



## **Analisis Kandungan Total Lemak pada Food Replacement (X) dan Fermentasi Akar Teratai (*Nelumbo nucifera*)**

**Cut Rahil Sofia<sup>1</sup>, Roy Indrianto Bangar<sup>2\*</sup>, Erida Novriani<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Sarjana Farmasi Klinis, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Prima Indonesia, Medan, 20118, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Farmasi Klinis, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Prima Indonesia, Medan, 20118, Indonesia

<sup>3</sup>PUI Phyto Degenerative & Lifestyle Medicine, Universitas Prima Indonesia

Email: <sup>1</sup>rahilsofia24@gmail.com, <sup>2\*</sup>royindriantobangars@unprimdn.ac.id, <sup>3</sup>eridafarmasi@gmail.com

### **Abstract**

*This research relies on the analysis of fat content from the food replacement product (x) and lotus root (nelumbo nucifera) fermentation by utilizing the Soxhlet method. The experiment was conducted by extraction using n-hexane solvent for six hours. The fat content was determined based on the difference in weight after extraction. The findings showed that the fat content in the food replacement product (x) reached 63.60%, while in the lotus root fermentation it was 89.19%. These high numbers are influenced by the composition of the ingredients used, the effectiveness of nonpolar solvents, as well as changes in the matrix structure due to fermentation which increases lipid accessibility. The fermentation process, which lasted for 22 days, enhances enzymatic effectiveness that damages cell walls, thereby facilitating the extraction of lipophilic compounds. The results of this study indicate that fermentation can increase the measurement of fat in plant-based food materials, but the figures obtained reflect the fat that was successfully extracted, not pure fat. According to regulations in Indonesia, there is not yet a maximum limit for fat content in foods for special nutritional needs.*

**Keywords:** Fat, Fermentation, Lotus, Soxhlet, Food.

### **Abstrak**

Penelitian ini bergantung pada analisis kadar lemak dari produk food replacement (x) dan fermentasi akar Teratai (*nelumbo nucifera*) dengan memanfaatkan metode Soxhlet. Eksperiment dilakukan dengan cara ekstraksi menggunakan pelarut n-hexana selama enam jam. Dan kadar lemak ditentukan berdasarkan perbedaan berat setelah ekstraksi. Temuan menunjukkan bahwa kadar lemak pada produk food replacement (x) mencapai 63,60%, sementara pada fermentasi akar Teratai Adalah 89,19%. Angka angka tinggi ini dipengaruhi oleh komposisi bahan yang digunakan, efektifitas pelarut nonpolar,serta perubahan pada struktur matriks akibat fermentasi yang meningkatkan akses lipid. Proses fermentasi yang berlangsung selama 22 hari mempertinggi efektifitas enzimatik yang merusak dinding sel sehingga memudahkan ekstraksi senyawa lipofilik. Hasil dari penelitian ini mengindikasikan bahwa fermentasi bisa dapat meningkatkan pengukuran lemak pada bahan pangan berbasis nabati, namun angka yang didapat mereflesikan lemak yang berhasil diekstrak, bukan lemak murni. Sesuai dengan peraturan di Indonesia, belum ada batas maksimum untuk kadar lemak pada makanan untuk kebutuhan gizi khusus.

**Kata Kunci:** Lemak, Fermentasi, Teratai, Soxhlet, Pangan.

## **1. PENDAHULUAN**

Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan saat ini telah mengalami transformasi yang berdampak signifikan terhadap gaya hidup dan pola konsumsi makanan masyarakat. Peningkatan kesadaran akan pentingnya menjalani hidup sehat juga sejalan dengan perubahan ini. Dalam aktivitas sehari-hari yang semakin sibuk, masyarakat

tampaknya lebih cenderung mencari solusi yang praktis, cepat, serta memiliki nilai fungsional bagi kesehatan (Hartanti, 2023).

Di sisi lain, semakin banyak riset yang mengungkap potensi bahan pangan lokal sebagai basis untuk pengembangan produk pengganti makanan. Salah satu bahan yang menarik perhatian adalah ubi ungu (*Ipomoea batatas* L.), yang dikenal kaya akan nutrisi dan senyawa bioaktif. Ubi ungu mengandung karbohidrat kompleks, serat, vitamin, mineral, dan senyawa antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan, antara lain untuk mencegah radikal bebas, mendukung kesehatan jantung, dan memperkuat sistem imun (Khoerunnisa, 2020).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Nuraisyah et al., 2024). Penggantian tepung terigu dengan bahan lokal seperti ubi ungu dapat menghasilkan produk dengan kadar lemak yang lebih rendah dan nilai gizi yang lebih tinggi. Temuan ini mengindikasikan bahwa ubi ungu berpotensi besar untuk digunakan sebagai bahan utama food replacement (pengganti makanan) yang tak hanya mematuhi kebutuhan nutrisi, tapi juga mendorong diversifikasi pangan lokal.

