

**PENGARUH GERMINASI DAN FERMENTASI TERHADAP KUALITAS
PROTEIN PADA KACANG KORO PEDANG (*Canavalia ensiformis*)**



SKRIPSI

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

Oleh:

Nada Khalishah Hiranda

2102115

PROGRAM STUDI KIMIA

FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2025

LEMBAR HAK CIPTA

**PENGARUH GERMINASI DAN FERMENTASI TERHADAP KUALITAS
PROTEIN PADA KACANG KORO PEDANG (*Canavalia ensiformis*)**

Oleh
Nada Khalishah Hiranda

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sain pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Nada Khalishah Hiranda 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 seizin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

Nada Khalishah Hiranda

**PENGARUH GERMINASI DAN FERMENTASI TERHADAP KUALITAS
PROTEIN PADA KACANG KORO PEDANG (*Canavalia ensiformis*)**

disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I



Dr. Siti Aisyah, M.Si

NIP. 197509302001122001

Pembimbing II



Prof. Dr. F.M. Titin Supriyanti, M.Si

NIP. 195810141986012001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Kimia FPMIPA UPI



Prof. Fitri Khoerunnisa, Ph.D

NIP. 197806282001122001

II

ABSTRAK

Kacang koro pedang (*Canavalia ensiformis*) merupakan salah satu jenis kacang dengan kandungan proteinnya yang cukup tinggi namun belum banyak dimanfaatkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh proses fermentasi dan kombinasi germinasi-fermentasi terhadap kandungan protein terlarut, derajat hidrolisis, perubahan ukuran protein, dan kandungan asam amino pada kacang koro pedang. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah tempe yang dibuat melalui proses fermentasi selama 48 jam dengan menggunakan ragi tempe. Bahan dasar tempe adalah kacang koro pedang baik yang tidak digerminasi maupun yang digerminasi selama 24 dan 48 jam. Sampel tempe yang dihasilkan kemudian diuji kandungan protein terlarut dengan menggunakan metode Lowry, kandungan derajat hidrolisis dengan menggunakan metode Kjeldahl, perubahan profil protein dengan menggunakan SDS-Pages, serta kandungan asam amino menggunakan instrument LC-PDA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan protein, derajat hidrolisis, dan kandungan asam amino pada tempe lebih besar dibandingkan pada kacangnya. Hal ini juga sesuai dengan data profil protein yang menunjukkan bahwa proses fermentasi dan kombinasi germinasi-fermentasi mengubah ukuran protein menjadi lebih kecil. Hal yang menarik adalah proses pengecambahan sebelum proses fermentasi, meningkatkan derajat hidrolisis, kandungan protein terlarut, dan jumlah asam amino pada produk tempe, dan peningkatannya seiring dengan durasi waktu germinasi yang lebih lama.

Kata Kunci: Asam amino, Derajat hidrolisis, Kacang koro pedang, Protein terlarut, SDS-Pages.

ABSTRACT

Jack bean (Canavalia ensiformis) is a type of bean with a high protein content but has not been widely utilized. This study aims to determine the effect of fermentation and germination-fermentation combinations on soluble protein content, degree of hydrolysis, protein size changes, and amino acid content in sword beans. The samples used in this study were tempeh produced through a 48-hour fermentation process using tempeh yeast. The raw material for the tempeh was sword bean, both ungerminated and germinated for 24 and 48 hours. The tempeh samples produced were then tested for soluble protein content using the Lowry method, degree of hydrolysis using the Kjeldahl method, changes in protein profile using SDS-PAGE, and amino acid content using LC-PDA instrumentation. The results showed that the protein content, degree of hydrolysis, and amino acid content in tempeh were higher than in the beans. This is also supported by protein profile data, which showed that the fermentation process and the combination of germination and fermentation altered protein size to be smaller. Interestingly, the germination process prior to fermentation increased the degree of hydrolysis, soluble protein content, and amino acid content in the tempeh product, with these increases correlating with longer germination durations.

