

KARYA TULIS ILMIAH
UJI GCMS PROFIL ASAM LEMAK PADA TEMPE YANG
DITAMBAHKAN KEMIRI SEBAGAI POTENSI NUTRISI FUNGSIONAL
PENDERITA DM TIPE 2

Diajukan sebagai syarat meraih gelar sarjana pada
Fakultas Kedokteran Universitas Mataram



Moona Fahira

H1A020065

FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS MATARAM
MATARAM

2023

**UJI GCMS PROFIL ASAM LEMAK PADA TEMPE YANG
DITAMBAHKAN KEMIRI SEBAGAI POTENSI NUTRISI FUNGSIONAL
PENDERITA DM TIPE 2**

Moona Fahira, Deasy Irawati, Ardiana Ekawanti

Fakultas Kedokteran Universitas Mataram

e-mail: moonafhr@gmail.com

Diajukan sebagai syarat meraih gelar sarjana pada Fakultas Kedokteran Universitas Mataram

Informasi naskah

Jumlah tabel : 7

Jumlah gambar : 1

ABSTRAK

UJI GCMS PROFIL ASAM LEMAK PADA TEMPE YANG DITAMBAHKAN KEMIRI SEBAGAI POTENSI NUTRISI FUNGSIONAL PENDERITA DM TIPE 2

Moona Fahira, Deasy Irawati, Ardiana Ekawanti

Fakultas Kedokteran Universitas Mataram

Latar Belakang: Kandungan yang berada di dalam kemiri dapat disuplementasikan ke dalam tempe untuk menghasilkan sintesis asam heptadekanoat (C:17). Sintesis asam heptadekanoat dengan cara penambahan kemiri di dalam proses fermentasi tempe dapat mensuplementasi asam lemak pada tempe dan produk tersebut bisa dimanfaatkan sebagai potensi nutrisi fungsional pada diabetes melitus (DM) tipe 2. Untuk itu dibutuhkan sebuah pengujian menggunakan alat GCMS yang dapat mengetahui secara akurat kandungan asam lemak dari produk tempe yang ditambahkan kemiri.

Tujuan: Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui profil asam lemak pada tempe yang ditambahkan kemiri sebagai potensi nutrisi fungsional penderita DM tipe 2.

Metode: Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan rancangan *post-test design*. Populasi pada penelitian ini produk tempe yang ditambahkan kemiri. Sampel pada penelitian ini adalah produk tempe yang dibuat dengan komposisi rasio tertentu antara kemiri dan tempe.

Hasil: Asam lemak utama yang ditemukan dalam tempe adalah *linoleic acid*, *stearic acid*, dan *palmitic acid*. Komponen utama asam lemak yang ditemukan dalam penelitian ini adalah *linoleic acid* ($43,35\% \pm 5,62\%$) sedangkan untuk kandungan profil asam lemak heptadekanoat (C:17) tidak ditemukan.

Kesimpulan: Penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan asam lemak dominan di dalam tempe dengan penambahan kemiri adalah *linoleic acid*, *stearic acid*, dan *palmitic acid* dengan kadar *linoleic acid* sebagai kandungan asam lemak tertinggi. Dengan kandungan tersebut, tempe berpotensi untuk menjadi nutrisi fungsional pada penderita DM tipe 2. Diperlukan penelitian lanjutan untuk menguji kadar kandungan asam lemak tempe.

Kata Kunci: Tempe, Kemiri, Asam Lemak, Uji GCMS

ABSTRACT

GCMS TEST OF FATTY ACID PROFILE OF TEMPE THAT ADDED WITH CANDLENUT AS A FUNCTIONAL NUTRITION POTENTION IN TYPE 2 DM PATIENTS

Moona Fahira, Deasy Irawati, Ardiana Ekawanti

Faculty of Medicine, University of Mataram

Background: *The contents in the soya can be supplemented into the tempe to produce the synthesis of heptadecanoate acid (C:17). The synthetic of the heptadecanoate acid by the addition of the tempe acid in the process can supplement the fatty acid in time and the product can be used as a functional nutrient in type 2 diabetes mellitus (DM). GCMS test is needed that can accurately determine the fatty acid profile of tempe that added with candlenut*

Purpose: *The study is to know the fatty acid profile in the tempe that is added with candlenut as a functional nutrition for patients with type 2 DM.*

Methods: *This study is an experimental study with a post-test design. Population on this study is semi finished product of tempe. The sample on this research is a tempered product made with a certain composition ratio between candlenut and soya.*

