

**SIFAT FISIKOKIMIA TEMPE SORGHUM (*Sorghum bicolor L.*) PADA WAKTU
FERMENTASI DAN KONSENTRASI RAGI YANG BERBEDA**

**PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF SORGHUM (*Sorghum bicolor L.*) TEMPEH
AT DIFFERENT FERMENTATION TIMES AND YEAST CONCENTRATIONS**

Khairiah, Sakina Yeti Kiptiyah*, Ismi Fathiya Khoirunnisa, Shefira Nurunazmi
Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah
Bandung
*email: sakina.kiptiyah@umbandung.ac.id

ARTICLE HISTORY : Received [09 April 2025] Revised [10 June 2025] Accepted [18 June 2025]

ABSTRAK

Tujuan: Mengetahui pengaruh konsentrasi ragi serta waktu fermentasi kepada karakteristik fisik (tekstur serta warna) juga karakteristik kimia (kadar air, kadar protein, kadar lemak, dan kadar serat kasar). **Metodologi:** Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola Faktorial yang mencakup Faktor I waktu fermentasi 42 jam (L1), waktu fermentasi 48 jam (L2), waktu fermentasi 54 jam (L3) dan Faktor II konsentrasi ragi 1.5% (K1), konsentrasi ragi 1,8% (K2) serta konsentrasi ragi 2% (K3) dengan 3 kali ulangan untuk setiap perlakuan. Analisis data yang dipakai yakni *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan taraf 5% serta diteruskan oleh uji lanjut Duncan. **Hasil:** Pada analisis fisik tekstur parameter hardness dan springiness dan nilai H tidak berpengaruh nyata ($P>0.05$), sedangkan analisis fisik warna nilai L^* , a^* , b^* , C serta tekstur parameter cohesiveness, chewiness dan analisis kimia pada kadar air, kadar protein, kadar lemak, dan kadar serat kasar konsentrasi ragi serta waktu fermentasi berpengaruh nyata ($P<0.05$). **Temuan:** Kelompok perlakuan terbaik didapatkan pada tempe sorgum dengan konsentrasi ragi 1.8% dan lama fermentasi 48 jam meningkatkan *cohesiveness*, *chewiness*, kadar lemak, kadar air, kadar protein, serta kadar serat kasar tempe sorgum, namun menurunkan karakteristik fisik *hardness*, *springiness*, dan nilai H tempe sorgum. **Kebaruan:** Penelitian ini mengungkapkan bahwa konsentrasi ragi dan lama fermentasi dapat mempengaruhi karakteristik fisik dan kimia tempe sorgum. **Originalitas:** Penelitian ini menjelaskan tentang pengaruh konsentrasi ragi dan lama fermentasi pada tempe sorgum. **Kesimpulan:** Karakteristik fisik dan kimia tempe sorgum dipengaruhi oleh konsentrasi ragi dan lama fermentasi. **Jenis Artikel** : Artikel Penelitian Eksperimen.

Kata Kunci: Tempe; Sorgum; Fermentasi; Ragi; Waktu Fermentasi

ABSTRACT

Purpose: This study aims to determine the effect of yeast concentration and fermentation duration on the physical characteristics (texture and colour) as well as the chemical properties (moisture content, protein content, fat content, and crude fibre content) of sorghum tempeh. **Methodology:** A factorial Completely Randomised Design (CRD) was employed, comprising Factor I: fermentation time of 42 hours (L1), 48 hours (L2), and 54 hours (L3); and Factor II: yeast concentrations of 1.5% (K1), 1.8% (K2), and 2.0% (K3), each with three replications. Data were analysed using *Analysis of Variance* (ANOVA) at a 5% significance level, followed by Duncan's multiple range test for post hoc comparison. **Results:** In terms of physical texture parameters, hardness, springiness, and H value were not significantly affected ($P > 0.05$).



However, significant differences ($P < 0.05$) were observed in colour values (L^* , a^* , b^* , C), texture parameters (cohesiveness and chewiness), and chemical properties (moisture, protein, fat, and crude fibre contents), all influenced by both yeast concentration and fermentation duration. **Findings:** The optimal treatment was identified in sorghum tempeh fermented with 1.8% yeast for 48 hours, which enhanced cohesiveness, chewiness, fat content, moisture, protein levels, and crude fibre, while reducing the physical attributes of hardness, springiness, and H value. **Novelty :** This study reveals that both yeast concentration and fermentation time significantly influence the physical and chemical characteristics of sorghum tempeh. **Originality:** The research specifically investigates the impact of varying yeast concentrations and fermentation durations on the quality attributes of sorghum-based tempeh. **Conclusion:** The physical and chemical properties of sorghum tempeh are significantly affected by the concentration of yeast and the duration of fermentation. **Article Type:** Experimental Research Article.