Keywords: *Amino acids, Degree of hydrolysis, Jack bean, Soluble protein, SDS-PAGE*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	II
ABSTRAK	III
ABSTRACT	IV
DAFTAR ISI	V
DAFTAR TABEL	VIII
DAFTAR LAMPIRAN	IX
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kacang Koro Pedang (<i>Canavalia ensiformis</i>)	6
2.2 Protein	7
2.3 Asam Amino	8
2.4 Germinasi	12
2.5 Fermentasi	13
2.6 Metode Lowry	14
2.7 Metode Kjeldahl	14
2.8 Derajat Hidrolisis	15
2.9 Titrasi Formol	15
2.10 Ultra Performance Liquid Chromatography (UPLC)	16
2.11 SDS PAGE	18
2.12 Spektrofotometri UV-Vis	19
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan	21

3.2.1 Alat	21
3.2.2 Bahan.....	22
3.3 Tahapan Penelitian.....	22
3.4 Prosedur penelitian	22
3.4.1 Tahap Sortir Sampel	22
3.4.2 Tahap Proses Perkecambahan	24
3.4.3 Tahap Proses Fermentasi.....	25
3.4.4 Tahap Pembuatan Tepung Tempe	26
3.4.5 Analisis Kadar Protein Terlarut	26
3.4.6 Derajat Hidrolisis	26
3.4.7 Analisis Perubahan Pola Protein	27
3.4.7.1 Pembuatan Isolat Protein	27
3.4.7.2 Pembuatan SDS-Page	28
3.4.8 Penentuan Kandungan Asam Amino	28
3.4.9 Pengolahan dan Analisis Data.....	29
BAB IV	30
4.1 Hasil Germinasi dan Fermentasi terhadap Kacang Koro Pedang.....	30
BAB V.....	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA.....	35
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (A) Bunga Tanaman Koro Pedang; (B) Buah Polong (C) Biji Kacang Koro Pedang (Purwanti et al., 2019).....	7
Gambar 2. 2 Struktur Asam Amino	8
Gambar 2. 3 Struktur Jenis-Jenis Asam Amino	10
Gambar 2. 4 Jalur Metabolisme Asam Amino (Pasini et al., 2018)	11
Gambar 2. 5 Ilustrasi metabolisme secara umum (Puspitojati et al., 2019)	11
Gambar 2. 6 Proses Perkecambahan Kacang ((Aryulina et al., 2006)	12
Gambar 2. 7 Reaksi pada Metode Lowry (Tilotta, 2004).....	14
Gambar 2. 8 Skema UPLC (Bhattacharya et al., 2022).....	18
Gambar 2. 9 Proses Pemisahan Protein (Garis Merah Muda) Melewati Gel Poliakrilamida (Roy & Kumar, 2014).....	19
Gambar 2. 10 Mekanisme Kerja Spektrofotometri UV-Vis (Alekhya et al., 2023)	20
Gambar 3. 1 Bagan Alir Penelitian	24
Gambar 3. 2 Set Alat Germinator	25
Gambar 4. 1 Hasil Germinasi Kacang Koro Pedang (A) 0 Jam; (B) 24 jam; (C) 48 Jam	31
Gambar 4. 2 Hasil Fermentasi Kacang Koro Pedang (A) Tanpa Germinasi (G0F48); (B) Germinasi 24 jam (G24F48); (C) Germinasi 48 Jam (G48F48).....	32
Gambar 4. 3 Rasio Perbandingan Asam Amino Non Esensial (Biru) dengan Asam Amino Esensial (Merah Muda)	33

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nama-nama asam amino (Akram et al., 2011)	9
Tabel 3. 1 Perlakuan pada percobaan sampel koro pedang	25

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi	43
Lampiran 2 Perhitungan	45