Results: *The main fatty acids found in tempe are linoleic acid, stearic acid and palmitic acid. The major fatty acid component found in this study is linoleic acid (43.35% ± 5.62%) while for heptadecanoate acid (C:17) was not found.*

Conclusion: *This study showed that the dominant fatty acid content in tempe with the addition of candlenut is linoleic acid, stearic acid and palmitic acid with the highest level of fatty acids is linoleic acid. With this content, tempe has the potential to become a functional nutrient in patients with type 2 DM. Further research is needed to tes the fatty acid profile in tempe.*

Keywords: *Tempe, Candlenut, Fatty Acid, GCMS Test*

PENDAHULUAN

Tempe merupakan produk asli Indonesia yang berasal dari fermentasi kedelai yang kaya akan komponen nutrisi.¹ Mikroorganisme kedelai memproduksi beberapa komponen bioaktif penting dan mengurangi agen anti nutrisi selama proses fermentasi. Dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya diketahui tempe mengandung asam heksadekanoat, asam oktadekadienoat atau asam linoleat, dan asam oktadekanoat atau asam stearat. Selama proses fermentasi terjadi perubahan biokimia dalam kedelai. Terjadi peningkatan protein larut, asam folat, vitamin B12, tokoferol, isoflavone bebas, dan superoksida dismutase (SoD) disertai penurunan lipid, asam fitat, oligosakarida, penghambat tripsin, dan tannin.²⁻⁴

Enzim proteolitik dapat dikeluarkan dalam proses fermentasi yang memiliki kemampuan untuk mengubah protein dalam kedelai menjadi peptida, seperti dipeptida, tripeptida, dan oligopeptida) yang memiliki banyak manfaat.^{5,6} Dalam proses pembuatan tempe dapat dilakukan penambahan rempah-rempah yang dapat meningkatkan kualitas dari produk akhir tempe.⁷ Penelitian terdahulu menghasilkan produk akhir tempe dengan berbagai perbedaan berat, kandungan, warna, rasa, dan juga tekstur dengan cara pada proses fermentasi kedelai mencoba untuk menambahkan merica, kemiri, ketumbar, bawang putih, dan cabai. Penambahan kemiri memberikan hasil perubahan akhir yang positif terhadap produk tempe.⁸

Tanaman kemiri yang memiliki nama latin *Aleurites molucana* merupakan salah satu tanaman industri dari keluarga Euphorbiaceae.⁹ Pohon kemiri dapat ditemukan di wilayah Indonesia dan wilayah Asia Tenggara lainnya. Pohonnya berukuran sedang dengan ciri daunnya berwarna hijau keperakan.¹⁰ Tanaman kemiri dapat dimanfaatkan dari banyak

bagiannya seperti daun, kulit batang, maupun bijinya. Akan tetapi, nilai ekonomis tertinggi tanaman kemiri terletak pada bijinya. Bagian biji kemiri dapat diperas hingga menghasilkan minyak kemiri. Hingga saat ini, minyak kemiri menjadi produk komersial dan dijual secara luas di industri kosmetika.¹¹

Minyak kemiri merupakan minyak nabati berbentuk cair, karena mengandung sejumlah asam lemak tidak jenuh dengan titik cair yang rendah.¹² Selain itu juga, dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya diketahui kemiri mengandung asam heksadekanoat atau asam palmitat dan asam oktadekadienoat atau asam linoleate. Biji kemiri dapat menghasilkan minyak yaitu sekitar 35-65 %.¹³

Kandungan yang berada di dalam kemiri dapat disuplementasikan ke dalam tempe untuk menghasilkan sintesis asam heptadekanoat (C:17). Menurut penelitian, asam heptadekanoat ini ditemukan berbanding terbaik dengan kejadian diabetes tipe 2.¹⁴⁻¹⁷ Asam heptadekanoat yang merupakan asam lemak dengan ikatan ganjil ini dapat membantu dalam reaksi anaplerotik dan fluiditas membrane.¹⁸ Sehingga sintesis asam heptadekanoat dengan cara penambahan kemiri di dalam proses fermentasi tempe dapat mensuplementasi asam lemak pada tempe dan produk tersebut bisa dimanfaatkan sebagai nutrisi fungsional pada diabetes melitus (DM) tipe 2. Untuk itu dibutuhkan sebuah pengujian menggunakan alat yang dapat mengetahui secara akurat kandungan dari produk suplementasi asam lemak pada tempe. Alat tersebut yaitu kromatografi gas dengan detektor spektrometri massa (GC-MS) yang memiliki sensitivitas tinggi sehingga dapat memisahkan senyawa yang sudah bercampur dalam suatu bahan dan mampu menganalisis senyawa walaupun senyawa tersebut dalam konsentrasi atau kadar yang rendah.¹⁹ Dalam penelitian yang dilakukan oleh²⁰ alat GC-MS terbukti mampu menganalisis senyawa dalam kadar yang rendah sampai < 0,3 ng/mg.

