

Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin
Volume 3, Nomor 11, December 2025, P. 189-198
E-ISSN: 2986-6340
Licensed by CC BY-SA 4.0
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17879384>

Pengaruh Suhu Fermentasi dan Takaran Ragi terhadap Percepatan Proses Pematangan Tempe

Alifah Fitria Nugraheni^{1*}, Arum Nur Faizzah², Sheila Mustafida Rossandini³, Fariha Rahma Indahsari⁴, Ipin Aripin⁵

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Ilmu Pendidikan dan Psikologi, Universitas Negeri Semarang

Jl. Beringin Raya No.15, Wonosari, Kec. Ngaliyan, Kota Semarang, Jawa Tengah, Indonesia.

email: ¹alifahfitria5@students.unnes.ac.id, ²arumnfl6@students.unnes.ac.id,
³sheilarssndn123@students.unnes.ac.id, ⁴rahmaidsr@students.unnes.ac.id, ⁵ipin_aripin@mail.unnes.ac.id,

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu fermentasi, dan takaran ragi *Rhizopus oligosporus* terhadap kecepatan pematangan tempe, serta menentukan kombinasi yang paling efektif untuk mempercepat proses fermentasi tanpa menurunkan kualitas produk. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen kuantitatif dengan menerapkan dua variasi suhu fermentasi, yaitu 30°C dan 38°C, serta dua takaran ragi, yaitu 0,05% dan 0,1%. Proses pembuatan tempe dilakukan melalui tahapan standar perendaman kedelai, perebusan, pengupasan kulit, pendinginan, pencampuran ragi, pengemasan, dan fermentasi selama 48 jam. Pengamatan dilakukan setiap enam jam untuk menilai indikator pematangan berupa pertumbuhan miselium putih, tekstur padat, warna merata, dan aroma khas tempe. Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan membandingkan waktu pematangan pada tiap perlakuan. Hasil menunjukkan bahwa suhu fermentasi memiliki pengaruh besar terhadap kecepatan fermentasi, ditunjukkan dengan tempe pada suhu 30°C membutuhkan waktu 50 jam pada ragi 0,05% dan 48 jam pada ragi 0,1%, sedangkan pada suhu 38°C pematangan berlangsung lebih cepat yaitu 30 jam dengan ragi 0,05% dan 26 jam dengan ragi 0,1%. Meskipun demikian, suhu 38°C dengan ragi 0,1% menyebabkan pertumbuhan miselium kurang merata dan berpotensi menurunkan kualitas tempe. Dengan demikian, kombinasi suhu 30°C dengan takaran ragi 0,1% menjadi perlakuan yang paling optimal karena mampu mempercepat fermentasi sekaligus menghasilkan tempe dengan kualitas fisik yang baik dan aroma khas yang tetap terjaga. Kesimpulannya, percepatan fermentasi tempe memerlukan pengaturan suhu yang tepat dengan dosis ragi optimal untuk menghasilkan produk yang cepat matang dan tetap berkualitas.

Kata Kunci: fermentasi tempe, suhu fermentasi, ragi *Rhizopus oligosporus*, kecepatan pematangan, kualitas tempe, eksperimen kuantitatif.

Abstract

*This study aims to determine the effect of fermentation temperature and the dosage of *Rhizopus oligosporus* yeast on the maturation speed of tempeh, and to determine the most effective combination to accelerate the fermentation process without reducing product quality. This study uses a quantitative experimental method by applying two variations of fermentation temperature, namely 30°C and 38°C, and two dosages of yeast, namely 0.05% and 0.1%. The process of making tempeh is carried out through standard stages of soaking soybeans, boiling, peeling the skin, cooling, mixing yeast, packaging, and fermentation for 48 hours. Observations are made every six hours to assess maturation indicators such as white mycelium growth, solid texture, even color, and the distinctive aroma of tempeh. Data analysis is carried out descriptively quantitatively by comparing the maturation time of each treatment. The results showed that fermentation temperature significantly affected the fermentation rate. Tempeh at 30°C required 50 hours with 0.05% yeast and 48 hours with 0.1% yeast, while at 38°C, maturation was faster, taking 30 hours with 0.05% yeast and 26 hours with 0.1% yeast. However, 38°C with 0.1% yeast resulted in uneven mycelial growth and potentially reduced tempeh quality. Therefore, the combination of 30°C with 0.1% yeast was the most optimal treatment, accelerating fermentation while simultaneously producing tempeh with good physical quality and a distinctive aroma. In conclusion, accelerating tempeh fermentation requires precise temperature control with optimal yeast dosage to produce a product that matures quickly and maintains quality.*

Keywords: tempeh fermentation, fermentation temperature, *Rhizopus oligosporus* yeast, maturation rate, tempeh quality, quantitative experiment.

Article Info

Received date: 31 Oktober 2025

Revised date: 30 November 2025

Accepted date: 05 December 2025

PENDAHULUAN

Tempe merupakan salah satu makanan fermentasi khas Indonesia yang dibuat dari kedelai atau bahan nabati lain yang diinokulasi dengan kultur jamur *Rhizopus* sp sehingga menghasilkan produk bergizi dengan tekstur padat dan cita rasa khas (Suknia & Rahmani, 2020). Sebagai sumber protein nabati yang murah dan mudah diolah, tempe juga mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti isoflavon dan peptida hasil fermentasi yang bermanfaat bagi kesehatan (Muttaqin dkk., 2025). Nilai gizi yang tinggi serta proses pengolahan yang sederhana menjadikan tempe berperan penting dalam ketahanan pangan masyarakat Indonesia (Ratnaningtyas dkk., 2023).

