

Analisis Profil Protein dan Total Protein Tempe Mendoan Asal Cilacap Dengan Berbagai Durasi Fermentasi Menggunakan SDS-PAGE

Reza Amelia Putri, Meka Faizal Farabi, Yusuf Eko Nugroho

Program Studi D IV Teknologi Laboratorium Medis Universitas Al-Irsyad Cilacap

Abstrak

Di Indonesia tanaman kedelai (*Glycine max (L) Merill*) banyak dibudidayakan, tetapi bukan tanaman asli Indonesia. Salah satu produk olahan kedelai yang gemar dikonsumsi oleh masyarakat adalah tempe, merupakan makanan tradisional dari Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui total protein dan profil protein tempe mendoan dengan durasi fermentasi 24, 48, dan 72 jam, guna mengetahui waktu fermentasi terbaik dalam menghasilkan kandungan protein yang tinggi. Analisis profil protein dan total protein dilakukan secara deskriptif yang ditabulasi dalam bentuk tabel dan dihitung rata-rata menggunakan JASP serta Microsoft Excel untuk mengetahui nilai absorbansi kurva baku. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total protein tertinggi pada fermentasi 48 jam sebesar 2,65 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$, diikuti oleh fermentasi 72 jam (2,32 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$) dan terendah pada fermentasi 24 jam (1,48 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$). Hasil SDS-PAGE menunjukkan bahwa semua sampel memiliki pita protein minor dengan berat molekul 74 kDa, 70 kDa, 48 kDa, 40 kDa, 31 kDa, 26 kDa, dan 10 kDa. Pada fermentasi 48 jam terdapat pita protein mayor 40 kDa, mengindikasikan bahwa pita yang lebih tebal (Mayor) memiliki konsentrasi protein yang lebih tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fermentasi 48 jam merupakan waktu yang optimal.

Kata Kunci : Kedelai, Jamur Rhizopus sp, Tempe Mendoan, Spektrofotometer, SDS-PAGE

Analysis of Protein Profile and Total Protein in Tempe Mendoan from Cilacap with Various Fermentation Durations Using SDS-PAGE

Abstract

In Indonesia, soybeans (*Glycine max (L) Merill*) are widely cultivated, but they are not native to Indonesia. One of the processed soybean products that is popular among Indonesians is tempeh, a traditional Indonesian food. This study aims to determine the total protein and protein profile of mendoan tempeh with fermentation durations of 24, 48, and 72 hours, in order to determine the best fermentation time for producing high protein content. Protein profile and total protein analysis were performed descriptively, tabulated in tables, and averaged using JASP and Microsoft Excel to determine the absorbance values of the standard curve. The results showed that the highest total protein was found in the 48 hour fermentation (2,65 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$), followed by the 72 hour fermentation (2,32 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$) and the lowest in the 24 hour fermentation (1,48 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$). The SDS-PAGE results showed that all samples had minor protein band with molecular weights of 74 kDa, 70 kDa, 48 kDa, 40 kDa, 31 kDa, 26 kDa, and 10 kDa. At 48 hours of fermentation, there was a major protein band at 40 kDa, indicating that the thicker (major) bands had higher protein concentrations. The results of the study showed that 48 hours of fermentation was the optimal time.

Keywords: : Soybeans, Rhizopus sp. Fungus, Tempe Mendoan, Spectrophotometer, SDS-PAGE

Korespondensi: Reza Amelia Putri, Prodi D IV Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Al-Irsyad Cilacap, Jl. Cerme No. 24 Sidanegara, Cilacap, Jawa Tengah, mobile 085726451391, e-mail rezaameliap12@gmail.com

Pendahuluan

Tingkat konsumen tempe dikalangan masyarakat Indonesia sangat tinggi karena kandungan gizi yang cukup tinggi dengan harganya yang sangat murah. Rata-rata masyarakat mengkonsumsi tempe per kapita di Indonesia diperkirakan sebesar 20,2 g/hari lebih rendah dibandingkan tahu yang sebesar 21,6 g/hari (Lestari et al., 2019). Tempe sendiri memiliki berbagai manfaat untuk kesehatan seperti meningkatkan imunitas, mencegah osteoporosis, menjaga kesehatan jantung, menurunkan kolesterol, menjaga pencernaan, meningkatkan fungsi otak, dan menghambat penuaan (Maryoto A, 2019). Tempe mendoan merupakan makanan khas daerah banyumas dan sekitarnya yang merupakan makanan kreasi dari tempe yang berbahan dasar kedelai.

