

KUALITAS KIMIA DAN ORGANOLEPTIK TEMPE BIJI NANGKA (*Artocarpus heterophyllus*) DARI BERBAGAI KONSENTRASI RAGI DAN LAMA FERMENTASI

Chemical and Organoleptic Quality of Jackfruit Seed Tempe (*Artocarpus heterophyllus*) From Various Yeast Concentrations and Fermentation Times

Nanda Aulia ¹⁾, Syahraeni Kadir²⁾, Amalia Novianty²⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Tadulako. Palu.

²⁾ Dosen Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Tadulako. Palu.

Jl. Soekarno-Hatta Km 9, Tondo-Palu 94119, Sulawesi Tengah Telp 0451-429738.

E-mail : @gmail:habibahnanda80@gmail.comkmsyahraeni@gmail.commamalianoviyanti2511@gmail.com.

ABSTRACT

Tempeh is a food rich in nutrients, especially protein. Tempeh is made from soybeans fermented with several types of *Rhizopus* mold. This study aims to obtain the appropriate yeast concentration and fermentation time of jackfruit seeds based on the chemical and sensory properties of jackfruit seed tempeh. The study used a Completely Randomized Design (CRD) for chemical analysis and a Randomized Block Design (RAK) was used for analysis in organoleptic testing. Data collection methods were carried out through experiments and literature studies, namely by providing treatments to the samples studied. The study used variables of 36 hours and 48 hours of fermentation, with tempeh yeast levels of 1.5%, 2%, 2.5%, and 3%. Each treatment was repeated 3 times, resulting in 24 trials. To determine the nutritional and chemical content of jackfruit seed tempeh, product analysis was carried out including water analysis, fiber analysis, and protein analysis, antioxidant analysis, and organoleptic tests (color, taste, aroma, texture and preference). The data obtained from this study will be analyzed statistically using Analysis of variance (ANOVA). If a significant and very significant effect is required, further testing will be carried out using honestly significant differences (HSD), at the level of 0,05 if the effect is significant and 0,01 if the effect is very significant. Based on the results, it can be concluded that the best chemical and organoleptic quality of jackfruit seed tempeh is found in the treatment (yeast concentration of 1.5% and fermentation time of 36 hours) because the water content value is within the optimal limit, the fiber value is quite high, the protein value is quite good, and the highest organoleptic value with an organoleptic score of color 5.60 (like), texture 5.15 (rather like), aroma 4.85 (rather like), taste 4.20 (neutral), and overall 4.90 (rather like).

Keywords : Jackfruit Seeds, Tempeh, *Rhizopus*.

ABSTRAK

Tempe merupakan makanan yang kaya akan nilai gizi, terutama protein. Tempe terbuat dari bahan dasar kacang kedelai yang difermentasikan dengan beberapa jenis kapang *Rhizopus*. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi ragi dan lama fermentasi biji nangka yang tepat berdasarkan sifat kimia dan sensoris tempe biji nangka. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk analisis kimia dan Rancangan Acak Kelompok (RAK) digunakan untuk analisis pada pengujian organoleptik. Metode pengumpulan data dilakukan dengan eksperimen dan studi pustaka yaitu dengan memberikan perlakuan terhadap sampel yang diteliti. Penelitian yang dilakukan menggunakan variabel lama fermentasi 36 jam dan 48 jam, dengan kadar ragi tempe 1,5%, 2%, 2,5%, dan 3%. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 24 percobaan. Untuk mengetahui

kandungan gizi dan kimia pada tempe biji nangka dilakukan analisis produk meliputi analisis kadar air, analisis kadar serat, dan analisis kadar protein, analisis antioksidan, dan uji organoleptik (warna, rasa, aroma, tekstur dan kesukaan). Data yang diperoleh dari penelitian ini akan dianalisis secara statistika dengan menggunakan *Analysis of variance* (ANOVA). Jika diperlukan berpengaruh nyata dan sangat nyata maka akan di uji lanjut dengan menggunakan beda nyata jujur (BNJ), pada taraf 5% jika berpengaruh nyata dan 1% jika berpengaruh sangat nyata. Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan yaitu kualitas kimia dan organoleptik tempe biji nangka terbaik terdapat pada perlakuan konsentrasi ragi 1,5% dan lama fermentasi 36 jam karena nilai kadar air dalam batas optimal, nilai serat yang cukup tinggi, nilai protein yang cukup baik, dan nilai organoleptik tertinggi dengan skor organoleptik warna 5,60 (suka), tekstur 5,15 (agak suka), aroma 4,85 (agak suka), rasa 4,20 (netral), dan secara keseluruhan 4,90 (agak suka).

Kata Kunci : Biji Nangka, Tempe, *Rhizopus*.

PENDAHULUAN

Tempe merupakan makanan yang kaya akan nilai gizi, terutama protein. Tempe mengandung beragam nutrisi penting dan senyawa bioaktif yang memberikan manfaat positif bagi kesehatan tubuh, termasuk untuk sistem pencernaan, peredaran darah, dan sistem pernapasan (Sofiah *et al.*, 2023).

Tempe dari fermentasi biji nangka dapat menjadi solusi kurangnya pasokan kedelai sebagai bahan baku pembuatan tempe. Selain menjadi inovasi baru dalam bidang pangan tempe biji nangka juga dapat membantu mengurangi penggunaan kedelai pada pembuatan tempe. Komponen produksi tempe yang mengalami kenaikan harga signifikan mengakibatkan banyak pengrajin tempe banyak berimprovisasi pada tahapan proses pembuatan untuk menekan biaya produksi (Alvina *et al.*, 2019).

Biji nangka dapat menjadi sumber karbohidrat, sumber protein dan sumber energi yang potensial. Komponen biji nangka dalam buah mencapai 20% dari bobot buah. Biji dari buah nangka merupakan sumber karbohidrat (36,7 g /100 g), sumber protein (4,2 g/100 g), dan energi (165 kkal/100 g), sehingga biji nangka dapat dimanfaatkan sebagai bahan dalam pangan yang potensial (Andyarini dan Hidayati, 2017).

Pengolahan biji nangka menjadi produk makanan merupakan salah satu bentuk usaha memanfaatkan limbah biji nangka sebagai alternatif penambah sumber bahan pangan baru. Pemanfaatan limbah biji nangka sebagai bahan alternatif untuk pembuatan

tempe adalah salah satu cara yang inovatif dan berkelanjutan untuk mengurangi limbah dan meningkatkan nilai tambah dari limbah pertanian (Nurholipah dan Ayun, 2021).

Kurangnya informasi tentang penggunaan biji nangka sebagai alternatif pada pembuatan tempe menunjukkan bahwa masih banyak yang belum diketahui tentang bagaimana penambahan bahan baku dan bahan tambahan dapat mempengaruhi kualitas dan nilai gizi pada tempe. Sehingga diharapkan penelitian ini dapat menjadi sumber informasi kepada peneliti lain dan pembaca tentang kualitas tempe biji nangka dari berbagai konsentrasi ragi dan lama fermentasi.

Fermentasi adalah proses biokimia yang melibatkan konversi zat organik menjadi senyawa yang lebih sederhana melalui aksi mikroorganisme seperti bakteri, ragi, atau jamur (Sarungu *et al.*, 2020).

Hipotesis. Terdapat salah satu konsentrasi ragi dan lama fermentasi yang memberikan kualitas kimia dan sensoris tempe biji nangka terbaik.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Agroindustri Fakultas Pertanian dan Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tadulako Palu, dimulai pada bulan Maret sampai dengan Mei 2025.

Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain peralatan untuk membuat tempe yaitu mangkok, panci, nampan, saringan,

kompor, sendok, timbangan. Alat untuk analisis kadar air, timbangan, lumpang, alu, cawan porselen, oven dengan temperatur dapat dikontrol, tanur dan desikator. Alat untuk analisis kadar serat kertas saring, kapas, tabung dan alat pereaksi soxhlet, labu lemak 200 ml, erlenmeyer, hot plate, cawan, dan corong buchner. Alat untuk analisis protein labu kjedahl 100 ml, alat penyulingan dan kelengkapannya, pemanas listrik dan neraca analitik. Alat untuk analisis kadar serat pendingin tegak, corong buchner, kertas saring, cawan, oven, timbangan analitik alat untuk analisis antioksidan kertas saring, tabung reaksi, alumunium foil dan mesin inkubasi.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah biji nangka yang berasal dari Kelurahan Pengawu, air, ragi yang digunakan yaitu merk raprima. Bahan untuk analisis kadar protein campuran selen, bromocresol green 0,1%, larutan merah metal 0,1%, alkohol 95%, H₂SO₄, NaOH 3%, asam borat 2%, HCl 0,01 N. Bahan untuk analisis kadar serat H₂SO₄ 1,25%, etanol 96%, NaOH 3,25%. Bahan untuk analisis kadar antioksidan gliserol, setil alkohol, paraffin cair, asam stearat, metil paraben (nipagin), propel paraben (nipasol), etanol 80%, trietanolamin, aquades, adeps lanae, dan larutan DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil). Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan Rancangan Acak Kelompok (RAK). RAL digunakan untuk analisis kimia (kadar air, kadar protein, kadar serat, dan antioksidan). Sedangkan RAK digunakan untuk analisis uji sensoris (warna, aroma, tekstur, rasa dan kesukaan keseluruhan). Penelitian yang dilakukan menggunakan variabel lama fermentasi 36 jam dan 48 jam, dengan kadar ragi tempe 1,5%, 2%, 2,5%, dan 3%. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 24 unit percobaan.

Tahapan Penelitian

Pembuatan Tempe. Pembuatan tempe yang ditambahkan biji nangka (Isabella dan Rahmatu, 2020) yang dimodifikasi. Diawali dengan penyortiran biji nangka sebanyak

4 kg, tujuannya untuk mendapatkan biji yang baik. Kemudian biji direndam selama 15 menit, setelah itu dicuci dan dilakukan perendaman selama 24 jam pada suhu ruang.

Biji yang telah direndam, dilanjutkan dengan proses perebusan selama 30 menit. Setelah perebusan, biji tersebut dicuci agar menghilangkan bau asam akibat perendaman, biji ditiriskan dan dikeringanginkan kemudian dipisahkan dari kulit arinya dan didinginkan. Biji nangka dibersihkan dari kulitnya, kemudian dihaluskan menggunakan mesin chopper dan dikukus selama 45 menit, setelah dikukus kembali biji nangka didinginkan dan diberi ragi yang telah divariasikan (1,5%, 2%, 2,5%, dan 3%), lalu biji nangka dibungkus menggunakan plastik yang telah dilubangi untuk difermentasikan pada suhu ruang dengan lama fermentasi yang divariasikan (36 jam dan 48 jam).

Analisis Kadar Air (AOAC, 2000). Cawan kosong dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam, didinginkan dalam desikator selama 30 menit, kemudian ditimbang beratnya. Sampel ditimbang sebanyak 2 g dalam cawan yang telah diketahui beratnya, kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 2 jam. Cawan didinginkan dalam desikator selama 1 jam pada suhu 105°C, lalu dinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang. Perlakuan diulangi terus sampai diperoleh berat yang konstan.

Analisis Kadar Serat (AOAC, 2000). Bahan kering ditimbang sebanyak 10 g dan ekstraksi lemak dengan Soxhlet. Sampel dikeringkan menggunakan oven bersuhu 105°C. Setelah kering, sampel ditimbang 1-3 g dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml. kemudian 32 tambahkan 25 ml larutan H₂SO₄ 1,25%, kemudian dididihkan selama 30 menit dengan menggunakan pendingin tegak. Tambahkan 25 ml NaOH 3,25% dan dididihkan kembali selama 30 menit. Dalam keadaan panas saring dengan corong Buchner yang berisi kertas saring yang telah dikeringkan dan diketahui beratnya, kemudian endapan yang terdapat pada kertas saring dicuci berturut-turut dengan H₂SO₄ 1,25% panas, air panas dan etanol

96%. Kertas saring diangkat beserta isinya, masukkan ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya, dikeringkan pada suhu 105°C selama 1 jam. Lalu didinginkan dan ditimbang sampai beratnya tetap.

Analisis Kadar Protein Metode Kjeldahl (AOAC, 2001). Sampel ditimbang dengan seksama 0,51 g dan dimasukkan dalam labu kjeidahl 100 mL. Ditambahkan 2 g campuran selen dan 25 mL. H₂SO₄ pekat. Dipanaskan di atas pemanas listrik atau api pembakar sampai mendidih dan larutan menjadi jernih kehijau-hijauan (sekitar 2 jam). Dibiarkan dingin kemudian diencerkan dan dimasukan dalam labu ukur 100 ml, tepatkan sampai tanda garis. 5 mL. Larutan di pipet dan dimasukkan dalam alat penyuling, kemudian 5 ml. NaOH 30% ditambahkan dan beberapa tetes indicator phenolphthalein (PP). Disulingkan selama kurang lebih 10 menit, sebagai penampung adalah 10 ml. larutan asam 33 borat 2% yang telah dicampur indikator dan dimasukan dalam erlenmeyer. Ujung pendingin dibilasi dengan air suling. Dititrasi dengan larutan HCl 0,01 N. Dibandingkan dengan blanko.

Analisis Antioksidan Metode DPPH (Molyneux, 2004). Uji aktivitas antioksidan dilakukan pada sampel dengan membuat larutan stok sebanyak 25 ml dari keempat sampel dengan konsentrasi 50 ppm, 75 ppm, 100 ppm, 125 ppm, dan 150 ppm. Sampel diekstrak dengan melarutkan 1 mg sampel pada 50 ml methanol. Hasil pengenceran disaring menggunakan kertas saring. Kemudian masing-masing sampel. dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan larutan DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil), 2 ml kemudian ditambahkan methanol sebanyak 6 ml. Ditutup dengan aluminium foil, kemudian masing-masing sampel 34 dikocok, setelah itu diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit, dan diukur absorbansinya pada gelombang 517 nm.

Hasil pembacaan larutan sampel adalah Absorbansi sampel (As). Absorbansi sampel yang diperoleh dibandingkan dengan absorbansi DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil), sehingga diperoleh % aktivitas antioksidannya.

Uji Organoleptik. Sampel produk yang akan diuji disiapkan dalam kondisi yang sama dan siap untuk diuji, panelis dipilih sebanyak 20 orang panelis terlatih, sampel dinilai berdasarkan kriteria sensoris yang telah ditentukan, skala penilaian yang digunakan dalam bentuk kuesioner organoleptik yang di nilai berdasarkan tingkat kesukaan dan kualitas sampel produk, kuesioner organoleptik dikumpulkan dan dianalisis menggunakan metode statistik, hasil uji organoleptik diinterpretasikan untuk menentukan kualitas produk. Indera yang dipakai dalam uji organoleptik adalah indera penglihat atau mata, indra penciuman atau hidung, indera pengecap atau lidah, dan indera peraba atau tangan. Uji organoleptik dilakukan dengan metode *Hedonic Scale Scoring* dengan mengisi kuesioner uji organoleptik (Gusnadi *et al.*, 2021).

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji *Analysis of Variance* (ANOVA). Jika dari uji tersebut terdapat pengaruh yang nyata dari perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji beda rata-rata menggunakan BNJ taraf 5% jika data perlakuan berpengaruh nyata dan 1% jika perlakuan berpengaruh sangat nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kimia

Kadar Air. Kadar air menjadi komponen penting dalam bahan pangan karena dapat mempengaruhi nilai kenampakan pada produk. Penentuan kadar airnya didasarkan pada penimbangan berat bahan (Madani *et al.*, 2023).

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi ragi dan lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap kadar air tempe biji nangka, oleh karenanya di uji lanjut menggunakan BNJ 5% untuk mengetahui perlakuan yang berbeda di antara konsentrasi ragi dan lama fermentasi.

