

Original Research Article

THE INFLUENCE OF FERMENTATION DURATION ON THE NUTRITION CONTENT OF AVICENNIA MARINA LEAF FLOUR FERMENTED WITH RHIZOPUS ORYZAE

Puput Safitri ^{1*}, Emi Kusumawardani ²

¹ Bachelor's Degree Study Program in Nutrition, College of Health Science of Husada Jombang, East Java Province, Indonesia, Postal address: 61481

² Diploma Program of Midwifery, College of Health Sciences of Husada Jombang, East Java Province, Indonesia, Postal address: 61481

*Correspondence:

Puput Safitri

Bachelor's Degree Study Program in Nutrition, College of Health Science of Husada Jombang, East Java Province, Indonesia, Postal address: 61481

Email: puput.musicgita@gmail.com

Article Info:

Received: January 10, 2026

Accepted: January 24, 2026

DOI:

<https://doi.org/10.60050/pwh.v7i1.117>

Abstract

Background: Avicennia marina has a higher protein content than other mangrove species, making it a promising plant for wider use. Processing Avicennia marina leaves into flour can improve their usability and extend shelf life. However, studies on how processing affects the nutritional value of this leaf flour are still limited. Therefore, this study aims to examine the effect of fermentation duration on the nutritional value of Avicennia marina leaf flour. Rhizopus oryzae was used as the fermentation agent.

Objectives: This study aimed to determine the effect of fermentation duration on the nutritional value of Avicennia marina leaf flour fermented with Rhizopus oryzae. An experimental approach was conducted to examine the cause-and-effect relationship between the independent and dependent variables.

Methods: This study employed a simple completely randomized design (CRD) with five treatments and three replicates per treatment. The completely randomized design is the simplest of the available designs. No blocking was used; therefore, variation was attributed to treatment effects and experimental error. The study used a simple Completely Randomized Design (CRD) and an Honest Significant Difference (HSD) test (Tukey's test) at the 5% significance level, using SPSS version 16.

Results: Fermentation with R. oryzae was associated with a higher nutrient composition in Avicennia marina leaf flour. Four days of fermentation is chosen as the best treatment, with the highest protein content of 19.95%, 9.58% of water content, 10.89% of ash content, 6.37% of fat, 13% of crude fiber, and has 5.02 of pH. The product has 16 kinds of amino acid and Glutamic acid (non-essential) was found to have the highest content.

Conclusion: Based on the findings of this study, the fermentation process shows a beneficial effect on the nutritional value of fermented Avicennia marina leaf flour, and the duration of fermentation is crucial to control the product content. Accordingly, further studies are required to achieve more robust outcomes and to optimize the utilization of fermented Avicennia marina leaf flour.

Keywords: Avicennia Marina Leaf Flour, Rhizopus Oryzae, Fermentation, Amino Acids.

PENDAHULUAN

Status Indonesia sebagai negara maritim menjadikannya memiliki keragaman sumber daya hayati yang kaya. Ekosistem pesisir laut yang dikenal dengan mangrove memainkan peran penting dalam menjaga garis pantai, menyerap karbon, dan menjaga keanekaragaman hayati yang tinggi (Friess *et al.*, 2019). Di lingkungan yang asin dan tergenang air, tumbuhan mangrove telah mengembangkan adaptasi fisiologis dan biokimia yang seringkali menghasilkan berbagai jenis metabolit sekunder yang memiliki sifat antimikroba, antiinflamasi, antioksidan, dan antikanker (Yang *et al.*, 2018). Sebagai sumber zat bioaktif baru untuk pengembangan farmasi, spesies mangrove telah menarik perhatian para peneliti dalam beberapa dekade terakhir (Zhou *et al.*, 2025).

Avicennia marina (A. marina) adalah salah satu spesies mangrove yang menarik karena sangat tahan terhadap berbagai kondisi lingkungan seperti kadar garam yang tinggi, pasang surut yang tajam, suhu tinggi, dan angin (Eldohaji *et al.*, 2020). Fleksibilitas ini menunjukkan bahwa A. marina mungkin memiliki zat bioaktif dengan tindakan terapeutik yang meningkatkan kesehatan (Wayan *et al.*, 2024). Dalam sebuah penelitian tentang penggunaan daun *Avicennia marina* sebagai pakan ternak di Arab Saudi, ditemukan bahwa kandungan protein daun A. marina (13%) atau dua kali lipat lebih tinggi dari kandungan daun *Rhizophora mucronata* (6,3%), sedangkan kandungan lipid, karbohidrat, dan abu sebanding (Khafaji *et al.*, 1993). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa bagian daun memiliki kandungan nutrisi yang lebih tinggi dibanding bagian lainnya, yakni mengandung protein (13%) atau 1,9 kali lebih tinggi daripada kandungan batang (7%) dan 3,3 kali lebih tinggi daripada kandungan akar (4%) (Baba *et al.*, 2016). Hasil ini menunjukkan bahwa daun tanaman *Avicennia marina* memiliki banyak keunggulan untuk dimanfaatkan potensinya. Pengolahan daun A. marina menjadi tepung merupakan salah satu solusi terbaik untuk menjadikannya produk pangan fungsional.

