



EKSPLORASI BAKTERI-BAKTERI PEMFERMENTASI DALAM BEBERAPA PRODUK TEMPE DI KOTA PADANG

Nurmiati^{1*}, Periadnadi², Sherly Jadespi³, & Annisa Apriyelita⁴

^{1,2,3,&4}Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas
Andalas, Limau Manis, Padang, Sumatera Barat 25175, Indonesia

*Email: nurmiati@sci.unand.ac.id

Submit: 15-03-2024; Revised: 10-05-2024; Accepted: 12-05-2024; Published: 30-06-2024

ABSTRAK: Tempe adalah salah satu makanan tradisional Indonesia yang diproduksi oleh proses fermentasi mikroba *Rhizopus*. Tempe menjadi salah satu makanan favorit kalangan masyarakat, dan pada dasarnya tempe dimasak sebelum dikonsumsi, diduga bakteri pemfermentasi pada tempe terindikasi sebagai probiotik dan tempe dapat dijadikan sebagai pangan fungsional. Sejauh ini keberadaan bakteri pemfermentasi pada tempe kedelai di Kota Padang belum ada yang melaporkan, untuk itu dilakukan analisis keberadaan bakteri pemfermentasi dan aktivitas enzimatis yang terdapat di dalam beberapa produk tempe di Kota Padang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan dan proporsional bakteri pemfermentasi dalam tempe kedelai di Kota Padang. Penelitian ini dilakukan dengan metode *survey* dan data yang didapat dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total keberadaan bakteri pada sampel tempe kedelai (11,2 - 15,3 x 10⁶ CFU/g), bakteri pemfermentasi (3,30 - 6,10 x 10⁶ CFU/g), bakteri asam asetat (0,90 - 1,50 x 10⁵ CFU/g), bakteri proteolitik (2,10 - 3,70 x 10⁶ CFU/g), bakteri selulolitik (34,60 - 6,50 x 10⁶ CFU/g), dan bakteri amilolitik (2,20 - 4,90 x 10⁶ CFU/g).

Kata Kunci: Tempe, Bakteri Pemfermentasi, Fermentatif, Proteolitik.

ABSTRACT: Tempeh is one of Indonesia's traditional foods produced through the microbial fermentation process of *Rhizopus*. It has become a favorite among the community, typically cooked before consumption. The fermentative bacteria in tempeh are suspected to act as probiotics, potentially making tempeh a functional food. Thus far, there have been no reports on the presence of fermentative bacteria in soybean tempeh in Padang City. Therefore, this study aimed to analyze the presence of fermentative bacteria and enzymatic activities in various tempeh products in Padang City. The research focused on identifying the presence and proportion of fermentative bacteria in soybean tempeh in Padang City. The study utilized a survey method, and the data obtained were analyzed descriptively. The results indicated the total presence of bacteria in soybean tempeh samples (11.2 - 15.3 x 10⁶ CFU/g), fermentative bacteria (3.30 - 6.10 x 10⁶ CFU/g), acetic acid bacteria (0.90 - 1.50 x 10⁵ CFU/g), proteolytic bacteria (2.10 - 3.70 x 10⁶ CFU/g), cellulolytic bacteria (34.60 - 6.50 x 10⁶ CFU/g), and amylolytic bacteria (2.20 - 4.90 x 10⁶ CFU/g).

Keywords: Tempeh, Fermentative Bacteria, Fermentation, Proteolytic.

How to Cite: Nurmiati, N., Periadnadi, P., Jadespi, S., & Apriyelita, A. (2024). Eksplorasi Bakteri-bakteri Pemfermentasi dalam Beberapa Produk Tempe di Kota Padang. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 12(1), 832-842. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v12i1.11094>



Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi is Licensed Under a CC BY-SA [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Tempe adalah salah satu makanan tradisional Indonesia. Terutama diproduksi oleh proses fermentasi mikroba *Rhizopus*. Tempe bisa dibuat dari berbagai bahan baku, tetapi kedelai adalah bahan yang paling umum digunakan.

Uniform Resource Locator: <https://e-journal.undikma.ac.id/index.php/bioscientist>



Kedelai adalah anggota dari kacang-kacangan. Menurut Fatkhullaev *et al.* (2023), bahwa 30-40% kedelai utuh mengandung protein tertinggi dari semua jenis kacang-kacangan, hampir setara dengan protein pada daging. Hanya sekitar 38% kedelai Indonesia dikonsumsi dalam bentuk tahu, dan selebihnya dalam bentuk tauco, kecap, kembang tahu, dan lain-lain. Protein yang ada dalam kedelai adalah satu-satunya komposisi paling lengkap dari asam amino esensial. Hal ini disebabkan oleh pemecahan molekul protein menjadi asam amino dan peptida selama proses fermentasi tempe berlangsung.

