

**PENGARUH GERMINASI DAN FERMENTASI TERHADAP
KANDUNGAN LEMAK TOTAL, PROFIL ASAM LEMAK DAN
ASAM LEMAK BEBAS DALAM KACANG KORO PEDANG
(*Canavalia ensiformis*)**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian dari syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Sains di Bidang Kimia



oleh

Fadillah Wahyuningtias

2104899

PROGRAM STUDI KIMIA

FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

BANDUNG

2025

**PENGARUH GERMINASI DAN FERMENTASI TERHADAP
KANDUNGAN LEMAK TOTAL, PROFIL ASAM LEMAK DAN ASAM
LEMAK BEBAS DALAM KACANG KORO PEDANG
(*Canavalia ensiformis*)**

oleh

Fadillah Wahyuningtias

2104899

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains (S. Si.) pada Program Studi Kimia di Fakultas Pendidikan
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia

© Fadillah Wahyuningtias 2025

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2025

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

FADILLAH WAHYUNINGTIAS
PENGARUH GERMINASI DAN FERMENTASI TERHADAP
KANDUNGAN LEMAK TOTAL, PROFIL ASAM LEMAK DAN ASAM
LEMAK BEBAS DALAM KACANG KORO PEDANG
(*Canavalia ensiformis*)

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



(Dr. Siti Aisyah, M.Si.)

NIP. 197509302001122001

Pembimbing II



(Prof. Heli Siti H. M., M.Si., Ph.D.)

NIP. 197907302001122002

Mengetahui,

Ketua Program Studi Kimia FPMIPA UPI



(Prof. Dr. Fitri Khoerunnisa, Ph.D.)

NIP. 197806282001122001

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat, hidayah dan segala karunia-Nya yang tidak pernah putus sehingga penulis diberikan kesehatan, kekuatan dan kesempatan untuk menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Germinasi dan Fermentasi Terhadap Kandungan Lemak Total, Profil Asam Lemak dan Asam Lemak Bebas dalam Kacang Koro Pedang (*Canavalia Ensiformis*)”**. Sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya yang istiqomah hingga akhir zaman.

Tersusunnya skripsi ini tidak lepas dari dukungan, doa, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Dengan penuh kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan ucapan dan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak Nasidi dan Ibu Supiatun yang dengan segala kasih sayang, doa yang tak pernah putus, serta pengorbanan yang tidak pernah terbalas telah menjadi sumber kekuatan dan semangat terbesar dalam hidup penulis. Segala cinta, kesabaran, nasihat dan doa tulus menjadi penyemangat yang menuntun penulis hingga sampai pada titik ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada saudara-saudari penulis, Yeshinta, Leo, Abidzar dan Om Karyo yang selalu memberi dukungan, doa, motivasi dan menghibur penulis selama menyelesaikan penulisan skripsi.
2. Ibu Dr. Siti Aisyah, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang dengan penuh kesabaran telah membimbing, mengarahkan dan memberikan ilmu yang sangat berharga bagi penulis. Tanpa bimbingan beliau, skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik.
3. Ibu Prof. Heli Siti H. M., M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing II yang senantiasa sabar dalam memberikan arahan, masukan, serta dukungan selama keberlangsungan riset dan penyusunan skripsi.

4. Ibu Prof. Fitri Khoerunnisa, Ph.D., selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia.
5. Segenap dosen, laboran, satpam dan staf Program Studi Kimia FPMIPA UPI yang telah memberikan bekal ilmu, pengalaman, serta pelayanan terbaik selama masa perkuliahan, pelaksanaan riset hingga penyelesaian studi.
6. Ida Farida, Nada Khalishah, Zalfa Salas, Riri Noor dan Salsa Rahmita selaku rekan satu bimbingan yang telah menjadi teman diskusi dan memberikan banyak dukungan, masukan, serta semangat selama riset dan pengolahan data.
7. Semua teman-teman penulis Lia, Elda, Zalfa, Anggie, Haura, Mesya, Ara, Ale, Afra, Nada, Naufal, Salman, Ajda, dan Riyu yang selalu menemani dan memberikan banyak dukungan, semangat dan keceriaan selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
8. Rekan-rekan seperjuangan KBK Kimia Makanan dan Kimia Angkatan 2021 yang telah menjadi teman diskusi, berbagi pengalaman, dan memberikan kebersamaan sepanjang masa kuliah.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang dengan caranya masing-masing telah memberikan bantuan, doa, dan motivasi kepada penulis hingga terselesaikannya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, namun besar harapan penulis semoga karya sederhana ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan serta menjadi langkah awal untuk terus belajar dan memperbaiki diri. Segala doa, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini semoga mendapat balasan kebaikan yang berlipat ganda dari Allah SWT.