Keywords: Tempeh; Sorghum; Fermentation; Yeast; Fermentation Time

PENDAHULUAN

Tempe ialah makanan tradisional dari hasil fermentasi terbuat dari kacang kedelai oleh kapang berjenis *Rhizopus*, berupa *Rhizopus oligosporus*, *Rh. stolonifera*, *Rh. Oryzae*, serta *Rh. Arrhizus* yang lazimnya dipahami menjadi kapang tempe (Alvina, 2019). Konsumsi tempe dan tahu di Indonesia mencapai rata-rata masing-masing 6.99 kg dan 7.51 kg per orang setiap tahunnya. Namun ironisnya, sekitar 67.28% kebutuhan kedelai sebagai bahan utama pembuatan tempe serta tahu, atau sekitar 1.96 juta ton, masih perlu dipenuhi melalui impor dari luar negeri (Setyawan, 2022). Hal tersebut terjadi disebabkan rendahnya mutu kedelai yang terdapat di dalam negeri serta menurunnya lahan pertanian yang dialih fungsikan menjadi tempat tinggal dan lokasi industri. IDR kedelai Indonesia pada periode ini mencapai 78.44% per tahun dan menunjukkan tren kenaikan dari tahun ke tahun. Angka IDR ini sejalan dengan nilai nilai Self Sufficiency Ratio (SSR) yang tercatat sebesar 21.61% per tahun. SSR tersebut mengindikasikan bahwa dalam lima tahun terakhir, Indonesia hanya mampu memenuhi sekitar 9.15% dari total kebutuhan kedelai melalui produksi dalam negeri (Dyah, 2020). Dengan meningkatnya jumlah warga serta konsumsi kedelai, para petani dituntut untuk menambah produksi agar ketergantungan terhadap impor bisa dikurangi. Kondisi ini mendorong pemerintah untuk melaksanakan impor kedelai guna mencukupi kepentingan nasional (Setyawan, 2022).

Jenis tempe yang umum diketahui oleh masyarakat Indonesia sangat bermacam-macam, karena bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan tempe di beragam wilayah berbeda. Jenis tempe tersebut diantaranya: tempe benguk, tempe kacang kedelai, tempe lamtoro, tempe kecipir, tempe kacang merah, tempe kacang hijau, tempe bongkreng, tempe

ampas tahu, tempe jagung (Herdiansyah, 2014). Sorgum ialah jenis tanaman serealia berpotensi besar teruntuk berkembang di Indonesia sebab mempunyai wilayah adaptasi yang luas. Oleh karena itu, untuk mengurangi penggunaan kacang kedelai dalam pembuatan tempe diperlukan adanya modifikasi bahan baku melalui penambahan bahan baku lain yang mempunyai nilai gizi serupa ataupun lebih dengan kacang kedelai serta menyesuaikan kebutuhan gizi manusia. Alternatif bahan baku menggantikan kedelai untuk membuat tempe ialah biji sorgum. Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) ialah jenis biji-bijian mengandung protein lumayan tinggi ketimbang serealia lainnya, yakni berkisar 10-15%, biji sorgum mengandung berbagai zat gizi penting pula berupa zat besi, vitamin B1, fosfor, kalsium, serat tinggi, karbohidrat, serta indeks glikemik rendah (<50) (Hanifah *et al.*, 2021). Berdasarkan Badan Pusat Statistik (2019 - 2020), total produksi sorgum berkisar 4.000-6.000 ton/tahun yang menyebar di lima provinsi, yaitu Jawa Tengah, Jawa Barat, Daerah Istimewa Yogyakarta, Jawa Timur, serta Nusa Tenggara Timur. Tanaman sorgum ini masih belum mendapat perhatian masyarakat untuk dikembangkan, karena permasalahan pokok mengembangkan sorgum yakni nilai kompetitif sorgum yang cenderung rendah serta usaha tani sorgum di tingkat petani belum intensif. Salah satu cara mengatasi permasalahan ini dibutuhkan adanya diversifikasi pangan untuk mengenalkan olahan sorgum kepada masyarakat sehingga sorgum memiliki nilai kompetitif yang tinggi dibanding dengan serealia yang lain (Munthe *et al.*, 2017). Hasil fermentasi sorgum mengandung protein lebih tinggi serta lebih mudah dicerna tubuh ketimbang sorgum mentah. Tempe sorgum memiliki beberapa keunggulan antara lain yaitu sebagai solusi untuk mengurangi jumlah konsumsi kedelai impor di Indonesia, sebagai diversifikasi pangan, memiliki indeks glikemik rendah, kandungan antioksidan tinggi, kandungan serat tinggi, aman bagi penderita alergi kacang-kacangan, dan aman bagi penderita asam urat karena sorgum memiliki kandungan purin yang rendah yaitu sekitar 0-100 mg/100 g bila ketimbang kedelai (Barangmanise *et al.*, 2018).

Namun, waktu fermentasi serta konsentrasi ragi dalam pembuatan tempe bisa memengaruhi karakteristik tempe yang diciptakan. Memakai banyak inokulum bisa mengakibatkan waktu fermentasi menjadi kritis. Selain itu, penggunaan terlalu banyak inokulum bisa membuat tempe yang dihasilkan memiliki rasa pahit. Dalam prosedur fermentasi tempe, *Rhizopus sp.* penghasil enzim protease yang berperan dalam memecah protein dijadikan beragam fragmen yang bisa larut dalam air. Keahlian *Rhizopus sp.* dalam menghasilkan enzim protease turut menentukan terbentuknya peptida bioaktif saat fermentasi tempe berbahan dasar sorgum. Proses terbentuknya peptida bioaktif saat fermentasi tempe terpengaruh dari jenis