Proses fermentasi dalam pembuatan tempe dapat mempertahankan sebagian besar zat-zat gizi yang terkandung dalam kedelai, meningkatkan daya cerna proteinnya, serta meningkatkan kadar beberapa macam vitamin B. Salah satu tahapan penting dalam proses fermentasi tempe adalah proses pengasaman kedelai. Pengasaman kedelai penting agar *Rhizopus* dapat tumbuh (Radiati & Sumarto, 2016). *Lactobacillus agilis* merupakan jenis bakteri yang dominan pada tempe, dan keberadaan *Lactobacillus agilis* telah dilaporkan oleh Pangastuti *et al.* (2019). Sejak awal hingga akhir fermentasi tempe, jenis dan jumlah bakteri yang berperan di dalamnya sangat beragam (Radita *et al.*, 2018). Makromolekul kedelai yang kompleks menjadi lebih sederhana setelah diolah menjadi tempe akibat aktivitas enzimatik dari mikroba. Masing-masing mikroba memiliki aktivitas enzimatik yang bervariasi, seperti aktivitas protease *Bacillus* spp., yang melimpah pada tempe juga bervariasi antar isolatnya (Barus *et al.*, 2017).

Beberapa penelitian tentang tempe di Indonesia telah banyak dilaporkan, seperti Barus *et al.* (2017), melaporkan tentang identifikasi bakteri yang berperan dalam pengasaman kedelai dalam fermentasi tempe, *firmicutes* adalah bakteri dominan pada tempe oleh Radita *et al.* (2018), isolat bakteri asam laktat tempe sebagai kandidat probiotik yang dapat dikembangkan sebagai pangan probiotik oleh Panjaitan *et al.* (2018), dan penelitian Pinasti *et al.* (2020), bahwa tempe memiliki potensi sebagai pangan fungsional yang dapat meningkatkan kadar hemoglobin pada penderita anemia, dikarenakan tempe mempunyai nilai gizi zat besi, vitamin B12, dan asam folat yang cukup. Tempe menjadi salah satu makanan favorit di kalangan masyarakat, dan pada dasarnya tempe dimasak sebelum dikonsumsi, diduga bakteri pemfermentasi pada tempe terindikasi sebagai probiotik, dan tempe dapat dijadikan sebagai pangan fungsional, untuk itu dilakukan analisis keberadaan bakteri pemfermentasi dan aktivitas enzimatis yang terdapat di dalam beberapa produk tempe di Kota Padang.

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan metode survei dengan tahapan kerja proporsional keberadaan bakteri dalam tempe, uji aktifitas enzim amilase, dan uji aktifitas enzim protease.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan, yaitu cawan petri, tabung reaksi, *erlenmeyer*, batang pengaduk, lampu spiritus, rak tabung reaksi, gelas ukur, *sprayer*, corong, mikro pipet, *hot plate*, *vortex*, *autoclave*, inkubator, sentrifugator, timbangan digital, kulkas, *colony counter*, spidol permanen, kertas label, box, dan mikroskop. Bahan yang digunakan, yaitu sampel tempe, medium *Glucose Peptone Agar* (GPA),



medium GPA+CaCO₃, medium *Skim Milk Agar* (SMA), medium Ethanol+CaCO₃, medium CMC Agar, APB, *aquadest*, alkohol 70%, spiritus, *buffer asetat*, NaOH, arsenomolibdat, *folin ciocalteu*, *buffer pospat borat*, kapas, kain kasa, karet gelang, plastik, *tissue*, *plastic wrap*, masker, dan sarung tangan.

Cara Kerja

Proporsional keberadaan bakteri dalam tempe, masing-masing tempe dilakukan pengenceran dengan metode pengenceran bertingkat, dipipet 1 ml hasil pengenceran dengan mikropipet untuk ditanam secara *pour plate* pada cawan petri dengan medium GPA, SMA, GPA+CaCO₃, Ethanol+CaCO₃, CMC Agar, dan APB. Lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam, dihitung total koloni bakteri alaminya dengan *colony counter*. Pengukuran suhu tempe diukur menggunakan termometer tusuk dengan cara ditusukkan dan menancapkannya pada sampel tempe yang hendak diukur temperaturnya. Pengukuran nilai pH tempe diukur dengan menggunakan pH-meter yang sebelumnya distandarkan dengan larutan *buffer* (pH 4 dan pH 7). Kemudian elektroda dicuci dengan akuades, dicelupkan ke dalam sampel tempe yang telah dihaluskan sebanyak 10 gram dan dihomogenkan dengan 20 ml akuades. Selanjutnya dicatat nilai pH sampel yang tertera pada pH-meter. Uji aktifitas enzim amilase, sampel ditimbang 10 gram lalu digerus dan dicukupkan dengan *buffer asetat* 0,05 M, pH 5, 50 ml, dan disentrifugasi pada kecepatan 10.000 rpm, selama 5 menit. Larutan Pati 1% untuk amilase dimasukkan sebanyak 1 ml ke dalam tabung reaksi. Dipreinkubasikan pada suhu 40°C selama 5 menit. Kemudian ditambahkan larutan ekstrak *filtrate* enzim sebanyak 1 ml dan diinkubasikan pada 40°C selama 30 menit. Campuran tersebut dimasukkan ke dalam air mendidih selama 20 menit dan ditambahkan larutan *Somogy-Nelson* sebanyak 1 ml. Lalu divortex dan dipanaskan lagi pada air mendidih selama 20 menit. Larutan didinginkan segera dalam air es hingga mencapai 26°C, kemudian ditambahkan reagen arsenomolibdat sebanyak 1 ml. Larutan dikocok sampai tidak terlihat adanya gas keluar. Selanjutnya dicukupkan volume larutan menjadi 10 ml dengan akuades. Campuran larutan tersebut dikocok kembali hingga tidak terlihat gelembung udara. Selanjutnya dilakukan pengukuran absorbansi dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm. Uji aktifitas enzim protease diukur berdasarkan metode *Northrop*. 50 ml larutan substrat *casein* dipipet ke dalam labu *enlemeyer* 125 ml, ditutup dan dipanaskan pada penangas air suhu 40°C. Kemudian ditambahkan 1 ml larutan enzim dan larutan campuran diinkubasi selama 25 menit pada suhu 40°C. Reaksi dihentikan dengan menambahkan larutan *buffer asetat* 25 ml dan disaring. Dipipet 2 ml dari *filtrate* tersebut dan ditambahkan 3 ml NaOH ke dalam tabung reaksi dan dihomogenkan. Setelah itu, ditambahkan 1 ml *Folin Ciocalteus Phenol*. Kemudian setelah 10 menit, diukur nilai absorbansi dengan panjang gelombang 660 nm. Satu unit aktivitas enzim atau ENU (*Eine Northrop-Unit*) setara dengan jumlah enzim yang bisa menghidrolisis 40% dari larutan *casein* 20% (Stellmach *et al.*, 1988).