ABSTRAK

Kedelai merupakan sumber protein dan bahan baku dari berbagai industri pangan di Indonesia. Namun produksi kedelai dalam negeri sangat rendah sehingga Indonesia bergantung pada impor untuk memenuhi kebutuhan kedelai. Salah satu kacang yang dapat dijadikan sebagai alternatif dari kedelai adalah kacang koro pedang (*Canavalia ensiformis*) karena mengandung protein tinggi. Kacang koro pedang mengandung senyawa anti nutrisi yang dapat menghambat pemanfaatannya. Proses pengolahan seperti germinasi dan fermentasi diketahui dapat mengurangi kandungan anti nutrisi sekaligus dapat mempengaruhi kandungan nutrisi, termasuk kandungan lipidnya yang jarang diteliti. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari proses fermentasi, germinasi serta kombinasi germinasi dan fermentasi terhadap kadar lemak total, profil asam lemak dan kadar asam lemak bebas (FFA) pada kacang koro pedang. Terdapat empat sampel kacang dengan perlakuan yang berbeda, yaitu sampel kacang tanpa perlakuan (G0F0), sampel kacang yang difermentasi selama 48 jam dengan menggunakan ragi tempe (G0F48), serta sampel kacang yang digerminasi selama 24 atau 48 jam sebelum kemudian difermentasi dengan ragi tempe selama 48 jam (G24F48 dan G48F48). Analisis dilakukan terhadap kandungan lemak total (gravimetri), profil asam lemak (GC-MS), dan kadar FFA (titrasi asam basa). Hasil menunjukkan bahwa germinasi dan fermentasi berpengaruh signifikan terhadap semua parameter ($p < 0,05$). Seluruh perlakuan meningkatkan kadar lemak total dengan nilai tertinggi pada perlakuan fermentasi 48 jam (5,60%). Germinasi dan fermentasi juga mengubah profil asam lemak. Semua perlakuan menurunkan SFA, perlakuan fermentasi 48 jam menghasilkan MUFA tertinggi, sedangkan kombinasi germinasi 24 jam + fermentasi 48 jam menghasilkan PUFA tertinggi. Selain itu, kadar FFA meningkat secara signifikan setelah perlakuan, dengan nilai tertinggi juga pada perlakuan fermentasi 48 jam (78,99%).

Kata Kunci: Asam Lemak Bebas (FFA), Fermentasi, Germinasi, Kacang koro pedang (*Canavalia ensiformis*), Lemak total, Profil Asam Lemak.

ABSTRACT

*Soybeans are a major source of protein and an important raw material for various food industries in Indonesia. However, domestic soybean production remains very low, leading Indonesia to rely heavily on imports to meet demand. One legume that can serve as an alternative to soybeans is jack bean (*Canavalia ensiformis*), which has a high protein content. Nevertheless, jack bean also contains antinutritional compounds that may limit its utilization. Processing methods such as germination and fermentation have been reported to reduce antinutritional content while simultaneously influencing nutrient composition, including lipid content, which has rarely been examined. This study aimed to evaluate the effects of fermentation, germination and the combination of germination and fermentation on total lipid content, fatty acid profile, and free fatty acid (FFA) levels in jack bean. Four treatments were applied: untreated sample (G0F0), sample fermented for 48 hours with tempeh starter (G0F48), and samples germinated for 24 or 48 hours followed by 48 hours of fermentation with tempeh starter (G24F48 and G48F48). Analyses included total lipid content (gravimetry), fatty acid profile (GC-MS), and FFA levels (acid-base titration). The results showed that germination and fermentation significantly affected all parameters ($p < 0.05$). All treatments increased total lipid content, with the highest value obtained in the 48-hour fermentation treatment (5.60%). Germination and fermentation also modified the fatty acid profile. All treatments reduced SFA, the 48-hour fermentation treatment yielded the highest MUFA, while the combination of 24-hour germination and 48-hour fermentation produced the highest PUFA. Furthermore, FFA levels increased significantly after treatment, with the highest value also recorded in the 48-hour fermentation treatment (78.99%).*

Keywords: *Fatty Acid Profile, Fermentation, Free Fatty Acid (FFA), Germination, Jack Bean (*Canavalia ensiformis*), Total Lipid.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	II
UCAPAN TERIMA KASIH	III
ABSTRAK	V
ABSTRACT	VI
DAFTAR ISI	VII
DAFTAR GAMBAR	IX
DAFTAR TABEL	X
DAFTAR LAMPIRAN	XI
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kacang Koro Pedang (<i>Canavalia ensiformis</i>)	6
2.2 Germinasi	9
2.3 Fermentasi Tempe	11
2.4 Lipid	13
2.4.1. Lemak	14
2.4.2. Asam Lemak dan Asam Lemak Bebas	15
2.5 Analisis Lemak dan Asam Lemak	18
2.5.1. Ekstraksi Lemak	18
2.5.2. Analisis Kadar Lemak Total	19
2.5.3. Analisis Profil Asam Lemak dengan GC-MS	20
2.5.4. Analisis Kadar Asam Lemak Bebas	22
BAB III	24