Dengan latar belakang diatas maka dibutuhkan penelitian lebih lanjut mengenai uji GCMS profil asam lemak pada tempe yang ditambahkan kemiri sebagai potensi nutrisi fungsional penderita DM tipe 2.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan rancangan *post-test design*. Desain penelitian ini yaitu terdapat suatu kelompok yang diberikan intervensi berbeda kemudian hasilnya diukur. Pada pengujian ini masing-masing kelompok tempe diberikan 3 jenis perlakuan. Perlakuan penelitian yang diterapkan

dalam penambahan kemiri pada tempe dengan komposisi 0%, 20%, dan 40%. Kemudian dilakukan uji GCMS pada produk tempe yang sudah diberikan tambahan kemiri dalam proses pembuatannya. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Terpadu Fakultas Kedokteran dan Laboratorium Kimia Analitik Universitas Mataram pada bulan Januari 2023. Populasi pada penelitian ini semi produk tempe yang ditambahkan kemiri. Sampel pada penelitian ini adalah produk tempe yang dibuat dengan komposisi rasio tertentu antara kemiri dan tempe.

HASIL

Kandungan asam lemak pada tempe dengan kemiri 0%

Kandungan asam lemak pada kelompok tempe dengan tambahan 0% kemiri atau tempe murni mengandung tiga senyawa asam lemak yang teridentifikasi yaitu *octadecadienoic acid* $C_{18}H_{32}O_2$ atau yang lebih dikenal dengan *linoleic acid*, *stearic acid* $C_{18}H_{36}O_2$, dan *palmitic acid* $C_{16}H_{32}O_2$. Senyawa asam lemak *linoleic acid* merupakan komponen mayor dari tempe (43,35%) Kandungan *palmitic acid* sebesar 8,47 % dan *stearic acid* sebesar 7,16%.

Tabel 1 Kandungan asam lemak pada penambahan 0% kemiri

Asam Lemak	Area % (Rerata \pm SD)
<i>Linoleic acid</i>	43,4 \pm 5,6
<i>Stearic acid</i>	7,2 \pm 2,6
<i>Palmitic acid</i>	8,5 \pm 0,6

Kandungan asam lemak pada tempe dengan kemiri 20%

Kandungan asam lemak pada kelompok tempe dengan tambahan 20% kemiri mengandung tiga senyawa asam lemak yang teridentifikasi yaitu *linoleic acid*, *stearic acid*, dan *palmitic acid*. Senyawa asam lemak *linoleic acid* merupakan

komponen mayor dari pada tempe (46,38%). Kandungan *palmitic acid* sebesar 4,96 % dan *stearic acid* sebesar 6,19%. (Tabel 5.2) (Lampiran 2)