jamur yang digunakan serta durasi fermentasi yang berlangsung (Rahayu et al., 2019). Kapang tempe bisa dikategorikan sebagai mikroba yang bersifat mesofilik, yakni bisa tumbuh optimal dalam suhu fermentasi (25-27°C) (Mukhoyaroh, 2015). Waktu fermentasi berpengaruh pula terhadap mutu sebuah produk, produk fermentasi ialah yang bisa diterima baik secara penampakan, aroma juga nutrisi yang diberikan (Darajat *et al.*, 2014). Pada pembuatan tempe gude dengan variasi waktu fermentasi 0 jam, 24 jam, 48 jam serta 72 jam terdapat pengaruh pada kadar protein. Perlakuan terbaik pada kadar protein dengan waktu fermentasi selama 48 jam. Pada kadar protein di waktu fermentasi 24 jam yaitu sebesar 3.72%, waktu fermentasi 48 jam sebesar 4.47% serta kadar protein pada 72 jam sebesar 2.97%. Pada fermentasi selama 48 jam menghasilkan peningkatan asam amino bebas dalam jumlah tertinggi. Semakin lama proses fermentasi berlangsung, jamur *Rhizopus sp.* semakin aktif menghidrolisis lemak, sebab jamur ini memiliki sifat lipolitik. Kadar lemak menurun saat proses fermentasi disebabkan pula oleh aktivitas enzim lipase yang mengurai lemak dijadikan asam-asam lemak bebas serta gliserol (Raharjo *et al.*, 2019). Sama dengan lama fermentasi, konsentrasi ragi pada pembuatan tempe bisa mempengaruhi karakteristik tempe yang dihasilkan. Sedangkan pemakaian inokulum yang sedikit bisa mengakibatkan mikroba kurang tumbuh, semakin banyak misellium yang tumbuh dalam tempe sehingga akan kian baik pada tekstur tempe. Misellium bisa memperkuat kerapatan dan kekompakan massa tempe satu sama lain sampai mengurangi rongga udara di dalamnya (Hanifah, 2021). Oleh karena itu, pada penelitian ini bertujuan teruntuk melihat adanya pengaruh konsentrasi ragi serta waktu fermentasi kepada karakteristik fisikokimia tempe sorgum.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang dipakai dalam penelitian pembuatan tempe sorgum ialah panci, kukusan, baskom, pisau, cawan porselen, oven, neraca analitik, desikator, labu kejdahl, pipet ukur, pipet tetes, labu ukur, labu lemak, alat soxhlet, erlenmeyer, corong buchner, rotary vacuum evaporator, alat titrasi, bejana, kompor, gelas ukur, spatula, magnetic stirrer, labu destisali, heating mantle, hot plate, alat distilasi, buret, stopwatch, ayakan, gelas kimia, mikropipet, mortal, Chroma Meter-CR 400 merk “Konica Minolta”, *texture analyser* TXT 32, spektrofotometer ultraviolet tampak, tabung sentrifugal. Bahan yang dipakai pada penelitian pembuatan tempe sorgum yakni biji sorgum varietas putih yang didapat melalui Desa Bojongmanggu Kecamatan Pameungpeuk, Jawa Barat, Ragi merk Raprima yang diproduksi

oleh LIPI dan dibeli di Pasar Gedebage Bandung, Jawa Barat. Daun pisang, kertas lakmus, kapas bebas lemak, asam sulfat, 1.25%, H₂O₂, asam borat, NaOH 1.25 N, etanol 95%, CuSO₄ 0.25g, selenium 0.1g, kertas saring *Whatman*, heksan, *aquadest*, K₂SO₄, pelarut lemak (*benzene*), larutan bromocresol 0.1%, larutan merah metil 0.1%, alkohol 95%, bromocresol green, HCl 0.02 N.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Dijalankan pada Laboratorium Teknologi Pangan, Laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Bandung dan Laboratorium Jasa Uji Fakultas Teknologi Industri Pertanian Universitas Padjajaran. Pelaksanaannya dalam bulan Agustus sampai Maret 2025.

Pembuatan Tempe Sorgum

Pembuatan tempe sorgum diawali dengan mencuci biji sorgum yang sudah disosoh dan disortasi dengan air bersih. Kemudian biji sorgum yang telah bersih direndam menggunakan air matang selama 24 jam. Lalu biji sorgum yang telah direndam selama 24 jam dicuci lagi menggunakan air bersih serta merebus menggunakan air matang selama 10 menit. Usai merebus biji sorgum selama 10 menit kemudian ditiriskan hingga tidak ada air yang tersisa dan biji sorgum ditunggu hingga mencapai suhu ruang. Biji sorgum yang telah mencapai suhu ruang kemudian ditimbang sebanyak 10 gram dan diberikan variasi konsentrasi ragi yaitu 1.5%, 1.8% dan 2%. Biji sorgum yang telah ditimbang dan diberi ragi kemudian diaduk hingga merata dan dituangkan pada kemasan daun pisang yang sudah dibersihkan. Kemudian biji sorgum yang telah dikemas disimpan pada inkubator dengan suhu 30°C-36°C dengan variasi waktu fermentasi yakni 42 jam, 48 jam serta 54 jam.

Analisis Karakteristik Fisik Tempe Sorgum

Analisis fisik tempe sorgum meliputi uji warna dilaksanakan memakai alat *Chroma Meter-CR 400* dengan parameter yang diamati yaitu nilai L* (*lightness*), nilai a* serta nilai b* (Kustyawati *et al.*, 2014), serta dilakukan uji tekstur metode *Texture Profile Analysis* (TPA) memakai alat *Texture Analyzer* dengan parameter yang dipantau yaitu *Hardness* (kekerasan), *Springiness* (elastisitas), *Cohesiveness* (kekompakan), dan *Chewiness* (daya kunyah) (Martinez *et al.*, 2003).