Fermentasi merupakan proses pengolahan yang memberikan keuntungan pada produk olahan karena dapat menghasilkan produk pecahan senyawa dan substrat organik baru melalui aktivitas mikroba. Dalam proses pembuatan tepung daun *Avicennia marina*, fermentasi diharapkan dapat meningkatkan kandungan nutrisinya. Peptida bioaktif (PB) adalah fragmen protein pendek dengan fungsi fisiologis yang signifikan, termasuk aktivitas antioksidan, antihipertensi, antimikroba, dan antidiabetik. Senyawa-senyawa ini umum dilepaskan selama fermentasi, menjadikan makanan fermentasi tinggi protein (HPFF) sebagai sumber agen peningkat kesehatan alami yang menjanjikan (Muhammad *et al.*, 2025).

Setiap produk pangan memiliki waktu optimal fermentasi yang berbeda-beda sesuai dengan karakteristik produk dan zat metabolit yang dihasilkan. Proses fermentasi tempe menggunakan kapang *Rhizopus oryzae* memakan waktu antara 36 - 48 jam. Produk pangan lain yang menggunakan mikroorganisme ini membutuhkan waktu yang serupa. Fermentasi yang berlangsung terlalu lama menyebabkan peningkatan pertumbuhan bakteri dan asam lemak bebas, tetapi menurunkan pertumbuhan jamur sehingga menyebabkan adanya degradasi pada protein lebih lanjut yang menghasilkan amoniak (NH₃) menyebabkan bau tengik. Fermentasi yang terlalu lama juga memecah zat karbohidrat di dalamnya yang berpotensi mempercepat pembusukan (Winarno, 1980). Oleh karena itu, durasi fermentasi menjadi faktor yang krusial untuk menjaga kualitas fisik maupun nutrisi yang terkandung di dalam produk.

METODE

Desain Studi

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) sederhana, yang memiliki empat perlakuan dan satu kontrol dengan tiga kali ulangan. Pengujian kandungan nutrisi dilakukan dengan metode thermogravimetri, Kjeldahl, Goldfish, HPLC dan perbandingan berat kering.

Pengaturan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober-Desember 2025 di Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan, Laboratorium Penanganan Hasil Perikanan, Laboratorium Biokimia dan Nutrisi Ikan Universitas Brawijaya Malang serta Laboratorium Balai Penelitian Ternak Bogor.

Subjek Penelitian

Daun *Avicennia marina* diambil dari taman mangrove di Probolinggo. Daun dicuci bersih lalu tulang daunnya dihilangkan. Setelah itu, daun dikeringkan selama dua hingga tiga hari di bawah sinar matahari hingga kering. Daun *Avicennia marina* kering lalu digiling menggunakan mesin pengilingan, kemudian diayak menggunakan ayakan 100 mesh sehingga menghasilkan tepung daun *Avicennia marina*.

Sebanyak 40-gram tepung daun *Avicennia marina* dimasukkan ke dalam cup plastik lalu ditambahkan Aquadest sebanyak 80 mililiter. Sampel disediakan sesuai jumlah perlakuan dan pengulangan, yakni sebanyak 12 cup dan 1 cup sampel blanko. Disediakan satu sampel blanko (fermentasi 0 hari) sebagai parameter pembandingan. Setelah itu seluruh sampel disterilkan di dalam steamer selama 20 menit, lalu didinginkan pada suhu ruang (27°C). Setiap sampel diberi ragi (*Rhizopus oryzae*) sebanyak 1%, kecuali sampel blanko. Penentuan konsentrasi ragi dipilih menurut hasil terbaik dari penelitian sebelumnya (beri sitasi). Seluruh sampel disimpan di ruangan tertutup untuk fermentasi yang berlangsung selama 2, 4, 6 dan 8 hari sesuai dengan perlakuan. Suhu dan pertumbuhan ragi diperiksa setiap harinya.

Instrumen

Kadar air diukur menggunakan metode thermogravimetri. Pengukuran kadar abu dilakukan dengan metode selisih berat kering antara sampel awal dengan abu hasil pembakaran sampel di furnace. Metode Kjeldahl digunakan untuk mengukur kadar protein, sedangkan kandungan asam amino diukur menggunakan metode HPLC. Metode Goldfish digunakan untuk mengukur kadar lemak dan serat kasar. Nilai pH diukur menggunakan pH meter.

Intervensi dan Pengumpulan Data

Peneliti melakukan proses pembuatan tepung daun *Avicennia marina* dan proses fermentasi dilakukan di Laboratorium Biokimia dan Nutrisi Ikan Universitas Brawijaya. Kemudian peneliti melakukan uji kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, serat kasar, dan pH. Pengujian kandungan asam amino dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian Ternak Bogor.