Proses fermentasi, sebagai inti dari pembentukan tempe, merupakan reaksi metabolisme aerob yang dilakukan oleh mikroorganisme untuk mengubah komponen organik menjadi produk yang lebih sederhana melalui aktivitas enzimatik (Setiarto, 2020). Dalam praktik sehari-hari, pembuatan tempe masih banyak dilakukan secara tradisional, dimulai dari pembersihan kedelai, perendaman, perebusan, pengupasan kulit, pendinginan, pencampuran ragi, hingga pembungkusan. Fermentasi berlangsung dalam dua tahap utama. Tahap pertama terjadi selama perendaman, ketika bakteri menghasilkan asam organik seperti asam laktat dan asam asetat yang menciptakan kondisi asam bagi pertumbuhan *Rhizopus* sp. Tahap kedua berlangsung setelah ragi dicampurkan dan kedelai dibungkus; pada tahap ini terbentuk hifa berupa serabut putih yang mengikat biji kedelai menjadi massa kompak, memberikan warna putih dan tekstur yang solid (Harisudin dkk., 2021).

Salah satu permasalahan yang sering ditemui dalam produksi tempe adalah lamanya waktu fermentasi. Proses pematangan dapat mencapai 48–60 jam pada suhu ruang sekitar 30–35°C dengan kelembaban 60–70% (Erkan dkk., 2020; Rosidah dkk., 2023; Dwianto dkk., 2024). Waktu fermentasi yang tidak stabil ini sering disebabkan oleh suhu dan kelembaban ruangan yang tidak terkontrol (Setiawan dkk., 2024), sehingga produsen rumahan kerap menghadapi ketidakefisienan proses produksi.

Suhu fermentasi merupakan faktor penting yang menentukan cepat lambat nya pertumbuhan *Rhizopus oligosporus*. Kapang ini menunjukkan pertumbuhan optimal pada suhu inkubasi 30–35°C, di mana aktivitas enzimatik dalam menghidrolisis protein berlangsung maksimal sehingga menghasilkan tekstur dan aroma tempe yang baik. Suhu yang terlalu rendah (<25°C) memperlambat pertumbuhan kapang, sedangkan suhu tinggi (>37°C) dapat menyebabkan stres termal yang menghambat bahkan menghentikan pertumbuhan *Rhizopus* (Moehady & Hidayatulloh, 2020; Nurholipah & Ayun, 2021). Penelitian lain menunjukkan bahwa suhu di atas 35°C menghambat pembentukan miselium dan menurunkan aktivitas antioksidan (Pratita dkk., 2021), sementara suhu 37°C memang mempercepat fermentasi tetapi berpotensi menghasilkan tekstur tempe yang terlalu keras (Fitriana & Mustakim, 2025). Dengan demikian, pengaturan suhu yang tepat menjadi kunci untuk mempercepat pematangan tanpa menurunkan kualitas tempe.

Selain suhu, takaran ragi juga berpengaruh langsung terhadap kecepatan fermentasi. Ragi sebagai inokulum menentukan seberapa cepat miselium dapat tumbuh dan menutupi kedelai. Dosis ragi yang lebih tinggi cenderung mempercepat pertumbuhan miselium, namun penggunaan ragi berlebih dapat memicu fermentasi berlebihan sehingga tekstur menjadi terlalu keras, aroma terlalu menyengat, dan mutu organoleptik menurun (Saraswati dkk., 2023). Oleh karena itu, pemilihan takaran ragi yang tepat sangat penting untuk mempercepat pematangan tempe sekaligus menjaga kualitas produk.

Interaksi antara suhu dan takaran ragi juga memainkan peran penting dalam menentukan efektivitas fermentasi. Takaran ragi yang tinggi tidak akan efektif apabila suhu terlalu rendah, dan suhu yang terlalu tinggi dapat menghambat pertumbuhan miselium meskipun ragi yang digunakan cukup (Nurholipah & Ayun, 2021). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kombinasi suhu ruang dengan ragi 0,1% selama 48 jam menghasilkan miselium yang merata (Irna dkk., 2020), dan kombinasi suhu 30°C serta ragi 0,1% dapat meningkatkan aktivitas enzim protease sehingga mempercepat pembentukan struktur tempe (Putri & Kartikawati, 2022).

Kajian fermentasi tempe yang dilakukan oleh sebagian besar penelitian terdahulu masih

cenderung mengkaji satu variabel secara terpisah, seperti suhu fermentasi atau takaran ragi, sehingga belum memberikan gambaran yang menyeluruh mengenai bagaimana kedua faktor tersebut saling memengaruhi jalannya fermentasi (Bukhari, 2022). Padahal, proses fermentasi tempe merupakan sistem biologis yang kompleks, di mana perubahan suhu dapat memengaruhi aktivitas enzimatis *Rhizopus* dan pada saat yang sama memengaruhi efektivitas inokulum ragi. Hal ini menyebabkan penelitian yang hanya berfokus pada satu variabel sering kali tidak cukup untuk menjelaskan dinamika percepatan pematangan tempe. Selain itu, (Rachmah dkk., 2024) menegaskan bahwa keberhasilan fermentasi sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang konsisten, sehingga penting untuk melakukan kajian yang menguji kedua variabel secara bersamaan untuk memperoleh pemahaman yang lebih akurat mengenai kombinasi yang optimal.