Tanaman kedelai (*Glycine max (L) Merill*) adalah salah satu jenis tanaman yang umum dan banyak dibudidayakan di Indonesia, tetapi bukan tanaman asli wilayah ini. Kedelai pertama kali diperkenalkan melalui pedagang dari Tiongkok pada awal abad ke 18. Dalam setiap 100 gram kedelai kering terdapat kandungan kimia yang mencakup 35 hingga 54% protein, 18 hingga 32% lemak, 12 hingga 30% karbohidrat, 222 mg kalsium, serta 682 mg fosfat (Farabi, F. M., & Mubarok, A. 2020). Kedelai juga terdapat vitamin A, vitamin B, serta isoflavon yang memiliki peran yang signifikan dalam melindungi sistem imun serta dapat mendukung pemulihan sel-sel pada tubuh yang telah rusak (Putri et al., 2022). Tanaman kedelai merupakan tanaman semusim berbentuk semak, tinggi 10-200 cm, bercabang tergantung jenis dan lingkungan. Daunnya terdiri dari daun kecambah, tunggal, dan majemuk beranak tiga. Bunganya berwarna ungu muda atau putih, dan memiliki akar tunggang, cabang atau serabut dengan kedalaman hingga 30 cm (Saputra, 2020). Kedelai dapat diolah menjadi berbagai jenis makanan, contohnya adalah tempe yang melalui proses fermentasi dengan bantuan kapang *Rhizopus*.

Jenis *Rhizopus* yang umumnya ditemukan pada tempe adalah *Rhizopus oligosporus* dan *Rhizopus oryzae*. Aktivitas enzim tinggi karena (Kristiadi & Lunggani, 2022). Proses fermentasi dibagi menjadi beberapa fase, pertama yaitu fase cepat (waktu fermentasi 0 hingga 30 jam), yang disebabkan karena pertumbuhan kapang cepat, suhu naik, dan terbentuknya miselium. Kedua yaitu fase transisi (waktu fermentasi 30 hingga 60 jam), yang disebabkan karena terjadinya penurunan suhu, pertumbuhan kapang stabil.

Ketiga yaitu fase pembusukan (waktu fermentasi 60 hingga 90 jam), yang disebabkan karena terjadi penurunan pertumbuhan kapang, dan penaikan jumlah bakteri (Surbakti et al., 2020). Selama proses fermentasi, berbagai jenis kapang akan aktif. Para peneliti umumnya menyebutkan bahwa *Rhizopus oligosporus* adalah yang dominan. Kapang ini tumbuh pada tempe menghasilkan enzim yang mampu memecahkan senyawa kompleks. *Rhizopus oligosporus* menghasilkan enzim protease yang memiliki peran dalam menguraikan protein kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti asam amino. Pada proses pemecahan protein sangat penting dalam fermentasi, karena dapat menjadi faktor penentuan kualitas tempe sebagai protein nabati dengan daya cerna tinggi sehingga lebih mudah diserap oleh tubuh. Selama fermentasi *Rhizopus oligosporus* menguraikan protein menjadi dipeptida lalu menghasilkan senyawa seperti NH₃ atau NH₂ yang kemudian menguap. Semakin lama durasi waktu fermentasi, semakin lama pula kapang mendegradasi protein sehingga jumlah pada protein terurai semakin besar dan kandungan protein tempe mulai menurun (Muthmainna et al., 2017).