Analisis Data

Studi ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan yakni lama fermentasi selama 2, 4, 6 dan 8 hari serta tiga kali pengulangan. Sampel dengan fermentasi 0 hari berlaku sebagai kontrol. Dalam penelitian ini, kontrol berfungsi sebagai baseline untuk membandingkan hasil dari kelompok perlakuan dan memastikan validitas hasil penelitian berupa peningkatan nilai nutrisi. Perlakuan terbaik ditentukan melalui uji ANOVA.

Pertimbangan Etis

Penelitian ini tidak melibatkan subjek manusia maupun hewan coba, sehingga tidak memerlukan persetujuan etik dari komite etik penelitian kesehatan. Seluruh prosedur penelitian dilakukan menggunakan bahan nabati berupa daun *Avicennia marina* yang diperoleh dari kawasan mangrove dengan memperhatikan prinsip keberlanjutan dan tanpa merusak ekosistem lingkungan.

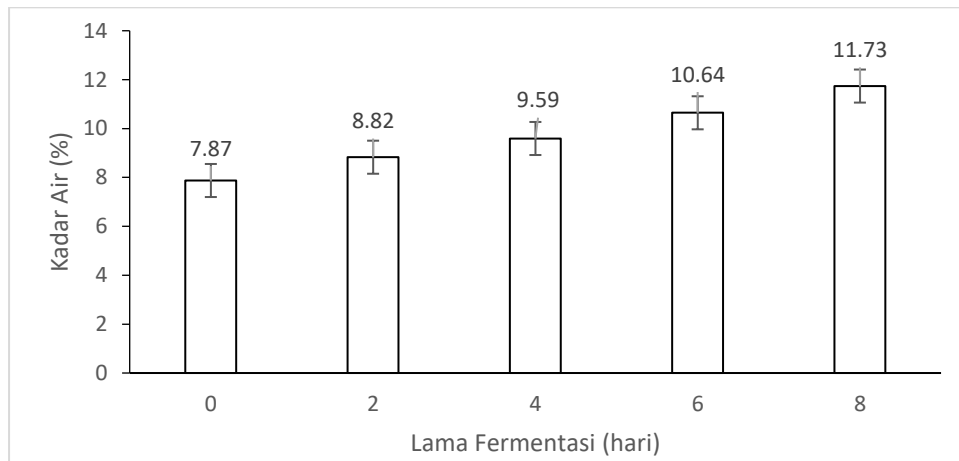
Proses pengambilan sampel, pengolahan, fermentasi, serta analisis laboratorium dilaksanakan sesuai dengan standar operasional prosedur (SOP) laboratorium yang berlaku untuk menjamin

keselamatan peneliti, keakuratan data, serta integritas hasil penelitian. Penelitian ini juga menjunjung tinggi prinsip kejujuran ilmiah, termasuk dalam pengolahan data, pelaporan hasil, dan publikasi, tanpa adanya manipulasi data atau konflik kepentingan.

Apabila penelitian ini dikembangkan lebih lanjut ke tahap uji konsumsi atau uji klinis, maka persetujuan etik dari komite etik penelitian yang berwenang akan diperoleh terlebih dahulu sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

HASIL

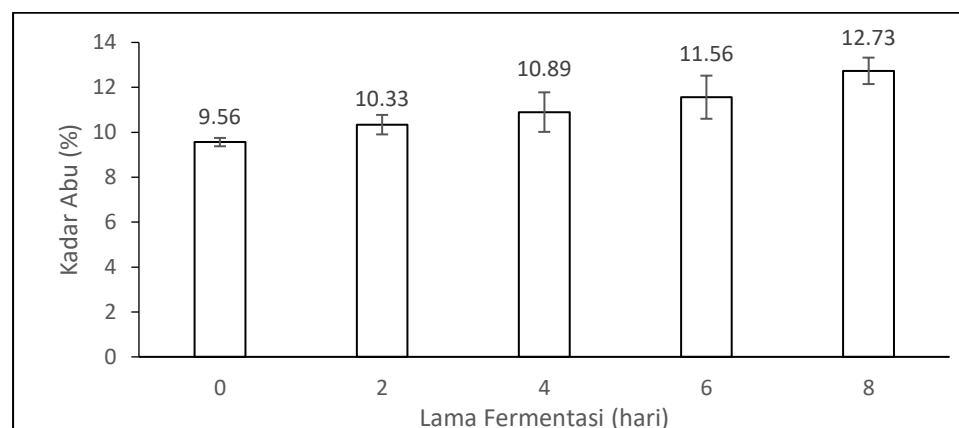
Kadar Air



Gambar 1. Nilai kadar air pada tepung *Avicenia marina* yang difermentasi menggunakan *Rhizopus orizae* dengan perlakuan lama fermentasi (Sumber: Data Primer, 2025).

Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar air ditunjukkan pada **gambar 1**. Tepung daun *A. Marina* tanpa perlakuan (fermentasi selama 0 hari) memiliki kadar air terendah sebesar 7,87 %, sedangkan tepung dengan perlakuan fermentasi mengalami peningkatan kadar air. Kadar air meningkat seiring dengan lama fermentasi. Sehingga bisa disimpulkan bahwa semakin lama waktu fermentasi maka kadar airnya makin tinggi.

