 15 menit. Hasil ekstraksi menggunakan pelarut n-Hexane pada level heating 8, dilakukan esterifikasi untuk menurunkan kadar FFA. Esterifikasi bertujuan mengkonfersi FFA menjadi etilester. Proses esterifikasi

dilakukan dengan cara: sebanyak rendemen dari hasil ekstraksi dimasukkan kedalam chamber, tambahkan etanol 96% sebanyak 6 kali berat rendemen, tambahkan H₂SO₄ pekat sebanyak 1,4%. Panaskan campuran dalam chamber menggunakan hot plate pada suhu 60 oC selama 130 menit. Selanjutnya diamkan dalam corong pisah selama 24 jam. Setelah 24 jam terlihat 2 lapisan yaitu lapisan atas air dan lapisan bawah etil ester (minyak testa) (Harahap, 2021). Hasil esterifikasi diuji kadar FFA dengan menggunakan metode titrasi alkalimetri.

Uji Kadar *Free Fatty Acids* (FFA) dengan Metode Titrasi Alkalimetri

Minyak testa yang diperoleh melalui proses ekstraksi dan esterifikasi diuji kadar free fatty acids (FFA) untuk menilai kualitas minyak. Penentuan kadar FFA dilakukan menggunakan metode titrasi alkalimetri.

Pembuatan Dan Pembakuan NaOH 0,1 N

Timbang NaOH sebanyak 4 g, larutkan dalam aquades hingga didapat larutan akhir 1000 ml, kemudian tambahkan barium hidroksida P segar, hingga tidak lagi terbentuk endapan. Kocok baik-baik, biarkan semalam dalam botol bersumbat, kemudian saring. Selanjutnya buat larutan asam oksalat Untuk pembakuan NaOH dengan cara timbang seksama asam oksalat P sebanyak 0,6319 gram, larutkan dalam aquades hingga 100 ml. Titrasi sebanyak 10

ml NaOH dengan menggunakan larutan baku asam oksalat secara duplo, catat hasil titrasi. Hasil titrasi I: 9,7 ml, titrasi II: 9,7 ml, volume titrasi rata-rata 9,7 ml. Hitung normalitas NaOH menggunakan rumus:

$$V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH} =$$

$$V \text{ titrasi} \times N \text{ Asam oksalat}$$

$$N \text{ NaOH} =$$

$$\frac{V \text{ titrasi} \times N \text{ Asam oksalat}}{V \text{ NaOH}}$$

$$V \text{ NaOH}$$

$$= \frac{9,7 \text{ ml} \times 0,1 \text{ N}}{10 \text{ ml}}$$

$$10 \text{ ml}$$

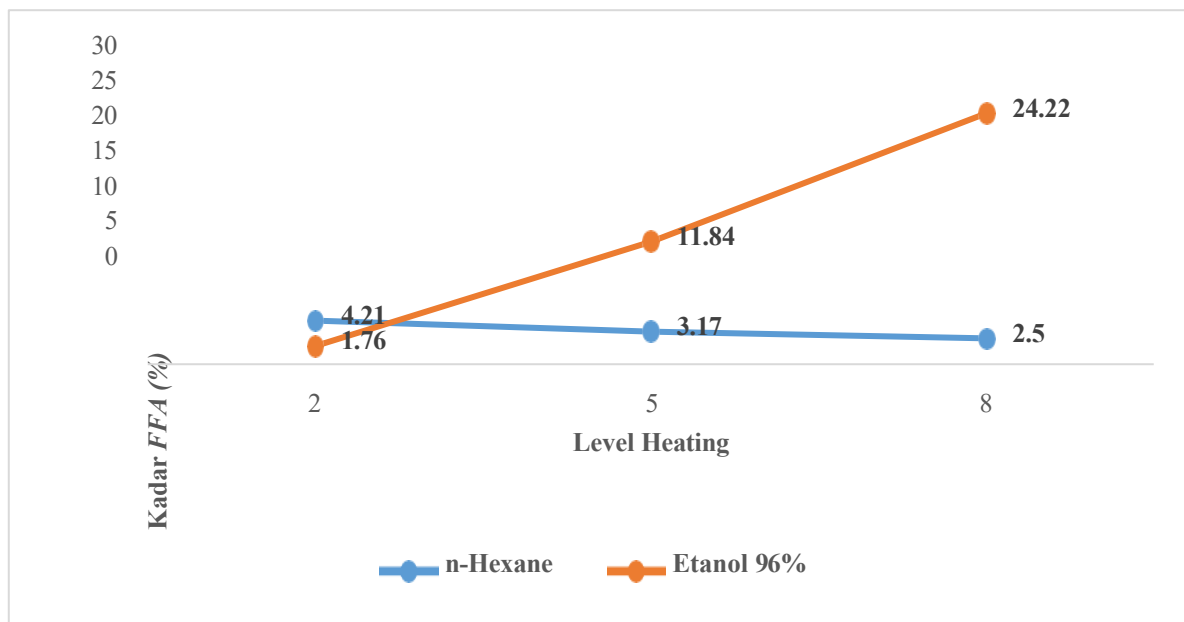
$$= 0,097 \text{ N}$$

Penetapan Kadar FFA Minyak Kelapa Testa dan Minyak Merek Brc

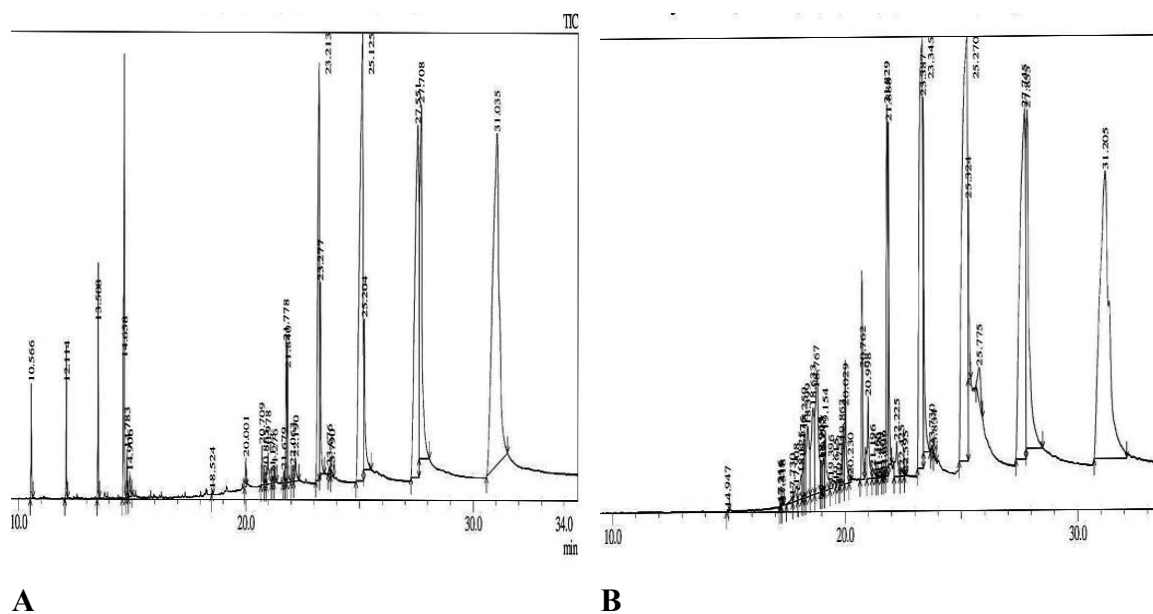
Timbang Minyak sebanyak hasil ekstraksi pada tiap sampel yang akan diuji dan masukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml. Tambahkan Etanol 95% sebanyak 50 ml, tambahkan indikator phenolptalein (PP) sebanyak 2-3 tetes dan titrasi duplo dengan NaOH 0,097 N sampai terbentuk warna merah muda dan tidak hilang selama 30 detik. Volume NaOH yang digunakan dicatat dan dihitung kadar asam lemak bebasnya, (Untari & Ainna 2020) Kadar asam lemak bebas (FFA) sebagai asam palmitat, dihitung dengan rumus sebagai berikut: $FFA (\%) = \frac{(V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH} \times \text{BM Asam Lemak} \times 100 \%) / (\text{Berat sampel} (\text{g}) \times 1000)}$.