Istilah protein sendiri diambil dari bahasa Yunani dari kata protos, yang artinya paling penting atau utama. Protein adalah makronutrien penting pada pembentukan biomolekul, berbeda dengan karbohidrat dan lemak yang lebih berfungsi sebagai sumber energi. Selain itu, protein juga berfungsi sebagai pembentukan dan pertumbuhan tubuh, pemeliharaan jaringan serta menjadi sumber energi ketika karbohidrat dan lemak tidak ada (Cut Bidara Panita Umar, 2023). Fungsi protein sendiri memiliki karakteristik unik yang tidak bisa digantikan oleh nutrisi lain. Protein berperan dalam membangun serta merawat sel dan jaringan pada tubuh, mengatur keseimbangan air, dan menjaga kestabilan tubuh. Selain itu, protein juga merupakan pembentukan ikatan esensial, pengaturan zat gizi, pembentukan antibodi, dan berfungsi sebagai sumber energi (Rejeki et al., 2023). Salah satu sumber pangan kaya protein adalah tempe. Tempe merupakan makanan khas Indonesia yang dibuat dengan bahan dasar kacang kedelai dengan bantuan oleh kapang *Rhizopus oligosporus* dan *Rhizopus oryzae* pada proses fermentasi (Noviandi, 2018). Sedangkan profil protein adalah representasi dari kandungan pada protein kemudian dianalisis berdasarkan berat molekul dengan metode SDS-PAGE (Kaimudin, 2020).

Sodium Dodecyl Sulphate – Polyacrylamide Gel Electrophoresis (SDS-PAGE) adalah metode elektroforesis yang paling sering digunakan untuk memisahkan rantai polipeptida dalam protein. Pemisahan ini didasarkan pada kemampuan rantai polipeptida untuk melaju melalui arus listrik yang berfungsi tergantung pada panjang rantai polipeptida atau berat molekul (Hermanto et al., 2015). Prinsip kerja SDS-PAGE adalah protein dicampurkan dengan SDS yang bermuatan negatif dan mendenaturasi protein, saat dialirkan arus listrik maka molekul akan bermigrasi ke kutub positif kemudian molekul kecil bergerak lebih cepat, pemisahan terjadi pada gel berdasarkan ukuran molekul melalui pori-pori, semakin besar pori-pori maka semakin lambat pula pergerakannya (Nurmayasaki, 2020). Analisis profil protein menggunakan SDS-PAGE diperlukan untuk mengetahui adanya perubahan ukuran pada tempe mendoan.

Tempe mendoan merupakan salah satu makanan yang cukup digemari oleh masyarakat, berdasarkan uraian diatas, durasi waktu fermentasi yang tepat serta menghasilkan protein yang tinggi diperlukan untuk mengetahui perbedaan ukuran pita protein. Perbedaan lama fermentasi oleh setiap produsen, menyebabkan berbagai variasi kualitas nutrisi, termasuk pada kadar protein. Menentukan perubahan tersebut secara terukur dan untuk membuktikan semakin lama fermentasi maka dapat menyebabkan protein terdegradasi kemudian menyebabkan kadar protein menurun. Oleh karena itu, perlu diketahui profil protein dan total protein pada tempe mendoan asal Cilacap dengan berbagai durasi fermentasi menggunakan metode SDS-PAGE.

Metode

Jenis penelitian ini adalah deskriptif analitik. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan November 2024 hingga bulan April 2025, di Laboratorium Biologi Molekuler Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini seperti mikropipet, vortex, rotator, spektrofotometer visible, centrifuge, chamber elektroforesis. Bahan yang diperlukan pada penelitian seperti tempe mendoan dengan fermentasi yang berbeda, aquadest steril, polyacrylamide 30%, tris 1,5 M dengan pH 8,8, tris 1,0 M dengan pH 6,8, SDS 10%, APS 10%, TEMED, DTT, Bromophenol Blue, Glyserin, Coomassie Brilliant Blue.