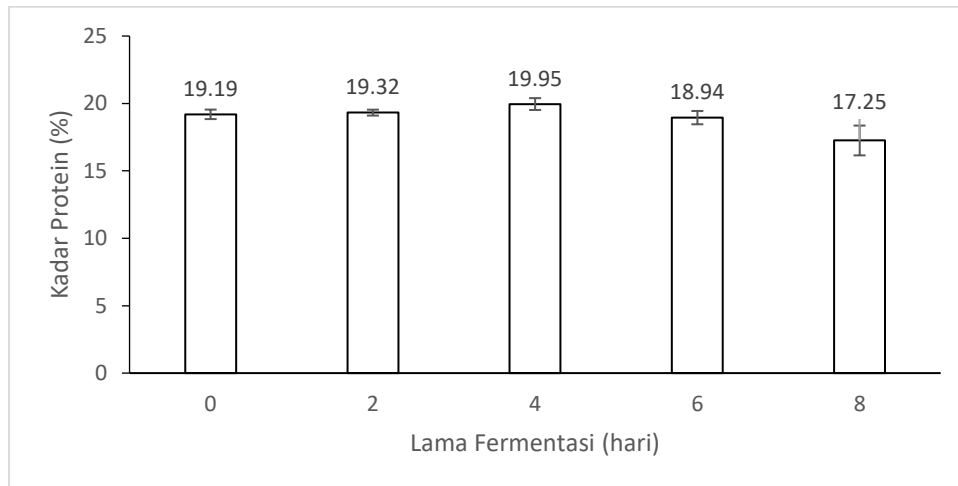
Kadar Abu



Gambar 2. Nilai kadar abu pada tepung *Avicenia marina* yang difermentasi menggunakan *Rhizopus orizae* dengan perlakuan lama fermentasi (Sumber: Data Primer, 2025).

Kadar abu menunjukkan kadar mineral yang terkandung dalam bahan. Dilihat dari gambar 2, perlakuan fermentasi cenderung meningkatkan kadar abu tepung. Kadar abu terus meningkat seiring dengan waktu fermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa lama fermentasi memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan kadar abu pada tepung.

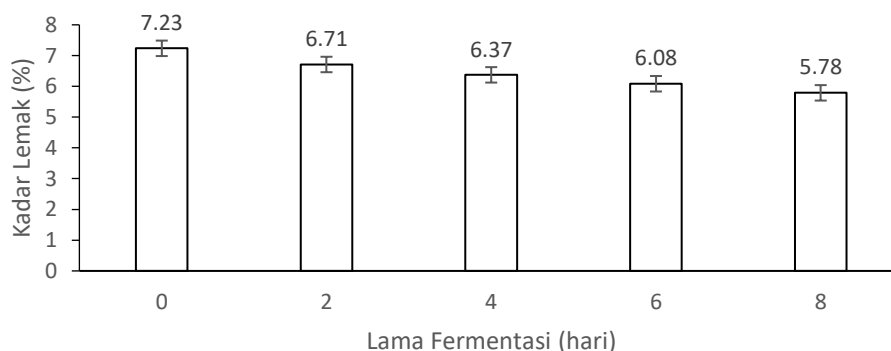
Kadar Protein



Gambar 3. Nilai kadar protein pada tepung *Avicenia marina* yang difermentasi menggunakan *Rhizopus orizae* dengan perlakuan lama fermentasi (Sumber: Data Primer, 2025).

Kadar protein awal tepung *A. marina* adalah 19,19%. Data pada gambar 3 menunjukkan bahwa fermentasi hingga hari ke-4 dapat meningkatkan kadar protein, namun kadar protein menurun di hari-hari berikutnya. Waktu fermentasi selama 6 dan 8 hari dapat menurunkan kadar protein tepung, bahkan kadarnya lebih rendah dari kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa dibutuhkan waktu fermentasi yang optimal untuk menghasilkan kadar protein tertinggi, yakni selama 4 hari.