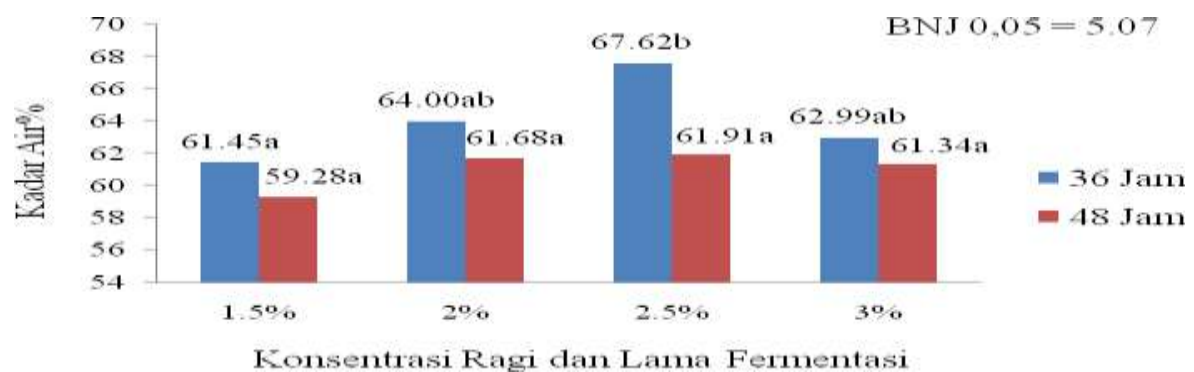
Data yang tersaji pada Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai kadar air pada perlakuan konsentrasi ragi 1,5% dan lama fermentasi 48 jam memiliki nilai rata-rata

tertinggi rata-rata 67,62%. Nilai kadar air pada perlakuan konsentrasi ragi 2% dengan lama fermentasi 36 jam lebih rendah dengan rata-rata yaitu 59,28%. Maka nilai terbaik terdapat pada perlakuan 36 jam dan konsentrasi ragi 2%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 8 perlakuan yang dianalisis, terdapat 7 perlakuan yang sesuai dengan SNI 3144:2015 yaitu maksimal 65% dan satu perlakuan yang tidak sesuai dengan SNI dikarenakan kadar air yang dihasilkan melebihi batas maksimal yang diizinkan.

Penambahan biji nangka pada tempe dapat mempengaruhi nilai kadar air yang tinggi hal itu disebabkan biji nangka memiliki sifat higroskopis karena nangka memiliki struktur biji yang lunak dan berpori, sehingga dapat menyerap dan menyimpan air dengan baik. Prasetyo *et al.* (2019) menyebutkan

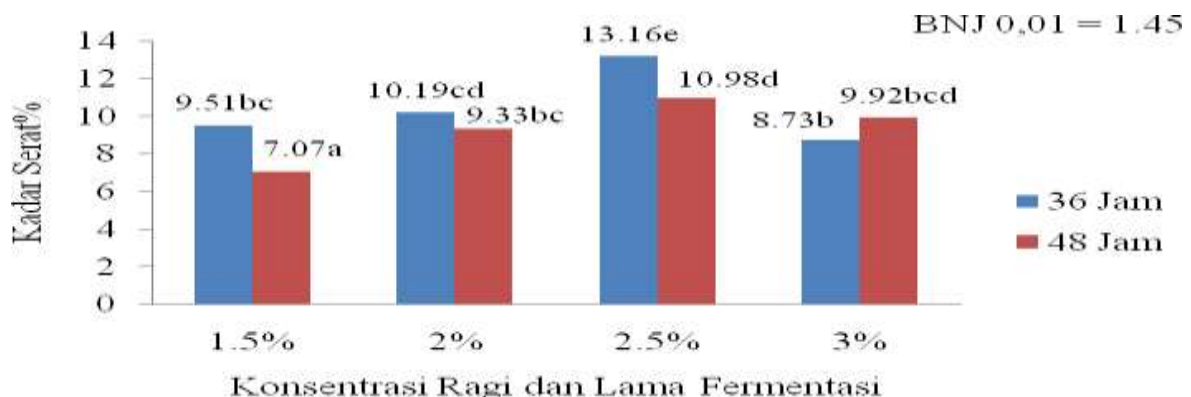
peningkatan kadar air dapat mencapai dua kali dari kadar air awal rendemen tempe ini sangat dipengaruhi oleh proses pembuatan tempe terlebih pada tahapan perendaman dan perebusan. Selama proses perendaman dan perebusan, terjadi proses penyerapan air atau hidrasi sehingga terjadi peningkatan bobot akhir pada produk.

Bahan baku dengan kadar air yang rendah dapat menyebabkan substrat bahan baku sulit ditembus oleh miselium kapang, sedangkan bahan baku dengan kadar air yang berlebihan dapat menghambat penyebaran oksigen sehingga pertumbuhan miselium kapang terhambat. Pada saat proses perendaman, biji kedelai mengalami proses hidrasi sehingga terjadi kenaikan kadar air (Milinda *et al.*, 2021).



Gambar 1. Kadar Air Tempe Biji Nangka dari Berbagai Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi.

Ket : Angka-angka Di Atas yang Diikuti Huruf yang Sama Menunjukkan Bahwa Masing-masing Perlakuan Tidak Berbeda pada Taraf BNJ 5%.



Gambar 2. Kadar Serat Tempe Biji Nangka dari Berbagai Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi.

Ket : Angka-angka Di Atas yang Diikuti Huruf yang Sama Menunjukkan Bahwa Masing-masing Perlakuan Tidak Berbeda pada Taraf BNJ 1%.

Kadar Serat. Kadar serat adalah jumlah serat yang terkandung dalam suatu bahan pangan atau produk (Kristiandi *et al.*, 2021).

Data yang tersaji pada Gambar 2 menunjukkan bahwa berdasarkan hasil uji BNJ 1% dengan nilai selisih 1,49 membuktikan adanya pengaruh yang sangat nyata pada perlakuan konsentrasi ragi dan lama fermentasi terhadap kadar serat. Nilai kadar serat tempe biji nangka pada perlakuan konsentrasi ragi 1,5% dan lama fermentasi 48 jam memiliki nilai rata-rata tertinggi 13,16% dan berbeda nyata terhadap semua perlakuan lain. Selanjutnya, nilai kadar serat pada perlakuan konsentrasi ragi 2% dengan lama fermentasi 36 jam lebih rendah yaitu dengan nilai rata-rata 7,07%.

Penurunan kadar serat pada konsentrasi ragi yang tinggi dan lama fermentasi yang singkat dapat disebabkan oleh aktivitas enzim selulase dan hemiselulase dari kapang yang memecah serat kasar menjadi senyawa sederhana, berbeda dengan lama fermentasi yang lebih lama memungkinkan pembentukan serat terukur lebih optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 8 perlakuan yang dianalisis tidak terdapat perlakuan yang sesuai dengan kadar serat yang ditentukan oleh SNI 3144:2015 yaitu maksimal 2,5% dikarenakan kadar serat yang dihasilkan melebihi batas maksimal yang diizinkan.

Perbedaan nilai kadar serat pada tempe disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya lama fermentasi. Tempe diinokulasi oleh kultur murni *Rhizopus oligosporus* di mana dinding sel hifa kapang sebagian besar terdiri atas polisakarida. Semakin banyak polisakarida maka kandungan serat kasar akan semakin meningkat (Widoyo, 2010). Proses fermentasi dapat memecah beberapa komponen serat pada bahan baku tempe, sehingga mempengaruhi kadar serat pada tempe. Namun, fermentasi juga dapat meningkatkan kemampuan dalam menyerap dan menggunakan nutrisi yang terkandung dalam makanan atau bahan yang difermentasi.

Selain dipengaruhi oleh lama fermentasi, kadar serat dipengaruhi oleh konsentrasi ragi. Semakin tinggi konsentrasi

ragi dan lamanya fermentasi maka semakin tinggi nilai kadar serat kasar pada tempe. Hal ini sejalan dengan pernyataan Moulia *et al.* (2024), fermentasi tempe selama 0-50 jam mengakibatkan pertumbuhan *Rhizopus* sp. terus meningkat dengan menghasilkan miselia pada permukaan biji kedelai yang semakin lama semakin lebat sehingga membentuk massa tempe yang lebih kompak. Peningkatan jumlah miselia yang dibentuk oleh *Rhizopus* sp. selama proses fermentasi tempe mengindikasikan kenaikan kadar serat kasar tempe. Miselia tersusun dari hifa yang mengandung protoplasma dan dilapisi dinding sel yang terdiri dari selulosa dan kitin. Selulosa merupakan salah satu komponen penyusun serat kasar. Oleh karena itu, semakin lama fermentasi maka semakin banyak miselia yang terbentuk dari hifa maka semakin banyak pula jumlah selulosa sehingga semakin tinggi nilai kadar serat kasar pada produk.