Tabel 2 Kandungan asam lemak pada penambahan 20% kemiri

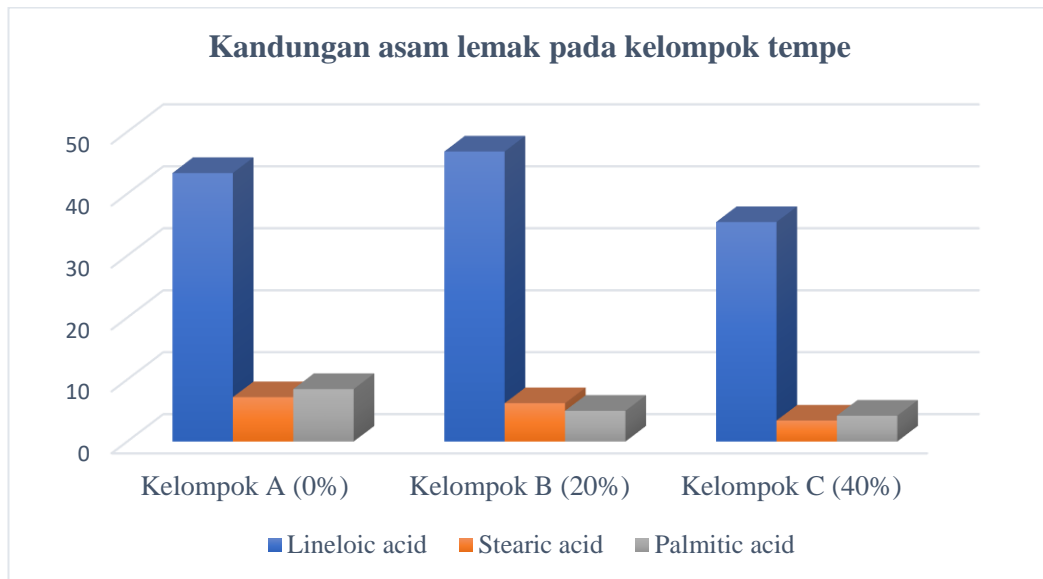
Asam Lemak	Area % (Rerata \pm SD)
<i>Linoleic acid</i>	46,4 \pm 27,3
<i>Stearic acid</i>	6,2 \pm 1,2
<i>Palmitic acid</i>	5,0 \pm 2,9

Kandungan asam lemak pada tempe dengan kemiri 40%

Kandungan asam lemak pada kelompok tempe dengan tambahan 40% kemiri mengandung tiga senyawa asam lemak yang teridentifikasi yaitu *linoleic acid*, *stearic acid*, dan *palmitic acid*. Senyawa asam lemak *linoleic acid* merupakan komponen mayor dari pada tempe (35,43%) Kandungan *palmitic acid* sebesar 4,17 % dan *stearic acid* sebesar 3,38%. (Tabel 5.3) (Lampiran 3)

Tabel 3 Kandungan asam lemak pada penambahan 40% kemiri

Asam Lemak	Area % (Rerata \pm SD)
<i>Linoleic acid</i>	35,4 \pm 31,7
<i>Stearic acid</i>	3,4 \pm 3,1
<i>Palmitic acid</i>	4,2 \pm 1,0



Gambar 1 Diagram perbandingan kandungan asam lemak pada tempe dengan kemiri 0%, 20%, dan 40%.

Hubungan antara dosis penambahan kemiri dengan profil asam lemak pada tempe

Hasil analisis pada *linoleic acid* menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan ($p=0,56$) antara dosis penambahan kemiri dengan profil *linoleic acid* pada tempe (Tabel 5.4). Kemudian pada hasil analisis profil *stearic acid* pada tempe juga menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan antara dosis penambahan kemiri dengan profil *stearic acid* pada tempe ($p=0,28$) (Tabel 5.5). Pada profil asam lemak *palmitic acid* menunjukkan hasil yang berbeda yaitu terdapat hubungan antara penambahan kemiri dengan profil *stearic acid* pada tempe ($p=0,006$) (Tabel 5.6). Hubungan signifikan tersebut yaitu pada dosis 0% dan 20% kemiri ($p=0,027$) serta dosis 0% dan 40% ($p=0,007$). (Tabel 4)

Tabel 4 Hasil uji kruskal-wallis pada *linoleic acid*

Kelompok	Nilai Minimum	Nilai Maximum	Uji Kruskal-Wallis
0%	38,6	52,7	
20%	0,0	65,5	0,56 (p>0,05)
40%	0,0	69,7	

Tabel 5 Hasil uji kruskal-wallis pada *stearic acid*

Kelompok	Nilai Minimum	Nilai Maximum	Uji Kruskal-Wallis
0%	4,6	10,4	
20%	4,8	7,7	0,28 (p>0,05)
40%	0,0	6,0	

Tabel 6 Hasil uji Anova pada *palmitic acid*

Kelompok	Mean (\pm SD)	Uji Anova
0%	8,5 \pm 0,6	
20%	5,0 \pm 2,9	0,006 (p<0,05)
40%	4,2 \pm 0,9	