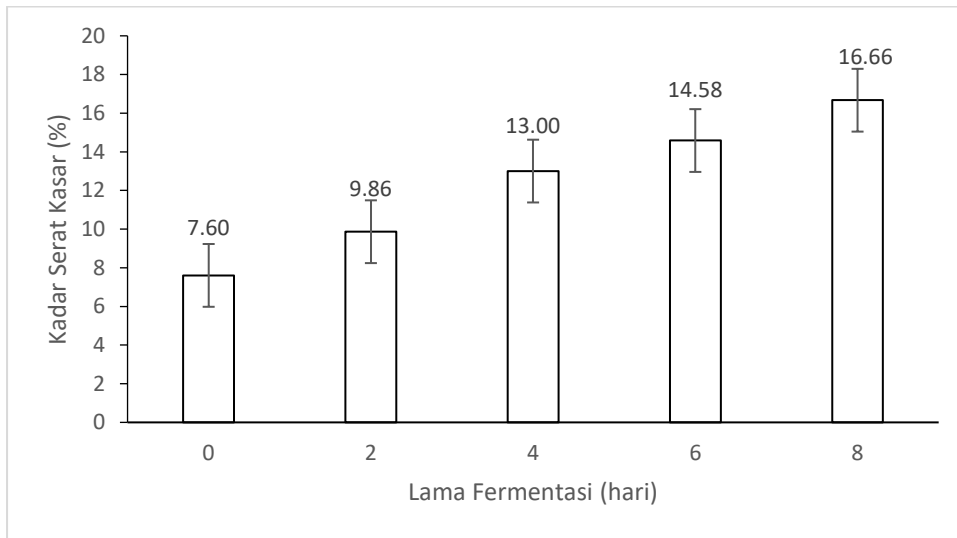
Kadar Lemak



Gambar 4. Nilai kadar lemak pada tepung *Avicenia marina* yang difermentasi menggunakan *Rhizopus orizae* dengan perlakuan lama fermentasi (Sumber: Data Primer, 2025).

Dilihat dari gambar 4, pemberian perlakuan fermentasi cenderung menurunkan kadar lemak tepung *A. marina*. Terlihat bahwa tepung tanpa perlakuan (fermentasi 0 hari) memiliki kandungan lemak tertinggi, yakni 7,23%. Proses fermentasi di hari kedua menurunkan kadar lemak sebesar 0,42%, yakni dari 7,23% menjadi 6,71 %. Demikian pula, fermentasi di hari-hari selanjutnya menunjukkan

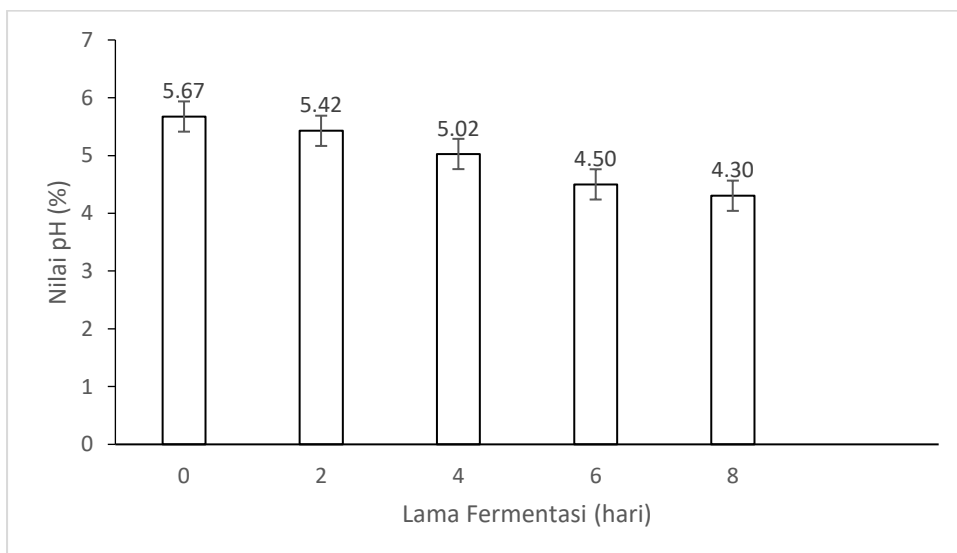
adanya penurunan pada kadar lemak tepung. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu fermentasi, semakin turun kadar lemaknya.



Gambar 5. Nilai kadar serat kasar pada tepung *Avicenia marina* yang difermentasi menggunakan *Rhoizopus orizae* dengan perlakuan lama fermentasi (Sumber: Data Primer, 2025).

Pada gambar 5, dapat dilihat bahwa pemberian perlakuan fermentasi dapat meningkatkan kadar serat kasar pada tepung *A. marina*. Per 2 hari waktu fermentasi dapat meningkatkan kadar serat kasar lebih dari 2%, kecuali dari hari ke-4 hingga hari ke-6 peningkatannya hanya 1,58%. Semakin lama waktu fermentasi, kadar serat kasarnya semakin meningkat, hal ini ditunjukkan dengan perolehan kadar lemak tertinggi sebesar 16,66% di hari ke-8.

Nilai pH



Gambar 5. Nilai pH pada tepung *Avicenia marina* yang difermentasi menggunakan *Rhoizopus orizae* dengan perlakuan lama fermentasi (Sumber: Data Primer, 2025).

Pemberian perlakuan fermentasi pada tepung *A. marina* cenderung menurunkan pH tepung. Semakin lama waktu fermentasi, pH tepung cenderung semakin menurun. pH tepung *A. marina* yang

tidak difermentasi adalah yang tertinggi, yakni 5,67. Fermentasi per 2 hari menurunkan pH tepung, namun penurunnya kurang dari 0,2. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan pH dari hasil proses fermentasi tidak signifikan.