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara deksriptif dan disajikan dalam bentuk tabel dan gambar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Suhu, pH, dan Total Keberadaan Bakteri dalam Produk Tempe Kedelai

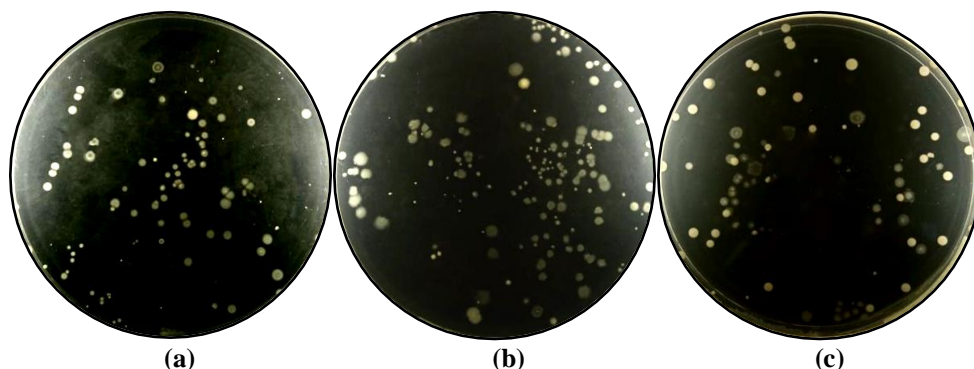
Berdasarkan penelitian mengenai bakteri pemfermentasi dari beberapa produk tempe, didapatkan nilai suhu, pH, dan total keberadaan bakteri pada sampel tempe kedelai yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Nilai Suhu, pH, dan Total Keberadaan Bakteri pada Produk Tempe Kedelai di Kota Padang.

Sampel Tempe	Suhu (°C)	Nilai pH	Total Bakteri (...x10 ⁶ cfu/g)
Tempe A	32.1	6.02	14.5
Tempe B	31.3	6.20	15.6
Tempe C	30.4	6.45	11.2

Dari penelitian yang telah dilakukan, pada ketiga sampel tempe kedelai memiliki suhu tidak jauh berbeda. Proses fermentasi yang dilakukan oleh mikroba menghasilkan energi, energi tersebut sebagian ada yang dilepaskan sebagai energi panas, energi panas itulah yang menyebabkan perubahan suhu selama proses fermentasi tempe. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Gomez *et al.* (2015), yang melaporkan bahwa perubahan suhu disebabkan karena mikroba fermentasi tempe merupakan mikroba yang menimbulkan panas di dalam medium tempat tumbuhnya, sehingga saat tahap fermentasi, suhu di dalam ruang fermentasi menjadi lebih panas.

Pada ketiga sampel tempe kedelai memiliki nilai pH yang tidak jauh berbeda. Hal ini diperkuat oleh penelitian Yusuf & Amaro (2021), tempe kedelai yang berkualitas baik memiliki kisaran pH 5,0 – 6,3. Adanya aktivitas proteolitik kapang, protein akan diuraikan menjadi asam-asam amino, sehingga nitrogen terlarutnya akan mengalami peningkatan. Selain nilai pH dan suhu, Tabel 1 menunjukkan total keberadaan bakteri pada beberapa produk tempe kedelai. Total bakteri yang tumbuh dalam media *Glucose Peptone Agar* (GPA) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Keberadaan Bakteri dalam Beberapa Sampel Tempe Kedelai dalam Medium GPA. a) Tempe A; b) Tempe B; dan c) Tempe C.