Tabel 1. Hasil uji kadar FFA dengan titrasi alkalimetri dari ekstraksi testa dan Brc

No.	Nama Sampel	Pelarut	Level Heating	Pengulangan titrasi (n)	Kadar FFA (%)	Syarat SNI 2902:2011
1	Minyak Testa	n-Hexane	2	3	4,21+0,09	Maksimal 5 %
2	Minyak Testa	n-Hexane	5	3	3,17±0,46	
3	Minyak Testa	n-Hexane	8	3	2,50+0,29	
4	Minyak Testa	Etanol 96%	2	3	1,76+0,12	
5	Minyak Testa	Etanol 96%	5	3	11,84+0,72	
6	Minyak Testa	Etanol 96%	8	3	24,22+1,55	
7	Minyak Esterifikasi			3	1,36+0,18	
8	Minyak Brc.			3	0,14+0,01	



Gambar 2. Grafik pengaruh *level heating* dan pelarut terhadap kadar FFA rendemen testa



Gambar 3. Kromatogram minyak *testa* (A) dan minyak Brc (B)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Tabel 1 dan Gambar 2 dapat dijelaskan bahwa hasil ekstraksi *testa* menggunakan fat extractor E-500 dengan pelarut n-Hexane pada level heating 2, 5 dan 8 diperoleh minyak *testa* dengan kadar FFA terendah pada level heating 8 yaitu 2,5%. Pada ekstraksi menggunakan pelarut n-Hexane semakin tinggi level heating semakin rendah kadar FFA, karena n-Hexane merupakan senyawa non polar sehingga lebih selektif dalam mengekstrak asam lemak dalam *testa*. Kemudian ekstraksi dengan pelarut etanol 96% pada level heating 2, 5 dan 8 diperoleh minyak *testa* dengan kadar FFA terendah pada level heating 2 yaitu: 1,76%. Pada ekstraksi menggunakan pelarut etanol 96% semakin tinggi level heating semakin tinggi kadar

FFA. Pelarut etanol 96% merupakan senyawa polar sehingga berpotensi mengekstraksi senyawa polar dan air yang terbentuk dari senyawa polar meningkatkan hidrolisis dari minyak *testa* sehingga meningkatkan kadar FFA. Sehingga minyak yang baik adalah hasil ekstraksi dengan menggunakan pelarut n-Hexane, oleh karena itu proses esterifikasi dilakukan pada hasil ekstraksi menggunakan pelarut n-Hexane pada level heating 8. Hasil uji kadar FFA yaitu berupa senyawa etil ester (minyak *testa*) turun dari kadar 2,5% menjadi 1,36%.

Uji fisikokimia Minyak Kelapa *Testa*

Uji fisikokimia minyak kelapa *testa* dengan Gas Chromatography mass Spectrometry (GC-MS) dilakukan setelah proses esterifikasi. Uji fisikokimia dengan

GC-MS juga dilakukan pada minyak kelapa merek Brc, tujuannya untuk membandingkan kualitas dari minyak kelapa testa dengan merek Brc dinilai dari profil asam lemaknya. Sebelum diuji sampel dilakukan derivatisasi.

Gambar 3A adalah kromatogram minyak testa. Hasil total ion chromatogram (TIC) 27 puncak, dengan waktu retensi (Retensi Time) pada menit 10,566 sampai dengan 31,035. Sedangkan pada gambar 3 B adalah kromatogram minyak Brc dengan 44 puncak kromatogram dengan waktu retensi menit ke- 14,947 sampai dengan menit ke- 31.205. Dari dua Gambar 3A dan