Analisis Karakteristik Kimia Tempe Sorgum

Analisis kimia tempe sorgum mencakup kadar air memakai metode thermogravimetri (AOAC, 2005), kadar protein dengan metode kjeldahl (AOAC, 2005), kadar lemak dengan

metode soxhlet (AOAC, 2005), dan kadar serat kasar dengan metode gravimetri (SNI 01:2891-1992).

Rancangan Penelitian dan Analisis Data

Rancangan percobaan yang dipakai yakni Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola Faktorial yang mencakup dua faktor yakni: Faktor 1 meliputi 3 level yaitu waktu fermentasi 42 jam (L_1), waktu fermentasi 48 jam (L_2), waktu fermentasi 54 jam (L_3) dan Faktor II meliputi 3 level yaitu konsentrasi ragi 1.5% (K_1), konsentrasi ragi 1,8% (K_2) serta konsentrasi ragi 2% (K_3). Kedua faktor didapat 9 perpaduan perlakuan. Mengulang setiap perlakuan sejumlah 3 kali pengulangan sampai didapat 27 satuan percobaan. Data yang didapatkan dianalisis statistik SPSS memakai metode ANOVA dan perbedaan signifikan ($P < 0.05$) diteruskan dengan uji Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tekstur Tempe Sorgum

Tekstur produk ialah salah satu parameter krusial dalam beragam jenis makanan, karena turut menentukan kualitasnya. Tekstur ialah karakteristik sebuah bahan yang terbentuk melalui kombinasi berbagai sifat fisik berupa ukuran, wujud, jumlah, serta elemen penyusunnya, yang bisa dirasakan melewati indera peraba, pengecap, termasuk mulut serta penglihatan. Produk pangan bukan dikembangkan teruntuk peningkatan kandungan gizinya saja, namun teruntuk menciptakan sifat fungsional yang sesuai dengan preferensi organoleptik konsumen. Sifat fungsional tersebut mencakup aspek tekstur seperti kerenyahan, kekenyalan, dan lainnya (Midayanto *et al.*, 2014). Hasil analisis tekstur tampak dalam Tabel 1.

Tabel 1. Tekstur Tempe Sorgum

Perlakuan	Tekstur			
	<i>Hardness (Newton)</i>	<i>Springiness (Newton)</i>	<i>Cohesiveness (Newton)</i>	<i>Chewiness (Newton)</i>
K_1L_1	347.75±83.59 ^a	0.83±0.13 ^a	0.43±0.02 ^a	142.82±32.94 ^a
K_1L_2	353.89±18.59 ^a	0.85±0.13 ^a	0.45±0.01 ^a	145.96±28.28 ^a
K_1L_3	367.76±54.17 ^a	0.86±0.11 ^a	0.46±0.03 ^{ab}	178.58±16.53 ^b
K_2L_1	319.71±12.57 ^a	0.78±0.05 ^a	0.47±0.01 ^{ab}	134.48±30.18 ^a
K_2L_2	339.05±55.72 ^a	0.78±0.05 ^a	0.47±0.03 ^{ab}	140.16±2.26 ^a
K_2L_3	340.91±24.85 ^a	0.80±0.00 ^a	0.51±0.05 ^{abc}	141.48±18.37 ^a
K_3L_1	303.14±13.44 ^a	0.64±0.47 ^a	0.52±0.02 ^{abc}	118.95±11.02 ^a
K_3L_2	303.27±39.30 ^a	0.76±0.02 ^a	0.57±0.07 ^{bc}	126.28±16.21 ^a
K_3L_3	306.06±74.27 ^a	0.78±0.17 ^a	0.62±0.13 ^c	129.82±6.67 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0.05$), K_1L_1 (ragi 1.5%, 42 jam), K_1L_2 (ragi 1.5%, 48 jam), K_1L_3 (ragi 1.5%, 54 jam), K_2L_1 (ragi 1.8%, 42 jam), K_2L_2 (ragi 1.8%, 48 jam), K_2L_3 (ragi 1.8%, 54 jam), K_3L_1 (ragi 2%, 54 jam), K_3L_2 (ragi 2%, 54 jam), K_3L_3 (ragi 2%, 54 jam).

Atribut tekstur yang diuji yaitu meliputi *hardness* (kekerasan), *springiness* (elastisitas), *cohesiveness* (kekompakan), dan *chewiness* (daya kunyah). Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat pada atribut *hardness* berkisar 303.14- 367.76 Newton. Hasil uji ANOVA pada tempe sorgum parameter *hardness* signifikan 0.537, dengan kombinasi perlakuan konsentrasi ragi serta lama fermentasi menunjukkan ($P>0.05$) yang artinya tidak adanya interaksi antar kelompok perlakuan. Selanjutnya dilakukan uji tunggal pada masing-masing faktor yakni konsentrasi ragi serta waktu fermentasi teruntuk mengetahui pengaruh dari masing-masing faktor. Hasil dari uji faktor tunggal menunjukkan pada atribut *hardness* yang paling mempengaruhi yaitu faktor konsentrasi ragi, semakin banyak konsentrasi ragi maka semakin kecil nilai *hardness* tempe sorgum. Konsentrasi ragi pada pembuatan tempe komersil umumnya berkisar antara 1.2 % - 1.5 % (Salsa *et al*, 2025). Penelitian yang dilakukan oleh (Sofiyatin *et al*, 2015) dalam membuat tempe gude dengan perlakuan konsentrasi ragi serta waktu fermentasi didapatkan hasil terbaik menggunakan konsentrasi ragi 1.5% sampai 2% dengan waktu fermentasi 36 jam, dimana kesukaan panelis dan kandungan protein tertinggi daripada perlakuan konsentrasi lainnya. Konsentrasi ragi yang berlebihan mengakibatkan proses fermentasi serta daur hidup kapang sangat pesat sampai menghasilkan tempe yang memiliki tekstur semakin melunak dan cepat membusuk (Windarti *et al.*, 2014).