Akar teratai (*Nelumbo nucifera*), yang sering dianggap melambangkan kemurnian dan keindahan dalam berbagai budaya, ternyata memiliki banyak manfaat kesehatan yang luar biasa. Dari membantu pencernaan hingga meningkatkan kesehatan kulit, akar teratai kaya akan nutrisi dan menawarkan banyak manfaat. . Potensi tanaman teratai sangat baik untuk dijadikan bahan pangan fungsional dan produk farmasi lainnya berdasarkan bukti empiris serta hasil penelitian *in vitro* dan *in vivo* (Miksusanti et al., 2023). Selain itu, akar teratai juga memiliki kandungan lemak tertentu, yang membuatnya menarik untuk dianalisis sebagai komponen dalam formulasi pengganti makanan.

Fermentasi bahan makanan yang berasal dari tumbuhan telah banyak diketahui dapat meningkatkan ketersediaan gizi dengan mengubah struktur matriks sel yang kompleks, yang awalnya bisa menghalangi akses terhadap lipid. Proses fermentasi melibatkan mikroorganisme yang berfungsi menghasilkan enzim hidrolitik, yang memungkinkan pemecahan komponen structural seperti protein dan polisakarida, serta melepaskan senyawa bioaktif yang sebelumnya yang teroerangkap dalam matriks makanan. Hasilnya senyawa lipofilik menjadi lebih mudah untuk diakses dan diekstaksi, serta menunjukkan peningkatan bioavailabilitas dalam sistem pangan (Gunawardena & others, 2024)

Selain itu, fermentasi juga berfungsi dalam mengubah komposisi dan ketersediaan metabolit termasuk lipid melalui efektivitas enzim mikroba. Proses biotransformasi berpotensi meningkatkan pelepasan senyawa dari matriks tanaman dan menghasilkan metabolit turunan, seperti asam lemak bebas, yang lebih mudah untuk diidentifikasi dan dimanfaatkan secara biologis. Dengan demikian, pada bahan makanan nabati seperti akar Teratai yang memiliki jumlah lipid structural yang terbatas, fermentasi dapat meningkatkan deteksi lipid melalui mekanisme pelepasan dan transformasi senyawa selama proses fermentasi (Huyan & others, 2024)

Meal replacement atau food replacement merupakan produk pangan yang diformulasikan secara khusus untuk menggantikan satu kali makan utama dengan tetap menyediakan keseimbangan makronutrien dan mikronutrien esensial. Konsep ini muncul sebagai respons terhadap perubahan gaya hidup masyarakat modern yang menuntut kepraktisan tanpa mengabaikan kualitas gizi. Meal replacement harus mampu menyediakan keseimbangan zat gizi yang memadai agar dapat berfungsi sebagai pengganti makanan lengkap ketika dikonsumsi sesuai anjuran Definisi ini menegaskan bahwa meal replacement bukan sekadar makanan instan, melainkan produk yang diformulasikan secara ilmiah untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tertentu (Limiertha & Efendi, 2025).

Dalam perkembangan terbaru, konsep *meal replacement* semakin terintegrasi dengan pendekatan pangan fungsional (*functional foods*), di mana minuman tidak hanya berfungsi sebagai sumber energi, tetapi juga sebagai media penghantar komponen bioaktif yang memberikan manfaat kesehatan tambahan. Penelitian menjelaskan bahwa minuman fungsional memiliki potensi besar sebagai *meal replacer* karena mampu difortifikasi dengan berbagai makronutrien dan mikronutrien serta senyawa bioaktif seperti protein, vitamin, mineral, antioksidan, dan serat pangan. Produk *meal replacement* dirancang untuk menggantikan satu atau dua kali makan utama dan harus mengandung keseimbangan makro dan mikronutrien guna memenuhi kebutuhan gizi harian (Kaur et al., 2024).

Pengembangan *meal replacement* berbasis superfoods bertujuan untuk meningkatkan nilai fungsional produk, seperti kandungan serat tinggi ( $\pm 19\%$ ), protein memadai ( $\pm 15\%$ ), serta kadar gula rendah. Konsep ini sejalan dengan tren global yang menekankan pentingnya produk rendah gula, bebas gluten, dan berbasis nabati sebagai solusi nutrisi modern (Limierta & Efendi, 2025).

Secara konseptual, food replacement harus memenuhi beberapa kriteria utama adalah menyediakan energi yang cukup untuk satu waktu makan, memiliki keseimbangan makronutrien (karbohidrat, protein, lemak), mengandung mikronutrien esensial, memiliki stabilitas fisik dan kimia yang baik selama penyimpanan, serta aman dikonsumsi oleh kelompok tertentu sesuai klaim produk (misalnya *gluten-free* atau *lactose-free*) (Limierta & Efendi, 2025).

Dengan demikian, definisi dan konsep food replacement dalam penelitian ini tidak hanya dipahami sebagai makanan praktis, tetapi sebagai produk nutrisi terformulasi yang berbasis bukti ilmiah dan memiliki fungsi gizi serta fisiologis yang jelas. Pemahaman ini menjadi landasan penting dalam menganalisis kandungan total lemak pada food replacement (X), karena komponen lemak berperan besar dalam kontribusi energi, kestabilan produk, serta penyerapan vitamin larut lemak.