Kadar Protein. Bahan pembangun dan pengatur yang sangat penting untuk penyerapan oleh tubuh (Anissa dan Dewi, 2021). Nilai kadar protein dapat dilihat pada Gambar 3.

Data yang tersaji pada Gambar 3 Menunjukkan bahwa adanya pengaruh signifikan antara konsentrasi ragi dan lama fermentasi. Nilai kadar protein pada perlakuan konsentrasi ragi 2,5% dan lama fermentasi 48 jam memiliki nilai rata-rata tertinggi jika dibandingkan dengan perlakuan lain dengan nilai rata-rata 7,94%. Selanjutnya, nilai kadar air pada perlakuan konsentrasi ragi 1,5% dengan lama fermentasi 36 jam lebih rendah dibandingkan dengan nilai rata-rata kadar air perlakuan lainnya yaitu 6,35%. Hal ini menunjukkan bahwa lama fermentasi 48 jam dapat mempengaruhi aktivitas enzim protease bekerja lebih optimal, sehingga meningkatkan kandungan protein dalam tempe biji nangka. Penambahan konsentrasi ragi 2,5% mampu meningkatkan enzimatis, namun pada konsentrasi ragi 3% aktivitas enzim cenderung menurun atau kandungan protein yang terdapat pada tempe biji nangka mengalami degradasi. Hasil analisis kadar protein yang diperoleh tidak memenuhi mutu

Standar Nasional Indonesia No. 3144:2015 yang menyebutkan bahwa kadar protein tempe minimal 16%. Pada penelitian ini kadar protein yang diperoleh berkisar 6,35% sampai 7,95%.

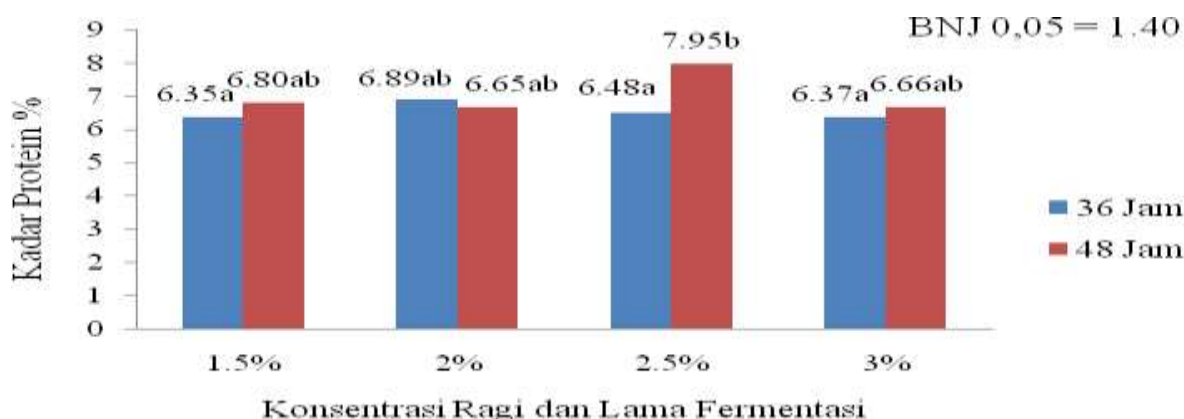
Nilai kadar protein yang rendah pada tempe biji nangka dapat disebabkan oleh konsentrasi ragi dan lama fermentasi yang ditambahkan meskipun kandungan protein pada biji nangka tinggi, hal ini sejalan dengan pernyataan Fauziah *et al.* (2022),+ semakin banyaknya konsentrasi ragi yang ditambahkan dan semakin lamanya lama fermentasi maka kadar protein cenderung menurun. Pada proses fermentasi, kapang menghasilkan enzim-enzim protease, pepton, polipeptida asam amino, NH₃ dan juga unsur nitrogen. Oleh karena itu, dengan semakin banyaknya ragi yang ditambahkan maka semakin banyak nitrogen yang digunakan untuk proses pertumbuhan kapang sehingga kadar protein pada tempe menjadi menurun.

Faktor yang dapat mempengaruhi kadar protein salah satunya yaitu lama fermentasi. Selanjutnya, kadar protein dipengaruhi oleh suhu pengeringan penurunan protein disebabkan oleh mikroorganisme untuk mensekresikan beberapa enzim ekstra seluler (protease, amilase, selulase, lipase) ke dalam bahan baku selama proses fermentasi terjadi. Menurut Siregar dan Bohalima, (2021) pengolahan bahan yang difermentasi

dapat tercapai dengan bantuan aktifitas mikroorganisme yang dapat menghasilkan enzim untuk merombak bahan-bahan organik kompleks menjadi sederhana.

Antioksidan. Antioksidan adalah molekul atau senyawa yang cukup stabil untuk mendonorkan elektron atau hidrogennya kepada molekul atau senyawa radikal bebas dan menetralkannya (Ibroham *et al.*, 2021).

Dari data yang tersaji pada Tabel 1. dapat diketahui nilai antioksidan tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi ragi 2,5% dan lama fermentasi 48 jam. Nilai terendah pada perlakuan konsentrasi ragi 1,5% dan lama fermentasi 36 jam. Perbandingan nilai yang berbeda dapat disebabkan karena proses pembuatan produk dengan lama fermentasi dan ragi yang digunakan, selain itu proses pengujian dapat mempengaruhi nilai aktivitas antioksidan. Kualitas biji nangka yang digunakan dapat mempengaruhi kandungan antioksidan pada tempe biji nangka. Hal ini sejalan dengan Khumaidi *et al.* (2021) Persentase inhibisi merupakan kemampuan antioksidan dalam menghambat serapan radikal yang berasal dari DPPH, beberapa faktor pada pengujian dapat mempengaruhi nilai inhibisi, di antaranya proses ekstraksi, penyimpanan sampel uji, dan preparasi uji DPPH. Selain itu, suhu, cahaya, pH, dan oksigen juga memiliki peran terhadap stabilitas aktivitas antioksidan.



Gambar 3. Kadar Protein Tempe Biji Nangka dari Berbagai Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi.

Ket : Angka-angka Di Atas yang Diikuti Huruf yang Sama Menunjukkan bahwa Masing-masing perlakuan Tidak Berbeda pada Taraf BNJ 5%.

Tabel 1. Antioksidan Tempe Biji Nangka dari Berbagai Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi

Perlakuan (Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi)	Daya Antioksidan	IC50 (ppm)	Rata-rata	Kategori
1,5%;36 jam	616.589	616.667	616.628	Lemah
1,5%;48 jam	624.398	627.527	625.963	Lemah
2%;36 jam	632.207	635.334	633.771	Lemah
2,5%;48 jam	666.555	669.677	668.116	Lemah

Aktivitas antioksidan pada tempe dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya adalah lama fermentasi dan jenis dari kapang yang digunakan. Selain itu, tempe juga mengandung senyawa antioksidan berupa asam lemak tidak jenuh, asam amino, vitamin E, beta-karoten, dan juga isoflavon, di mana senyawa-senyawa tersebut dapat mengalami peningkatan pada saat proses fermentasi. Semakin lama fermentasi dapat meningkatkan kandungan isoflavon aglikon tempe (Liu *et al.*, 2023).