Gambar 1 menunjukkan keberadaan total bakteri yang terdapat pada beberapa sampel tempe di medium GPA. Dari Tabel 1, dapat dilihat total bakteri fermentasi tempe kedelai (11,2 - 15,3 x 10⁶ cfu/g). Diketahui total bakteri

terbanyak berada pada tempe sampel 2 yang diikuti sampel 1 dan 3. Medium GPA merupakan medium yang digunakan untuk melihat total keberadaan mikroba di dalam medium yang memungkinkan semua golongan mikroba dapat tumbuh. GPA mengandung gula yang sangat disukai oleh mikroba yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi. Dari ketiga jenis sampel tempe kedelai, dapat dilihat banyaknya mikroba yang tumbuh, baik itu bakteri maupun kapang.

Proporsional Bakteri (Fermentatif, Asam Asetat, Proteolitik, Selulotik, dan Amilolitik) dalam Produk Tempe Kedelai

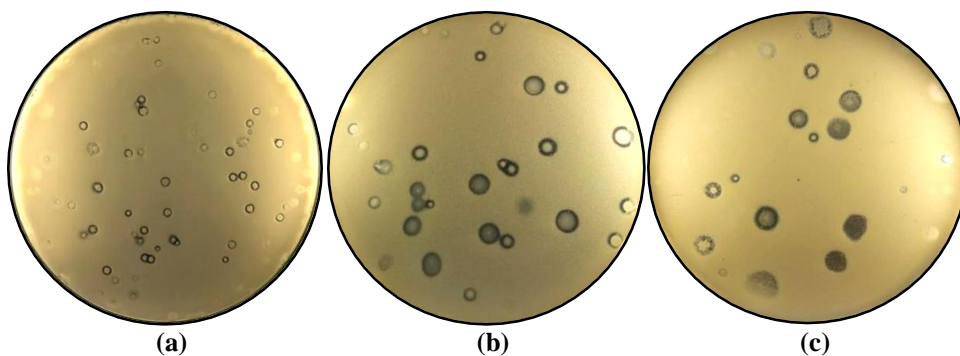
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil yang menunjukkan rata-rata proporsional serta persentase dari bakteri fermentatif, asam asetat, proteolitik, selulotik, dan amilolitik di dalam beberapa produk tempe kedelai yang dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Keberadaan Bakteri dalam Beberapa Produk Tempe Kedelai di Kota Padang.

Golongan Bakteri	Tempe A		Tempe B		Tempe C	
	Total Bakteri (cfu/g)	Persentase (%)	Total Bakteri (cfu/g)	Persentase (%)	Total Bakteri (cfu/g)	Persentase (%)
Fermentatif	6.10×10^6	42.07	4.80×10^6	30.77	3.30×10^6	29.47
Asam Asetat	0.90×10^5	6.21	1.30×10^5	8.33	1.50×10^5	13.66
Proteolitik	2.80×10^6	19.32	2.10×10^6	13.46	3.70×10^6	33.04
Selulotik	4.60×10^6	31.73	6.50×10^6	41.67	5.40×10^6	48.22
Amilolitik	3.50×10^6	24.14	2.20×10^6	14.10	4.90×10^6	43.75

Berdasarkan Tabel 2, total bakteri dan persentase masing-masing mikroba spesifik pada Tabel 2 di atas dapat menggambarkan kemampuan suatu kelompok mikroba yang mampu memecah atau mendegradasi komponen yang ada di dalam medium, biasanya mikroba akan mendegradasi kandungan yang sederhana terlebih dahulu seperti gula, kemudian baru mendegradasi senyawa-senyawa kompleks. Persentase ini juga dapat diartikan bahwa terdapat koloni bakteri yang mampu berperan ganda atau lebih dalam memproduksi enzim ekstraseluler. Hal ini diperkuat oleh Artha *et al.* (2019) dan Efendi *et al.* (2023), bahwa kemampuan suatu kelompok mikroba dalam menghasilkan enzim ekstraseluler dapat bervariasi.