DAFTAR PUSTAKA

- Adler-Nissen, J. (1979). Determination of the Degree of Hydrolysis of Food Protein Hydrolysates by Trinitrobenzenesulfonic Acid. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 27(6), 1256–1262. <https://doi.org/10.1021/jf60226a042>
- 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>
- Akram, M., Asif, H. M., Uzair, M., Akhtar, N., Madni, A., Ali Shah, S. M., Hasan, Z. U., & Ullah, A. (2011). Amino acids: A review article. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(17), 3997–4000.
- Alekhyia, M., Jyothi, M., & Ramya, M. (2023). A Review on UV-visible spectroscopy. *Review Literature And Arts Of The Americas*, 18(3), 216–220. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10232708>
- Alfiansya, Hasan, P. A., & Sari, A. P. (2023). Pengaruh Ukuran Biji, Suhu, dan Lama Perendaman Terhadap Perkecambahan Biji Kacang Merah (*Phaseolus Vulgaris*). *Saintifik*, 9(1), 95–100. <https://doi.org/10.31605/saintifik.v9i1.389>
- Alrosan, M., Tan, T. C., Koh, W. Y., Easa, A. M., Gammoh, S., & Alu'datt, M. H. (2023). Overview of fermentation process: structure-function relationship on protein quality and non-nutritive compounds of plant-based proteins and carbohydrates. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(25), 7677–7691. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2049200>
- Aryanta, I. W. R. (2020). Manfaat Tempe Untuk Kesehatan. *Widya Kesehatan*, 2, 44–50.
- Aryulina, D., Muslim, C., Manaf, S., & Winarni, E. W. (2006). *Biologi* (3rd ed.). Penerbit Erlangga.
- 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>
- Bachhav, P., Bhamare, M., Bachhav, R., & Sonawane, G. (2023). Review of High Performance Liquid Chromatography and Its Applications. *International Journal of Research in Pharmacy and Science*, 12(September), 19–40. <https://doi.org/10.4172/2320-1215.12.3.004>

- Balittan. (2007). Metode Analisis Biologi Tanah. In *Balai Penelitian Tanah* (Issue February).
- Bhattacharya, K., Chanu, N. R., Bhattacharjee, A., Sahariah, B. J., Devi, C. M., & Bordoloi, R. (2022). Ultra-Performance Liquid Chromatography - An Updated Review. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 15(12), 5849–5853. <https://doi.org/10.52711/0974-360X.2022.00987>
- Çabuk, B., Nosworthy, M. G., Stone, A. K., Korber, D. R., Tanaka, T., House, J. D., & Nickerson, M. T. (2018). Effect of fermentation on the protein digestibility and levels of non-nutritive compounds of pea protein concentrate. *Food Technology and Biotechnology*, 56(2), 257–264. <https://doi.org/10.17113/ftb.56.02.18.5450>
- Diederer, J., Wierenga, P., Hennebelle, M., & Kabel, M. (2019). *Food Chemistry (FCH-20806): Course book*.
- Fauziah, A. P., Supriadin, A., & Junitasari, A. (2022). Analisis Pengaruh Konsentrasi Ragi dan Waktu Fermentasi Terhadap Nilai Gizi dan Aktivitas Antioksidan Tempe Kedelai Kombinasi Kacang Roay (Phaseolus lunatus L). *Prosiding Seminar Nasional Kimia 2022*, 15, 91–102. <http://conferences.uinsgd.ac.id/index.php/gdcs/article/view/833%0Ahttp://conferences.uinsgd.ac.id/index.php/gdcs/article/download/833/608>
- Ferdiawan, N., & Dwiloka, D. B. (2019). Pengaruh Lama Waktu Germinasi terhadap Sifat Fisik dan Sifat Kimia Tepung Kacang Tolo (Vigna unguiculata L). *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(2), 349–354. www.ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tekpangan.
- Fernandez Castaneda, L. A., Auer, J., Leong, S. lin L., Newson, W. R., Passoth, V., Langton, M., & Zamaratskaia, G. (2024). Optimizing Soaking and Boiling Time in the Development of Tempeh-like Products from Faba Bean (Vicia faba L.). *Fermentation*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/fermentation10080407>
- Fertiasari, R., Jailani, Sindi, Valoma, Nandasari, Rani, & Febriani, W. (2024). View of UJI PROTEIN PADA PRODUK TEMPE DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI UV-Vis.pdf. *Journal of Food Security and Agroindustry (JFSA)*, 2(1), 27–32.
- Fujiana, F., Pondaag, V. T., Afra, A., Fannia, E., & Fadly, D. (2021). Potensi Pangan Fermentasi Tempe Dalam Mengatasi Kejadian Stunting di Indonesia. *Jurnal Ilmu Kesehatan*, 15(2), 20–16.
- Furqon, A., Maflahah, I., & Rahman, A. (2006). Pengaruh Jenis Pengemas Dan Lama Penyimpanan Terhadap Mutu Produk Nugget Gembus. *Jurnal Agrotek*, 10(2), 70–75. <http://journal.trunojoyo.ac.id/agrotek/article/download/2468/2042>