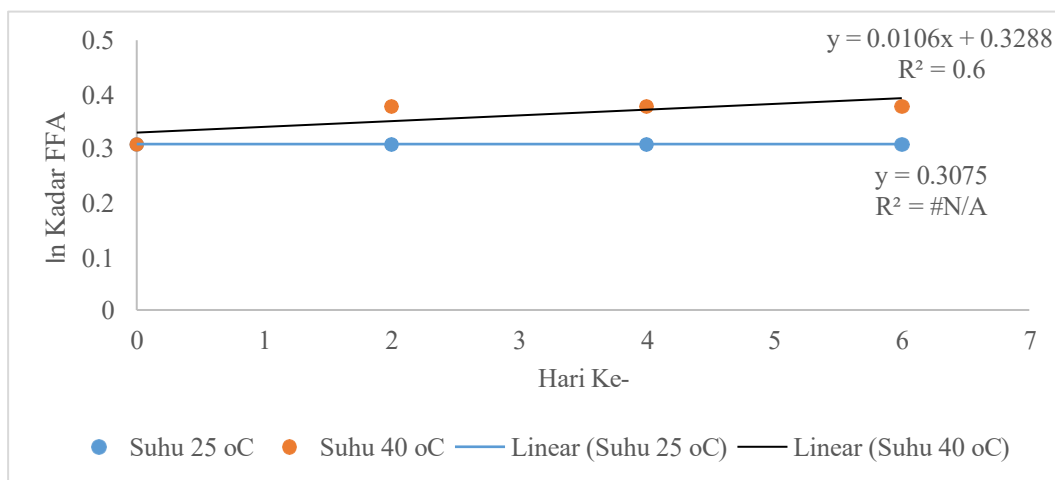
Gambar 3B. Terlihat bahwa kedua minyak tersebut memiliki profil asam lemak yang mirip. Profil asam lemak yang dominan antara minyak testa dan minyak Brc hampir sama yaitu dalam ikatan trigliserida yang merupakan ciri dari minyak kelapa berkualitas baik bila dilihat dari profil asam lemak, karena lebih stabil. Sedangkan pada penelitian terdahulu yang dilakukan Makalalag dkk profil asam lemak minyak testa tanpa proses esterifikasi teridentifikasi sebagai ester bukan trigliserida (Makalalag et al., 2020). Perbedaan profil asam lemak antara minyak testa dan minyak merek Brc dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Perbedaan profil asam lemak minyak testa dan Brc

No	Nama Senyawa	Testa (%)	Brc (%)	Jenis Senyawa
1	Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester	53,7	30,91	Trigliserida asam laurat (C12)
2	Dodecanoic acid, 2,2,3,3,4,4,4-heptafluorobutyl ester	18,11	17,67	Ester asam laurat
3	Hexadecanoic acid, 2-[(1-oxododecyl)oxy]-1,3-propanediyl ester	11,45	0,77	Trigliserida asam palmitat (C16)
4	Glycerol 2-acetate 1,3-dipalmitate	2,61	8,99	Mono acetat digliserida asam palmitat
5	oleic acid	0,28	0,02	Asam Oleat/asam lemak tak jenuh (C18)
6	2-Undecanol oleate	-	0,25	Ester asam oleat

Tabel 5. Hubungan antara ln kadar FFA dengan waktu simpan

Hari Ke-	<u>Suhu Penyimpanan</u>	
	25 ^o C	40 ^o C
	ln Kadar FFA	ln Kadar FFA
0	0,3074847	0,3074847
2	0,3074847	0,3784364
4	0,3074847	0,3784364
6	0,3074847	0,3784364



Gambar 5. Grafik hubungan ln kadar FFA dengan waktu simpan

Uji Stabilitas Waktu Simpan Minyak Testa

Preparasi sampel atau persiapan sampel dilakukan dengan cara mengambil minyak kelapa testa setelah hasil esterifikasi dimasukkan ke dalam botol lalu ditutup rapat. Langkah selanjutnya sampel disimpan dalam dua kondisi yaitu suhu ruang 25oC dan Suhu 40oC, Setiap dua hari sampel diambil dan dianalisa kadar free fatty acids (FFA) dari masing-masing sampel selama enam hari. Uji FFA dilakukan pada hari ke-0, 2, 4 dan 6. Pengujian kadar FFA dengan menggunakan metode titrasi alkalimetri. Pada

penyimpanan suhu 25oC dari hari ke-2 sampai dengan hari ke-6 kadar FFA tetap yaitu 1,36%. Sedangkan pada penyimpanan suhu 40 oC pada hari ke-2 kadar FFA berubah dari 1,36% menjadi 1,46%, sedangkan pada hari ke-4 dan ke-6 kadar FFA sama dengan kadar FFA hari ke-2 yaitu: 1,46%. Dari data tersebut untuk menghitung waktu simpan adalah dengan cara membuat tabel dan grafik hubungan antara ln kadar FFA dengan waktu simpan.