Penentuan Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik terhadap tepung *A. marina* dilakukan dengan analisis ANOVA, dimana perlakuan memberikan hasil yang nyata atau signifikan jika nilai perbedaan masing-masing perlakuan lebih dari 0,05 ($p < 0,05$). Data analisis tepung daun *Avicennia marina* dengan lama fermentasi selama 0, 2, 4, 6, dan 8 menunjukkan bahwa pada kadar air, kadar abu, kadar protein, dan kadar serat kasar tepung berbeda nyata ($p < 0,05$), sedangkan hasil analisis kadar lemak dan nilai pH tidak berbeda nyata. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa proses fermentasi memberikan dampak yang signifikan pada kadar air, kadar abu, kadar protein dan serat kasar dan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kadar lemak dan pH tepung.

Perlu diperhitungkan bahwa protein merupakan zat nutrisi terpenting pada produk maupun bahan pangan. Pada penelitian ini, kadar protein merupakan parameter terpenting yang perlu untuk ditingkatkan. Kadar protein tertinggi terdapat pada tepung yang difermentasi selama 4 hari. Proses fermentasi di hari berikutnya cenderung menurunkan kadar protein tepung. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa tepung yang memperoleh perlakuan fermentasi selama 4 hari memiliki skor, yang merupakan skor tertinggi dari yang lainnya.

Kandungan Asam Amino

Analisis kandungan asam amino dilakukan menggunakan metode High Performance Liquid Performance (HPLC) pada tepung daun *Avicennia marina* yang menerima perlakuan terbaik, yakni tepung yang telah difermentasi selama 4 hari. Tepung yang difermentasi selama 4 hari juga memiliki kandungan protein yang tertinggi.

Tabel 1. Hasil Analisis Kandungan Asam Amino pada Tepung Daun *Avicennia marina* dengan Perlakuan Fermentasi Hari ke-4.

Jenis/Kode	Parameter	Satuan	Hasil	Metoda uji
<i>Avicennia Marina</i>	As. Aspartat	g/100g	5,54	HPLC
	Serin	g/100g	1,47	
	Asam glutamat	g/100g	12,60	
	Glysin	g/100g	3,38	
	Histidin	g/100g	0,68	
	Arginin	g/100g	3,56	
	Treonin	g/100g	1,86	
	Alanin	g/100g	2,48	
	Prolin	g/100g	3,71	
	Cystein	g/100g	0,01	
	Tyrosin	g/100g	1,48	
	Valin	g/100g	3,02	
	Metionin	g/100g	0,18	
	Lysine	g/100g	2,93	
	Isoleusin	g/100g	2,36	
	Leusin	g/100g	4,28	
	Phenilalanin	g/100g	2,76	

Sumber: Data Primer, 2025.

Hasil uji HPLC pada tepung yang difermentasi selama 4 hari menunjukkan bahwa tepung daun *Avicennia marina* memiliki 16 jenis asam amino. Asam glutamat menjadi yang tertinggi yakni sebesar

12,60 gram per 100 gram, sedangkan Sistein adalah yang terendah yakni sebesar 0,01 gram per 100 gram. Tepung daun *A. marina* memiliki 8 dari 9 asam amino esensial, yaitu Leusin, Isoleusin, Lisin, Valin, Treonin, Histidin, Metionin dan Fenilalanin. Asam amino esensial yang tidak terkandung di dalam tepung adalah Triptofan. Kandungan asam amino non esensial tepung daun *A. marina* berupa Asam Aspartat, Serin, Asam glutamat, Glisin, Arginin, Alanin, Prolin, Sistein dan Tirosin. Asam amino non esensial yang tidak terkandung di dalam tepung adalah Asparagin dan Glutamin.

PEMBAHASAN

Tabel 2. Kadar Protein, Kadar Air, Kadar Abu, pH, Dan Serat Kasar pada Tepung Daun *Avicennia Marina* dengan Perlakuan Lama Fermentasi.

Perlakuan Lama Fermentasi	Parameter (%)					
	Protein	Lemak	Air	Abu	pH	Serat Kasar
0 hari	19,19	7,23	7,87	9,56	5,67	7,60
2 hari	19,32	6,71	8,82	10,33	5,42	9,86
4 hari	19,95	6,37	9,59	10,89	5,02	13,00
6 hari	18,94	6,08	10,64	11,56	4,50	14,58
8 hari	17,25	5,78	11,73	12,73	4,30	16,66

Sumber: Data Primer, 2025.

Hasil analisis yang tercantum pada tabel 2, di atas menunjukkan bahwa waktu fermentasi menurunkan kadar protein. Terdapat perbedaan signifikan pada tiap perlakuan dimana kandungan protein menurun hingga diakhir proses fermentasi. Menurut Kasmidjo (1990), jumlah asam amino berubah selama proses fermentasi, dengan jumlah total asam amino meningkat setelah fermentasi. Namun, setelah enam jam, proses fermentasi menyebabkan kadar protein menurun. Proses fermentasi di atas 4 hari akan meningkatkan kadar amoniak NH_3 yang bersifat toksik pada ragi *Rhizopus oryzae* dan menyebabkan adanya penurunan kadar protein pada fermentasi di hari berikutnya.