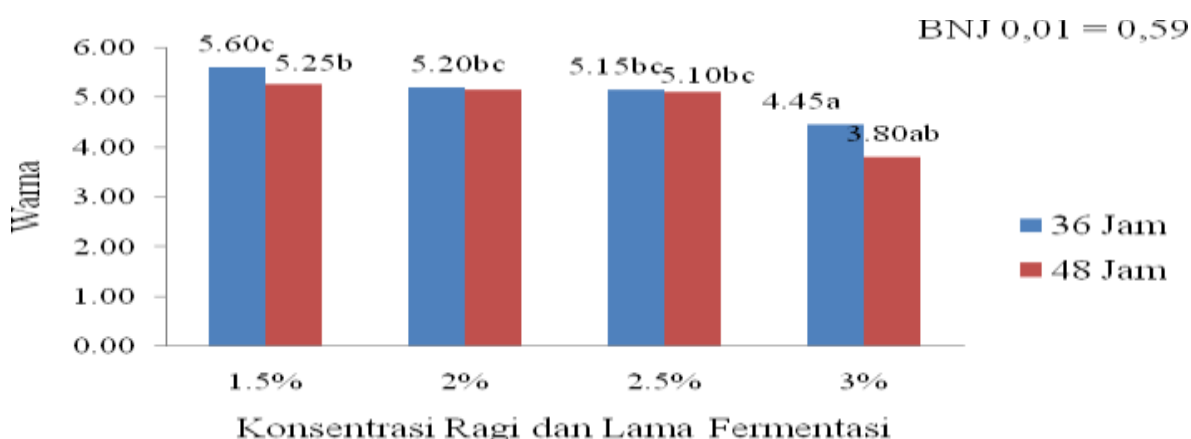
Metode DPPH berfungsi dalam mengevaluasi potensi antioksidan dalam meredam radikal bebas. Berdasarkan beberapa jurnal metode ini dipengaruhi oleh cahaya, pH, jenis pelarut, lama proses, ion organik, garam, suhu, dan konsentrasi antioksidan (Mu'nisa, 2023).

Uji Organoleptik

Warna. Warna merupakan salah satu komponen tampilan yang pertama dilihat konsumen dalam produk pangan, di mana

warna terlebih dahulu digunakan dalam menentukan mutu makanan hingga dijadikan untuk menentukan cita rasa, tekstur, nilai gizi, dan sifat mikrobiologis, warna mempengaruhi nilai panelis terhadap produk yang akan diuji (Puspitasari *et al.*, 2022).

Dari data yang tersaji pada Gambar 4. tersebut dapat diketahui bahwa perlakuan konsentrasi ragi 1,5% dengan lama fermentasi 36 jam menghasilkan nilai warna tertinggi 5,60 (suka), diikuti oleh perlakuan konsentrasi ragi 1,5% dengan lama fermentasi 48 jam dengan nilai 5,25 (agak suka) dan nilai terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi ragi 3% dengan lama fermentasi 36 jam dan 48 jam. Lama fermentasi yang lebih lama menyebabkan warna permukaan tempe menjadi lebih gelap atau berubah karena pertumbuhan mikroba yang semakin padat, nilai warna pada perlakuan konsentrasi ragi 3% dan lama fermentasi 48 jam menunjukkan bahwa kombinasi lama fermentasi dan konsentrasi ragi yang tinggi tidak disukai secara visual.



Gambar 4. Organoleptik Warna Tempe Biji Nangka dari Berbagai Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi.

Ket : Angka-angka Di Atas yang Diikuti Huruf yang Sama Menunjukkan bahwa Masing-masing Perlakuan Tidak Berbeda pada Taraf BNJ 1%.



Gambar 5. Tempe Biji Nangka dengan Konsentrasi Ragi 3% dan Lama Fermentasi 48 Jam.



Gambar 6. Tempe Biji Nangka Konsentrasi Ragi 1,5% dan Lama Fermentasi 48 Jam.



Gambar 7. Tempe Biji Nangka Setelah di Fermentasi 36 jam.

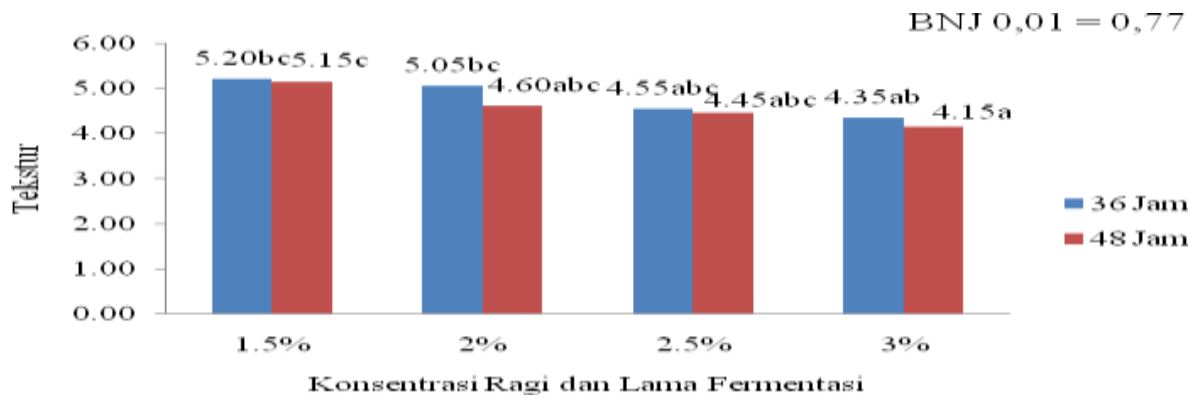
Tempe biji nangka yang difermentasi selama 48 jam atau lebih dapat mempengaruhi warna tempe menjadi gelap, karena pada awalnya miselium *Rhizopus oligosporus* tumbuh putih dan merata. Jika fermentasi dilanjutkan kapang mulai memasuki fase sporulasi atau proses pembentukan spora oleh mikroorganisme yang terjadi ketika *Rhizopus oligosporus* masuk ke fase akhir pertumbuhannya karena lama fermentasi yang terlalu lama dan menghasilkan spora yang berwarna abu-abu, sehingga warna tempe tampak menggelap. Fermentasi berlebih terjadi ketika lama fermentasi 48 jam dan diperpanjang lebih dari 48 jam. Selama fermentasi berlebih, penampilan tempe akan berubah, di mana warnanya akan berubah menjadi cokelat, menciptakan

tekstur, rasa, dan bau yang khas (Pratiwi *et al.*, 2023).

Perubahan yang terjadi pada warna tempe disebabkan karena selama proses pembuatan tempe telah terjadi perubahan materi, yaitu perubahan fisik dan kimia. Terjadinya perubahan warna tersebut menunjukkan adanya reaksi kimia dalam proses inkubasi. Jamur *Rhizopus* sp. tergolong makhluk hidup, karena jamur tersebut juga melakukan respirasi sehingga komponen-komponen dalam biji nangka mengalami perubahan warna menjadi lebih gelap (Yuniarsih *et al.*, 2025).

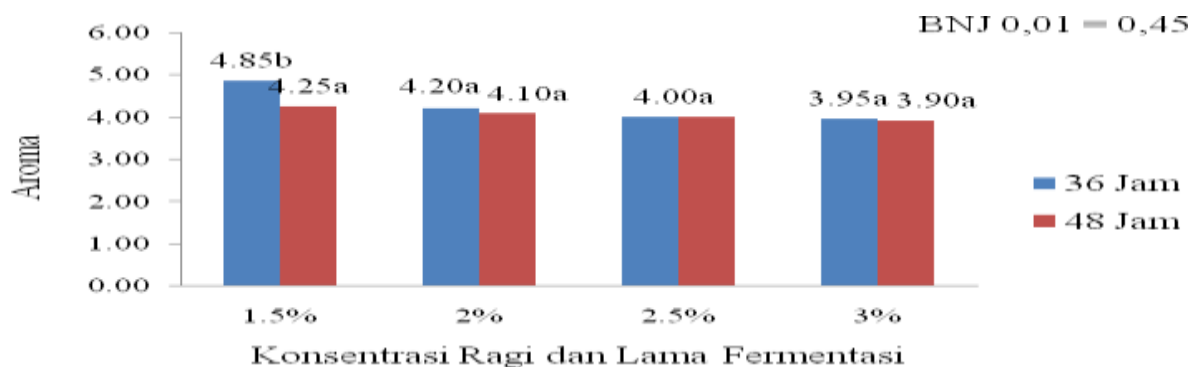
Tekstur. Tekstur merupakan parameter yang digunakan untuk melihat tingkat kesukaan responden terhadap suatu produk makanan. (Monica *et al.*, 2020). Organoleptik tekstur tempe biji nangka dari berbagai konsentrasi ragi dan lama fermentasi dapat dilihat pada Gambar 8.