METODE PENELITIAN	24
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	24
3.2 Alat dan Bahan.....	24
3.2.1 Alat.....	24
3.2.2 Bahan.....	25
3.3 Bagan Alir Penelitian	26
3.4 Prosedur Penelitian.....	27
3.4.1 Tahap Sortir Sampel.....	27
3.4.2 Tahap Sterilisasi Sampel	27
3.4.3 Tahap Germinasi	28
3.4.4 Tahap Fermentasi	29
3.4.5 Tahap Preparasi Analisis	31
3.4.6 Tahap Analisis Kandungan Lemak Total	32
3.4.7 Tahap Analisis Profil Asam Lemak.....	32
3.4.8 Tahap Analisis Kandungan Asam Lemak Bebas.....	33
3.4.9 Pengolahan dan Analisis Data secara Statistik.....	34
BAB IV	35
HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Pengaruh Fermentasi, Germinasi dan Kombinasi Germinasi-Fermentasi terhadap Kadar Lemak Total dalam Kacang Koro Pedang (<i>Canavalia</i> <i>Ensiformis</i>)	35
BAB V.....	40
KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	42
LAMPIRAN.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 (A) Biji Kacang Koro Pedang; (B) Buah Polong; (C) Daun Kacang; (D) Bunga (Tshuaj Hmoob, 2021)	7
Gambar 2. 2 Proses hidrolisis trigliserida oleh lipase non-spesifik dan lipase 1,3-spesifik (Ali & Elozeiri, 2017).....	11
Gambar 2. 3 Struktur Triasilgliserol (Mulyani & Sujarwanta, 2018).....	14
Gambar 2. 4 Struktur Umum Asam Lemak	15
Gambar 2. 5 Struktur Asam Palmitat.....	16
Gambar 2. 6 Struktur Asam Oleat	16
Gambar 2. 7 Struktur Asam Linoleat.....	17
Gambar 2. 8 Set Alat Soxhletasi dan Fungsinya (Nugroho, 2017).....	19
Gambar 2. 9 Proses esterifikasi yang dikatalisis oleh asam (Mannion et al., 2016)	21
Gambar 2. 10 Komponen Instrumen GC-MS (Salamah & Guntarti, 2023).....	21
Gambar 3. 1 Bagan Alir Penelitian	26
Gambar 3. 2 Set Alat Germinator	28
Gambar 4. 1 Kacang Koro Pedang Setelah Perendaman dengan NaOCl 1%.....	36
Gambar 4. 2 Hasil Germinasi Kacang Koro Pedang, (A)0 jam; (B) 24 jam; (C) 48 jam.....	37
Gambar 4. 3 Hasil Fermentasi Kacang Koro Pedang, (A) Tanpa Germinasi (G0F48); (B) Germinasi 24 Jam (G24F48); (C) Germinasi 48 Jam (G48F48)	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Ilmiah Kacang Koro Pedang	7
Tabel 3. 1 Perbedaan Perlakuan Terhadap Sampel Kacang Koro Pedang.....	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan pembuatan pereaksi dalam pembuatan tempe kacang koro pedang (<i>Canavalia ensiformis</i>)	51
Lampiran 2. Perhitungan pembuatan pereaksi dan pengujian kadar asam lemak bebas (%FFA) tempe kacang koro pedang (<i>Canavalia ensiformis</i>)....	52
Lampiran 3. Hasil analisis kadar lemak total pada tempe kacang koro pedang (<i>Canavalia ensiformis</i>)	58
Lampiran 4. Hasil analisis profil asam lemak dengan menggunakan GC-MS pada tempe kacang koro pedang (<i>Canavalia ensiformis</i>)	60
Lampiran 5. Pengolahan Data GC-MS.....	63
Lampiran 6. Analisis Statistika Uji ANOVA Satu Arah dan Tukey HSD	64
Lampiran 7. Dokumentasi.....	67