Proporsional Bakteri Fermentatif

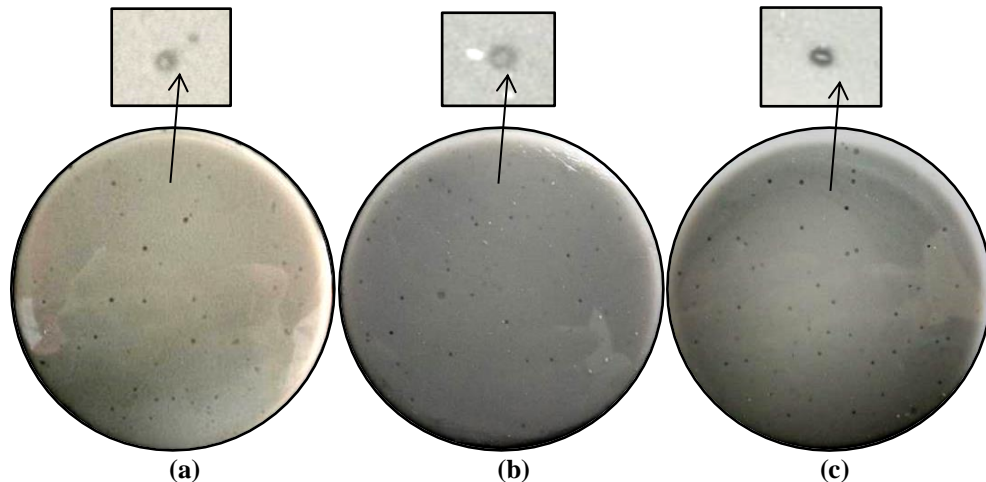


Gambar 2. Keberadaan Bakteri Fermentatif pada Beberapa Tempe Kedelai dalam Medium GPA+CaCO. a) Tempe A; b) Tempe B; dan c) Tempe C.

Keberadaan bakteri fermentatif dapat dilihat pada Gambar 2. Bakteri fermentatif (penghasil asam) pada tempe diisolasi menggunakan media GPA+CaCO₃. Sekresi asam oleh bakteri hasil dari penggunaan glukosa pada sampel, kemudian akan terbentuk zona bening di sekitar koloni yang bereaksi dengan CaCO₃. Total keberadaan bakteri fermentatif pada sampel tempe kedelai dapat dilihat pada Tabel 2. Bakteri fermentatif yang didapat berkisar dari 3,30 - 6,10 x 10⁶ cfu/g. Perbedaan total bakteri fermentatif menandakan perbedaan potensi proses fermentasi yang terjadi pada masing-masing sampel tempe. Bakteri fermentatif terdiri dari Bakteri Asam Laktat (BAL) dan Bakteri Asam Asetat (BAA). Menurut Magdalena *et al.* (2022), pada perendaman kedelai terjadi pembentukan asam-asam organik, seperti asam laktat dan juga asam asetat yang disebabkan oleh pertumbuhan bakteri selama fermentasi berlangsung.

Proporsional Bakteri Asam Asetat

Proporsional bakteri asam asetat dalam sampel tempe kedelai dapat dilihat pada Gambar 3.



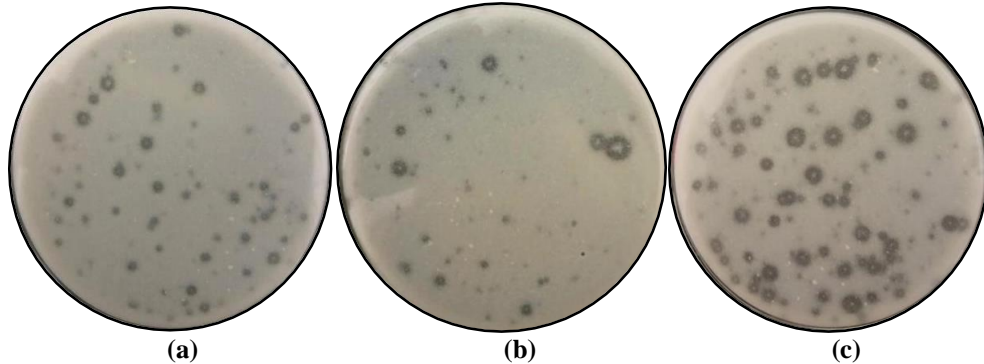
Gambar 3. Keberadaan Bakteri Asetat pada Beberapa Tempe Kedelai dalam Medium Etanol+CaCO₃. a) Tempe A; b) Tempe B; dan c) Tempe C.

Keberadaan bakteri asam asetat dapat dilihat pada Gambar 3. Bakteri asam asetat pada tempe diisolasi menggunakan media Etanol+CaCO₃. Keberadaan bakteri yang tumbuh dalam medium Etanol+CaCO₃, terdapat bakteri yang membentuk zona halo dan yang tidak membentuk zona halo. Dimana pada medium spesifik ini, bakteri yang mampu membentuk zona halo diindikasikan sebagai bakteri asam asetat.

Pada masing-masing sampel tempe kedelai, proporsional bakteri asam asetat berbeda-beda. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2. Total keberadaan bakteri asam asetat pada sampel tempe kedelai yang didapat berkisar dari 0,90 - 1,50 x 10⁶ cfu/g. Hal ini menandakan bahwa terdapatnya bakteri asam asetat di dalam tempe, sesuai dengan pernyataan Magdalena *et al.* (2022), pada proses perendaman tempe terjadi pembentukan asam-asam organik, seperti halnya asam laktat, dan juga asam asetat yang disebabkan oleh adanya pertumbuhan bakteri. Hal ini yang menyebabkan kedelai dalam keadaan asam yang menandakan terdapatnya bakteri yang memiliki kemampuan toleransi terhadap etanol.

Proporsional Bakteri Proteolitik

Proporsional bakteri proteolitik dalam sampel tempe dapat dilihat pada Gambar 4.