Dari data yang tersaji pada Gambar 8 dapat diketahui perlakuan konsentrasi ragi 1,5% menunjukkan nilai tertinggi pada kedua lama fermentasi (5,15 untuk lama 36 jam dan 5,20 untuk lama 48 jam), yang berarti tekstur tempe pada perlakuan ini paling disukai panelis. Hal ini dapat disebabkan oleh komposisi ragi dan lama fermentasi yang optimal sehingga menghasilkan tempe dengan tekstur yang padat, tidak terlalu keras, serta mudah dipotong dan tidak hancur. Tekstur terbaik diperoleh pada perlakuan konsentrasi ragi 1,5% dengan lama fermentasi 36 jam dan 48 jam. Kombinasi perlakuan dengan konsentrasi ragi 1,5% mampu menjaga keseimbangan antara kepadatan dan kelembutan tempe biji nangka. Sebaliknya, semakin lama lama fermentasi pada perlakuan dengan konsentrasi ragi yang tidak optimal dapat menurunkan kualitas tekstur. Pada perlakuan konsentrasi ragi 2%, nilai tekstur mengalami penurunan dari 5,05 (36 jam) menjadi 4,60 (48 jam), menunjukkan bahwa fermentasi yang lebih lama menyebabkan tekstur menjadi sedikit lebih lunak atau tidak seragam seperti sebelumnya.



Gambar 8. Organoleptik Tekstur Tempe Biji Nangka dari Berbagai Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi.

Ket : Angka-angka Di Atas yang Diikuti Huruf yang Sama Menunjukkan bahwa Masing-masing Perlakuan Tidak Berbeda pada Taraf BNJ 1%.



Gambar 9. Organoleptik Aroma Tempe Biji Nangka dari Berbagai Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi.

Ket : Angka-angka Di Atas yang Diikuti Huruf yang Sama Menunjukkan bahwa Masing-masing Perlakuan Tidak Berbeda pada Taraf BNJ 1%.

Menurut Polanunu (2024) tekstur tempe dapat disesuaikan dengan rendahnya area miselium dan massa kapang yang dapat menyebabkan tekstur tempe yang dihasilkan sangat lunak, dimana adanya air yang berlebihan dalam pembuatan tempe dapat mengakibatkan terhambatnya kebutuhan oksigen ke dalam tempe. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa kekompakan pada tempe berkaitan dengan pertumbuhan massa kapang dan juga area miselium pada tempe. Semakin bagus tekstur tempe dan kriteria yang sesuai maka dapat diterima oleh para panelis.

Menurut Siregar *et al.* (2022) tekstur kepadatan tempe diukur dengan melihat lebat atau tidaknya miselium yang tumbuh pada permukaan tempe. Apabila miselium

terlihat lebat, maka hal tersebut menunjukkan tempe telah membentuk massa yang kompak dan seragam.

Aroma. Aroma terdeteksi ketika senyawa volatil pada pangan masuk dan melewati saluran hidung, selanjutnya diterima sistem olfaktori yang akan diteruskan ke otak. Pengujian aroma sangat penting dilakukan karena bermanfaat memberikan penilaian suatu produk oleh konsumen dengan cepat (Puspitasari *et al.*, 2022).

Dari data yang tersaji pada Gambar 9 dapat diketahui bahwa terdapat pengaruh kombinasi yang cukup jelas secara visual antara konsentrasi ragi dan lama fermentasi, yang terlihat dari pola garis tren yang berbeda arah. Berdasarkan grafik dapat dilihat bahwa peningkatan konsentrasi ragi 1,5% hingga

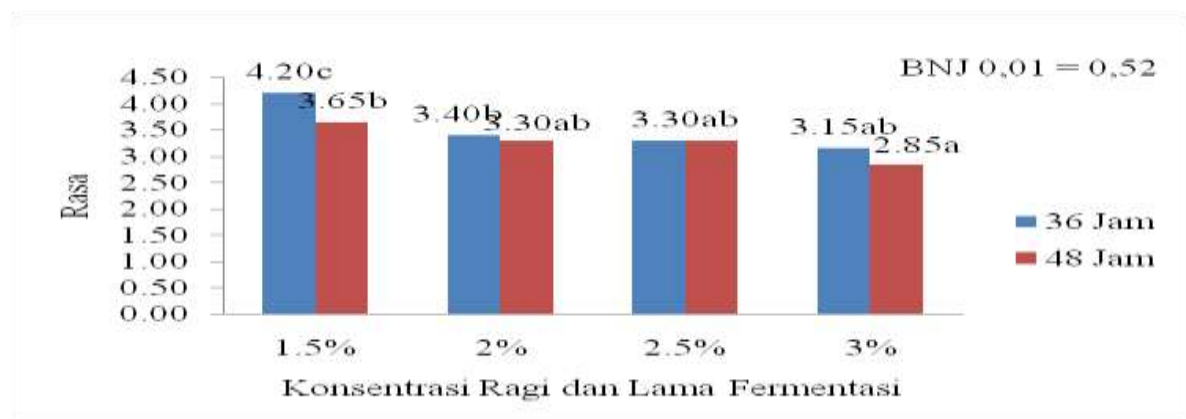
3% menyebabkan penurunan skor organoleptik aroma pada kedua lama fermentasi. Perlakuan dengan konsentrasi ragi 1,5% menunjukkan nilai tertinggi dan stabil untuk aroma pada kedua lama fermentasi, yaitu 4,85 (agak suka). Lama fermentasi memberikan pengaruh terhadap aroma. Fermentasi 36 jam memberikan nilai aroma yang lebih stabil dan lebih tinggi dibandingkan dengan tempe biji nangka dari lama fermentasi 48 jam.

Menurut Tahir *et al.* (2025) berdasarkan hasil sifat organoleptik tempe dapat dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan, proses yang dilakukan, pertumbuhan jamur, dan lama inkubasi. Selain itu, proses perendaman dalam pembuatan tempe dapat menyebabkan fermentasi bakteri yang menghasilkan asam laktat

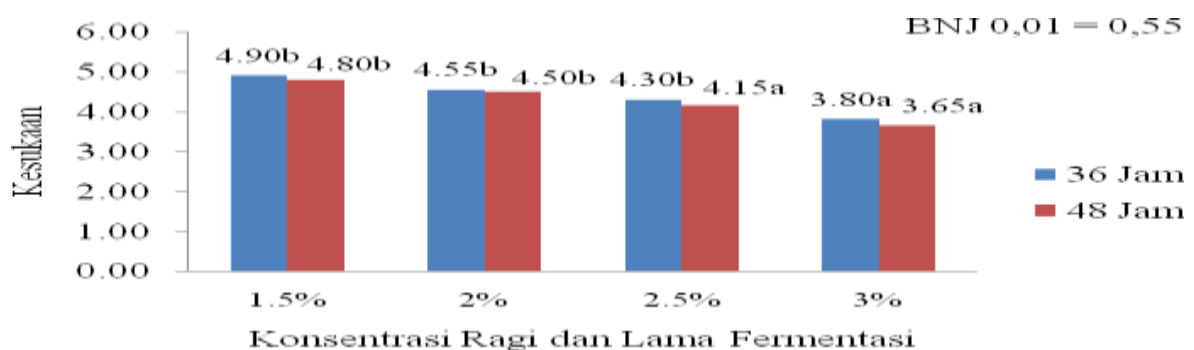
kemudian menghasilkan rasa dan bau asam. Selanjutnya fermentasi jamur mengdegradasi senyawa organik seperti karbohidrat, lemak, dan protein, yang menghasilkan aroma khas tempe dan proses inkubasi yang lebih lama sehingga menghasilkan bau busuk pada produk akhir.