Dalam analisis pangan, istilah *crude fat* (lemak kasar) biasanya merujuk pada fraksi yang diperoleh melalui ekstraksi pelarut (misalnya dengan Soxhlet) sehingga bukan hanya trigliserida yang terambil, tetapi juga komponen lipid lain yang dapat larut dalam pelarut tersebut. Literatur jurnal Indonesia menjelaskan bahwa pada penentuan kandungan lemak menggunakan pelarut, selain lemak, komponen seperti fosfolipid, sterol, asam lemak bebas, karotenoid, dan pigmen lain dapat ikut terlarut; karena itu hasilnya sering disebut sebagai *lemak kasar (crude fat)* (Pargiyanti, 2019).

Sementara itu, total lemak secara konsep lebih mengarah pada jumlah keseluruhan fraksi lipid yang terdapat di dalam sampel, termasuk lemak yang mudah diekstraksi dan lemak yang “terikat” atau terperangkap dalam matriks pangan (misalnya berasosiasi dengan protein/karbohidrat). Dalam praktik laboratorium, perbedaan *crude fat* dan total lemak sering terlihat pada pemilihan perlakuan awal sampel: metode Soxhlet tanpa perlakuan tertentu cenderung menggambarkan “lemak yang terlarut/terekstrak” (*crude fat*), sedangkan pendekatan yang menargetkan total lemak dapat melibatkan perlakuan tambahan (misalnya penghancuran matriks, pengeringan yang tepat, atau hidrolisis pada metode tertentu) agar lemak yang terikat dapat dilepaskan dan ikut terukur. Pembahasan mengenai penetapan “lemak total” pada pangan dengan metode sokletasi juga digunakan untuk tujuan pemenuhan standar mutu (misalnya dibandingkan dengan SNI pada produk tertentu), yang menegaskan bahwa istilah “lemak total” dipakai ketika analisis diarahkan untuk merepresentasikan kadar lemak yang menjadi acuan mutu/label gizi (Saputri 2020),

Penelitian mengenai fermentasi produk berbasis akar teratai (*Nelumbo nucifera*) menunjukkan bahwa proses fermentasi mampu meningkatkan mutu sensori sekaligus memperbaiki karakteristik nutrisi bahan. Pengembangan *lotus root fermented sugar syrup* yang dipublikasikan dalam *Journal of Food Science and Technology* memperlihatkan

bahwa selama periode fermentasi hingga 180 hari terjadi perubahan sifat fisikokimia yang signifikan, termasuk penurunan pH serta peningkatan intensitas warna merah (nilai  $a^*$ ) yang berkorelasi dengan reaksi Maillard dan perubahan komposisi kimia bahan. Selain itu, kandungan protein total meningkat secara nyata selama fermentasi, mencapai  $392,33 \pm 7,19 \mu\text{g/mL}$  pada hari ke-180 disertai peningkatan total asam amino bebas dari  $5,74 \mu\text{g/mL}$  pada hari ke-0 menjadi  $351,44 \mu\text{g/mL}$  pada hari ke-180. Perubahan ini menunjukkan adanya aktivitas metabolik mikroorganisme yang berperan dalam transformasi substrat menjadi senyawa dengan nilai gizi lebih tinggi. Lebih lanjut, penelitian tersebut juga melaporkan peningkatan kandungan senyawa fenolik dan flavonoid yang berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan produk fermentasi. Dengan demikian, fermentasi akar teratai dapat dipahami sebagai proses transformasi biologis yang memodifikasi komposisi kimia bahan melalui aktivitas enzimatik dan mikroba, sehingga tidak hanya meningkatkan keamanan dan daya simpan produk, tetapi juga memperkaya profil nutrisi serta potensi fungsionalnya sebagai pangan bernilai tambah (Shukla et al., 2018).

Penelitian Mengenai Penjelajahan dan Karakterisasi Senyawa Antioksidan Alami dari Daun *Leea aequata* L. melalui evaluasi in vitro mengungkapkan bahwa daun *Leea aequata* mengandung senyawa antioksidan alami seperti flavonoid dan fenolik yang berfungsi untuk menetralkan radikal bebas. Hasil temuan ini relevan dengan penelitian ini, karena akar teratai (*Nelumbo nucifera*) juga dikenal sangat kaya akan metabolit sekunder sejenis, yang setelah mengalami proses fermentasi dapat mengalami peningkatan aksesibilitas senyawa bioaktif. Keberadaan senyawa tersebut mendukung peran bahan alami sebagai sumber antioksidan dalam elemen fungsional dalam pengembangan produk makanan olahan untuk pemenuhan gizi khusus (Bangar et al., 2026)

Studi terbaru menunjukkan bahwa proses fermentasi tidak hanya berkontribusi pada perbaikan komposisi gizi, tapi juga dapat menghasilkan produk dengan manfaat kesehatan tambahan, seperti peningkatan kadar asam lemak esensial. Beberapa riset menunjukkan bahwa fermentasi akar teratai dapat meningkatkan kadar asam lemak tak jenuh, yang memainkan peran penting dalam kesehatan jantung dan metabolisme tubuh (Yang et al., 2023). Oleh karena itu, penting untuk menganalisis total kandungan lemak pada fermentasi akar teratai guna mengeksplorasi potensi lemak yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut sebagai bahan pangan fungsional.