DAFTAR PUSTAKA

- Abitogun, A. S., & Olasehinde, E. F. 2. (2012). Nutritional Evaluation of Seed and Characterization of Crude Jack Bean (*Canavalia ensiformis*) Oil. *IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSRJAC)*, 1(6), 36–40. www.iosrjournals.org
- Afifah, D. N., Salam, D. A., Nugraheni, F., Resti, N., Purwanti, R., Anjani, G., Susilo, M. T., Nuryanto, Astawan, M., & Rahmawati, I. S. (2025). Analysis of the nutritional and fatty acid profile of sacha inchi tempe (*Plukenetia volubilis* L.) using different cooking methods. *Frontiers in Nutrition*, 12. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1527865>
- Agustia, F. C., Supriyadi, S., Murdiati, A., & Indrati, R. (2023). Germination of jack bean [*Canavalia ensiformis* (L.) DC.] and its impact on nutrient and anti-nutrient composition. *Food Research*, 7(5), 210–218. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.7\(5\).905](https://doi.org/10.26656/fr.2017.7(5).905)
- Aisyah, S., Gruppen, H., Madzora, B., & Vincken, J.-P. (2013). Modulation of Isoflavonoid Composition of *Rhizopus oryzae* Elicited Soybean (*Glycine max*) Seedlings by Light and Wounding. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(36), 8657–8667. <https://doi.org/10.1021/jf4020203>
- Ali, A. S., & Elozeiri, A. A. (2017). Metabolic Processes During Seed Germination. In *Advances in Seed Biology* (pp. 141–166). InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.70653>
- Anaemene, D., & Fadupin, G. (2022). Anti-nutrient reduction and nutrient retention capacity of fermentation, germination and combined germination-fermentation in legume processing. *Applied Food Research*, 2(1). <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100059>
- Anggrahini, S. (2007). Pengaruh Lama Pengecambahan Terhadap Kandungan α -tokoferol dan Senyawa Proksimat Kecambah Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.). *Agritech*, 27(4).
- Arif, M. (2015). FAKTOR.FAKTOR LINGKUNGAN YANG MEMPENGARUHI PERKECAMBAHAN. *Warta PPKS*, 20, 87–90.
- Astawan, M., Faishal, M. A., Prayudani, A. P. G., Wresdiyati, T., & Sardjono, R. E. (2023). Effects of Seed Germination on Physicochemical and Bioactive Compounds Characteristics of Velvet Bean Tempe. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 11(2), 808–821. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.11.2.30>
- Badan Pusat Statistik. (2024, August). ANALISIS PRODUKTIVITAS JAGUNG DAN KEDELAI DI INDONESIA “THE ANALYSIS OF MAIZE AND

- SOYBEAN YIELD IN INDONESIA (THE RESULT OF CROP-CUTTING SURVEY) 2023” Vol. 4. *Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia*. <https://www.bps.go.id/id/publication/2024/08/30/e2e46d52a9cc9f78422f77ad/analisis-produktivitas-jagung-dan-kedelai-di-indonesia--2023--hasil-survei-ubinan-.html>
- Badan Pusat Statistik. (2025). *Impor Kedelai menurut Negara Asal Utama, 2017-2024*. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjAxNSMx/impor-kedelai-menurut-negara-asal-utama--2017-2023.html>
- Bajželj, B., Laguzzi, F., & Rös, E. (2021). Review The role of fats in the transition to sustainable diets. *Lancet Planetary Health*, 5(9), 644–653. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00194-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00194-7)
- Bansal, S., Sundararajan, S., Shekhawat, P. K., Singh, S., Soni, P., Tripathy, M. K., & Ram, H. (2023). Rice lipases: a conundrum in rice bran stabilization: a review on their impact and biotechnological interventions. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 29(7), 985–1003. <https://doi.org/10.1007/s12298-023-01343-3>
- Basuki, E., Widyastuti, S., Prarudiyanto, A., Saloko, S., Cicilia, S., & Amoro, M. (2019). *Kimia Pangan*. Mataram University Press. <https://www.researchgate.net/publication/344862038>
- BSN. (1992). *SNI Cara Uji Makanan dan Minuman*.
- BSN. (2015). *SNI Tempe kedelai*. www.bsn.go.id
- Carrillo-Reche, J., Vallejo-Marín, M., & Quilliam, R. S. (2018). Quantifying the potential of ‘on-farm’ seed priming to increase crop performance in developing countries. A meta-analysis. *Agronomy for Sustainable Development*, 38(6). <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0536-0>
- Chandra, M. Y., & Kaharso, V. C. (2024). CHANGES IN NUTRITIONAL LEVELS AND ANTINUTRITIONAL COMPOUNDS IN LEGUMINOUS AS A RESULT OF THE GERMINATION PROCESS. *Zigma*, 39(1), 13–22.
- Dadlani, M., & Yadava, D. K. (2023). Seed Science and Technology: Biology, Production, Quality. In *Seed Science and Technology: Biology, Production, Quality*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-981-19-5888-5>
- Damayanti, A. Y., Fathimah, F., Sari, A. R., & Pibriyanti, K. (2023). Stress Factors and Macronutrient Intake to Total Cholesterol Levels and HDL Levels in Overweight Female Students. *Poltekita : Jurnal Ilmu Kesehatan*, 17(3), 585–589. <https://doi.org/10.33860/jik.v17i3.2402>
- Damayanti, I. D. A. B., Wisaniyasa, N. W., & Widarta, I. W. R. (2019). STUDI SIFAT FISIK, KIMIA, FUNGSIONAL, DAN KADAR ASAM SIANIDA

TEPUNG KECAMBAH KACANG KORO PEDANG (*Canavalia ensiformis* L.). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 8(3), 238–247.