- Haliza, W., Purwani, E. Y., & Thahir, R. (2007). Pemanfaatan Kacang-Kacangan Lokal Sebagai Substitusi Bahan Baku Tempe dan Tahu. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*, 3, 1–8.
- Haliza, W., Purwani, E. Y., & Thahir, R. (2010). *Pemanfaatan Kacang-Kacangan Lokal Mendukung Diversifikasi Pangan*. 3(3), 238–245.
- Handoyo, T., & Morita, N. (2006). Structural and functional properties of fermented soybean (Tempeh) by using rhizopus oligosporus. *International Journal of Food Properties*, 9(2), 347–355. <https://doi.org/10.1080/10942910500224746>
- Lorenza, R. (2023). Penerapan Model Predator-Prey pada Proses Perkecambahan Biji Kacang Hijau. *Indonesian Journal of Applied Mathematics*, 2(2), 44. <https://doi.org/10.35472/indojam.v2i2.1027>
- Mayer Labba, I. C., Frøkiær, H., & Sandberg, A. S. (2021). Nutritional and antinutritional composition of fava bean (*Vicia faba* L., var. minor) cultivars. *Food Research International*, 140. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.110038>
- Mbithi-Mwikya, S., Van Camp, J., Yiru, Y., & Huyghebaert, A. (2000). Nutrient and Antinutrient Changes in Finger Millet (*Eleusine coracana*) During Sprouting. *Lwt*, 33(1), 9–14. <https://doi.org/10.1006/fstl.1999.0605>
- Nakajima, S., Shiraga, K., Suzuki, T., Kondo, N., & Ogawa, Y. (2019). Quantification of starch content in germinating mung bean seedlings by terahertz spectroscopy. *Food Chemistry*, 294(April), 203–208. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.065>
- Nicole, T. Z. H., Nichelle, T. S., Elizabeth, T. E., & Yuliarti, O. (2021). Formulation of functional crackers enriched with fermented soybean (tempeh) paste: rheological and microstructural properties. *Future Foods*, 4(May), 100050. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100050>
- 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>
- Nollet, L. M. L., & Todra, F. (2013). *Food Analysis by HPLC* (3rd ed.). CRC Press.
- Nout, M. J. R., & Kiers, J. L. (2005a). Tempe fermentation, innovation and functionality: Update into the third millenium. *Journal of Applied Microbiology*, 98(4), 789–805. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2004.02471.x>