Aroma khas dihasilkan oleh adanya enzim lipoksidase, enzim ini menghidrolisis atau menguraikan lemak menjadi senyawa penyebab bau yang khas pada tempe (Wijayanti *et al.*, 2025).

Rasa. Faktor paling penting penentu keputusan konsumen dalam penerimaan atau penolakan suatu makanan ataupun produk pangan, di mana jika rasa tidak enak atau tidak disukai konsumen maka produk akan tetap ditolak meskipun penilaian yang lainnya baik (Nurhaerani *et al.*, 2022).



Gambar 10. Organoleptik Rasa Tempe Biji Nangka dari Berbagai Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi.
Ket : Angka-angka Di Atas yang Diikuti Huruf yang Sama Menunjukkan Bahwa Masing-masing Perlakuan Tidak Berbeda pada Taraf BNJ 1%.



Gambar 11. Organoleptik Kesukaan Tempe Biji Nangka dari Berbagai Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi.

Ket : Angka-angka Di Atas yang Diikuti Huruf yang Sama Menunjukkan Bahwa Masing-masing Perlakuan Tidak Berbeda pada Taraf BNJ 1%.

Data yang tersaji pada Gambar 10. dapat diketahui perlakuan konsentrasi ragi 1,5% memperoleh nilai tertinggi pada lama fermentasi 36 jam, yaitu 4,20 (netral). Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan konsentrasi ragi 1,5% menghasilkan rasa tempe biji nangka yang paling disukai oleh panelis. Meskipun nilainya belum mencapai kategori sangat disukai, namun berada dalam kategori cukup disukai, menandakan rasa tempe cukup mendekati cita rasa tempe kedelai yang familiar. Perlakuan konsentrasi ragi 2,5% dan 3% menunjukkan penurunan nilai rasa seiring bertambahnya lama fermentasi. Terutama pada konsentrasi ragi 3%, di mana nilai rasa paling rendah dicapai pada fermentasi 48 jam (2,85).

Hal ini dapat membuktikan bahwa fermentasi berlebih atau penggunaan konsentrasi ragi tertentu pada perlakuan ini dapat menyebabkan timbulnya rasa yang tidak diinginkan, seperti pahit, asam, atau tidak segar.

Rasa tempe dipengaruhi oleh aktivitas metabolisme mikroorganisme selama fermentasi, serta kandungan senyawa volatil dan non-volatil yang terbentuk. Ketidakseimbangan dalam proses fermentasi dapat menghasilkan senyawa yang memengaruhi rasa secara negatif. Penambahan konsentrasi ragi cenderung mempengaruhi rasa yang lebih kuat dan kaya, hal ini cukup untuk mengubah penilaian panelis secara signifikan. Rasa pahit yang terdapat pada tempe berasal dari komponen-komponen yang terdegradasi dalam tempe selama proses fermentasi berlangsung. Rasa berbeda dari bau dan lebih banyak melibatkan indera lidah (Nasrulloh *et al.*, 2021).

Perubahan rasa tempe pada rentang lama fermentasi yang lama dipengaruhi oleh masa fermentasi tempe yang telah memasuki fase pembusukan (fermentasi lanjut) Pada masa ini, kontaminasi bakteri menjadi semakin meningkat sehingga mempengaruhi jumlah asam lemak bebas dalam tempe.

Peningkatan jumlah bakteri menyebabkan pertumbuhan jamur tempe menjadi terhenti yang mengakibatkan terjadinya

degradasi protein dalam tempe yang kemudian menghasilkan amonia (Niger *et al.*, 2024).

Kesukaan (Overall). Kesukaan secara keseluruhan dapat dipengaruhi juga dari seberapa sering panelis atau individu mengkonsumsi suatu produk yang diujikan, misalnya dalam penelitian ini yaitu tempe biji nangka (Dwianto *et al.*, 2024).

Dari data yang tersaji pada Gambar 11. dapat diketahui perlakuan konsentrasi ragi 1,5% menunjukkan skor tertinggi dari seluruh kombinasi perlakuan, yaitu 4,90 (agak suka) dan 4,80 (agak suka). Hal ini menunjukkan bahwa tempe dengan perlakuan ragi 1,5%, baik pada fermentasi 36 jam maupun 48 jam, paling disukai oleh panelis secara keseluruhan. Skor yang tinggi ini menunjukkan nilai yang baik dari semua aspek organoleptik yaitu warna yang menarik, tekstur yang padat dan kompak, aroma yang khas, serta rasa yang relatif diterima oleh panelis. Sesuai dengan SNI 3144:2015 yang menetapkan bahwa tempe harus memenuhi standar kualitas sensorik, termasuk aroma, rasa, warna dan tekstur untuk memastikan bahwa tempe yang diproduksi memiliki kualitas yang baik dan dapat diterima oleh panelis.

Skor penerimaan keseluruhan tempe berkisar antara 5 (agak suka). Lama fermentasi 36 jam menghasilkan skor hedonik berkisar dari tidak suka ke agak suka. Tempe dengan lama fermentasi 36 jam menghasilkan skor penerimaan keseluruhan sangat suka. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wulandari *et al.* (2024) bahwa fase transisi (30-50 jam fermentasi), fase ini merupakan fase optimal fermentasi tempe dan siap untuk dipasarkan. Pada fase ini terjadi penurunan suhu, jumlah asam lemak yang dibebaskan dan pertumbuhan kapang hampir tetap atau bertambah dalam jumlah kecil, flavor spesifik tempe optimal, serta tekstur lebih kompak.

Derajat kesukaan dan penerimaan suatu produk oleh panelis tidak hanya dipengaruhi oleh satu faktor saja tetapi dapat juga dipengaruhi oleh banyak faktor yang berbeda seperti warna, tekstur, dan rasa, sehingga meningkatkan tingkat

penerimaan secara keseluruhan. Penilaian terhadap salah satu parameter tersebut dapat meningkatkan nilai penilaian parameter sensorik yang diprioritaskan (Racita *et al.*, 2022).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan yaitu kualitas kimia dan organoleptik tempe biji nangka terbaik terdapat pada perlakuan konsentrasi ragi 1,5% dan lama fermentasi 36 jam karena nilai kadar air, kadar serat, dan kadar protein cukup baik. Nilai organoleptik tertinggi dengan skor organoleptik warna 5,60 (suka), tekstur rasa 4,20 (netral), dan secara keseluruhan 4,90 (agak suka).