Darini, M. T. (2021). The Potential of Jack Bean (*Canavalia ensiformis* L.) Developed in Suboptimal Soil to Succeeding Food Sufficiency. *International Journal of Current Science Research and Review*, 04(07). <https://doi.org/10.47191/ijcsrr/V4-i7-17>

Delouche, J. C., & Bass, L. N. (1954). Effect of Light and Darkness Upon the Germination of Seeds of Western Wheatgrass, *Agropyron Smithii* L. *Proceedings of the Association of Official Seed Analysts*, 44, 104–113. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:90553842>

Destiana, I. D., & Mukminah, N. (2021). *TEKNOLOGI MINYAK LEMAK* (F. Fathurohman, Ed.; 1st ed., Vol. 1). POLSUB PRESS. <https://www.researchgate.net/publication/351491961>

Doss, A., Pugalenth, M., Vadivel, V., Subhashini, G., & Anitha, R. (2011). Effects of processing technique on the nutritional composition and antinutrients content of under-utilized food legume *Canavalia ensiformis* L.DC. *International Food Research Journal*, 18(3), 965–970. <https://www.researchgate.net/publication/276266101>

Ferreira, M. M., de Oliveira, G. F., Basso, R. C., Mendes, A. A., & Hirata, D. B. (2019). Optimization of free fatty acid production by enzymatic hydrolysis of vegetable oils using a non-commercial lipase from *Geotrichum candidum*. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 42(10), 1647–1659. <https://doi.org/10.1007/s00449-019-02161-2>

Fessenden, R. J., & Fessenden, J. S. (1986). *Kimia Organik: Vol. Jilid 2* (A. Pudjaatmaka, Trans.; Edisi ke-3). Erlangga.

Hadiyanto, & Azim, M. (2016). *DASAR-DASAR BIOPROSES* (1st ed.). EF Press Digimedia.

Handayani, E., Irsyadi, M. B., Aris, I., Alawiyah, R. L. M. N., Ayuningtias, N., Permatasari, F., & Rineksane, I. A. (2021). Optimasi Sterilisasi Endosperma Kepel (*Stelethocarpus burahol* [Bl] Hook F. & Th) Secara In Vitro. *BIO-EDU: Jurnal Pendidikan Biologi*, 6(2), 113–121. <https://doi.org/10.32938/jbe.v6i2.1179>

Hewavitharana, G. G., Perera, D. N., Navaratne, S. B., & Wickramasinghe, I. (2020). Extraction methods of fat from food samples and preparation of fatty acid methyl esters for gas chromatography: A review. *Arabian Journal of Chemistry*, 13(8), 6865–6875. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.06.039>

- Hujjatusnaini, N., Ardiansyah, Indah, B., Afitri, E., & Widyastuti, R. (2021). *Buku Referensi Ekstraksi*. Institut Agama Islam Negeri Palangkaraya.
- Jocković, M., Čanak, P., Miklič, V., Ovuka, J., Radić, V., Jocić, S., Cvejić, S., & Marjanović-Jeromela, A. (2018). Effect of Seed Priming Techniques on Germination Parameters of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) . *Contemporary Agriculture*, 67(2), 157–163. <https://doi.org/10.2478/contagri-2018-0022>
- Kanetro, B. (2017). *Teknologi Pengolahan dan Pangan Fungsional Kacang-Kacangan* (1st ed.). Plantaxia.
- Kanetro, B., Riyanto, M., Pujimulyani, D., & Huda, N. (2021). Improvement of Functional Properties of Jack Bean (*Canavalia ensiformis*) Flour by Germination and Its Relation to Amino Acids Profile. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 9(3), 812–822. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.9.3.09>
- KEMENTAN. (2024, November). BULETIN KONSUMSI PANGAN Vol.15. *Pusat Data Dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jendral Kementrian Pertanian*. https://satudata.pertanian.go.id/assets/docs/publikasi/Buletin_Konsumsi_Smt 2-2024-Gab.pdf
- Kesslerf, C. D. J. (1990). AN AGRONOMIC EVALUATION OF JACKBEAN {CANAVALIA ENSIFORMIS) IN YUCATAN, MEXICO. I. PLANT DENSITY. *Expl Agric.*, 26, 11–22.
- Khamidah, A., Ginting, E., Ambarsari, I., Antarlina, S. S., Utomo, J. S., Pangestu, A., Yustina, I., Hastuti, H. P., Pratiwi, Y. A., Indrasari, S. D., Ismail, N., Hidayah, R., & Oktaningrum, G. N. (2025). Physicochemical, anti-nutritional, and sensory characteristics of jack bean (*Canavalia ensiformis* L.) and velvet bean (*Mucuna pruriens*) tempe pretreated with different detoxification methods. *Applied Food Research*, 5(2), 101199. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.101199>
- Kristiandi, K., Lusiana, S. A., Ayunin, N., Ramdhini, R., Marzuki, I., Rezeki, S., Erdiandini, I., Yunianto, A., Lestari, S., Ifadah, R., Kushargina, R., Yuniarti, T., & Pasanda, O. (2021). *Teknologi Fermentasi* (A. Karim, Ed.; 2nd ed.). Yayasan Kita Menulis.
- Kumar Singh, P., Shrivastava, N., Sharma, B., & Bhagyawant, S. S. (2015). Effect of Domestic Processes on Chickpea Seeds for Antinutritional Contents and Their Divergence. *American Journal of Food Science and Technology*, 3(4), 111–117. <https://doi.org/10.12691/ajfst-3-4-3>