Mengetahui kandungan asam amino pada protein suatu bahan pangan sangat penting untuk menentukan pilihan aproduk pangan kita. Protein dihidrolisis menjadi dipeptida dan asam amino selama proses fermentasi. Hal ini membuat asam amino pada produk fermentasi lebih mudah dicerna dalam proses pencernaan. Proses fermentasi selama 2 dan 4 hari dapat meningkatkan kadar protein tepung daun *A. marina* yang artinya kadar asam amino juga meningkat. Namun fermentasi di hari berikutnya dapat menurunkan kadar asam amino.

Kadar lemak tepung menurun setelah mengalami proses fermentasi namun penurunannya tidak signifikan. Penurunan yang tidak signifikan ini terjadi karena mikroba tidak dapat menggunakan lemak secara langsung (Ketaren, 1986). Degradasi lemak pada proses fermentasi dapat menciptakan rasa baru yang memberikan nilai tambah secara sensorik pada produk. Namun pemecahan asam lemak oleh proses oksidasi pada proses fermentasi juga menimbulkan bau tengik dan rasa yang tidak enak. Hal ini menunjukkan bahwa proses fermentasi diperlukan untuk menciptakan cita rasa, namun penurunan lemak yang terlalu tinggi tidak diharapkan.

Kadar air terus meningkat seiring dengan lamanya waktu fermentasi. Mulato *et al.*, (2002), menyatakan bahwa peningkatan kadar air selama proses fermentasi disebabkan aktivitas metabolisme organisme. Semakin hari, proses fermentasi semakin intensif menyebabkan kadar air meningkat.

Kadar abu pada suatu bahan pangan menunjukkan besarnya kadar mineral yang dikandungnya, termasuk vitamin dan trace element yang penting bagi tubuh. Pada pengolahan tempe menggunakan kapang *Rhizopus oryzae*, kandungan Vitamin terutama vitamin B12, dianggap sebagai sumber peningkatan kadar abu (Ferlina, 2009). Jumlah vitamin B kompleks, kecuali tiamin, meningkat selama

proses fermentasi menurut Astuti *et al.*, (2000). Bakteri *Klebsiella pneumoniae*, merupakan mikroba bermanfaat yang mungkin secara alami muncul selama fermentasi tempe, menghasilkan vitamin B12 (Steinkraus 1983). Hal serupa kemungkinan juga terjadi pada fermentasi tepung daun *A. marina* yang menunjukkan peningkatan kadar abu selama proses fermentasi.

Nilai pH tepung menurun seiring dengan lamanya proses fermentasi, namun penurunannya tidak signifikan. *Rhizopus oryzae* mengubah karbohidrat menjadi asam laktat selama fermentasi, sedangkan *Pediococcus halophilus* mengubah gula sederhana menjadi asam laktat dan asetat dengan bantuan enzim. Karena pertumbuhan jamur aktif selama fermentasi, fermentasi asam laktat dapat menyebabkan penurunan pH (Ratnaningsih *et al.*, 2009).

Kadar serat kasar terus meningkat seiring dengan lamanya waktu fermentasi. Peningkatan ini didukung oleh banyaknya hifa jamur selama proses fermentasi. Pemecahan polisakarida menjadi bagian yang lebih sederhana dilakukan oleh enzim yang dibuat oleh jamur tempe (*Rhizopus oryzae*), yang menyebabkan peningkatan kadar serat kasar selama periode fermentasi (Ratnaningsih *et al.*, 2009). Dengan peningkatan kadar serat ini, tepung daun *Avicennia Marina* dapat menjadi pilihan serat yang baik untuk pencernaan.

KESIMPULAN

Proses fermentasi menggunakan kapang *Rhizopus oryzae* pada pembuatan tepung daun *Avicennia marina* dapat meningkatkan nilai kandungan nutrisinya, akan tetapi dibutuhkan durasi fermentasi yang tepat karena fermentasi yang terlalu lama dapat menurunkan kualitas produk. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa waktu fermentasi selama 4 hari merupakan perlakuan terbaik dengan produk memiliki kandungan protein sebesar 19,95%, kandungan lemak sebesar 6,37%, kandungan air sebesar 9,59%, kandungan abu sebesar 10,89%, kandungan serat kasar sebesar 13% dan nilai pH 5,02. Kandungan nutrisi tepung *A. marina* yang difermentasi secara umum lebih baik daripada kandungan nutrisi tepung tanpa perlakuan yang memiliki kandungan protein sebesar 19,19%, kadar lemak sebesar 7,23%, kadar air sebesar 7,87%, kadar abu sebesar 9,56%, kadar serat kasar sebesar 7,6% dan nilai pH sebesar 5,67.

SARAN

Diperlukan penelitian lebih lanjut yang menginvestigasi tentang pengaplikasian tepung fermentasi daun *A. Marina* dijadikan sebuah produk pangan beserta respon hasil uji organoleptik untuk mengetahui penerimaan terhadap hasil produk olahannya. Diperlukan pula penelitian lebih lanjut yang menginvestigasi dampak mengkonsumsi tepung daun *A. Marina* bagi kesehatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada kepala laboratorium Biokimia dan Nutrisi Ikan, Universitas Brawijaya, dan kepala Laboratorium Balai Penelitian Ternak Bogor.