Pada atribut *springiness* berdasarkan Tabel 1 menghasilkan nilai berkisar 0.64-0.86. Hasil uji ANOVA pada tempe sorgum parameter *springiness* signifikan 0.660 dengan kombinasi perlakuan konsentrasi ragi serta waktu fermentasi menunjukkan ($P>0.05$) yang artinya tidak adanya interaksi antar kelompok perlakuan. Selanjutnya dilakukan uji tunggal pada masing-masing faktor yakni konsentrasi ragi serta waktu fermentasi teruntuk mengetahui pengaruh dari masing-masing faktor.

Hasil dari uji faktor tunggal memperlihatkan konsentrasi ragi serta waktu fermentasi tidak berbeda nyata pada atribut *springiness*. Namun, atribut *springiness* memiliki korelasi dengan kadar air karena semakin tinggi kadar air tempe sorgum sehingga tempe bisa semakin lunak yang menyebabkan elastisitas tempe sorgum semakin mengecil sehingga tempe sorgum memerlukan periode lama untuk kembali ke keadaan semula setelah diberi tekanan oleh probe (Salah satu jenis alat pada TA (Tesktur Analizer) teruntuk mengukur tekstur produk).

Berdasarkan Tabel 1 atribut *cohesiveness* tempe sorgum memiliki nilai rerata berkisar 0.43-0.62. Hasil uji ANOVA *cohesiveness* pada tempe sorgum dengan perpaduan perlakuan konsentrasi ragi serta lama fermentasi memperlihatkan hasil signifikan 0.045 ($P<0.05$), maknanya ada interaksi antar perlakuan dengan dilaksanakan uji lanjut Duncan. Hasilnya

memperlihatkan adanya interaksi konsentrasi ragi serta waktu fermentasi pada *cohesiveness* tempe sorgum yaitu perlakuan terendah (K1L1) dan tertinggi (K3L3). Hasil tersebut menunjukkan adanya korelasi *cohesiveness* dengan kadar serat kasar tempe sorgum. Kadar serat kasar tertinggi yaitu pada K3L3 yakni kian banyak konsentrasi ragi serta kian lama waktu fermentasi sehingga semakin tinggi kadar serat kasar. Perihal tersebut ditunjukkan dengan semakin banyak tumbuhnya hifa pada tempe sorgum dan menunjukkan kian banyak konsentrasi ragi juga kian lama waktu fermentasi *cohesiveness* tempe sorgum semakin besar. Maka perlakuan terbaik pada *cohesiveness* tempe sorgum yaitu K3L3.

Pada Tabel 1 dapat dilihat pada atribut *chewiness* berkisar 118.95-178.58. Hasil uji ANOVA *chewiness* pada tempe sorgum dengan perpaduan perlakuan konsentrasi ragi serta lama fermentasi menunjukkan signifikan 0.038 ($P < 0.05$), maknanya ada interaksi konsentrasi ragi dan waktu fermentasi dengan dilaksanakan uji lanjut Duncan. Hasilnya memperlihatkan adanya pengaruh interaksi konsentrasi ragi waktu fermentasi pada *chewiness* tempe sorgum yaitu perlakuan terendah (K3L1) dan tertinggi (K1L3). Hasil tersebut menunjukkan adanya korelasi antara *chewiness* tempe sorgum dengan kadar air dan *hardness* tempe sorgum. Tempe sorgum dengan kadar air terendah K1L3 memiliki kekerasan paling besar yang dimana memerlukan daya kunyah lebih besar dan lebih banyak dibandingkan dengan tempe sorgum yang lunak karena kualitas tempe yang memiliki kadar air tertinggi sudah tidak layak konsumsi. Maka perlakuan terbaik pada *chewiness* yaitu K1L3.

Warna Tempe Sorgum

Warna khas tempe ialah putih, ini diakibatkan terdapat misellia kapang yang tumbuh pada permukaan tempe (Puspitasari *et al.*, 2022). Hasil analisis warna tersaji dalam Tabel 2.

Tabel 2. Warna Tempe Sorgum

Perlakuan	Warna					Kisaran Warna Kromatisitas
	L*	a*	b*	C	OH	
K1L1	52.77±27.36 ^a	-1.03±0.20 ^b	10.47±0.91 ^a	10.52±0.92 ^a	189.77±9.12 ^b	Green (G)
K1L2	52.77±27.36 ^a	-1.00±0.12 ^b	10.51±1.29 ^a	10.56±1.28 ^a	175.35±9.12 ^{ab}	Yellow Green (YG)
K1L3	76.66±1.14 ^b	-0.96±0.39 ^b	8.80±0.05 ^a	8.86±0.08 ^a	151.65±53.00 ^{ab}	Yellow Green (YG)
K2L1	77.52±0.96 ^b	-0.36±0.04 ^c	11.66±0.26 ^a	11.67±0.26 ^a	159.92±32.58 ^{ab}	Yellow Green (YG)
K2L2	78.04±1.52 ^b	-1.52±0.28 ^a	13.17±0.16 ^{ab}	13.26±0.12 ^{ab}	124.04±6.75 ^a	Yellow Green (YG)
K2L3	78.07±0.00 ^b	-1.49±0.29 ^a	13.22±0.07 ^{ab}	13.30±0.06 ^{ab}	142.89±50.77 ^{ab}	Yellow Green (YG)
K3L1	78.35±2.10 ^b	-0.59±0.23 ^{bc}	17.92±1.04 ^{bc}	17.93±1.04 ^{bc}	136.77±28.89 ^{ab}	Yellow Green (YG)
K3L2	78.80±1.39 ^b	-1.84±0.35 ^a	19.39±9.28 ^c	19.48±9.27 ^c	129.53±17.98 ^{ab}	Yellow Green (YG)
K3L3	80.87±0.27 ^b	-0.79±0.05 ^{bc}	12.34±2.12 ^{ab}	12.36±2.12 ^{ab}	116.53±40.11 ^a	Yellow (Y)