- Kustyawati, M. E., Subeki, Murhadi, Rizal, S., & Astuti, P. (2020). Vitamin B12 production in soybean fermentation for tempeh. *AIMS Agriculture and Food*, 5(2), 262–271. <https://doi.org/10.3934/AGRFOOD.2020.2.262>
- Kusumawati, I., Astawan, M., & Prangdimurti, E. (2020). Efisiensi Proses Produksi dan Karakteristik Tempe dari Kedelai Pecah Kulit (Production Process Efficiency and Characteristic of Tempe from Dehulled Soybean). *JURNAL PANGAN*, 29, 117–126. <https://doi.org/10.33964/jp.v29i2.492>
- Lin, Y., Guan, M., Li, L., Zhang, Y., & Zhao, Z. (2017). Mass Spectrometry in the Analysis of Fatty Acids and Derivatives. In *Fatty Acids: Chemistry, Synthesis, and Applications* (pp. 529–540). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809521-8.00018-0>
- Mannaa, M., & Kim, K. D. (2018). Effect of temperature and relative humidity on growth of *Aspergillus* and *Penicillium* spp. and biocontrol activity of *Pseudomonas protegens* AS15 against Aflatoxigenic *Aspergillus flavus* in stored rice grains. *Mycobiology*, 46(3), 287–295. <https://doi.org/10.1080/12298093.2018.1505247>
- Mannion, D. T., Furey, A., & Kilcawley, K. N. (2016). Free fatty acids quantification in dairy products. *International Journal of Dairy Technology*, 69(1), 1–12. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12301>
- Milinda, I. R., Ratna Noer, E., Ayustaningwarno, F., & Fithra Dieny, F. (2021). Analisis Sifat Fisik, Organoleptik dan Kandungan Asam Lemak pada Tempe Mete dan Tempe Kedelai. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 10(4). <https://doi.org/10.17728/jatp.10877>
- Mohammed, B. M., Mohamed Ahmed, I. A., Alshammari, G. M., Qasem, A. A., Yagoub, A. E. G. A., Ahmed, M. A., Abdo, A. A. A., & Yahya, M. A. (2023). The Effect of Germination and Fermentation on the Physicochemical, Nutritional, and Functional Quality Attributes of Samh Seeds. *Foods*, 12(22). <https://doi.org/10.3390/foods12224133>
- Mulyani, H., & Sujarwanta, A. (2018). *LEMAK DAN MINYAK* (Juhri, Ed.; 1st ed., Vol. 1). Lembaga Penelitian UM Metro.
- Murwonugroho, W., Gunawan, S., & Rinanti, A. (2021). Manufacture of “Urup-Urip” Solar Powered UV Irrayer: Bacterial Sterilization Efforts on Vegetable Harvest Products in Cianjur, West Java. *JUARA: Jurnal Wahana Abdimas Sejahtera*, 2(1), 80–87. <https://doi.org/10.25105/juara.v2i1.8729>
- Ningsih, M. S., Susilo, E., Rahmadina, Qolby, F. H., Tanjung, D. D., Anis, U., Eka, A., Susila, E., Panggabean, N. H., Priyadi, S., Nasution, J., Sari, N. Y., Baharudin, R., & Wisnubroto, M. P. (2024). *DASAR-DASAR FISILOGI*