Saran

Melakukan modifikasi formulasi atau perlakuan pendukung, seperti penambahan bahan campuran tinggi protein (misalnya kacang kedelai atau kacang-kacangan lainnya) dan ragi roti *Saccharomyces cerevisiae*, atau pengaturan ulang lama fermentasi dan konsentrasi ragi agar proses fermentasi berlangsung lebih optimal. Selain itu, pengolahan awal biji nangka, seperti perendaman atau hidrolisis enzimatis, dapat diteliti lebih lanjut untuk meningkatkan ketersediaan nutrisi dan memperbaiki karakteristik sensorik produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Andyarini, E.N., dan Hidayati, I., 2017. *Analisis Proksimat pada Tepung Biji Nangka (Artocarpus heterophyllus Lamk.)*. Klorofil. J. Ilmu Biologi dan Terapan. 1 (1): 32–37.
- Annisa, A., Laenggeng, A. H., Alibasyah, L. M., dan Lilies, L. 2021. *Efek Lama Fermentasi Tempe Kedelai (Glycine max L.) Rumpun Laut Terhadap Kandungan Protein dan Pemanfaatannya sebagai Bahan Ajar*. Journal of Biology Science and Education. 9 (2): 851-858.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. SNI 3144:2015. *Tempe Kedelai*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Direktorat Gizi. Departemen Kesehatan. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2006. *Komponen Gizi Biji Nangka*.
- Dwianto, S. A., Meitiniarti, V. I., Sukmana, A. B. A., dan Dewi, L. 2024. *Penambahan Biji Chia (Salvia hispanica L.) pada Fermentasi Tempe Kedelai dalam Peningkatan Aktivitas Antioksidan dan Nilai Kesukaan*. Biota: J. Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati. 9 (2): 155-163.
- Fauziah, A. P., Supriadin, A., dan Junitasari, A. 2022. *Analisis Pengaruh Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi terhadap Nilai Gizi dan Aktivitas Antioksidan Tempe Kedelai Kombinasi Kacang Roay (Phaseolus lunatus L.)*. Gunung Djati Conference Series. 15 (833): 91-102.
- Ibroham, M. H., Jamilatun, S., dan Kumalasari, I. D. 2022. *A Review: Potensi Tumbuhan-tumbuhan Di Indonesia sebagai Antioksidan Alami*. J. Universitas Muhamadiyah. 1 (1): 1-13.
- Isabella, T., A dan Rostiati R., 2020. *Sifat Kimia dan Mikrobiologi Tempe Biji Kelor (Moringa Oleifera L) dari Berbagai Tingkat Kematangan*. Skripsi. Palu: Universitas Tadulako.
- Kristiandi, K., Rozana, R., Junardi, J., dan Maryam, A. 2021. *Analisis Kadar Air, Abu, Serat dan Lemak pada Minuman Sirup Jeruk Siam (Citrus nobilis var. Microcarpa)*. J. Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem. 9 (2): 165-171.
- Khumaidi, A., Umiyah, A., Muqsith, A., dan Wafi, A. 2021. *Potensi Antioksidan Ekstrak Metanol Diatom Amphora sp. Antioxidant Potential of the Methanol Diatom Extract of Amphora sp.* J. Akuakultur Rawa Indonesia. 9 (1): 13-21.
- Liu, W. T., Huang, C. L., Liu, R., Yang, T. C., Lee, C. L., Tsao, R., dan Yang, W.J. 2023. *Changes in Isoflavone Profile, Antioxidant Activity, and Phenolic Contents in Taiwanese and Canadian Soybeans During Tempe Processing*. Lwt186 (July): 115207.
- Madani, A., Fertiasari, R., Tritisari, A., dan Safitri, N. 2023. *Analisis Kandungan Proksimat Cookies Tepung Tempe*. Journal of Food Security and Agroindustry. 1 (2): 77-86.
- Milinda, I. R., Dieny, F. F., Noer, E. R., dan

- Ayustaningwarno, F. 2021. *Analisis Sifat Fisik, Organoleptik dan Kandungan Asam Lemak pada Tempe Mete dan Tempe Kedelai*. J. Aplikasi Teknologi Pangan. 10 (4): 119-126.
- Monica, C., Hintono, A., dan Mulyani, S. 2020. *Karakteristik Permen Karamel Susu Kedelai yang Dibuat dengan Penambahan Jahe Putih*. J. Teknologi Pangan. 4 (2): 110-116.
- Moulia, M. N., Ahmad, S. R., dan Afifah, N. 2024. *Pengaruh Konsentrasi Ragi dan Lama Lama Fermentasi terhadap Kadar Protein, Kadar Serat dan Sensori Tempe Segar*. Teknotan: J. Industri Teknologi Pertanian. 18 (3): 199-204.
- Mu'nisa, A. 2023. *Antioksidan pada Tanaman dan Perannya Terhadap Penyakit Degeneratif*. Surabaya. Brilian Internasional.
- Nasrulloh, N., Amar, M. I., dan Simanungkalit, S.F. 2021. *Komposisi Proksimat, Serat Kasar dan Organoleptik Tempe Campuran Kedelai dan Jali-Jali*. Program Studi Ilmu Gizi. Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Jakarta.
- Niger, V., Azizah, N., Parenden, N. S., Thumena, Y., dan Sila, S. A. R. 2024. *Peningkatan Produksi Bioetanol Nira Aren (Arenga pinnata Merr.) Menggunakan Ragi Tempe Selama Proses Fermentasi*. Pangale: Journal of Forestry and Environment. 4 (2): 26-35.
- Nurhaerani, N., Hartati, H., dan Azmin, N. 2022. *Pengaruh Penambahan Buah Pepaya (Carica papaya) Terhadap Tekstur dan Rasa pada Tempe Kedelai*. Juster: J. Sains dan Terapan. 1 (1): 36-43.
- Nurholipah, N., dan Ayun, Q. 2021. *Isolasi dan Identifikasi Rhizopus oligosporus dan Rhizopus oryzae pada Tempe Asal Bekasi*. J. Teknologi Pangan. 15 (1): 98-104.
- Polanunu, M. B. P. 2024. *Optimasi Konsentrasi Glucono Delta Lactone (GDL) dan Lama Perendaman Kacang Gude (Cajanus cajan (L.) Millsp.) pada Pembuatan Tempe Kacang Gude*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pangan Agroindustri. Universitas Mataram. Mataram.
- Prasetyo, T. F., Isdiana, A. F., & Sujadi, H. 2019. *Implementasi Alat Pendeteksi Kadar Air pada Bahan Pangan Berbasis Internet of Things*. SMARTICS Journal. 5 (2): 81-96.
- Pratiwi, M. B. N., Astuti, D. I., Putri, S. P., Laviña, W. A., Fukusaki, E., dan Aditiawati, P. 2023. *Metabolite Changes in Indonesian Tempe Production from Raw Soybeans to Over-Fermented Tempe*. Journal of Metabolites. 13 (2): 300.
- Puspitasari, D., Nasir, M., dan Azmin, N. 2022. *Uji Organoleptik Tempe dari Biji Asam (Tamarindus indica) Berdasarkan Lama Fermentasi*. Juster:J. Sains dan Terapan. 1 (1): 8-14.
- Racita, S. M., Damat dan V. A. Wahyudi. 2022. *Kajian Aktivitas Antioksidan Mie Basah Substitusi Tepung Umbi Kimpul dengan Penambahan Ekstrak Klorofil Batang Bayam dan Kangkung*. Food Technology And Halal Science Journal. 5 (1): 78-92.
- Sarungu, Y.T., Ngatin, A., dan Sihombing, R.P., 2020. *Fermentasi Jerami sebagai Pakan Tambahan Ternak Ruminansia*. J. Fluida. 13 (1): 24-29.
- Siregar, M., dan Bohalima, I. 2021. *Pengaruh Pemberian Kulit Buah Kopi yang Difermentasi dengan Ragi Tempe Terhadap Bobot Potong, Bobot dan Persentase Karkas, Laju dan Ph Digesta Ayam Broiler*. J. Visi Eksakta, 2 (1): 1-20.
- Siregar, R. R., Maulani, A., dan Ardiningtyas, A. 2022. *Pemanfaatan Tepung Sorgum dan Tepung Mocaf Sebagai Alternatif Pengganti Tepung Terigu pada Pembuatan Chikuwa Ikan*. J. Kelautan dan Perikanan Terapan. 5 (2): 109-116.
- Sofiah, S., Ramayanti, C., Junaidi, A., dan Africano, F., 2023. *Peningkatan Kualitas Produksi Tempe dan Manajemen Keuangan pada Pengusaha Tempe Di Perumahan Kopti Macan Lindungan*. Ikra-ITH Abdimas. 7 (1): 30-37.
- Tahir, S., Bait, Y., & Akhmad, A. M. 2025. *Pengaruh Konsentrasi Ragi pada Pembuatan Tempe Kacang Sacha Inchi (Plukenetia volubilis L.)*. Jambura Journal of Food Technology. 7 (1): 86-98.
- Widoyo, S. 2010. *Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kadar Serat Kasar dan Aktivitas Antioksidan Tempe Beberapa Varietas*

- Kedelai*. Bachelor Thesis. Sebelas Maret University.
- Wijayanti, E. D., Harini, N., dan Elianarni, 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.
- Wulandari, C. S., Murhadi, M., Rizal, S., dan Kustyawati, M. E. 2024. *Pengaruh Perbandingan Rhizopus oligosporus dan Saccharomyces cerevisiae Terhadap Sifat Sensori Tempe selama Fermentasi*. UMMAT Scientific Journal. 3 (1): 442-450.
- Yuniarsih, W., Yulianti, R., Widana, A., dan Yanti, A. 2025. *Pengaruh Dosis Inokulum dan Lama Fermentasi oleh Rhizopus oryzae Terhadap Warna dan Tekstur pada Beras Singkong (RAS)*. J. Biosains Medika. 3 (1): 18-24.