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0.05$) K1L1 (ragi 1.5%, 42 jam), K1L2 (ragi 1.5%, 48 jam), K1L3 (ragi 1.5%, 54 jam), K2L1 (ragi 1.8%, 42 jam), K2L2 (ragi 1.8%, 48 jam), K2L3 (ragi 1.8%, 54 jam), K3L1 (ragi 2%, 42 jam), K3L2 (ragi 2%, 48 jam), K3L3 (ragi 2%, 54 jam).

Atribut warna yang diuji yaitu meliputi L^* (*lightness*), a^* ((+) merah, (-) hijau), b^* ((+) kuning, (-) biru). Hasil analisis terhadap nilai L^* tempe sorgum dengan perbedaan konsentrasi ragi dan lama fermentasi berkisar antara 52.77-80.87. Berlandaskan Tabel 2. tampak nilai L^* dari uji ANOVA warna pada tempe sorgum dengan perpaduan perlakuan konsentrasi ragi serta lama fermentasi menunjukkan signifikan 0.044 ($P < 0.05$), maknanya ada interaksi konsentrasi ragi serta waktu fermentasi dengan dilaksanakan uji lanjut Duncan. Hasilnya menunjukkan bahwa adanya pengaruh interaksi konsentrasi ragi serta waktu fermentasi pada nilai L^* dengan nilai L^* terendah yaitu (K1L1) dan nilai L^* tertinggi yaitu (K3L3). Hasil tersebut menunjukkan adanya korelasi antara nilai L^* , *cohesiveness* dengan kadar serat kasar tempe sorgum. Kadar serat kasar dan *cohesiveness* tempe sorgum tertinggi yaitu pada K3L3 yang mana kian banyak konsentrasi ragi serta kian lama waktu fermentasi sehingga semakin tinggi kadar serat kasar dan tingkat *cohesiveness*. Kecerahan yang semakin meningkat pada tempe sorgum dengan perpaduan perlakuan konsentrasi ragi serta waktu fermentasi terjadi karena adanya misellium yang semakin banyak.

Pada nilai a^* dan b^* menunjukkan adanya perbedaan nyata. Nilai a^* pada tempe sorgum menghasilkan nilai minus (-) yang mana warna pada tempe sorgum cenderung berwarna hijau. g. Semakin rendah nilai a^* maka warna sampel tempe sorgum semakin hijau, nilai a^* pada tempe sorgum menghasilkan nilai negatif yang artinya tempe berwarna hijau dengan hasil berkisar (- 1.82)-(-0.39). Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat nilai a^* dari uji ANOVA warna pada tempe sorgum dengan perpaduan perlakuan konsentrasi ragi serta lama fermentasi menunjukkan signifikan 0.000 ($P < 0.05$), maknanya ada interaksi konsentrasi ragi serta waktu fermentasi. Nilai b^* pada tempe sorgum menghasilkan nilai positif (+) yang mana warna pada tempe sorgum cenderung berwarna kuning. Semakin tinggi nilai b^* sehingga warna sampel tempe sorgum semakin kuning. Hasil analisis terhadap nilai b^* tempe sorgum pada Tabel 2 dengan perbedaan konsentrasi ragi dan lama fermentasi berkisar antara 8.80-19.39. Pada Tabel 2. dapat dilihat nilai b^* dari uji ANOVA warna pada tempe sorgum dengan perpaduan perlakuan konsentrasi ragi serta lama fermentasi menunjukkan signifikan 0.022 ($P < 0.05$), maknanya ada interaksi konsentrasi ragi serta waktu fermentasi. Terdapat pula nilai *Chroma* (C) ialah kepekatan warna, kian tinggi nilai *chroma* kian pekat warna sebuah objek (Sukarman *et al.*, 2017). Hasil analisis terhadap nilai C tempe sorgum dengan perbedaan konsentrasi ragi dan lama fermentasi berkisar antara 8.86-19.48. Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat nilai C dari uji ANOVA warna pada tempe sorgum dengan perpaduan perlakuan konsentrasi ragi serta lama fermentasi menunjukkan signifikan 0.021 ($P < 0.05$), maknanya ada interaksi konsentrasi ragi

serta waktu fermentasi dengan dilaksanakan uji lanjut Duncan. Hasilnya memperlihatkan adanya interaksi konsentrasi ragi serta waktu fermentasi pada nilai C tempe sorgum dengan nilai C terendah yaitu (K1L3) dan nilai L* tertinggi yaitu (K3L2). Perihal ini beriringan oleh penjelasan (Loelianda *et al.*, 2017) yakni semakin tinggi nilai b maka intensitas warna (*chroma*) sehingga warna semakin pekat. *Chroma* mengilustrasikan sebesar apa intensitas warna sebuah produk pangan atau bahan pangan. Namun, pada sampel K1L1, K1L2, K1L3, K2L1, dan K3L2 tidak memiliki interaksi.