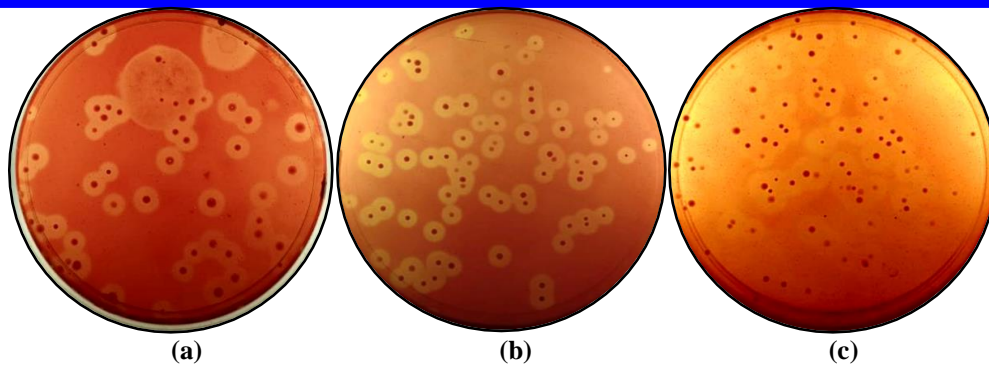
Gambar 4. Keberadaan Bakteri Proteolitik pada Beberapa Tempe Kedelai dalam Medium SMA. a) Tempe A; b) Tempe B; dan c) Tempe C.

Keberadaan bakteri proteolitik dapat dilihat pada Gambar 4. Bakteri proteolitik diisolasi menggunakan medium *Skim Milk Agar* (SMA). Bakteri dalam sampel tempe mampu merombak substrat kasein yang terkandung dalam media SMA, sehingga terbentuk zona bening di sekitar koloni bakteri. Hal ini sesuai dengan Ratnaningrum *et al.* (2023), enzim protease yang dihasilkan oleh bakteri proteolitik mampu memecah substrat yang mengandung kasein yang terdapat pada media susu *skim*, sehingga muncul zona bening di sekitar koloni. Kemudian kasein terhidrolisis menjadi peptida dan asam amino yang larut.

Rata-rata total bakteri proteolitik dapat dilihat pada Tabel 2. Bakteri proteolitik yang didapat berkisar dari $2,10 - 3,70 \times 10^6$ cfu/g. Menurut Edlin *et al.* (2014), terbentuknya zona bening di sekitar koloni bakteri pada medium padat yang mengandung kasein karena adanya biosintesis enzim protease dalam sel, kemudian mensekresikannya ke lingkungan, sekresi tersebut akan menghidrolisis protein susu pada media menjadi asam-asam amino yang menyebabkan perubahan warna dari putih kecoklatan menjadi tidak berwarna. Perbedaan total keberadaan bakteri ini dapat disebabkan oleh perbedaan kandungan protein dari masing-masing sampel. Perbedaan ini juga disebabkan oleh peran dan kemampuan bakteri fermentatif untuk menghasilkan asam laktat yang ada dalam masing-masing sampel. Pertumbuhan bakteri fermentatif dapat menghambat pertumbuhan bakteri proteolitik yang umumnya sebagai bakteri pembusuk dengan cara menghasilkan asam laktat.

Proporsional Bakteri Selulolitik

Proporsional bakteri selulolitik dalam sampel tempe dapat dilihat pada Gambar 5.



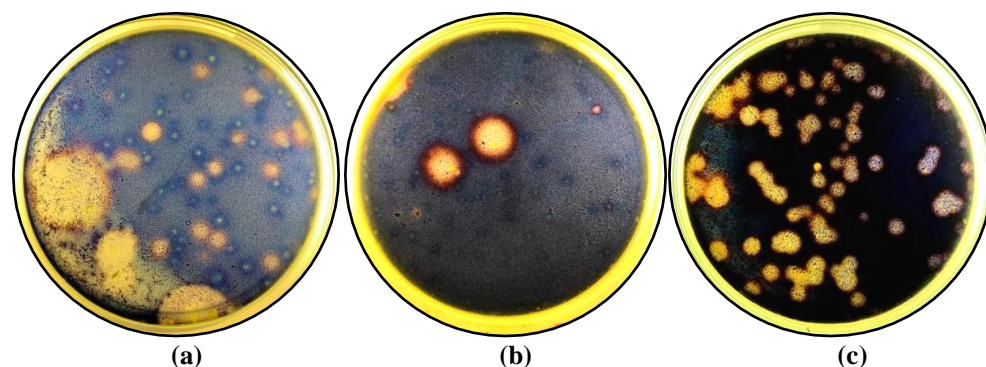
Gambar 5. Keberadaan Bakteri Selulolitik pada Beberapa Tempe Kedelai dalam Medium CMCA. a) Tempe A; b) Tempe B; dan c) Tempe C.

Keberadaan bakteri selulolitik dapat dilihat pada Gambar 5. Bakteri selulolitik diisolasi menggunakan media CMCA. Zona bening yang terbentuk di sekitar koloni bakteri pada media CMCA membuktikan bahwa bakteri tersebut mampu merombak selulosa yang terkandung dalam media CMCA. Sesuai dengan Nofu *et al.* (2014), unsur selulosa pada medium CMC Agar memiliki struktur rantai lebih pendek. Oleh karena itu, bakteri selulolitik mudah mendegradasi selulosa tersebut dan ditandai dengan terbentuknya zona bening pada media CMCA.