TUMBUHAN (T. P. Wahyuni, Ed.). CV HEI PUBLISHING INDONESIA.
www.HeiPublishing.id

- Nkhata, S. G., Ayua, E., Kamau, E. H., & Shingiro, J. B. (2018). Fermentation and germination improve nutritional value of cereals and legumes through activation of endogenous enzymes. *Food Science and Nutrition*, 6(8), 2446–2458. <https://doi.org/10.1002/fsn3.846>
- Nugroho, A. (2017). *Buku Ajar-Teknologi Bahan Alam*. Lambung Mangkurat University Press.
- O’Keefe, S. F., & Pike, O. A. (2010). Fat Characterization. In *Food Analysis* (pp. 239–260). Springer Science+Business Media. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1478-1_14
- Pal, R. S., Bhartiya, A., Yadav, P., Kant, L., Mishra, K. K., Aditya, J. P., & Pattanayak, A. (2017). Effect of dehulling, germination and cooking on nutrients, anti-nutrients, fatty acid composition and antioxidant properties in lentil (*Lens culinaris*). *Journal of Food Science and Technology*, 54(4), 909–920. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2351-4>
- Permana, I. D. G. M., Indrati, R., Hastuti, P., & Suparmo. (2013). AKTIVITAS LIPASE INDIGENOUS SELAMA PERKECAMBAHAN BIJI KAKAO (*Theobroma cacao* L.). *AGRITECH*, 33(2), 176–181.
- Purwandari, F. A., Fogliano, V., & Capuano, E. (2024). Tempeh fermentation improves the nutritional and functional characteristics of Jack beans (*Canavalia ensiformis* (L.) DC). *Food and Function*, 15(7), 3680–3691. <https://doi.org/10.1039/d3fo05379b>
- Purwanti, E., Djatmiko, R. D., & Prihanta, W. (2019). *Kacang Potensial (Keanekaragaman, Konservasi dan Pemanfaatan)*. UMM Press.
- Rahayu, P. P., Irmayanti, Manurung, N. E. P., Kiptiyah, S. Y., Nurhayati, Hasnah, N., Jayus, J., Ermianti, & Kamarudin, A. P. (2024). *TEKNOLOGI FERMENTASI* (S. Nengcy, Ed.; 1st ed.). CV HEI PUBLISHING INDONESIA. <https://www.researchgate.net/publication/385661853>
- Rahayu, W. P., Pambayun, R., Santoso, U., Nuraida, L., & Ardiansyah. (2015). *Tinjauan Ilmiah Teknologi Pengolahan Tempe Kedelai* (1st ed.). Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI). <http://patpi.or.id>
- Ramli, N. A. M., Chen, Y. H., Mohd Zin, Z., Abdullah, M. A. A., Rusli, N. D., & Zainol, M. K. (2021). Effect of soaking time and fermentation on the nutrient and antinutrients composition of *Canavalia ensiformis* (Kacang Koro). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 756(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/756/1/012033>

- Reyes-Bastidas, M., Reyes-Fernández, E. Z., López-Cervantes, J., Milán-Carrillo, J., Loarca-Piña, G. F., & Reyes-Moreno, C. (2010). Physicochemical, nutritional and antioxidant properties of tempeh flour from common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Science and Technology International*, 16(5), 427–434. <https://doi.org/10.1177/1082013210367559>
- Rohmah, J., & Rini, C. S. (2020). *BUKU AJAR KIMIA ANALISIS* (G. R. Hanum, Ed.; 1st ed., Vol. 1). UMSIDA Press.
- Romulo, A., & Surya, R. (2021). Tempe: A traditional fermented food of Indonesia and its health benefits. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 26. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100413>
- Rusdi, H. O., Kusumaningrum, I. K., Nareswari, T. J., Fauziah, P. N., Maharani, R. N., & Natasya, S. (2024). Separation and Determination of Free Fatty Acids in Corn Oil and Palm Oil by Liquid-Liquid Extraction and Acidi-Alkalimetric Titration. *Walisongo Journal of Chemistry*, 7(1), 98–106. <https://doi.org/10.21580/wjc.v7i1.20461>
- Sajedi, N., Akbari, M., Akbari, M., & Sajedi, A. (2012). Influence of sodium hypochlorite on seed germination and early seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.) variety Tarum. *Research on Crops*, 13(1), 11–15. <https://www.researchgate.net/publication/287562880>
- Salamah, N., & Guntarti, A. (2023). *Analisis Instrumen: Kromatografi dan Elektroforesis* (1st ed.). UAS Press.
- Sari Kusuma, T., & Kusnadi, J. (2016). Indonesian Journal of Human Nutrition Asam Lemak Bebas dan Bilangan Asam Selai Kacang “Home Fortification” selama Penyimpanan (Free Fatty Acids and Acid Values of “Home Fortification” Peanut Butter during Storage). *Indonesian Journal of Human Nutrition*, 3(2), 84–92. www.ijhn.ub.ac.id
- Shahidi, F., & Wanasundara, P. K. J. P. D. (2002). Extraction and Analysis of Lipids. In C. Akoh & D. Min (Eds.), *Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology* (2nd ed., pp. 152–187). Marcel Dekker, Inc.
- Sharma, R., Garg, P., Kumar, P., Bhatia, S. K., & Kulshrestha, S. (2020). Microbial fermentation and its role in quality improvement of fermented foods. *Fermentation*, 6(4). <https://doi.org/10.3390/fermentation6040106>
- Solomon, S. G., Okomoda, V. T., & Oguche, O. (2018). Nutritional value of raw *Canavalia ensiformis* and its utilization as partial replacement for soybean meal in the diet of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerlings. *Food Science and Nutrition*, 6(1), 207–213. <https://doi.org/10.1002/fsn3.548>