Dalam penelitian kali ini, metode yang digunakan untuk menganalisis total lemak pada food replacement (x) dan fermentasi akar teratai adalah metode Soxhlet. Metode Soxhlet merupakan teknik ekstraksi yang diperkenalkan oleh Franz von Soxhlet pada tahun 1879. Teknik ini telah populer di bidang ekstraksi, terutama untuk mengambil komponen tertentu dari bahan padat dengan menggunakan pelarut organik. Metode ini sering diaplikasikan dalam analisis kadar lemak, minyak, dan senyawa bioaktif dari berbagai matriks, termasuk makanan, tumbuhan, serta sampel lingkungan. (Kaban et al., 2026)

Aktivitas antioksidan yang terdapat dalam bahan alam sangat terkait dengan adanya metabolit sekunder seperti flavonoid, senyawa fenolik, dan tanin. Ini sejalan dengan judul penelitian yang berjudul Uji Aktivitas Antioksidan Fraksi Aqueous Daun Tetanus (*Leea aequata* L) Menggunakan Metode DPPH, yang menunjukkan bahwa fraksi air dan daun *Leea aequata* mampu menangkap radikal bebas melalui mekanisme pemberian atom hidrogen. Senyawa fenolik dan flavonoid memiliki peranan krusial dalam menetralkan radikal bebas DPPH sehingga dapat mengurangi stres oksidatif. Hasil tersebut relevan dengan penelitian ini, karena akar teratai (*Nelumbo nucifera*) juga dilaporkan mengandung senyawa fenolik dan flavonoid yang

berpotensi menghasilkan aktivitas antioksidan, terutama setelah proses fermentasi yang dapat meningkatkan ketersediaan senyawa bioaktif.(Siregar et al., 2023)

Dalam beberapa tahun terakhir, metode soxhlet terus menunjukkan peningkatan kepopuleran dalam penelitian berkat kemampuannya menghasilkan ekstrak yang sangat efisien. Sebagai contoh, penelitian yang dilakukan oleh Ariani et al.(2024) menerapkan metode ini untuk mengekstraksi lemak dari tepung terigu dan tepung maizena. Hasil studi tersebut menunjukkan bahwa metode soxhlet sangat efektif dalam menentukan kadar lemak pada kedua jenis tepung tersebut (Ariani et al., 2024).

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan tipe experimental yang bertujuan untuk menganalisis kandungan total lemak pada food replacement (x) dan fermentasi akar teratai dengan menggunakan metode soxhlet.

### 2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah blender, desikator, kapas bebas lemak, kondensor, labu lemak, oven, selongsong sampel (dari kertas saring), timbangan analitik, tabung soxhlet. Sedangkan bahan yang digunakan adalah hasil fermentasi teratai yang sudah diserbukkan, n-hexana, sampel food replacement(x).

### 2.2 Prosedur Kerja

#### 2.2.1 Pengumpulan Bahan

Bahan yang digunakan pada pembuatan fermentasi akar teratai adalah akar teratai, daun teratai, jujube, dan jahe. Bahan dicuci terlebih dahulu dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran kecil. Seluruh bahan dipotong menjadi bagian kecil.

#### 2.2.2 Proses Fermentasi Akar Teratai

Bahan yang sudah dipotong menjadi kecil, diambil akar teratai sebanyak 7%, daun teratai sebanyak 60%, jujube sebanyak 32,8%, dan jahe sebanyak 0,2%.Seluruh bahan dicampur dengan merata dan difermentasi dengan ragi *saccharomyces cerevisiae*, diletakkan dalam lemari pengering selama 6 hari dengan suhu 37.5 derajat celcius, lalu dilanjutkan dengan inkubasi selama 16 hari dengan suhu 47 derajat celcius.

Dari sudut pandang bioavailibilitas, struktur mikroskopik dari makanan memiliki nperan krusial dalam menentukan seberapa banyak lipid tersedia selama ekstraksi. Sebaliknya proses seperti fermentasi pemanasan atau penghancuran mekanis dapat merusak struktur ini dan meningkatkan aksesibilitas lipid yang sebelumnya terperangkap dalam matriks sel. Oleh karena itu peningkatan kandungan lemak pada ferementasi akar Teratai dalam penelitian ini dapat dipahami sebagai akibat dari meningkatnya akses pelarut terhadap lipid yang sebelumnya sulit ungtuk diekstak secara efektif(Zhang & others, 2022)