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah tempe mendoan yang diproduksi di daerah Majenang, Kabupaten Cilacap. Kedelai dicuci hingga bersih kemudian direndam dan direbus. Tambahan ragi (*Raprima ®*) yang dibantu kapang *Rhizopus oligosporus* pada proses fermentasi dengan durasi yang berbeda.

Proses selanjutnya adalah pembuatan kurva baku, yaitu proses yang digunakan sebagai dasar untuk mengetahui konsentrasi sampel melalui hubungan antara konsentrasi larutan standar dan nilai absorbansi. Caranya dengan menambahkan Bovine Serum Albumin (BSA) dan Biorad Protein Assay (BPA) kemudian masukkan ke dalam mikrotube sesuai dengan volume pada Tabel 1.

Tabel 1. Pembuatan Kurva Baku

BSA (μ L)	Aquadest (μ L)	BPA (μ L)	OD
0 (blanko)	800	200	0
1	799	200	0,032
2	798	200	0,095
3	797	200	0,15
4	796	200	0,198
5	795	200	0,24
6	794	200	0,277
7	793	200	0,341
8	792	200	0,36
9	791	200	0,423
10	790	200	0,479

Setelah itu, reagen dihomogenkan dengan vortex dan diinkubasi pada suhu ruang selama 10 menit. Tuangkan reagen kedalam kuvet dan analisis dengan spektrofotometer visible pada panjang gelombang 595 nm.

Langkah selanjutnya isolasi protein, pada proses ini berfungsi sebagai pemisahan protein dari suatu bahan biologis sehingga diperoleh protein yang lebih murni. Prosedurnya yaitu memotong tempe mendoan sebanyak 3 g lalu haluskan hingga tekstur seperti bubur bayi. Sampel dimasukkan kedalam conical dan tambahkan larutan PBS 1x dengan pH 7,4 sebanyak 11 mL dan disentrifuge selama 15 menit pada kecepatan 3000 rpm.

Masukkan supernatant sampel sebanyak 2000 μ L ke dalam mikrotube. Masukkan 798 μ L dH₂O, 2 μ L supernatant dan 200 μ L BPA ke dalam mikrotube. Homogenkan menggunakan vortex lalu inkubasi pada suhu ruang 10 menit. Pada proses pembuatan blanko dimasukkan kedalam kuvet dan dianalisis pada spektrofotometer visible dengan panjang gelombang 595 nm.

Proses selanjutnya, hitung total protein dapat dilakukan untuk menghitung berapa banyak protein yang terdapat pada sampel. Menganalisis menggunakan spektrofotometri dengan cara mengambil campuran yang sudah dibuat pada proses isolasi protein, kemudian dimasukkan ke dalam kuvet dan dibaca menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 595 nm.

Preparasi uji SDS-PAGE dilakukan sebagai langkah awal menyiapkan sampel protein untuk proses pemisahan menggunakan gel elektroforesis, dengan cara memipet supernatant sampel sebanyak 16 μ L dan memipet buffer sebanyak 4 μ L lalu masukkan ke dalam mikrotube. Tambahkan PBS 1x dengan pH 7,4. Panaskan sampel dengan menggunakan air mendidih selama 2 menit agar rantai protein dalam sampel dapat terputus atau dipecahkan, lalu simpan dalam wadah yang berisi air dan es.

Proses pembuatan separating gel dengan menambahkan aquadest steril sebanyak 4900 μ L kemudian masukkan acrylamide 30% sebanyak 6000 μ L, menambahkan tris 1,5 M dengan pH 8,8 sebanyak 3800 μ L, menambahkan SDS 10% sebanyak 150 μ L, APS 10% sebanyak 150, dan menambahkan TEMED sebanyak 6 μ L. Homogenkan lalu tuangkan ke dalam glasplate kemudian menunggu hingga terjadi polimerisasi.