Tabel 7 Hasil post-hoc pada *palmitic acid*

Kelompok	Post-Hoc
A dan B	0,027
A dan C	0,007
B dan C	0,750

PEMBAHASAN

Tujuan utama dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui profil asam lemak pada tempe yang ditambahkan kemiri dengan berbagai komposisi. Analisis statistik menunjukkan bahwa pada *linoleic acid* dan *stearic acid* menunjukkan tidak terdapat hubungan antara penambahan kemiri dengan komposisi tertentu dengan profil *linoleic acid* dan *stearic acid* pada tempe, sedangkan pada *palmitic acid* menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara penambahan kemiri dengan profil *palmitic acid* pada tempe. Pada penelitian lain yang menambahkan kemiri dengan dosis 25% pada tempe ditemukan tiga komposisi utama asam lemak yaitu *linoleic acid* (68,89%), asam heptadekanoat (10,12%) dan *stearic acid* (7,81%).²¹

Dalam penelitian ini, asam lemak utama yang ditemukan dalam tempe adalah *linoleic acid*, *stearic acid*, dan *palmitic acid*. Komponen mayor asam lemak yang ditemukan dalam penelitian ini adalah *linoleic acid* (43,35% ± 5,62%). Hal ini sejalan dengan studi yang dilakukan oleh Iskandar (2009) menemukan bahwa dalam 100 gram tempe mengandung *linoleic acid* dengan kadar hampir 50%. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Wulansari et al. (2018) menunjukkan bahwa pada tempe tanpa bumbu mengandung *palmitic acid* (0,86%), *stearic acid* (0,36%), dan *linoleic acid* (3,71%), dari hasil studi tersebut menunjukkan bahwa asam lemak yang dominan adalah *linoleic acid* sedangkan untuk *stearic acid* dan *palmitic acid* tidak jauh berbeda. Hal ini sejalan dengan penelitian ini yaitu ditemukan *linoleic acid* sebagai komponen utama kemudian untuk *palmitic acid* (8,47% ± 0,58 %) dan *stearic acid* (7,16 ± 2,62%) tidak jauh berbeda.

Asam lemak linoleat ini merupakan asam lemak esensial⁷. Asam lemak esensial (EFA) merupakan jenis asam yang tidak dapat diproduksi oleh tubuh. EFA hanya diperoleh melalui makanan yang dikonsumsi oleh tubuh.²⁴ Asam lemak esensial ini memiliki turunan yaitu omega-6 dan omega-3 sehingga dalam mengkonsumsinya diperlukan keseimbangan proporsi antara omega-3 dan omega-6.^{25,26} Pada studi oleh Nisa *et al.* (2017) juga mengatakan bahwa EFA berpengaruh penting terhadap tubuh dalam mengatur imunitas dan inflamasi, serta perkembangan fungsi otak dan saraf.²⁴

Kadar dari *linoleic acid* dipengaruhi oleh proses fermentasi yang lama. Dalam penelitian ini proses fermentasi terjadi lebih dari >48 jam karena terdapat jeda waktu antara penyerahan sampel ke laboratorium dengan proses uji GCMS pada sampel. Proses fermentasi yang lama menyebabkan pertumbuhan jamur *Rhizopus sp* semakin tinggi. *Rhizopus sp* ini menggunakan lemak dari substrat untuk sumber energi pertumbuhannya⁷.

Pada penelitian lain terhadap kandungan tempe, selain ditemukan *linoleic acid*, tempe juga mengandung asam linolenat. Pada penelitian yang dilakukan oleh Isa (2011) menunjukkan bahwa kandungan asam linolenat (7,15%) pada tempe jauh lebih sedikit dibandingkan kandungan *linoleic acid* (53,86%). Akan tetapi, pada beberapa hasil uji GC-MS kandungan asam linolenat dapat tidak terdeteksi seperti pada penelitian ini. Hal ini dapat diakibatkan oleh peningkatan suhu yang terjadi pada saat proses fermentasi dapat mempengaruhi kadar lemak. Peningkatan suhu berpengaruh terhadap terhambatnya aktivitas dari enzim desturase yang menyebabkan pembentukan asam lemak tidak jenuh berkurang⁷.

Pada tempe dengan kelompok pemberian kemiri dosis 0% (kelompok A) atau tempe murni mengandung *stearic acid* ($7,16 \pm 2,62\%$). *Stearic acid* banyak terkandung pada minyak yang berasal dari tumbuhan contohnya biji ketapang, jagung, kelapa, dan juga kemiri sama seperti yang ditambahkan pada penelitian ini. Kandungan *stearic acid* pada minyak kemiri yaitu sebesar 6,7%.²⁸ Minyak kemiri mengandung asam lemak jenuh lain juga seperti *palmitic acid* (5,5%).²⁸ Pada penelitian ini juga ditemukan *palmitic acid* ($8,47\% \pm 0,58\%$). Penelitian lain yang

dilakukan oleh Melya *et al.* (2022) juga menunjukkan hasil yang sejalan yaitu pada uji GCMS minyak kemiri terdapat dua kandungan asam lemak tersebut yaitu *linoleic acid* (31,12%) dan *palmitic acid* (3,09%).