Mengenai penggunaan *saccharomyces cerevisiae*, mikroorganisme ini dikenal memilikinpengetahuan metabolic yang sangat fleksibel serta dapat memproduksi berbagai enzimyang berperan dalam fermentasi. Selain berfungsi utama dalam metabolit karbohidrat, *S.cerevisiae* juga dilaporkan menghasilkan enzim hidrolitikyang dapat membantu dalam penguraian komponen kompleks dalam makanan. Di samping itu, mikroba ini memiliki status keamanan yang baik serta sangat adaptif terhadap berbagai kondisi lingkungan fermentasi (Li & others, 2021)

Meski demikian, suhu inkubasi mencapai 47 derajat celcius dalam penelitian ini melebihi batas optimal untuk pertumbuhan *S.cerevisiae*. suhu yang tinggi dapat menyebabkan stress termal pada ragi, yang berdampak pada denaturasi protein, gangguan

fungsi sel, dan penurunan viabilitas. Meskipun begitu kondisi stress tersebut dapat menyebabkan lisis sel, yang mengarah pada pelepasan enzim intasel ke dalam medium fermentasi. Enzim ini tetap aktif dan mampu mempercepat penguraian matriks bahan, sehingga meningkatkan pelepasan lipid dan berkontribusi terhadap peningkatan kadar lemak yang terdeteksi dalam analisis (Xu & others, 2023)

Tabel 1. Formulasi setiap 10 g fermentasi akar teratai.

Bahan	Formula (%)	Formula ( per 10 g )
Akar Teratai	7	700 mg
Daun Teratai	60	6000 mg
Jujube	32,8	3280 mg
Jahe	0,2	20 mg

### 2.2.3 Proses Penyerbukan

Setelah tahapan pengeringan dan inkubasi, dilanjutkan ke tahapan penghancuran bahan, dimana seluruh bahan digiling menjadi bubuk halus dan disimpan dengan suhu -20 derajat celsius. Dilanjutkan dengan pengambilan 10 gram sebagai sampel untuk diuji kandungan total lemak.

### 2.2.4 Persiapan Sampel Food Replacement (x)

Sampel produk food replacement (x) dalam 1 bungkus = 30 g. Karena sampel food replacement sudah berwujud serbuk maka langsung diambil sampelnya sebanyak 10 gram untuk diuji kadar lemak totalnya.

### 2.2.5 Ekstraksi Masing Masing Sampel

Sebanyak 10 gram (W1) sampel ditimbang dalam kertas saring dan dimasukkan kedalam tabung soxhlet. Labu lemak dikeringkan dalam oven selama 1 jam pada suhu 105°-110°C, didinginkan dalam desikator dan ditimbang beratnya (W2), kemudian disambungkan dengan tabung soxhlet. Tabung soxhlet dimasukan ke dalam ruang ekstraktor tabung soxhlet dan disiram dengan 250 mL n-heksan, kemudian ditambahkan 3 butir batu didih dan tabung dipasang pada alat destilasi soxhlet lalu didestilasi selama 6 jam. Labu lemak dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 3 jam, setelah itu labu dan lemak didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Proses pengeringan dan penimbangan labu dan lemak dilakukan sampai diperoleh berat konstan (W3). (Ariani et al., 2024).

### 2.2.6 Analisis Data

Kadar lemak diperoleh melalui selisih berat labu lemak akhir dikurangi berat labu lemak awal, dibagi dengan berat sampel kemudian dikalikan 100%.

$$\% \text{ kadar lemak} = \frac{W_3 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2. Hasil pengamatan analisa lemak dengan metode Soxhlet

Jenis sampel	Kadar lemak (%)
Food replacement (x)	63,60 %
Fermentasi akar teratai	89,19 %

Tabel 3. Hasil W1, W2, W3

sampel	W1	W2	W3
Food replacement (x)	10 gr	182,6117	188,9716
Fermentasi akar teratai	10 gr	182,6117	191.5304

Perhitungan :

$$\text{Perhitungan food replacement (x)} = \frac{188,9716 - 182,6117}{10} \times 100 = 63,60 \%$$

$$\text{Perhitungan fermentasi akar Teratai} = \frac{191,5304 - 182,6117}{10} \times 100 = 89,19 \%$$

Pada percobaan kali ini, setelah menggunakan analisis metode soxhlet, diperoleh hasil kandungan lemak total dari kedua sampel yaitu, sampel food replacement (x) yang mencapai 63,60% dan sampel fermentasi akar teratai sebesar 89,19%. Kadar lemak yang tinggi pada kedua sampel ini dipengaruhi oleh beberapa hal. Pertama, pemilihan bahan baku yang memiliki kandungan lemak tinggi atau penambahan lipid dalam produk dapat meningkatkan jumlah lemak yang ada, kedua, proses ekstraksi dengan metode soxhlet menggunakan pelarut nonpolar yaitu n-hexsan yang membuat lemak di ekstrak secara menyeluruh, sehingga hasil yang didapat menjadi cukup tinggi. Selain itu, fermentasi dapat mengubah struktur bahan, sehingga lemak lebih mudah terlepas dan terdeteksi dalam analisis, yang berkontribusi pada banyaknya lemak di sampel fermentasi akar teratai.