Tabel 3. Nilai Derajat Hue dan Daerah Kisaran Warna Kromatisitas

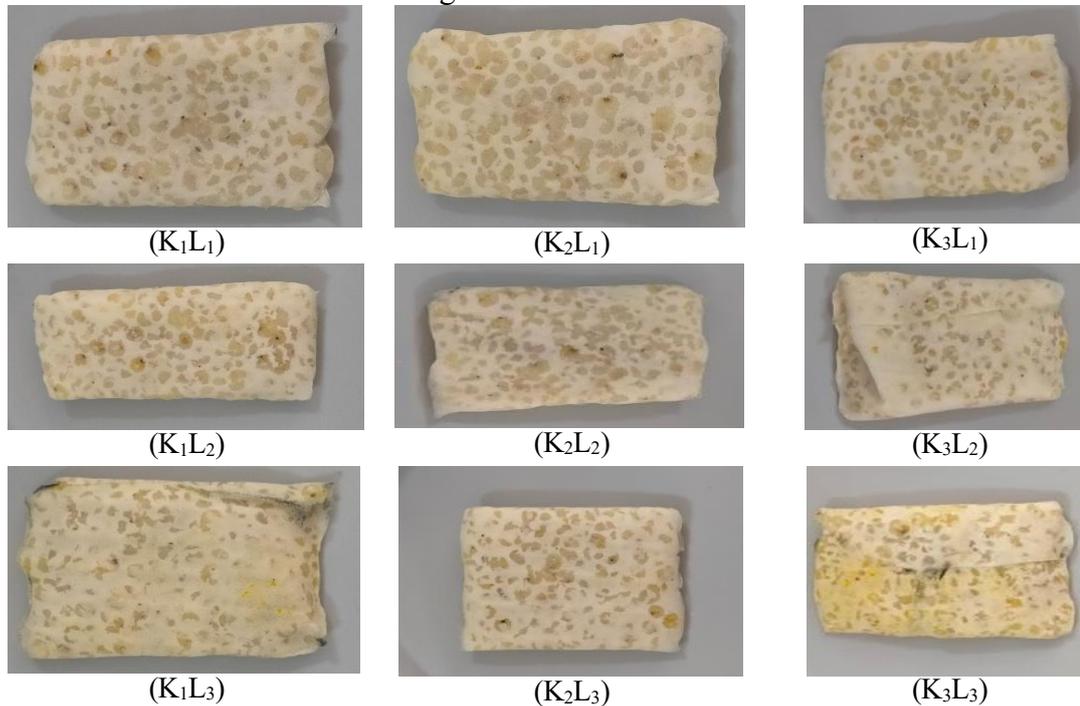
Nilai Hue	Daerah Kisaran Warna Kromatisitas
342-18	Red Purple (RP)
18-54	Red (R)
54-90	Yellow Red (YR)
90-126	Yellow (Y)
126-162	Yellow Green (YG)
162-198	Green (G)
198-234	Blue Green (BG)
234-270	Blue (B)
270-306	Blue Purple (BP)
306-342	Purple (P)

(Sumber: Jonauskait *et al.*, 2016)

Nilai a* dan b* merupakan suatu unsur penting untuk menemukan nilai Hue (H) yakni jenis warna terhadap objek pengukuran (berupa merah, kuning, atau hijau). Hasil analisis terhadap nilai H tempe sorgum dengan perbedaan konsentrasi ragi serta lama fermentasi sekitar 116.53-189.77. Hasil analisis terhadap nilai H tempe sorgum dengan perbedaan konsentrasi ragi serta lama fermentasi sekitar 116.53-189.77. Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat nilai H dari uji ANOVA warna pada tempe sorgum dengan perpaduan perlakuan konsentrasi ragi serta lama fermentasi menunjukkan signifikan 0.248 ($P > 0.05$), maknanya tidak ada interaksi konsentrasi ragi serta waktu fermentasi tempe sorgum. Hasil dari uji lanjut Duncan memperlihatkan tidak adanya interaksi konsentrasi ragi serta waktu fermentasi tempe sorgum pada nilai H dengan nilai H terendah yaitu (K3L3) kemudian dicocokkan dengan tabel kisaran kromatisitas warna pada Tabel 3 dan masuk ke dalam kategori warna *Green* (G) dan nilai H tertinggi yaitu (K1L1) kemudian dicocokkan dengan tabel kisaran kromatisitas warna pada Tabel 3 dan masuk ke dalam kategori warna *Yellow* (Y). Semakin kecil nilai H maka warna tempe akan semakin kuning. Peningkatan warna kromatik ke arah kekuningan disebabkan oleh berlangsungnya reaksi pencokelatan enzimatis selama masa penyimpanan. Perubahan warna ini semakin cepat terjadi seiring dengan naiknya suhu penyimpanan dan meningkatnya laju respirasi. Kian tinggi suhu penyimpanan, kian tinggi pula laju respirasi tempe, yang akhirnya mempercepat terjadinya reaksi pencokelatan enzimatis (Purwanto *et al.*, 2018).

Atribut mutu tempe dalam SNI berkenaan warna tidak disebutkan dengan mendetail melainkan hanya dikatakan berkenaan gambarannya. Perbedaan warna tempe sorgum tampak dalam Gambar 1.