- Nout, M. J. R., & Kiers, J. L. (2005b). Tempe fermentation, innovation and functionality: Update into the third millenium. *Journal of Applied Microbiology*, 98(4), 789–805. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2004.02471.x>
- Novianti, R. T., Dewi, L., & Situmorang, R. P. (2022). The Addition Effect of Cheese to Tempeh Against Flavor, Function, and Product Attractiveness. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, 11(2), 72–79. <https://doi.org/10.30598/jagritekno.2022.11.2.72>
- Ojo, M. A. (2021). Phytic acid in legumes: A review of nutritional importance and hydrothermal processing effect on underutilised species. *Food Research*, 5(3), 22–28. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(3\).325](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(3).325)
- Pasini, E., Corsetti, G., Aquilani, R., Romano, C., Picca, A., Calvani, R., & Dioguardi, F. S. (2018). Protein-amino acid metabolism disarrangements: The hidden enemy of chronic age-related conditions. *Nutrients*, 10(4), 1–11. <https://doi.org/10.3390/nu10040391>
- Permanasari, A., Hernani, Suhandi, H., & Wiji. (2023). *Kimia Analitik* (2nd ed.). Universitas Terbuka.
- Prihatiningsih Rani, Bhakti Etza Setiani, Y. B. P. (2020). Pengaruh Metode Thawing Terhadap Kadar Protein, Kadar Lemak, dan Protein Terlarut Daging Ayam Petelur Afkir Beku. *J. Teknologi Pangan*, 5(2), 64–70.
- Purwanti, E., Djatmiko, R. D., & Prihanta, W. (2019). *Kacang Potensial (Keanekaragaman, Konservasi, dan Pemanfaatan)*.
- Purwanto, M. G. M. (2014). Perbandingan Analisa Kadar Protein Terlarut dengan Berbagai Metode Spektroskopi UV-Visible. In *Jurnal Ilmiah Sains & Teknologi* (Vol. 7, Issue 2, pp. 64–71).
- Puspitojati, E., Indrati, R., Cahyanto, M. N., & Marsono, Y. (2019). Jack bean as tempe ingredients: The safety study and fate of protein against gastrointestinal enzymes. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 346(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/346/1/012070>
- Rizzo, G. (2024). Soy-Based Tempeh as a Functional Food: Evidence for Human Health and Future Perspective. *Frontiers in Bioscience - Elite*, 16(1), 1–16. <https://doi.org/10.31083/j.fbe1601003>
- Roy, S., & Kumar, V. (2014). A Practical Approach on SDS PAGE for Separation of Protein. *International Journal of Science and Research*, 3(8), 955–960. <http://www.ijsr.net/archive/v3i8/MDIwMTU0MDk=.pdf>
- Sahroni, M., Handayani, T. T., Yulianti, & Zulkifli. (2018). Pengaruh Perendaman dan Letak Posisi Biji Dalam Buah Terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan Kecambah Biji Kakao (*Theobroma*