Urgensi penelitian ini juga semakin terlihat ketika mempertimbangkan kondisi produksi tempe di lapangan. Menurut (Yunas & Pulungan, 2020) produsen tempe skala kecil melaporkan bahwa fluktuasi suhu ruangan dapat memperlambat proses fermentasi dan menghasilkan tempe dengan kualitas yang tidak seragam. Sementara itu, penggunaan takaran ragi yang tidak tepat—baik terlalu sedikit maupun terlalu banyak—menyebabkan ketidakseimbangan pertumbuhan miselium, yang pada akhirnya memengaruhi tekstur, kekompakan, dan aroma tempe. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian (Suherman dkk., 2025) yang menekankan bahwa kualitas organoleptik seperti warna putih merata, struktur padat, dan aroma khas sangat bergantung pada stabilitas dua variabel tersebut. Dengan demikian, penelitian yang mengevaluasi suhu dan ragi secara bersamaan bukan hanya penting dari sisi produksi, tetapi juga signifikan dari sisi edukatif karena dapat membantuiswa memahami hubungan antara mikroorganisme, kondisi lingkungan, dan hasil fermentasi melalui eksperimen yang dapat diamati secara langsung.

Untuk menghasilkan analisis yang lebih terarah, penelitian ini menetapkan batasan variabel yang jelas dan mudah dikendalikan. Berdasarkan (Bukhari, 2022), suhu 30°C dipilih sebagai representasi suhu optimal pertumbuhan *Rhizopus* yang mendukung pembentukan miselium yang stabil, sedangkan suhu 38°C dipilih untuk melihat bagaimana kondisi suhu tinggi—yang sering ditemui pada fermentasi tradisional—mempengaruhi percepatan pematangan. Takaran ragi 0,05% dan 0,1% dipilih karena kedua dosis ini umum digunakan oleh produsen rumahan dan memungkinkan perbedaan tingkat pertumbuhan miselium diamati dengan jelas. Parameter yang dianalisis meliputi tingkat pembentukan miselium, warna putih yang merata, kekompakan tekstur, aroma khas tempe, serta keseragaman pertumbuhan miselium pada permukaan kedelai. Variabel lain seperti pH, kandungan gizi, atau jenis kedelai tidak dimasukkan agar penelitian tetap fokus pada hubungan langsung antara suhu dan ragi. Pendekatan metodologis ini sejalan dengan rekomendasi eksperimen mikrobiologi pangan sederhana dalam (Rachmah dkk., 2024).

Berdasarkan pembahasan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu fermentasi terhadap percepatan pematangan tempe, menilai pengaruh takaran ragi terhadap pembentukan miselium, serta menentukan kombinasi perlakuan yang paling efektif dalam mempercepat fermentasi tanpa menurunkan kualitas produk. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan gambaran empiris yang lebih jelas mengenai bagaimana kedua variabel tersebut bekerja secara mandiri maupun bersamaan dalam memengaruhi proses fermentasi. Temuan penelitian ini juga diharapkan dapat digunakan sebagai rujukan praktis bagi produsen tempe skala kecil dalam mengatur kondisi fermentasi yang lebih efisien, terutama dalam menentukan dosis ragi yang tepat dan menjaga kestabilan suhu ruang. Lebih jauh lagi, penelitian ini dapat menjadi model eksperimen sederhana yang relevan bagi kegiatan pembelajaran IPA Terapan, karena melibatkan proses ilmiah yang mudah diamati seperti pertumbuhan miselium, perubahan tekstur, dan perkembangan warna tempe. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berfungsi untuk meningkatkan efektivitas produksi tempe, tetapi juga memperkaya pemahaman tentang proses fermentasi dalam konteks pendidikan maupun praktik pengolahan pangan tradisional.

Jenis Penelitian

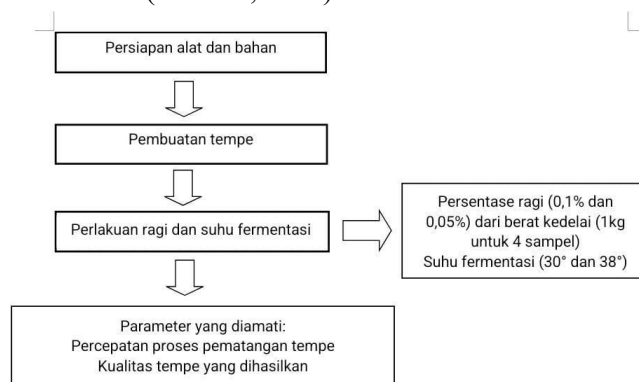
Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimen kuantitatif, yaitu penelitian yang menggunakan data numerik dan analisis statistik untuk menjelaskan fenomena secara objektif (Waruwu dkk., 2025). Penelitian ini dilakukan dengan memanipulasi suhu fermentasi (30°C dan 38°C) serta takaran ragi *Rhizopus oligosporus* (0,05% dan 0,1%) untuk melihat pengaruhnya terhadap kecepatan pematangan tempe. Penelitian eksperimen dipilih karena memungkinkan peneliti mengendalikan variabel perlakuan dan kondisi lingkungan secara langsung sehingga hubungan sebab-akibat dapat diamati secara akurat, sebagaimana dijelaskan bahwa penelitian eksperimen melibatkan manipulasi variabel independen dan pengamatan dampaknya dalam kondisi terkontrol. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 2×2 dengan dua kali ulangan pada setiap kombinasi perlakuan sehingga total terdapat delapan unit percobaan, sesuai karakteristik penelitian kuantitatif yang menekankan pengukuran numerik dan prosedur terstruktur untuk memperoleh data yang konsisten (Azizah dkk., 2025).