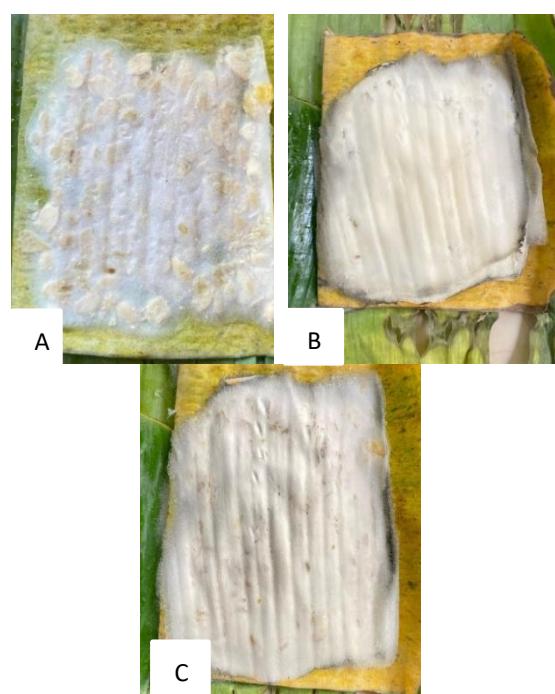
Setelah gel mengeras, tahap berikutnya adalah membuat stacking gel dengan cara memipet aquadest steril sebanyak 2700 μ L, lalu tuangkan ke dalam erlenmeyer. Menambahkan acrylamide 30% sebanyak 670 μ L, tris 1,0 M dengan pH 6,8 sebanyak 500 μ L, SDS 10% sebanyak 40 μ L, APS 10% sebanyak 40 μ L, dan TEMED sebanyak 4 μ L, lalu homogenkan. Stacking gel diletakkan diatas gel pemisah dengan perlakan lalu menyisipkan sisir diatas stacking gel. Biarkan hingga proses polimerisasi terjadi, setelah itu sisir dapat diangkat dengan hati-hati.

Proses selanjutnya yaitu running SDS-PAGE, merupakan proses menjalankan sampel yang mengandung protein di dalam gel dengan menggunakan arus listrik dan bergerak kemudian memisahkan berdasarkan ukuran molekul. Prosedurnya dengan masukkan separating gel ke dalam glasplate sampai tanda batas lalu tunggu hingga polimerisasi. Setelah terjadi polimerisasi, masukkan stacking gel sampai tanda batas dan letakkan sisir. Kemudian menjepit glasplate pada alat, selanjutnya lakukan pemanasan selama 10 menit dengan tegangan 100 Volt pada power supply dan tutup chamber. Masukkan sampel dan marker ke dalam sumuran, masing-masing sebanyak 16 μ L. Tutup

chamber lalu tunggu hingga protein turun ke bawah. Setelah protein turun ke bawah, kemudian angkat glasplate dan mengambil gel lalu letakkan pada staining. Lakukan staining dengan *Coomassie Brilliant Blue G-250* untuk memberikan warna lalu goyang-goyangkan selama 1 jam. Hilangkan pewarna dengan menambahkan larutan destaining hingga berubah warna menjadi bening dan hanya protein yang terwarnai selama 1 jam.

Hasil

Pada penelitian ini tempe mendoan difermentasi dengan 3 variasi waktu yang berbeda, dan hasilnya dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Tempe mendoan difermentasi 24 Jam (A), tempe mendoan diferentiasi 48 jam (B), tempe mendoan diferentiasi 72 jam (C)

Pada tempe mendoan dengan durasi fermentasi 24 jam, struktur tempe masih belum terbentuk sempurna sehingga teksturnya tampak terpisah dengan warna kuning pucat atau kream dan miselium kapang belum menyelimuti permukaan secara keseluruhan dan belum terbentuknya spora. Memasuki fermentasi 48 jam, tempe menunjukkan perkembangan kapang yang lebih optimal, ditandai dengan tekstur yang lebih padat dan menyatu, berwarna putih, serta miselium yang telah menutupi seluruh permukaan, diikuti munculnya sedikit spora dibagian tepi. Pada fermentasi 72 jam, penampakan tempe sudah jauh lebih padat dan sedikit mengeras dengan warna tetap putih,

miselim tetap menyelimuti seluruh permukaan dan spora semakin tampak terlihat jelas .