Zona bening yang dihasilkan pada media CMC disebabkan oleh reaksi *congo red* yang berinteraksi kuat dengan ikatan β -1,4-glikosidik dalam CMC (Arifin *et al.*, 2019). Kemudian pewarna *congo red* dibilas dengan larutan NaCl 1 M yang bertujuan untuk memperjelas zona bening yang terbentuk, sehingga lebih mudah diamati (Astriani, 2017). Rata-rata total bakteri selulolitik dapat dilihat pada Tabel 2. Bakteri selulolitik yang didapat berkisar dari $4,60 - 6,50 \times 10^6$ cfu/g. Menurut Javanmard *et al.* (2023), apabila substrat karbon dalam media produksi banyak, maka enzim selulase yang dihasilkan akan semakin meningkat.

Proporsional Bakteri Amilolitik

Proporsional bakteri amilolitik dalam sampel tempe kedelai dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Keberadaan Bakteri Amilolitik pada Beberapa Tempe Kedelai dalam Medium APB. a) Tempe A; b) Tempe B; dan c) Tempe C.



Keberadaan bakteri amilolitik dapat dilihat pada Gambar 6. Keberadaan bakteri amilolitik diisolasi menggunakan APB sebagai media untuk bakteri penghidrolisa pati. Bakteri perombak pati yang memiliki kemampuan mendegradasi amilum menjadi gula sederhana dibuktikan dengan adanya zona bening di sekitar koloni bakteri yang terbentuk. Hal ini sesuai dengan pendapat Wibowo *et al.* (2022), adanya zona bening di sekitar koloni bakteri menunjukkan bahwa bakteri mampu menghidrolisis pati, karena enzim amilase akan mencerna pati yang dihasilkan oleh bakteri menjadi glukosa. Faktor lain yang berkontribusi terhadap keberadaan zona bening disebabkan oleh eksoenzim dan organisme yang menghidrolisis pati dalam media *Agar*. Rata-rata total bakteri amilolitik dapat dilihat pada Tabel 2. Bakteri amilolitik yang didapat berkisar dari $2,20 \times 10^6$ cfu/g hingga $4,90 \times 10^6$ cfu/g. Degradasi pati terjadi karena sumber karbon dibutuhkan bagi pertumbuhan bakteri, sehingga bakteri menghasilkan enzim amilase ekstraselular.

SIMPULAN

Dalam ketiga sampel tempe kedelai ditemukan sejumlah bakteri fermentatif, asam asetat, proteolitik, selulolitik, dan amilolitik. Proporsional bakteri dalam sampel tempe kedelai, di antaranya bakteri fermentatif ($3,30 - 6,10 \times 10^6$ cfu/g), bakteri asam asetat ($0,90 - 1,50 \times 10^5$ cfu/g), bakteri proteolitik ($2,10 - 3,70 \times 10^6$ cfu/g), bakteri selulolitik ($4,60 - 6,50 \times 10^6$ cfu/g), dan bakteri amilolitik ($2,20 - 4,90 \times 10^6$ cfu/g).

SARAN

Perlu dilakukan penelitian karakterisasi bakteri dan menguji isolat bakteri yang terindikasi sebagai kandidat probiotik di dalam produk tempe kedelai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, yang sudah memfasilitasi kegiatan penelitian ini, sehingga penelitian bisa berlangsung dengan baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Arifin, Z., Gunam, I. B. W., Antara, N. S., & Setiyo, Y. (2019). Isolasi Bakteri Selulolitik Pendeградasi Selulosa dari Kompos. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 7(1), 39-37. <https://doi.org/10.24843/jrma.2019.v07.i01.p04>
- Artha, O. A., Sudarno., Pramono, H., & Sari, L. A. (2019). Identification of Extracellular Enzyme-Producing Bacteria (Proteolytic, Cellulolytic, and Amylolytic) in the Sediment of Extensive Ponds in Tanggurejo, Gresik. *IOP Conference Series : Earth and Environmental Science*, 236(1), 1-20. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/236/1/012003>
- Astriani, M. (2017). *Skrining* Bakteri Selulolitik Asal Tanah Kebun Pisang (*Musa paradisiaca*). *Jurnal Biota*, 3(1), 6-10. <https://doi.org/10.19109/Biota.v3i1.871>