Metode Riset

Metode riset yang digunakan adalah metode eksperimen dengan perlakuan kombinasi suhu dan takaran ragi. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk mengamati perubahan visual, tekstural, dan aroma tempe secara sistematis. Setiap perlakuan dilakukan secara berulang untuk mendapatkan data yang reliabel. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif karena hasil yang diperoleh berupa angka, yaitu waktu pematangan tempe dalam jam, yang dapat dianalisis secara statistik. Pendekatan ini juga sesuai dengan prinsip penelitian pangan laboratorium yang menekankan pengukuran kuantitatif terhadap variabel yang dapat dikontrol (Zahroh & Mustakim, 2025).

Prosedur Riset

Prosedur penelitian dilakukan melalui beberapa tahap. Tahap pertama adalah persiapan kedelai, yaitu pemilihan biji kedelai berkualitas baik, pencucian, perendaman ±8 jam, perebusan selama 30 menit, pengupasan kulit, dan penirisan. Tahap kedua adalah pencampuran ragi, di mana kedelai yang telah dingin dicampur dengan ragi sesuai takaran perlakuan, yaitu 0,05% dan 0,1% dari berat kedelai. Tahap ketiga adalah pengemasan dan fermentasi, di mana kedelai dimasukkan ke dalam plastik berlubang dan difermentasi pada suhu 30°C atau 38°C selama maksimal 48 jam. Selama proses fermentasi, dilakukan pengamatan berkala setiap 6 jam untuk mencatat perubahan warna, pertumbuhan miselium, tekstur, dan aroma. Waktu pematangan tempe dicatat saat tempe mencapai warna putih merata, tekstur padat, dan aroma khas (Bukhari, 2022).



Gambar 1. Diagram Proses Pembuatan Tempe

Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui observasi terstruktur yang melibatkan pengamatan sistematis terhadap variabel-variabel penelitian. Variabel bebas terdiri dari suhu fermentasi dan takaran ragi, sedangkan variabel terikat adalah waktu pematangan tempe hingga mencapai kondisi matang secara

visual dan sensorik. Peneliti menggunakan lembar observasi standar untuk mencatat setiap kombinasi perlakuan, termasuk waktu pematangan, pertumbuhan miselium, warna, tekstur, dan aroma tempe. Observasi dilakukan setiap 6 jam hingga 48 jam atau sampai tempe mencapai kematangan optimal. Metode ini memungkinkan pengumpulan data numerik yang sistematis dan objektif (Suherman dkk., 2025).

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dilakukan dengan analisis deskriptif kuantitatif menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel. Data waktu pematangan tempe dari masing-masing perlakuan dihitung rata-rata (mean) dan disajikan dalam bentuk tabel maupun grafik batang untuk memudahkan interpretasi visual. Selanjutnya dilakukan perbandingan sederhana antar perlakuan untuk menentukan kombinasi suhu dan ragi yang menghasilkan waktu pematangan tercepat. Analisis ini juga dapat dilengkapi dengan penghitungan korelasi antarvariabel untuk melihat hubungan antara suhu, takaran ragi, dan waktu fermentasi (Sugiyono, 2017). Penggunaan Excel efektif untuk studi skala kecil karena memungkinkan penyajian data secara sistematis dan akurat (Fakhri dkk., 2025).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

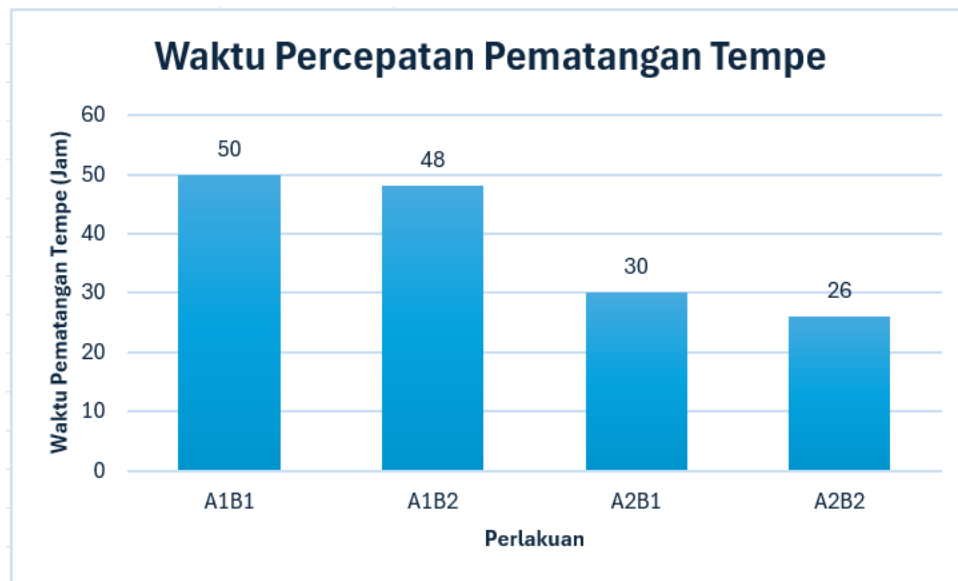
Uji percepatan pematangan tempe dilakukan untuk mengetahui berapa jam yang dibutuhkan setiap sampel hingga mencapai kondisi matang, ditandai dengan pertumbuhan miselium putih yang merata, tekstur padat, dan aroma khas tempe. Waktu pematangan diukur sejak inokulasi ragi hingga munculnya ciri-ciri tempe matang tersebut. Setiap perlakuan menunjukkan waktu pematangan yang berbeda, dipengaruhi oleh kombinasi suhu fermentasi dan takaran ragi yang digunakan. Data waktu pematangan dari masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian

Perlakuan	Suhu	Takaran Ragi	Waktu Pematangan (Jam)
A1B1	30°C	0, 05%	50 jam
A1B2	30°C	0, 1%	48 jam
A2B1	38°C	0, 05%	30 jam
A2B2	38°C	0, 1%	26 jam

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tempe pada perlakuan A1B1 membutuhkan waktu pematangan paling lama karena jumlah ragi yang rendah menyebabkan proses kolonisasi miselium berlangsung lambat. Pertumbuhan miselium pada perlakuan A1B1 tampak belum merata dan sebagian kedelai masih terlihat jelas sehingga struktur tempe belum kompak. Pada perlakuan A1B2, peningkatan takaran ragi menjadi 0,1% terbukti mempercepat pertumbuhan miselium. Tempe matang lebih cepat, tekstur tampak lebih padat, dan warna miselium putih terlihat lebih merata. Kombinasi suhu 30°C dan takaran ragi 0,1% ini memberikan kondisi fermentasi yang lebih stabil sehingga kualitas tempe lebih baik dibandingkan perlakuan pada suhu dan takaran ragi yang lebih rendah.

Sementara itu, penggunaan suhu fermentasi 38°C pada A2B1 dan A2B2 menghasilkan proses fermentasi yang jauh lebih cepat, ditunjukkan oleh waktu pematangan masing-masing 30 jam dan 26 jam. Namun percepatan fermentasi ini tidak sepenuhnya berdampak positif terhadap kualitas tempe. Pertumbuhan miselium cenderung tidak stabil, beberapa bagian tempe tampak terlalu lembap, terdapat noda kecoklatan, dan pada A2B2 terlihat tanda-tanda over-fermentasi akibat aktivitas enzimatis yang terlalu tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu dan takaran ragi memang dapat mempercepat proses fermentasi, tetapi tidak selalu menghasilkan kualitas tempe yang seragam dan optimal. Pengaruh suhu dan takaran ragi terhadap percepatan pematangan tempe dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 2. Diagram batang waktu pematangan tempe pada setiap perlakuan

Gambar 2 menunjukkan bahwa perlakuan dengan suhu fermentasi lebih tinggi cenderung menghasilkan waktu pematangan yang lebih cepat, sebagaimana terlihat pada A2B1 dan A2B2 yang masing-masing matang dalam 30 jam dan 26 jam. Namun demikian, perlakuan A1B2 merupakan kombinasi yang paling optimal karena tidak hanya menghasilkan waktu pematangan yang relatif singkat, tetapi juga didukung oleh pertumbuhan miselium yang merata dan tekstur tempe yang lebih stabil. Sementara itu, meskipun A2B2 menghasilkan waktu pematangan paling cepat, fermentasinya berlangsung terlalu intens sehingga kualitas akhir tempe tidak sebaik perlakuan A1B2 pada suhu 30°C dengan takaran ragi 0,1%.



Gambar 3. Hasil tiap perlakuan (a) suhu 30°C dan takaran ragi 0,05%, (b) suhu 30°C dan takaran ragi 0,1%, (c) suhu 38°C dan takaran ragi 0,05%, (d) suhu 38°C dan takaran ragi 0,1%

Gambar 3 menunjukkan kondisi fisik tempe pada keempat perlakuan. Setiap perlakuan memperlihatkan perbedaan warna, ketebalan miselium, kepadatan tekstur, serta kerapian pertumbuhan jamur. Pada perlakuan A1B1, miselium tampak tumbuh tetapi belum merata sehingga beberapa bagian kedelai masih terlihat. Pada perlakuan A1B2, pertumbuhan miselium jauh lebih padat, putih bersih, dan menutupi permukaan kedelai secara seragam. Sementara itu, pada suhu 38°C (A2B1 dan A2B2), miselium memang tumbuh lebih cepat, tetapi terlihat kurang stabil, beberapa area tampak lembap, berwarna kecoklatan, atau menunjukkan tanda pemanasan berlebih. Perbedaan ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu mempercepat fermentasi, tetapi tidak selalu menghasilkan kualitas fisik tempe yang optimal terutama jika takaran ragi juga tinggi.