Dalam penelitian ini, tidak ditemukan kandungan profil asam heptadekanoat (C:17). Profil asam lemak yang ditemukan yaitu *linoleic acid* yang termasuk kedalam EFA, sehingga tempe yang ditambahkan kemiri tetap dapat berfungsi sebagai nutrisi fungsional pada penderita DM tipe 2.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Asam lemak dominan yang terkandung di dalam tempe dengan penambahan kemiri adalah *linoleic acid*, *stearic acid*, dan *palmitic acid*. Komponen mayor dari tempe tersebut adalah *linoleic acid* (41,87% ± 5,84%).
2. Tempe dapat menjadi potensi nutrisi fungsional penderita DM tipe 2 karena *linoleic acid* yang berada di dalam tempe termasuk asam lemak esensial yang bermanfaat bagi tubuh.

DAFTAR PUSTAKA

1. Tamam B, Syah D, Suhartono MT, Kusuma WA, Tachibana S, Lioe HN. Proteomic study of bioactive peptides from tempe. *J Biosci Bioeng*. 2019;128(2):241-248. doi:10.1016/J.JBIOOSC.2019.01.019
2. Egounlety M, Aworh OC. Effect of soaking, dehulling, cooking and fermentation with *Rhizopus oligosporus* on the oligosaccharides, trypsin inhibitor, phytic acid and tannins of soybean (*Glycine max* Merr.), cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) and groundbean (*Macrotyloma geocarpa* Harms). *J Food Eng*. 2003;56(2-3):249-254. doi:10.1016/S0260-8774(02)00262-5
3. Nout MJR, Kiers JL. Tempe fermentation, innovation and functionality: update into the third millenium. *J Appl Microbiol*. 2005;98(4):789-805. doi:10.1111/J.1365-2672.2004.02471.X
4. Moa H, Kariluoto S, Piironen V, et al. Effect of soybean processing on content and bioaccessibility of folate, vitamin B12 and isoflavones in tofu and tempe. *Food Chem*. 2013;141(3):2418-2425. doi:10.1016/J.FOODCHEM.2013.05.017
5. Singh BP, Vij S, Hati S. Functional significance of bioactive peptides derived from soybean. *Peptides*. 2014;54:171-179. doi:10.1016/J.PEPTIDES.2014.01.022
6. Sanjukta S, Rai AK. Production of bioactive peptides during soybean fermentation and their potential health benefits. *Trends Food Sci Technol*. 2016;50:1-10. doi:10.1016/J.TIFS.2016.01.010
7. Rofita D. Pemanfaatan Rempah-Rempah Untuk Bahan Suplemen Dalam Pembuatan Tempe. *CIWAL (Jurnal Ilmu Pertan dan Lingkungan)*. 2020;1(1):18-22.
8. Moh.Imam, Ariyanti R, Ulfa, Utami. Pemanfaatan Rempah-Rempah Untuk Bahan. 2017;(2011):1-6.

9. Yohana. PENGUJIAN KUALITAS MINYAK KEMIRI (Quality Testing of Candlenut Oil by Measuring Optical Rotation Using a Polarimeter). Published online 2011.
10. Richman M, Tong T, Moss R, Dym A, Connolly M, Berman A. Food-induced Hypotension and Bradycardia : A Case Report *Journal of Clinical Toxicology*. 2019;9(3):3-6.
11. Haruni Krisnawati, Maarit Kallio MK. Ecology , silviculture and productivity. *Cent Int For Res*. 2011;(November 2014).
12. Imdadul HK, Zulkifli NWM, Masjuki HH, et al. Experimental assessment of non-edible candlenut biodiesel and its blend characteristics as diesel engine fuel. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2017;24(3):2350-2363.
doi:10.1007/S11356-016-7847-Y
13. Kibazohi O, Sangwan RS. Vegetable oil production potential from *Jatropha curcas*, *Croton megalocarpus*, *Aleurites moluccana*, *Moringa oleifera* and *Pachira glabra*: Assessment of renewable energy resources for bio-energy production in Africa. *Biomass and Bioenergy*. 2011;35(3):1352-1356.
doi:10.1016/J.BIOMBIOE.2010.12.048
14. Wolk A, Vessby B, Ljung H, Barrefors P. Evaluation of a biological marker of dairy fat intake. *Am J Clin Nutr*. 1998;68(2):291-295.
doi:10.1093/AJCN/68.2.291
15. Yakoob MY, Shi P, Willett WC, et al. Circulating Biomarkers of Dairy Fat and Risk of Incident Diabetes Mellitus Among Men and Women in the United States in Two Large Prospective Cohorts. *Circulation*. 2016;133(17):1645-1654. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.115.018410
16. Hirahatake KM, Slavin JL, Maki KC, Adams SH. Associations between dairy foods, diabetes, and metabolic health: potential mechanisms and future directions. *Metabolism*. 2014;63(5):618-627.
doi:10.1016/J.METABOL.2014.02.009