Mekanisme fermentasi yang dilakukan selama 22 hari penuh (terdiri dari 6 hari pengeringan awal dan 16 hari inkubasi) memiliki kontribusi signifikan dalam meningkatkan hasil lemak melalui kegiatan enzim dan transformasi struktur matriks bahan. Pada tahap awal yang merupakan pengeringan, terjadi penurunan kadar air yang mampu membatasi perkembangan mikroba pengotor serta mendorong respons adaptif dan mikroorganisme yang melakukan fermentasi seperti *S. cerevisiae*. Situasi ini dapat merangsang pelepasan enzim hidrolitik yang mulai bekerja secara bertahap dalam merusak struktur jaringan tanaman, sehingga memudahkan akses terhadap komponen nutrisi yang terperangkap dalam matriks bahan (Adebo & Medina-Meza, 2020)

Ketika memasuki fase inkubasi selama 16 hari, aktifitas enzimatis meningkat bersamaan dengan pertumbuhan dan metabolisme mikroba. Enzim seperti selulase berkontribusi pada penguraian dinding sel tanaman. Sehingga matriks lignoselulosa yang melindungi komponen lipid mulai terdegradasi. Di samping itu enzim lipase dan esterase dapat menghidrolisis lipid yang terikat menjadi asam lemak bebas dan gliserol, sehingga lebih mudah larut dalam pelarut non polar. Proses ini secara langsung meningkatkan jumlah lipid yang dapat diekstraksi yang pada gilirannya berkontribusi pada peningkatan hasil lemak pada analisis (Swain & others, 2021)

Periode fermentasi yang berlangsung cukup lama juga memberikan kesempatan bagi akumulasi efek degradasi struktural secara bertahap. Semakin lama proses fermentasi dijalankan semakin besar kemungkinan untuk memecah makromolekul dan melepaskan senyawa yang sebelumnya terikat pada protein dan polisakarida menjadi lebih bebas dan lebih gampang diekstraksi. Proses fermentasi yang cukup lama dikenal dapat meningkatkan bioaksesibilitas nutrisi dengan cara mengubah struktur mikro bahan pangan (Zhang & others, 2022)

Peraturan BPOM RI No.1 Tahun 2018 mengenai Pengawasan Pangan Olahan untuk Keperluan Gizi Khusus (PKGK). Defenisi resmi (pasal 1) menyatakan “Pangan Olahan untuk Keperluan Gizi Khusus adalah pangan yang diolah atau dirumuskan dengan cara khusus guna memenuhi kebutuhan gizi tertentu”. Jadi, food replacement tergolong PKGK karena dirumuskan untuk memenuhi kebutuhan gizi tertentu. Dalam PerBPOM No.1 Tahun 2018, tidak ada pasal yang menentukan numerik untuk kadar lemak total (seperti % lemak maksimum) untuk food replacement atau PKGK. Yang diatur adalah kategori produk, persyaratan keamanan dan mutu, serta kewajiban pelabelan nilai gizi. Tidak ada angka baku % lemak dalam standar nasional Indonesia. (Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia, 2018)

Peraturan BPOM Nomor 26 Tahun 2021 tentang Informasi Nilai Gizi pada Label Pangan Olahan mengharuskan pernyataan informasi mengenai nilai gizi yang mencakup energi total, lemak total, protein, dan karbohidrat total. Namun, regulasi ini tidak menentukan batasan kandungan lemak total yang tinggi pada kedua sampel tidak dapat dianggap melanggar Standar Nasional Indonesia, karena hingga saat ini belum ada regulasi BPOM atau SNI yang menetapkan batasan kadar lemak maksimum untuk produk replacement. Oleh karena itu, kadar lemak total yang ditemukan dalam penelitian ini tidak dapat dianggap tidak sesuai dengan standar nasional, karena belum ada regulasi dari SNI atau BPOM yang menetapkan batasannya untuk produk food replacement (Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia, 2021).

Hasil skrining fitokimia menunjukkan bahwa fermentasi akar teratai memberikan hasil positif terhadap keberadaan metabolit sekunder, yang mengindikasikan adanya senyawa bioaktif potensial dengan peran penting dalam aktivitas biologis. Temuan ini selaras dengan penelitian *in vitro true root cultures of Lotus hebranicus Hochst* (Abdelazeez et al., 2024) yang melaporkan bahwa bagian akar teratai mengandung berbagai metabolit sekunder penting, seperti flavonoid, senyawa fenolik, alkaloid, dan tanin yang teridentifikasi melalui analisis profil metabolit sekunder.

Secara mekanistik, metabolit sekunder tanaman berperan dalam menetralkan radikal bebas, menghambat peroksidasi lipid, serta menekan respons inflamasi berlebihan yang sering terjadi pada kondisi kerusakan mukosa lambung akibat induksi etanol dan HCl. Aktivitas tersebut berkontribusi terhadap perlindungan jaringan serta pemeliharaan integritas sel. Hal ini diperkuat oleh kajian isolasi metabolit sekunder tanaman obat yang menyatakan bahwa senyawa flavonoid, fenolik, dan alkaloid memiliki kemampuan protektif terhadap jaringan melalui penurunan stres oksidatif dan peningkatan regenerasi sel epitel (Indrianto Bangar et al., 2024).