PEMBAHASAN

1. Pengaruh Suhu Fermentasi terhadap Kecepatan Pematangan Tempe

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan suhu fermentasi dari 30°C menjadi 38°C mempercepat proses pematangan tempe secara signifikan. Pada suhu 30°C, waktu fermentasi yang dibutuhkan mencapai 50 jam (A1B1) dan 48 jam (A1B2), sedangkan pada suhu 38°C waktu fermentasi menurun menjadi 30 jam (A2B1) dan 26 jam (A2B2). Peningkatan suhu mempercepat aktivitas enzimatik jamur *Rhizopus oligosporus*, terutama enzim protease dan amilase, yang berperan dalam penguraian protein dan karbohidrat kedelai menjadi senyawa yang lebih sederhana. Temuan ini sesuai dengan hasil penelitian (Khairiah dkk., 2025) yang menyatakan bahwa peningkatan suhu mempercepat reaksi biokimia selama fermentasi, namun suhu di atas 38°C dapat menyebabkan pertumbuhan miselium tidak stabil dan mutu produk menurun. Pengendalian suhu melalui sistem monitoring otomatis penting agar proses fermentasi tetap berlangsung pada rentang optimal (30–35°C) untuk menghasilkan pertumbuhan miselium yang merata. Penelitian (Zahroh & Mustakim, 2025) menunjukkan bahwa *Rhizopus* spp. memiliki peran antimikroba alami yang berhubungan erat dengan pertumbuhan miselium yang optimal pada suhu ruang (28–30°C).

2. Pengaruh Takaran Ragi (*Rhizopus oligosporus*) terhadap Kecepatan Pematangan Tempe

Takaran ragi menentukan jumlah spora jamur aktif yang menginisiasi fermentasi. Berdasarkan hasil penelitian, peningkatan dosis ragi dari 0,05% menjadi 0,1% mempercepat waktu pematangan pada kedua suhu yang diuji. Pada suhu 30°C, penambahan ragi 0,1% mempercepat fermentasi dari 50 jam menjadi 48 jam, sementara pada suhu 38°C dari 30 jam menjadi 26 jam. Peningkatan dosis inokulum mempercepat kolonisasi miselium di permukaan kedelai, meningkatkan aktivitas respirasi, dan mempercepat pembentukan struktur tempe yang padat. Namun, takaran ragi yang terlalu tinggi berpotensi menimbulkan pertumbuhan tidak merata dan aroma asam akibat peningkatan panas lokal. Hasil ini didukung temuan (Situmorang, 2025) yang menyatakan bahwa dosis ragi 0,1% menghasilkan peningkatan kadar protein tertinggi pada fermentasi biji labu kuning, tetapi penggunaan ragi berlebih menyebabkan perubahan warna dan kelembapan berlebih. Begitu pula (Sopacua dkk., 2025) menemukan bahwa variasi konsentrasi ragi tidak lebih dari 0,1% merupakan rentang ideal untuk mempertahankan keseimbangan antara kecepatan fermentasi dan kestabilan mutu kimia pada tempe kenari. Fermentasi tempe ideal dilakukan pada suhu ruang dengan dosis ragi tidak lebih dari 0,1% untuk memastikan pembentukan aroma dan tekstur khas tanpa over-fermentasi.

3. Kombinasi Suhu dan Takaran Ragi yang Paling Efektif

Interaksi antara suhu dan takaran ragi menunjukkan bahwa keduanya saling memengaruhi kecepatan dan hasil fermentasi. Kombinasi suhu 38°C dengan ragi 0,1% (A2B2) memang menghasilkan waktu fermentasi tercepat (26 jam), tetapi pertumbuhan miselium cenderung tidak merata dan muncul tanda over-fermentasi seperti bagian lembap dan aroma asam. Sebaliknya, kombinasi suhu 30°C dan takaran ragi 0,1% (A1B2) menghasilkan waktu fermentasi cukup cepat (48 jam) dengan tekstur padat, warna putih merata, dan aroma khas tempe yang baik. Kondisi ini menunjukkan bahwa suhu moderat dengan dosis ragi optimal memberikan keseimbangan terbaik antara percepatan fermentasi dan kualitas produk. Temuan ini sejalan dengan (Wijayanti dkk., 2025) yang menegaskan bahwa proporsi inokulum dan suhu berperan penting dalam menentukan kestabilan fermentasi dan karakteristik organoleptik tempe. Suhu tinggi memang mempercepat pertumbuhan awal mikroba, tetapi dapat mengganggu tekstur produk akhir bila tidak diimbangi dengan dosis inokulum yang sesuai.

Hasil serupa ditemukan oleh (Falisha dkk., 2025), bahwa suhu yang terlalu tinggi mempercepat pertumbuhan awal namun menurunkan kualitas tekstur produk akhir. Kualitas tempe dinilai dari kerapatan miselium, tekstur padat, dan aroma khas. Peningkatan suhu atau