PERNYATAAN KEPENTINGAN YANG BERTENTANGAN

Pelaksanaan penelitian ini tidak terdapat konflik kepentingan didalamnya.

PENDANAAN

Pada penelitian ini pendanaan menggunakan dana pribadi peneliti. Penelitian ini tidak mendapatkan pendanaan dari institusi manapun.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, M., Meliala, A., Fabien, D., Wahlq, M.. 2000. *Tempe, a nutritious and healthy food from Indonesia*. Asia Pacific J Clin Nutr (2000) 9(4): 322 – 325. <http://iqbalali.com/2008/05/07/buat-tempe-yuuuuk/>.
- Baba, S., Chan, H.T., Oshiro, N., Maxwell, G.S., Inoue T., & Chan, E.W.C. 2016. *Botany, Uses, Chemistry and Bioactivities of Mangrove Plants IV: Avicennia marina*. ISME/GLOMIS Electronic Journal. 14 (2): 5-6.
- Buckle, K. A. 2007. *Ilmu Pangan*. Cetakan Keempat. Penerjemah: Hari Purnomo dan Andiono. Jakarta : UI Press
- Eldohaji, L.M., Hamoda, A.M., Hamdy, R., & Soliman, S.S.M. 2020. *Avicennia marina A Natural Reservoir of Phytopharmaceuticals: Curative Power and Platform of Medicines*. Journal of Ethnopharmacology. 263.
- Ferlina F. 2009. *Tempe*. <http://www.adln.lib.unair.ac.id/gp.php> (Diakses pada tanggal 3 November 2016).
- Friess, D.A.; Rogers, K.; Lovelock, C.E.; Krauss, K.W.; Hamilton, S.E.; Lee, S.Y.; Lucas, R.; Primavera, J.; Rajkaran, A.; Shi, S. *The state of the world's mangrove forests: Past, present, and future*. Annu. Rev. Environ. Resour. 2019, 44, 89–115.
- Hasseltine, C.W. and H.L. Wang 1972. *Fermented Soybean Food Products*, dalam *Soybean : Chemistry and Technology Vol 1*. Avi Publishing Co. Westport, Conn.
- Jacob AM, Purwaningsih S, Rinto. 2011. *Anatomi, Komponen Bioaktif dan Efektifitas Antioksidan Daun Mangrove Api-api (Avicennia marina)*. Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia XIV (2): 141-150.
- Kasmidjo, R.B.. 1990. *Tempe : Mikrobiologi dan Kimia Pengolahan serta Pemanfaatannya*. PAU Pangan dan Gizi UGM. Yogyakarta.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta : UI-Press.
- Muhammad Alfid Kurnianto, Salma Shafrina Aulia, Siska Septiana, Fathma Syahbanu, Hadi Munarko, Nguyen Thi Thanh Tinh, Ekowati Chasanah, and Dina Mustika Rini. *Bioactive Peptides from Indonesian High-Protein Fermented Foods: A Promising Source of Functional Compounds*. 2025. JIPK. Volume 17 No 3 October 2025
- Mulato, S., Widyotomo, S., dan Handaka. 2002. *Desain Teknologi Pengolahan Pasta, Lemak, dan Bubuk Coklat untuk Kelompok Tani*. Universitas Hasanudin. Makasar.
- Simlai, A.; Roy, A. *Biological activities and chemical constituents of some mangrove species from Sundarban estuary: An overview*. Pharmacogn. Rev. 2013, 7, 170.
- Steinkraus. 1983. *Change in Soybean Lipids During Tempeh Fermentation*. Agricultural Experiment Station, Cornell University, Geneva, N.Y.
- Umifarah Susi. 2009. *Komposisi Kimia dan Asam Amino pada Tempe Kacang Nagara (Vigna unguiculata ssp. cylindrica)*. http://www.academia.edu/4907499/KOMPOSISI_KIMIA_DAN_ASAM_AMINO_PADA_TEMPE_KACANG_NAGARA_Vigna_unguiculata_ssp._cylindrica_Chemical.
- Wayan Cintya Ganes Budastra, Tuhfatul Ulya, Selvira Anandia Intan Maulidya, Indra Purnomo, Baiq Risky Wahyu Lisnasari, Lina Permatasari. *Literature Review: Exploration of Bioactive Components of Avicennia marina and Its Biological Activities*. 2024. Jurnal Biologi Tropis. 24 (1b): 474 – 481
- Winarno, F.G. 1980. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Winarno, F.G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Yang, L.; Wen, K.-S.; Ruan, X.; Zhao, Y.-X.; Wei, F.; Wang, Q. *Response of plant secondary metabolites to environmental factors*. Molecules 2018, 23, 762.

Zhou, P.; Hu, H.; Wu, X.; Feng, Z.; Li, X.; Tavakoli, S.; Wu, K.; Deng, L.; Luo, H. Botany. *Traditional uses, phytochemistry, pharmacological activities, and toxicity of the mangrove plant Avicennia marina*: A comprehensive review. *Phytochem. Rev.* 2025, 1–36