- cacao L.). *Jurnal Biologi Eksperimen Dan Keanekaragaman Hayati*, 5(1), 27–36.
- Sarijan, A.-, Surahman, M., Setiawan, A., & Giyanto, G. (2019). ANALISA PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI BENIH KACANG KORO PEDANG (*Canavalia ensiformis* L) MELALUI APLIKASI PUPUK NPK DAN PUPUK ORGANIK CAIR. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 3(1), 43.
<https://doi.org/10.21082/jpptp.v3n1.2019.p43-52>
- Sitanggang, A. B., Lesmana, M., & Budijanto, S. (2020). Membrane-based preparative methods and bioactivities mapping of tempe-based peptides. *Food Chemistry*, 329(November 2019), 127193.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127193>
- Soedarjo, M. (2021). Teknologi Produksi Tanaman Koro Pedang [*Canavalia ensiformis* (L.)]. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 9(3), 216–226. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2021.009.03.03>
- Soleymani, F., Paquet, E., Viktor, H., Michalowski, W., & Spinello, D. (2022). Protein – protein interaction prediction with deep learning : A comprehensive review. *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 20, 5316–5341. <https://doi.org/10.1016/j.csbj.2022.08.070>
- Suherman, Maliza, R., Syahbanu, F., Supardan, A. D., Ruta, R. S., Arisanty, D., Minarsih, T., Yerizel, E., Amrinanto, A. H., Handito, D., & Jati, M. A. S. (2014). *Analisis Zat Gizi Pangan*.
- Suknia, S. L., & Rahmani, T. P. D. (2020). Proses Pembuatan Tempe Home Industry Berbahan Dasar Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) dan Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.) di Candiwesi, Salatiga. *Southeast Asian Journal of Islamic Education*, 3(1), 59–76.
<https://doi.org/10.21093/sajie.v3i1.2780>
- Suprayitno, E., & Sulistiyati, T. D. (2017). *Metabolisme Protein*. UB Press.
- Syamsiana, A., Rizal, S., Erna, M., Astuti, S., Teknologi, J., Pertanian, H., Pertanian, F., Lampung, U., Prof, J., Sumantri, I., & No, B. (2024). Formulasi kacang koro pedang (*Canavalia ensiformis*) dan kacang kedelai (*Glycine max* L .) terhadap total kapang , total khamir , dan sifat sensori tempe mosaccha. *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*, 3(2).
- Thulesen, L., Duque-Estrada, P., Zhang, L., Martin, M. S., Aaslyng, M. D., & Petersen, I. L. (2025). Faba bean tempeh: The effects of fermentation and cooking on protein nutritional quality and sensory quality. *Food Chemistry Advances*, 6(July 2024).
<https://doi.org/10.1016/j.focha.2025.100894>

- Tilotta, M. (2004). *Novel Nicotinic Acetylcholine Receptor Ligands based on Cytisine, Ferruginine, Anatoxin-a and Choline*. November.
<https://bonndoc.ulb.uni-bonn.de/xmlui/handle/20.500.11811/2112>
- Trianto, M., Budiarsa, I. M., & Kundera, I. N. (2019). Kadar Protein Berbagai Jenis Kacang (Leguminosae) dan Pemanfaatannya sebagai Media Pembelajaran. *Journal of Biologoy Science and Education (JBSE)*, 7(2).
- Umbu Henggu, K., & Nurdiansyah, Y. (2022). Review dari Metabolisme Karbohidrat, Lipid, Protein, dan Asam Nukleat. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 3(2), 9–17.
<https://doi.org/10.33059/jq.v3i2.5688>
- Utari, D. M., Rimbawan, Riyadi, H., Muhilal, & Purwastyastuti. (2010). Pengaruh Pengolahan Kedelai Menjadi Tempe dan Pemasakan Tempe Terhadap Kadar Isoflavon. *Penelitian Gizi Dan Makanan*, 33(2), 148–153.
- Viana, L., & English, M. (2022). The Impact of Dehulling and Germination on the Physiochemical, Protein Solubility and Water and Oil Holding Capacities of Yellow Eye Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Protein Concentrates. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6(June), 1–13.
<https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.855788>
- Weigelt, K., Küster, H., Radchuk, R., Müller, M., Weichert, H., Fait, A., Fernie, A. R., Saalbach, I., & Weber, H. (2008). Increasing amino acid supply in pea embryos reveals specific interactions of N and C metabolism, and highlights the importance of mitochondrial metabolism. *Plant Journal*, 55(6), 909–926.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2008.03560.x>
- Yadav, A. K., & Singh, S. V. (2014). Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 51(9), 1654–1673. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0659-2>
- Yarlina, V. P., Djali, M., Andoyo, R., Nurmilah, S., & Lani, M. N. (2024). Metagenomic insights into enhancing protein content and digestibility in Jack Bean (*Canavalia ensiformis*) tempeh: Unraveling microbial dynamics during fermentation. *Applied Food Research*, 4(2), 100588.
<https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100588>
- Zahra, F. N., Purnawati, A., & Nirwanto, H. (2022). Pengaruh jenis desinfektan terhadap infeksi cendawan pada benih jagung (*Zea mays*) pemasukan dari beberapa daerah. *Jurnal Agrienvi*, 16(1), 21–25.