dosis ragi berlebihan dapat menimbulkan area lembap dan warna kekuningan akibat pertumbuhan jamur yang tidak merata. Hasil penelitian ini mempertegas pentingnya pengaturan suhu dan dosis ragi untuk memperoleh keseimbangan antara efisiensi fermentasi dan mutu produk. Kombinasi suhu 30°C dan takaran ragi 0,1% direkomendasikan bagi produsen tempe skala kecil sebagai standar produksi yang efisien dan berkualitas. Kombinasi suhu dan takaran ragi berpengaruh nyata terhadap kecepatan fermentasi dan mutu tempe. Suhu 30°C dengan takaran ragi 0,1% memberikan hasil paling optimal. Suhu tinggi memang mempercepat fermentasi, namun menurunkan kualitas fisik produk.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu fermentasi sangat berpengaruh terhadap kecepatan pematangan tempe, di mana suhu 30°C menghasilkan waktu fermentasi 50 jam pada takaran ragi 0,05% dan 48 jam pada 0,1%, sedangkan suhu 38°C mempercepat proses menjadi 30 jam pada ragi 0,05% dan 26 jam pada ragi 0,1%, meskipun kualitas tempe cenderung kurang stabil dengan miselium tidak merata dan tanda over-fermentasi. Penambahan ragi dari 0,05% menjadi 0,1% secara konsisten mempercepat kolonisasi miselium pada semua kondisi, dan interaksi kedua variabel menunjukkan bahwa kombinasi suhu 30°C dan ragi 0,1% merupakan perlakuan paling optimal karena memberikan waktu pematangan yang lebih singkat sekaligus menjaga mutu tempe tetap baik. Dengan demikian, percepatan fermentasi tempe memerlukan pengaturan keseimbangan antara suhu dan dosis ragi agar efisien tanpa menurunkan kualitas, dan penelitian lanjutan disarankan mengevaluasi variasi suhu bertahap (misalnya 28–32°C) maupun dosis ragi yang lebih presisi untuk menemukan rentang kondisi yang lebih stabil dan mudah diterapkan pada produksi skala rumah tangga maupun industri kecil.

REFERENSI

- Aji, G. M., Pratiwi, A. F., & Utami, S. W. (2024). Rancangan Bangun Inkubator Tempe Untuk Mempercepat Waktu Fermentasi Design. *AGROTEKNIKA*, 7(4), 488–497.
- Azizah, A., Amania, L., & Nisak, Y. K. (2025). Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Karakteristik Kimia Tempe Kedelai. *LIPIDA : Jurnal Teknologi Pangan Dan Agroindustri Perkebunan*, 5(1), 11–17.
- Bukhari, M. R. (2022). Pelatihan Fermentasi Tempe. *BARAKATI: Journal of Community Service*, 01(1), 10–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.62394/barakati.v1i1.25>
- Dwianto, S. A., Meitiniarti, V. I., Sukmana, A. B. A., & Dewi, L. (2024). Penambahan Biji Chia (*Salvia hispanica* L.) pada Fermentasi Tempe Kedelai dalam Peningkatan Aktivitas Antioksidan dan Nilai Kesukaan. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 9(2), 155–163. <https://doi.org/10.24002/biota.v9i2.7828>
- Erkan, S. B., Gürler, H. N., Bilgin, D. G., Germec, M., & Turhan, I. (2020). Production and characterization of tempehs from different sources of legume by *Rhizopus oligosporus*. *LWT*, 119, 108880. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108880>
- Fakhri, H. N., Septiana, F. F., Jufri, M. T., & Nuhadi, Z. F. (2025). Pelatihan Analisis Data Menggunakan Microsoft Excel Bagi Siswa SMA Negeri 26 Garut. *Jurnal Media Pengabdian Komunikasi*, 5(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.52434/medikom.v5i1.421>
- Falisha, S. N., Amaliasari, N., Salsabila, H., Sajati, S. S., Amanda, D., & Dwiyantri, R. (2025). Analisis Faktor Penyebab Kerusakan pada Tempe di Rumah Tempe Indonesia. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin Terpadu*, 9(5), 165–172. <https://sejurnal.com/pub/index.php/jimt/article/download/7098/8193/13116>
- Harisudin, M., Adi, R. K., & Qonita, R. A. (2021). Strategi Bisnis Tempe. <http://repository.usahidsolo.ac.id/1653/1/EBOOK%20STRATEGI%20BISNIS%20TEMPE.pdf>