Sejalan dengan penelitian ini yang menekankan pentingnya senyawa bioaktif dalam sumber daya alam, penelitian mengenai kemampuan antibakteri fraksi n-heksana dan etil asetat dari daun sibo (*Leea indica* F.) mengungkapkan bahwa cara ekstraksi menggunakan pelarut non polar hingga semi polar dapat mengisolasi metabolit sekunder yang signifikan, seperti flavonoid yang berkontribusi pada aktivitas biologis. Ini sejalan dengan pelarut n-heksana dalam metode Soxhlet pada studi ini, yang terbukti efektif dalam mengekstraksi komponen lipofilik dari food replacement (x) dan proses fermentasi akar teratai. Karena itu, pemilihan jenis pelarut serta metode ekstraksi menjadi elemen krusial dalam menentukan profil senyawa aktif dan kandungan kimia yang diperoleh dari sumber daya alam. (Bangar, n.d.)

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari studi ini menunjukkan bahwa penggunaan metode Soxhlet dalam analisis menghasilkan persentase total lemak pada food replacement (x) sebesar 63,60%, sedangkan untuk fermentasi akar Teratai mencapai 89,19%. Hasil ini mengindikasikan adanya perbedaan yang cukup signifikan antara kedua sampel tersebut. Variasi dalam kandungan lemak ini dipengaruhi oleh kondisi bahan sampel tersebut. Variasi dalam kandungan lemak ini dipengaruhi oleh komposisi bahan awal serta proses fermentasi yang dapat mengubah struktur material, sehingga meningkatkan pelepasan lipid dan menjadikan kadar lemak yang terukur lebih tinggi. Temuan dari penelitian ini memberikan pemahaman mengenai sifat lemak dalam produk makanan yang diproses untuk kepentingan gizi khusus (PKGK), terutama karena total lemak menjadi salah satu element utama penyedia energi. Selain itu, berdasarkan tinjauan terhadap regulasi di Indonesia, hingga kini belum ada ketentuan spesifik dari BPOM RI maupun SNI

yang menentukan batas maksimum kandungan total lemak dalam produk pengganti makanan, sehingga kadar lemak yang ditemukan dalam penelitian ini tidak bertentangan dengan ketentuan yang ada.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada orang tua yang telah memberikan dukungan moral, doa, dan bantuan finansial sepanjang proses penelitian, penulisan, dan publikasi karya ilmiah ini. Bantuan tersebut sangat berkontribusi terhadap kelancaran dan kesuksesan penelitian ini.

Penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada Laboratorium Kimia Organik di Universitas Sumatra Utara (USU) karena telah memberi izin untuk memanfaatkan fasilitas dan peralatan laboratorium yang memperlancar jalannya penelitian ini. Rasa syukur juga ditujukan kepada Universitas Sumatera Utara atas dukungan fasilitas dan sarana yang membuat penelitian ini bisa terlaksana dengan optimal.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang bekerja di Laboratorium Kimia Organik USU yang telah membantu penelitiannya. Penulis mendapat bantuan dari dukungan ini untuk memastikan bahwa mereka mengikuti aturan dan pedoman dalam melakukan percobaan di laboratorium. Mereka juga menggunakan metode dan ide yang sama dengan yang digunakan peneliti lain di bidang yang sama. Ucapan terima kasih ditujukan kepada dosen pembimbing Bpk Apt. Roy Indrianto Bangar.S,S.Farm,M.S. Ditulis Ulang Untuk menulis artikel ilmiah ini, saya membutuhkan bantuan sebuah peternakan, yang memberi saya nasihat ilmiah, motivasi, dan umpan balik dari awal hingga akhir proses. Saran dan pembahasan yang diberikan sangat membantu dalam meningkatkan kualitas metode penelitian dan ketajaman analisis dan pembahasan hasil penelitian.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada UNPRI yang telah membantu penelitian dan penulisan artikel ilmiah ini. Dukungan membantu penelitian dengan memberikan saran, fasilitas, dan sumber daya untuk ilmu pengetahuan. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, baik yang memberikan dana, waktu, maupun hal lainnya, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

### REFERENCES

- Abdelazeez, W. M. A., Maaty, D. A. M., El-Swaify, Z. A., Negm, W. A., Selim, H. M., & Aboueldis, G. R. (2024). In vitro true root cultures of Lotus hebranicus Hochst. ex brand: profiling of secondary metabolites and plausible in vivo gastroprotective effect. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 156(3), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s11240-023-02672-7>
- Adebo, O. A., & Medina-Meza, I. G. (2020). Impact of fermentation on the phenolic compounds and bioavailability of plant foods. *Current Opinion in Food Science*, 32, 58–65.
- Ariani, F., Rohani, S., Sukanty, N. M. W. L. Y., Solehah, N. Z., & Nursofia, B. I. (2024). Menggunakan Metode Soxhlet. *Jurnal Ganec Swara*, 18(1), 172–176.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2018). *Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2018 tentang Pengawasan Pangan Olahan untuk Keperluan Gizi Khusus*. BPOM RI.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2021 tentang Informasi Nilai Gizi pada Label Pangan Olahan*. BPOM RI.