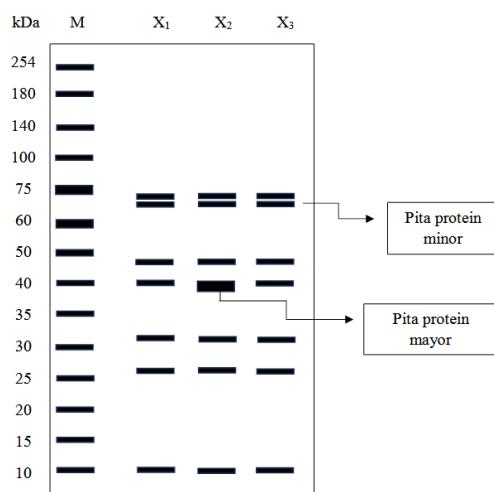
a) Hitung Total Protein

Pemeriksaan kadar total protein pada tempe mendoan yang telah difermentasi dilakukan dengan spektrofotometer pada λ 595 nm, dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kadar total protein tempe mendoan

Sampel Tempe Mendoan	Absorbansi (λ 595 nm)	Total Protein ($\mu\text{g}/\mu\text{L}$)
Durasi 24 Jam	0,141	1,48
Durasi 48 Jam	0,252	2,65
Durasi 72 Jam	0,220	2,32

b) Hasil Analisis Profil Protein Tempe Mendoan dengan Metode SDS-PAGE



Gambar 2. Visualisasi Analisis Profil Protei Tempe Mendoan dengan Metode SDS-PAGE

Keterangan gambar:

- M : Marker
- X1 : Tempe Mendoan Fermentasi 24 Jam
- X2 : Tempe Mendoan Fermentasi 48 Jam
- X3 : Tempe Mendoan Fermentasi 72 Jam

Berdasarkan data pada gambar diatas, berat molekul protein tempe mendoan yang difermentasi selama 24 jam, 48 jam, dan 72 jam menunjukkan hasil yang sama yaitu 74 kDa, 70 kDa, 48 kDa, 40 kDa, 31 kDa, 26 kDa, dan 10 kDa. Hal ini menunjukkan bahwa lama waktu fermentasi 24 jam hingga 72 jam tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan berat molekul protein.

Pembahasan

Salah satu sumber pangan kaya protein adalah tempe. Tempe merupakan makanan khas Indonesia yang dibuat dengan bahan dasar kacang kedelai dengan bantuan kapang *Rhizopus oligosporus* dan *Rhizopus oryzae* pada proses fermentasi (Noviandi, 2018). Untuk mengetahui perbedaan sampel tempe mendoan dengan waktu fermentasi yang berbeda, maka pada penelitian ini dilakukan uji total protein dan profil protein. Total protein pada sampel tempe mendoan fermentasi 24 jam terdapat hasil 1,48 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$, pada sampel tempe mendoan fermentasi 48 jam terdapat hasil 2,65 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$, dan pada sampel tempe mendoan fermentasi 72 jam terdapat hasil 2,32 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$. Fermentasi selama 48 jam merupakan fermentasi dengan kadar protein yang paling tinggi. Setelah 48 jam, waktu fermentasi akan mengalami perubahan kadar total protein. Kemudian durasi fermentasi yang lebih lama dapat mendorong peningkatan terhadap kandungan protein pada tempe mendoan karena terjadi perubahan komponen penyusunannya menjadi asam amino. Fermentasi yang berlangsung lebih dari 48 jam dapat menyebabkan kadar protein menurun karena protein mengalami proses penguraian yang berkaitan dengan awal kerusakan pada tempe. Sementara itu, lamanya waktu fermentasi turut menurunkan kandungan lemak melalui reaksi pemecahan oleh enzim lipase menjadi gliserol dan asam lemak (Raharjo et al., 2019).