- Khairiah, K., Kiptiyah, S. Y., Khoirunnisa, I. F., & Nurunazmi, S. (2025). Physicochemical Properties Of Sorghum (*Sorghum Bicolor* L.) Tempeh At Different Fermentation Times And Yeast Concentrations. *AGRITEPA: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*, 12(1), 225–242. <https://doi.org/10.37676/agritepa.v12i1.8359>
- Kurnia, Rofiqoh, N., & Pebriyanto, A. N. (2025). Proses produksi tempe dalam prespektif ekonomi syariah. *IQTISHADIA: Jurnal Ekonomi Syariah Dan Inovasi Bisnis*, 1(1). <https://journal.stesiu.ac.id/index.php/iqtishadia>
- Fitriana, L., & Mustakim, A. (2025). Pengamatan Pertumbuhan Jamur *Rhizopus oligosporus* dari Tempe pada Media PDA Menggunakan Metode Pengenceran. *Algoritma : Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Kebumihan Dan Angkasa*, 3(4), 267–273. <https://doi.org/10.62383/algoritma.v3i4.687>
- Mochady, B. I., & Hidayatulloh, I. (2020). Proses Pembuatan Minyak Kelapa Murni dengan Menggunakan *Rhizopus Oligosporus*. *METANA*, 16(1), 11–18. <https://doi.org/10.14710/metana.v16i1.25948>
- Muttaqin, S. Z., Rachel, A., Napitupulu, M. R., & Mamangkey, J. (2025). Potensi Mikroorganisme dalam Makanan Fermentasi Lokal Indonesia sebagai Pangan Fungsional The Potential of Microorganisms in Indonesian Local Fermented Foods as Functional Foods. *Journal of Natural Sciences*, 6(2), 177–187. <https://doi.org/10.34007/jonas.v6i2.864>
- Novari, I., & Ruf, A. M. (2025). Implementasi Pengawasan Mutu dalam Proses Produksi Tempe Segar di Rumah Tempe Indonesia (RTI) Bogor. *Karimah Tauhid*, 4, 7286–7292. <https://doi.org/https://doi.org/10.30997/karimahtauhid.v4i9.21168>
- Nurholipah, N., & Ayun, Q. (2021). Isolasi dan Identifikasi *Rhizopus oligosporus* dan *Rhizopus oryzae* pada Tempe Asal Bekasi. *Jurnal Teknologi Pangan*, 15(1), 98–104.
- Putri, F. L., & Kartikawati, D. (2023). Optimasi Konsentrasi Ragi dan Jenis Pembungkus dalam Pembuatan Tempe Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). *Jurnal Agrifoodtech*, 1(2), 103–118. <https://doi.org/10.56444/agrifoodtech.v1i2.310>
- Rachmah, A. N., Cempaka, L., & Mukaromah, A. S. (2024). Jenis Ragi dan Bahan Pembungkus Terhadap Kualitas Tempe. *Berkala Ilmiah Biologi*, 82–91. <https://doi.org/10.22146/bib.v15i2.6341>
- Ratnaningtyas, S., Soeprijadi, L., & Ambarwati, L. (2023). Sensory and Chemical Characteristics and Shelf Life Prediction of Soybean Tempeh with the Addition of Catfish (*Clarias* sp) Bone Meal. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 11(1), 25–31. <https://doi.org/10.35800/mthp.11.1.2023.46206>
- Rosidah, R., Azizah, A. S., Megawati, H. P., & Rivaldi, R. (2023). Analisis Morfologi Fungi pada Tempe Kemasan Daun dan Tempe Kemasan Plastik. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Biologi Dan Sains*, 2(1), 48–57. <https://doi.org/10.30998/jpmbio.v2i1.1930>
- Saraswati, A. N., Duniaji, A. S., & Darmayanti, L. P. T. (2023). Pengaruh Konsentrasi Ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali Terhadap Karakteristik Tempe Kacang Gude (*Cajanus cajan* (L) Millsp). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 12(1), 108. <https://doi.org/10.24843/itepa.2023.v12.i01.p09>
- Setiarto, R. H. B. (2020). *Teknologi Fermentasi Pangan Tradisional dan Produk Olahannya*. GUEPEDIA. https://books.google.co.id/books?id=ok9NEAAQBAJ&redir_esc=y
- Setiawan, A., Apriani, Y., Saleh, Z., & Ardianto, F. (2024). Pengendali Suhu Fermentasi Tempe Berbasis NodeMCU Dan Sensor DHT 22. *Electrician: Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, 18(2), 128–138. <https://doi.org/10.23960/elc.v18n2.2566>
- Situmorang, N. A. (2025). Pengaruh Konsentrasi Ragi terhadap Kadar Protein pada Fermentasi Tempe Biji Labu Kuning (*Cucurbita moschata*) [Skripsi, Universitas Medan Area]. <https://repositori.uma.ac.id/handle/123456789/27593>

- Sopacua, A. F., Tuhumury, H. C. D., & Tetelepta, G. (2025). Pengaruh Konsentrasi Ragi (*Rhizopus oligosporus*) terhadap Karakteristik Kimia Tempe Kenari (*Canarium indicum*). *Jurnal Pertanian Kepulauan*, 9(2), 2025. <https://doi.org/10.30598/jpk.2025.9.2.118>
- Suherman, J., Sarusu, A. M., & Fathianti, N. (2025). Analisis Waktu Produksi, Pengelolaan Bahan Baku, dan Kapasitas Produksi dalam Meningkatkan Produksi Tempe Manabaya di Sumedang. *Jurnal Dimamu*, 4(3), 490–497. <https://doi.org/10.32627>
- 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 Candiyesi, Salatiga. *Southeast Asian Journal of Islamic Education*, 3(1), 59–76. <https://doi.org/10.21093/sajie.v3i1.2780>
- Yunas, R. P., & Pulungan, A. B. (2020). Sistem Kendali Suhu dan Kelembaban pada Proses Fermentasi Tempe. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 06(01), 103–113. <https://ejournal.unp.ac.id/index.php/jtev/index> Sistem
- Waruwu, M., At, S. N. P., Utami, P. R., Yanti, E., & Rusydiana, M. (2025). Metode Penelitian Kuantitatif: Konsep, Jenis, Tahapan dan Kelebihan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 10, 917–932. <https://doi.org/10.29303/jipp.v10i1.3057>
- Wijayanti, E. D., Harini, N., & Elanarni, D. (2025). Pengaruh Konsentrasi Ragi dan Proporsi Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata* L.) dan Kacang Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) Terhadap Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Tempe. *Food Technology and Halal Science Journal*, 8(1), 104–116. <https://doi.org/10.22219/fths.v8i1.37593>
- Zahroh, L., & Mustakim, A. (2025). Peran *Rhizopus* SPP. dalam Tempe sebagai Agen Antimikroba Alami: Studi Praktikum Farmasi Berbasis Eksperimen. *Jurnal Ilmu Psikologi Dan Kesehatan*, 02(02), 70–77. <https://jurnal.kopusindo.com/index.php/jipk/article/view/1131>