- Sudarmadji, S., Haryono, B., & Suhardi. (2010). *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian* (2nd ed., Vol. 4). Liberty.
- Suherman, Maliza, R., Syahbanu, F., & Supardan, A. D. (2021). *ANALISIS ZAT GIZI PANGAN TEORI DAN PRAKTIK* (Desmawati & L. Atoy, Eds.). CV. EUREKA MEDIA AKSARA.
- Sutradhar, M., Samanta, S., Singh, B. K., Ali, Md. N., & Mandal, N. (2021). The Effect of Sodium Hypochlorite (NaOCl) and Heat Treatments on Seed Germination of Rice: An Approach to Restore Seed Viability. *Journal of Experimental Agriculture International*, 49–53. <https://doi.org/10.9734/jeai/2021/v43i530689>
- Tsalissavrina, I., Murdiati, A., Raharjo, S., & Lestari, L. A. (2023). The Effects of Duration of Fermentation on Total Phenolic Content, Antioxidant Activity, and Isoflavones of The Germinated Jack Bean Tempeh (*Canavalia ensiformis*). *Indonesian Journal of Pharmacy*, 34(3). <https://doi.org/10.22146/ijp.6658>
- Tshuaj Hmoob. (2021, November 24). *Jack Bean (Canavalia ensiformis) Research grade media*. INaturalist. <https://www.inaturalist.org/observations/101795066>
- USDA, N. R. C. S. (2013). JACK BEAN *Canavalia ensiformis* (L.) DC. In *Food Research International* (Vol. 37, Issue 4). <https://plants.usda.gov/plant-profile/CAEN4>
- Utari, D. M. (2010). KANDUNGAN ASAM LEMAK, ZINK, DAN COPPER PADA TEMPE, BAGAIMANA POTENSINYA UNTUK MENCEGAH PENYAKIT DEGENERATIF? *Gizi Indonesia*, 33(2), 108–115.
- Vadivel, V., & Janardhanan, K. (2001). Diversity in nutritional composition of wild jack bean (*Canavalia ensiformis* L. DC) seeds collected from south India. *Food Chemistry*, 74, 507–511.
- Wahyudiati, D. (2017). *BIOKIMIA* (E. Jayadi, Ed.; 1st ed.). LEPPIM MATARAM.
- Wahyuni, A., Simarmata, M., Junairiah, P. L., Koryati, T., Zakia, A., Andini, S. N., Sulistyowati, D., Purwanti, P., Indarwati, Kurniasari, L., & Herawati, J. (2021). *Teknologi & Produksi Benih* (R. Watrianthos, Ed.; 1st ed.). Yayasan Kita Menulis,.
- Wahyuningsih, S., Yunita, I., Sundari, U. Y., Pagalla, D. B., & Kalalinggi, S. Y. (2024). *EKSTRAKSI BAHAN ALAM* (U. Y. Sundari, Ed.; 1st ed.). CV. Gita Lentera Redaksi. <https://www.researchgate.net/publication/381613640>
- Wang, Y., Wang, H., Wu, Y., Xiang, H., Zhao, Y., Chen, S., Qi, B., & Li, L. (2022). Insights into lipid oxidation and free fatty acid profiles to the development of volatile organic compounds in traditional fermented golden pomfret based on

- multivariate analysis. *LWT-Food Science and Technology*, 171. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114112>
- Whent, M., Hao, J., Slavin, M., Zhou, M., Song, J., Kenworthy, W., & Yu, L. (2009). Effect of genotype, environment, and their interaction on chemical composition and antioxidant properties of low-linolenic soybeans grown in Maryland. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(21), 10163–10174. <https://doi.org/10.1021/jf902344h>
- Xie, P., Chen, J., Wu, P., & Cai, Z. (2023). Spatial Lipidomics Reveals Lipid Changes in the Cotyledon and Plumule of Mung Bean Seeds during Germination. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(49), 19879–19887. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c06029>
- Yadav, A. K., & Singh, S. V. (2014). Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review. In *Journal of Food Science and Technology* (Vol. 51, Issue 9, pp. 1654–1673). Springer. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0659-2>
- Yildiz, M., & Ekiz, H. (2014). The effect of sodium hypochlorite solutions on in vitro seedling growth and regeneration capacity of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) hypocotyl explants. *Canadian Journal of Plant Science*, 94(7), 1161–1164. <https://doi.org/10.4141/CJPS2013-250>
- Zou, M., Zhu, X., Li, X., & Zeng, X. (2019). Changes in lipids distribution and fatty acid composition during soy sauce production. *Food Science and Nutrition*, 7(2), 764–772. <https://doi.org/10.1002/fsn3.922>