- Barus, T., Wati, L., Suwanto, A., & Yogiara, Y. (2017). Diversity of Protease-Producing *Bacillus* spp. from Fresh Indonesian Tempeh Based on 16S rRNA Gene Sequence. *Hayati : Journal of Biosciences*, 24(1), 35-40. <https://doi.org/10.4308/hjb.24.1.35>
- Edlin, Y. N., Anthoni, A., & Tjong, D. H. (2014). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Alkali-Proteolitik Sumber Air Panas Semurup Kerinci Jambi. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 3(4), 303-309. <https://doi.org/10.25077/jbioua.3.4.%25p.2014>
- Efendi, I., Safnowandi, S., Fajri, S. R., Sukri, A., & Armiani, S. (2023). Pelatihan Budidaya Jamur Tiram di Desa Rempek Kecamatan Gangga Kabupaten Lombok Utara. *Sasambo: Jurnal Abdimas (Journal of Community Service)*, 5(4), 807-817. <https://doi.org/10.36312/sasambo.v5i4.1541>
- Fatkhullaev, A., Safarov, A., Atazhanova, A., Nazarov, A., & Abdumalikov, I. (2023). Production Technology of Soy Protein Additives for Use in Meat Products. *E3S Web of Conferences*, 389(1), 1-6. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338903041>
- Gómez, C. I. G., Martínez, A. M., Guzmán, N. E. R., Infante, J. A. G., Jiménez, M. R. M., Herrera, S. M. G., Cruz, O. S., & Laredo, R. F. G. (2015). Changes in Phytochemical and Antioxidant Potential of Tempeh Common Bean Flour from Two Selected Cultivars Influenced by Temperature and Fermentation Time. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40(2), 270-278. <https://doi.org/10.1111/JFPP.12604>
- Javanmard, A., Matin, M. M., & Bahrami, A. R. (2023). Production of Cellulase Enzymes by *Rhizomucor miehei* Isolates in the Submerged Culture Containing Wheat Bran. *Iranian Journal of Science*, 47(1), 1-20. <https://doi.org/10.1007/s40995-023-01485-9>
- Magdalena, S., Hogaputri, J. E., Yulandi, A., & Yogiara, Y. (2022). The Addition of Lactic Acid Bacteria in the Soybean Soaking Process of Tempeh. *Food Research*, 6(3), 27-33. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.6\(3\).304](https://doi.org/10.26656/fr.2017.6(3).304)
- Nofu, K., Khotimah, S., & Lovadi, I. (2014). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Selulosa pada Ampas Tebu Kuning (*Bagasse*). *Jurnal Protobiont : Jurnal Elektronik Biologi*, 3(1), 25-33.
- Pangastuti, A., Alfisah, R. K., Istiana, N. I., Sari, S. L. A., Setyaningsih, R., Susilowati, A., & Purwoko, T. (2019). Metagenomic Analysis of Microbial Community in Over-Fermented Tempeh. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(4), 1106-1114. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200423>
- Panjaitan, R., Nuraida, L., & Hariyadi, R. D. (2018). Seleksi Isolat BAL Tempe dan Tape sebagai Kandidat Probiotik. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 29(2), 175-184. <https://doi.org/10.6066/jtip.2018.29.2.175>
- Pinasti, L., Nugraheni, Z., & Wiboworini, B. (2020). Potensi Tempe sebagai Pangan Fungsional dalam Meningkatkan Kadar Hemoglobin Remaja Penderita Anemia. *AcTion : Aceh Nutrition Journal*, 5(1), 19-26. <http://dx.doi.org/10.30867/action.v5i1.192>
- Radiati, A., & Sumarto, S. (2016). Analisis Sifat Fisik, Sifat Organoleptik, dan Kandungan Gizi pada Produk Tempe dari Kacang Non-Kedelai. *Jurnal*



Aplikasi Teknologi Pangan, 5(1), 16-22.

<http://dx.doi.org/10.17728/jatp.v5i1.32>

- Radita, R., Suwanto, A., Kurosawa, N., Wahyudi, A. T., & Rusmana, I. (2018). Firmicutes is the Predominant Bacteria in Tempeh. *International Food Research Journal*, 25(6), 2313-2320.
- Ratnaningrum, D., Kosasih, W., Endah, E. S., Lathifa, A. K. N., Diwan, A. M., Nida, V., Saraswaty, V., & Risdian, C. (2023). Protease Production by Soil Bacteria for Green Technology: Screening and Optimization. *IOP Conference Series : Earth and Environmental Science*, 1201(1), 1-7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1201/1/012094>
- Stellmach, B., Gottshick, W., Battermann, F., & Zabel, K. (1988). *Bestimmungsmethoden Enzyme : für Pharmazie, Lebensmittelchemie, Technik, Biochemie, Biologie, Medizin*. Stadthagen: Steinkopff Verlag Darmstadt, Germany.
- Wibowo, R. H., Darwis, W., Sipriyadi., Adfa, M., Silvia, E., Wahyuni, R., Sari, D. A., & Masrukhin, M. (2022). Bakteri Penghasil Amilase yang Diisolasi dari Ekoenzim Limbah Buah-buahan. *Jurnal Biosilampari*, 4(2), 107-117. <https://doi.org/10.31540/biosilampari.v4i2.1531>
- Yusuf, A. I., & Amaro, M. (2021). Analisis Mutu Kimia, Mikrobiologi dan Organoleptik Tempe Kedelai dengan Penambahan Sari Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) pada Proses Perendaman Kedelai. *Pro Food*, 7(2), 41-52. <https://doi.org/10.29303/profood.v7i2.225>