Pengurangan kandungan total protein juga dapat disebabkan karena proses perendaman dan perebusan. Proses pemanasan juga dapat menyebabkan terjadinya denaturasi protein. Perubahan bentuk ini menyebabkan kerusakan pada struktur protein, sehingga banyaknya protein yang terdenaturasi maka semakin besar penurunan kandungan protein yang terjadi (Muthmainna et al., 2017).

Pada hasil separasi SDS-PAGE 10% yang didapat menunjukkan bahwa sampel tempe mendoan fermentasi 24 jam memiliki pita protein minor dengan berat molekul 74 kDa, 70 kDa, 48 kDa, 40 kDa, 31 kDa, 26 kDa, dan 10 kDa. Sampel tempe mendoan fermentasi 48 jam memiliki pita protein mayor yaitu 40 kDa, dan memiliki pita protein minor 74 kDa, 70 kDa, 48 kDa, 31 kDa, 26 kDa, dan 10 kDa. Kemudian sampel tempe mendoan fermentasi 72 jam memiliki pita protein minor 74 kDa, 70 kDa, 48 kDa, 40 kDa, 31 kDa, 26 kDa, dan 10 kDa. Secara keseluruhan, pola pita pada hasil analisa protein tampak menunjukkan karakter yang hampir sama. Secara kuantitatif perbedaan

terlihat pada variasi ketebalan pita. Pita yang lebih tebal mengindikasikan bahwa jumlah atau konsentrasi protein lebih tinggi, sedangkan pada pita protein yang tipis menunjukkan bahwa kandungan protein yang lebih rendah (Lembang, 2015).

Pita-pita tersebut umumnya merepresentasikan protein utama yang berasal dari kacang kedelai (Huang et al., 2019). Terdapat variasi yang mencolok pada tempe mendoan fermentasi 48 jam, dimana munculnya pita protein tebal (mayor) yang jelas terlihat pada berat molekul 40 kDa, diebabkan karena pada waktu fermentasi 24 jam hifa baru mulai terbentuk, sementara pada fermentasi 48 jam terdapat jumlah hifa mencapai tingkat paling tinggi. Pada fermentasi 72 jam hifa mulai menurun. Fenomena ini sejalan dengan temuan bahwa total protein pada fermentasi 48 jam yang paling tinggi sedangkan pada waktu fermentasi 72 jam sudah mulai mengalami penurunan.

Simpulan penelitian ini terkait profil protein serta total protein tempe mendoan asal Cilacap dengan durasi fermentasi yang berbeda, menunjukkan perbedaan kadar total protein seiring lama waktu fermentasi. Waktu optimal untuk fermentasi tempe mendoan adalah 48 jam. analisis menggunakan SDS-PAGE menunjukkan perbedaan yang signifikan pada pola pita protein pada fermentasi 48 jam yang terdapat perubahan dalam jenis protein tertentu sebagai respons terhadap proses fermentasi yang disebabkan oleh hifa *Rhizopus oligosporus*.

Disarankan melakukan analisis molekuler pada tempe mendoan untuk membandingkan kandungan nutrisi terutama protein, antara tempe mendoan dalam kondisi mentah dan setelah dilakukan penggorengan dengan mempertimbangkan variasi waktu fermentasi.

Daftar Pustaka

Cut Bidara Panita Umar. (2023). Penyuluhan Tentang Pentingnya Peranan Protein Dan Asam Amino Bagi Tubuh Di Desa Negeri Lima. Jurnal Pengabdian Ilmu Kesehatan, 1(3), 52–56.

Farabi, F. M., & Mubarok, A. (2020). Profil Protein Pada Kedelai Dan Tempe Berbasis Sds-Page.Pdf.