- Bangar, R. I. (n.d.). *Uji Aktivitas Antibakteri Fraksi n-Heksana dan Fraksi Etilasetat Daun Siboa (Leea indica F.) terhadap Staphylococcus aureus dan Escherichia coli.*
- Bangar, R. I., Saraswati, G., & Waruwu, L. D. K. Y. (2026). Exploration and Characterization of Natural Antioxidant Compounds from *Leea aequata* L. Leaves through In Vitro Evaluation. *Proceedings of the 2nd International Conference on Lifestyle Diseases and Natural Medicine.*
- Gunawardena, N. D., & others. (2024). Food fermentation and its impact on nutritional quality and bioavailability of plant-based foods. *Food Production, Processing and Nutrition*, 6(1), Article 12.
- Hartanti, L. D. (2023). Perubahan gaya hidup dan pola konsumsi pangan masyarakat modern. *Jurnal Gizi Dan Kesehatan Masyarakat*, 15(2), 89–98.
- Huyan, Z., & others. (2024). Microbial fermentation enhances nutrient accessibility and metabolic transformation in plant matrices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 72(5), 2345–2356.
- Indrianto Bangar, R., Nastira Ningsih, K., Emran Kartasasmita, R., & Insanu, M. (2024). Isolation of  $\alpha$ -glucosidase enzyme inhibitor from titanus (*Leea aequata* L.). *Current Research on Biosciences and Biotechnology*, 6(1), 2024–2065. <https://doi.org/10.5614/crb.2024.6.1/XCGSRS5W>
- Kaban, V. E., Bangar, R. I., Agustan, S. D., Sihotang, N., & Gaol, I. Y. L. (2019). Nanoemulsion of *Leea aequata* (L.) Leaf Extract. *Proceedings of the 2nd International Conference on Lifestyle Diseases and Natural Medicine.*
- Kaur, R., Shekhar, S., & Prasad, K. (2024). *Functional beverages : recent trends and prospects as potential meal replacers.*
- Khoerunnisa, T. K. (2020). Kandungan gizi dan aktivitas antioksidan ubi ungu (*Ipomoea batatas* L.) sebagai pangan fungsional. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 8(3), 123–131.
- Li, S., & others. (2021). Role of microbial enzymes in improving nutrient bioavailability in fermented plant foods. *Trends in Food Science & Technology*, 110, 493–506.
- Limierta, C. V., & Efendi, M. N. (2025). *Pengembangan Produk Meal Replacement Berbasis Superfoods Super Fiber Based on Superfoods.* 04(11), 2839–2847.
- Miksusanti, S., Putri, M. R., & Wahyuni, D. (2023). Potensi akar teratai (*Nelumbo nucifera*) sebagai bahan pangan fungsional dan farmasi: Studi literatur. *Jurnal Farmasi Dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 10(2), 134–143.
- Nuraisyah, R., Lestari, E., & Pratama, A. Y. (2024). Substitusi tepung terigu dengan ubi ungu terhadap karakteristik gizi produk pangan. *Jurnal Teknologi Pangan Lokal*, 6(1), 22–30.
- Pargiyanti, P. (2019). Optimasi Waktu Ekstraksi Lemak dengan Metode Soxhlet Menggunakan Perangkat Alat Mikro Soxhlet. *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(2), 29. <https://doi.org/10.22146/ijl.v1i2.44745>
- Saputri 2020. (2020). 5(2), 104–110.
- Shukla, S., Park, J., Hyun, J., Jong, P., Lee, S., & Kim, M. (2018). Development of lotus root fermented sugar syrup as a functional food supplement / condiment and evaluation of its physicochemical , nutritional and microbiological properties. *Journal of Food Science and Technology*, 55(2), 619–629. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2971-3>
- Siregar, N., Bangar, R. I., Kaban, V. E., & Simanjuntak, N. J. P. (2023). Antioxidant Activity Test of The Aqueous Fraction of Tetanus Leaves (*Leea aequata* L.) Using The DPPH Method. *Pharmaceutical and Clinical Journal of Nusantara*, 3(1), 8–14.
- Swain, M. R., & others. (2021). Fermented fruits and vegetables of Asia: A potential source of probiotics. *Food Research International*, 140, 109752.
- Xu, Y., & others. (2023). Microbial fermentation improves lipid accessibility and metabolic profiles in plant matrices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(15), 5678–5687.

- Yang, Z., Gao, Y., Wu, W., Mu, H., Liu, R., Fang, X., Gao, H., & Chen, H. (2023). The mitigative effect of lotus root (*Nelumbo nucifera* Gaertn) extract on acute alcoholism through activation of alcohol catabolic enzyme, reduction of oxidative stress, and protection of liver function. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1111283>
- Zhang, L., & others. (2022). Effects of fermentation on the nutritional quality and bioavailability of plant-based foods. *Food Chemistry*, 380, 132072.