Dapat dilihat dari grafik di Gambar 5 nilai R2 terbesar pada suhu penyimpanan 40oC, maka data penyimpanan pada suhu 40oC yang dapat digunakan untuk

menghitung waktu simpan. Grafik pada penyimpanan suhu 40oC memiliki persamaan linier $y = 0,0106x + 0,3288$. Dari persamaan tersebut bila $y = bx + a$; dimana b: slope (k), a: intercept dan kemiringan: R2, karena nilai R2 mendekati 1 maka prediksi produksi asam lemak bebas mengikuti kinetika orde 1. Sehingga diperoleh nilai $k = 0,0106$. Sehingga waktu simpan pada suhu 25oC untuk kadar FFA maksimum 5% (SNI; 2011) dapat diprediksi dengan perhitungan sebagai berikut:

$$ts = \frac{2,303 \times \log Qt/Q0}{k}$$

$$ts = \frac{2,303 \times \log 5/1,36}{0,0106}$$

$$ts = 122,85 \text{ hari} = 4,09 \text{ bulan}$$

KESIMPULAN

Metode pembuatan minyak testa dalam penelitian ini menggunakan 2 metode yaitu metode ekstraksi dan metode esterifikasi. Hasil ekstraksi menggunakan fat extractor E-500 dengan pelarut n-Hexane pada level heating 8 dengan kadar FFA 2,5%. Setelah esterifikasi didapat kadar FFA 1,36%. Hasil GC-MS minyak testa mengandung profil asam lemak yang identik dengan minyak merek Brc, asam lemak jenuh pada keduanya terikat sebagai trigliserida dan kadar asam oleat minyak testa lebih tinggi yaitu 0,28% sedangkan minyak Brc 0,27%.

Hasil uji stabilitas menunjukkan bahwa prediksi waktu simpan minyak testa diperkirakan 123 hari atau 4 bulan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta, Universitas Lampung dan Universitas Tulang Bawang atas dukungan, fasilitas, serta kontribusi yang diberikan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- A., Naufal, M. A., Za, H., Sri, K., Gayatri, W., Pramono, S. D., Hidayati, P. H., & Syamsu, R. F. (2022). Hubungan antara dislipidemia dengan diabetes melitus tipe 2 di Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar. *Fakumi Medical Journal*. <https://doi.org/https://fmj.fk.umi.ac.id/index.php/fmj/article/view/122>
- Abdillah Harahap, R. (2021). Penurunan kadar free fatty acid (FFA) pada crude palm oil (CPO) dengan proses esterifikasi menggunakan katalis asam sulfat (H₂SO₄). *Chemical Engineering Journal Storage*, 1(2).
- Haris Bahrin, A., Amran Sulaiman, A., & Djufry, F. (2024). Buku ajar budidaya dan pengolahan kelapa. <https://epublikasi.pertanian.go.id/pertanianpress/catalog/book/91>

- Jiang, L., & Yan, J. (2022). The relationship between free fatty acids and mitochondrial oxidative stress damage to trophoblast cell in preeclampsia. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12884-022-04623-0>
- Kotłęga, D., Peda, B., Palma, J., Zembroń-Łacny, A., Gołąb-Janowska, M., Masztalewicz, M., Nowacki, P., & Szczuko, M. (2021). Free fatty acids are associated with the cognitive functions in stroke survivors. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(12). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ijerph18126500>
- Makalalag, A. K., Muis, A., & Tumbel, N. (2020). Karakteristik fisikokimia dan identifikasi komposisi asam lemak minyak testa kelapa [Physicochemical characteristics and identification of fatty acid composition of coconut testa oil]. Balai Riset Dan Standardisasi Industri Manado.
- Untari, B., & Ainna, A. (2020). Penentuan kadar asam lemak bebas dan kandungan jenis asam lemak dalam minyak yang dipanaskan dengan metode titrasi asam basa dan kromatografi gas. *Jurnal Ilmiah Bakti Farmasi*.