Hermanto, S., Saputra, F. R., & . Z. (2015). Aplikasi Metode Sds-Page (Sodium Dodecyl Sulphate Poly Acrylamide Gel Electrophoresis) Untuk

Mengidentifikasi Sumber Asal Gelatin Pada Kapsul Keras. Jurnal Kimia Valensi, 26–32.

Huang, L., Wang, C., Zhang, Y., Chen, X., Huang, Z., & Xing, G. (2019). Artikel Asli Degradasi Faktor Anti-Nutrisi Dan Penurunan Reaktivitas Imun Tempe Melalui Ko-Fermentasi Dengan Rhizopus Oligosporus Rt-3 Dan Actinomucor Elegans Dcy-1. 1836–1848.

Kaimudin, M. (2020). Review: Analisis Profil Protein Ikan Dengan Metode Sds-Page. Majalah Biam, 16(01), 13–20.

Kristiadi, O. H., & Lunggani, A. T. (2022). Tempe Kacang Kedelai Sebagai Pangan Fermentasi Unggulan Khas Indonesia: Literature Review Tempeh As Indonesian Special Fermented Food: Literature Review. Jurnal Andaliman-Jurnal Gizi Pangan, Klinik Dan Masyarakat, 2(2), 48–56.

Lembang, T. Y. (2015). Analisa Pita Protein Menggunakan Metode Sds-Page Pada Budidaya Ikan Sidat (*Anguilla Sp.*) Stadia Elver Dengan Pakan Bioflok Dari Sumber Karbon Berbeda (P. 75).

Lestari, W., Sumarjono, D., & Ekowati, T. (2019). Analisis Nilai Tambah Kedelai Sebagai Bahan Baku Tempe Di Desa Angkatan Lor, Kecamatan Tambakromo, Kabupaten Pati. Soca: Jurnal Sosial, Ekonomi Pertanian, 13(3), 409.

Maryoto A. (2019). Buku Manfaat Serat Bagi Tubuh. Alprin, 2, 44–50.

Muthmainna, M., Sabang, S. M., & Supriadi, S. (2017). Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Protein Dari Tempe Biji Buah Lamtoro Gung (*Leucaena Leucocephala*). Jurnal Akademika Kimia, 5(1), 50.

Noviandi, K. (2018). Karakter Profil Dan Analisa Konsentrasi Protein Tempe Dengan Variasi Pengulangan Deep Frying Menggunakan Sds-Page. 46(April), 2016–2017.

- Nurmayasari, J. R. D. (2020). Purifikasi Dan Karakterisasi Enzim Katalase Dari Fungi. Skripsi. Universitas Bhakti Kencana.
- Putri, Y. A., Agustina, E., & Ceriana, R. (2022). Kadar Protein Pada Tempe Bersumber Dari Kacang Kedelai Hasil Perendaman Bonggol Nanas (Ananas Comosus (Linn) Merrill). Journal Of Pharmaceutical And Health Research, 3(1), 6–9.
- Raharjo, D. S., Bhuja, P., & Amalo, D. (2019). The Effect Of Fermentation On Protein Content And Fat Content Of Tempeh Gude (Cajanus Cajan). 16(3), 55–63.
- Rejeki, D. S., Cahyanta, A. N., & Musiyam, S. A. (2023). Pengaruh Metode Pengemasan Terhadap Kadar Protein Pada Tempe. Kunir: Jurnal Farmasi Indonesia, 1(2), 10–17.
- Saputra, A. E. (2020). Pertumbuhan Dan Produksi Kedelai (Glycine Max L) Pada Perlakuan Legin Dan Tanah Dicemari Limbah Industri Karet Alam. Fakultas Pertanian Universitas Riau Pekanbaru, 1–60.
- Surbakti, A. B., Rahayu, S. P., Menhuli, S., & Ginting, R. (2020). Sistem Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Penentuan Optimasi Ragi Tempe Pada Proses Fermentasi Tempe Kedelai Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani (Studi Kasus : Pengrajin Tempe Kedali Desa Bulu Cina). Jurnal Ilmiah Simantek, 4(2), 146–160.