17. Mozaffarian D, Cao H, King IB, et al. Trans-palmitoleic acid, metabolic risk factors, and new-onset diabetes in U.S. adults: a cohort study. *Ann Intern Med.* 2010;153(12):790-799. doi:10.7326/0003-4819-153-12-201012210-00005
18. Priyambodo S, Kp LS, Anisa, et al. Asam Lemak Hepatadekanoat Sebagai Diet Fungsional Pada Diabetes Mellitus Tipe 2. *J Kedokt.* 2019;8(4):1-5.
19. Diva Candraningrat IDAA, Santika AAGJ, Dharmayanti IAMS, Prayascita PW. Review Kemampuan Metode Gc-Ms Dalam Identifikasi Flunitrazepam Terkait Dengan Aspek Forensik Dan Klinik. *J Kim.* 2021;15(1):12. doi:10.24843/jchem.2021.v15.i01.p03
20. Ari K, Darmapatni G, Studi P, Ilmu M, Pascasarjana S. PENGEMBANGAN METODE GC-MS UNTUK. 2016;18(3).
21. Priyambodo S, Lestarini IA, R B, Cholidah R, Palgunadi P. Pelatihan Pembuatan Tempe Kedelai Hitam Pengrajin Tempe Kelurahan Abian Tubuh. *J Pengabdian Magister Pendidik IPA.* 2019;2(1). doi:10.29303/jpmpi.v1i2.224
22. Iskandar Y. Kata kunci : Asam linoleat, tempe, kromatografi gas 1. *Univ Padjadjaran.* Published online 2009:1-8.
23. Wulansari D, Department, Mursyid SLR. Spiced Tempe Formulation and Evaluation of its Nutrition Values. *Ind J Teknol dan Manaj Agroindustri.* 2018;7(1):57-65. doi:10.21776/ub.industria.2018.007.01.7
24. Hanun Siregar M, Diah Koerniawati R. GHIDZA : JURNAL GIZI DAN KESEHATAN Asupan Omega-6 Pada Ibu Hamil Di Wilayah Puskesmas Cadasari, Pandeglang. 2021;5(1):1-9. <https://doi.org/10.22487/ghidza.v5i1.189>
25. Fitria Zahrotun Nisa, Enny Probosari DYF*). Journal of nutrition. *J Nutr Coll.* 2017;6(2):191-197. doi:10.1038/184156a0

26. Pandiangan M, Kaban J, Wirjosentono B, Silalahi J. Analisis Kandungan Asam Lemak Omega 3 dan Omega 6 pada Minyak Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*). *Talent Conf Ser Sci Technol*. 2019;2(1):37-44. doi:10.32734/st.v2i1.309
27. Isa I. Penetapan Asam Lemak Linoleat Dan Linolenat Pada Minyak Kedelai Secara Kromatografi Gas. *Saintek*. 2011;6(1):1-6.
28. Fardani R, Ryantin E. Sintesis Wax Ester dari Asam Lemak Stearat secara Enzimatis Sebagai Bahan Baku Kosmetik. *JC-T (Journal Cis-Trans) J Kim dan Ter*. 2019;3(1):17-22. doi:10.17977/um0260v3i12019p017
29. Melya S, Sulhatun S, Suryati S, Masrulita M, Bahri S. Proses Pembuatan Minyak Kemiri Hitam Dengan Metode Penyangraian (Roasting). *Chem Eng J Storage*. 2022;1(4):67. doi:10.29103/cejs.v1i4.6101