Gambar 1. Penampakan Tempe Sorgum dengan Perbedaan Konsentrasi Ragi dan Waktu Fermentasi



Keterangan: K₁L₁ (ragi 1.5%, 42 jam), K₁L₂ (ragi 1.5%, 48 jam), K₁L₃ (ragi 1.5%, 54 jam), K₂L₁ (ragi 1.8%, 42 jam), K₂L₂ (ragi 1.8%, 48 jam), K₂L₃ (ragi 1.8%, 54 jam), K₃L₁ (ragi 2%, 42 jam), K₃L₂ (ragi 2%, 48 jam), K₃L₃ (ragi 2%, 54 jam)

Analisis Karakteristik Kimia Tempe Sorgum

Kadar Air

Air menjadi salah satu hasil metabolisme yang paling mempengaruhi elemen lain meliputi pertumbuhan kapang selaku mikroorganisme yang berperan pada fermentasi tempe (Yulia *et al.*, 2019). Hasil uji kadar air tempe sorgum disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Kadar Air Tempe Sorgum

Perlakuan	Kadar Air (% b/b)
K1L1 (konsentrasi ragi 1.5% dan fermentasi 42 jam)	53.82±0.27 ^a
K1L2 (konsentrasi ragi 1.5% dan fermentasi 48 jam)	53.68±0.36 ^a
K1L3 (konsentrasi ragi 1.5% dan fermentasi 54 jam)	53.41±0.20 ^a
K2L1 (konsentrasi ragi 1.8% dan fermentasi 42 jam)	54.73±0.35 ^b
K2L2 (konsentrasi ragi 1.8% dan fermentasi 48 jam)	54.68±0.38 ^b
K2L3 (konsentrasi ragi 1.8% dan fermentasi 54 jam)	54.44±0.38 ^b
K3L1 (konsentrasi ragi 2% dan fermentasi 42 jam)	62.90±0.80 ^c
K3L2 (konsentrasi ragi 2% dan fermentasi 48 jam)	62.83±0.12 ^c
K3L3 (konsentrasi ragi 2% dan fermentasi 54 jam)	62.62±0.19 ^c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0.05$)

Berdasarkan Tabel 4 kadar air tempe sorgum memiliki nilai rerata berkisar 53.41%-62.90% dimana hasil yang diperoleh telah memenuhi nilai maksimal kadar air pada syarat mutu tempe berdasarkan SNI 3144:2015 yakni 65%. Hasil uji ANOVA kadar air pada tempe sorgum dengan perpaduan perlakuan konsentrasi ragi serta lama fermentasi menunjukkan signifikansi 0.000 ($P < 0.05$), maknanya ada interaksi konsentrasi ragi serta waktu fermentasi melalui dilaksanakannya uji lanjut Duncan. Hasilnya memperlihatkan adanya interaksi konsentrasi ragi serta waktu fermentasi pada kadar air tempe sorgum yaitu perlakuan terendah (K1L3) dan kadar air tertinggi tempe sorgum yaitu (K3L1). K1L1, K1L2, dan K1L3 berbeda nyata dengan K2L1, K2L2, serta K2L3 dan berbeda nyata pula dengan K3L1, K3L2 dan K3L3. Perlakuan terbaik diperoleh pada tempe sorgum yang memiliki kadar air terendah yaitu K1L3. Semakin tinggi konsentrasi ragi serta kian lama fermentasi maka kadar air tempe sorgum kian meningkat. Perihal ini bertolak belakang dengan semakin banyak menambahkan konsentrasi ragi sehingga kadar air tempe condong berkurang, karena berkaitan dengan kegiatan fermentasi. Meningkatnya jumlah kapang yang terbentuk, dapat meningkatkan suhu selama proses fermentasi. Seiring dengan naiknya suhu, aktivitas mikroorganisme juga menjadi lebih intensif, sehingga mereka lebih pesat menggunakan nutrisi serta air yang tersedia untuk menguraikan senyawa kompleks dijadikan senyawa yang lebih sederhana (Fauziah *et al.*, 2022).

Kadar Protein

Hasil analisis kepada kadar protein tempe sorgum dengan perbedaan konsentrasi ragi serta lama fermentasi sekitar 3.48%-18.74% dan telah memenuhi nilai maksimal kadar protein pada syarat mutu tempe berdasarkan SNI 3144:2015 yakni minimal 10%. Kapang *Rhizopus sp* bersifat proteolitik yang bisa mendegradasi protein maka semakin lama proses fermentasi potensi kapang teruntuk melaksanakan degradasi protein semakin besar dan semakin lama fermentasi kadar protein menurun (Fauziah *et al.*, 2022). Bakteri proteolitik bisa tumbuh baik dalam suhu ruang seiring berjalannya waktu bisa mengakibatkan degradasi protein. Bakteri ini termasuk bakteri aerobik yang bisa tumbuh optimal melalui terdapat oksigen (Rejeki *et al.*, 2023). Hasil pengujian kadar protein tempe sorgum tampak dalam Tabel 5.

Berlandaskan Tabel 5 dapat dilihat hasil uji ANOVA kadar protein pada tempe sorgum dengan perpaduan perlakuan konsentrasi ragi serta lama fermentasi menunjukkan signifikansi 0.000 ($P < 0.05$), maknanya ada interaksi konsentrasi ragi serta waktu fermentasi dengan dilaksanakannya uji lanjut Duncan. Hasilnya memperlihatkan adanya konsentrasi ragi serta waktu fermentasi pada kadar protein yaitu kadar protein terendah (K3L1) serta kadar protein tertinggi

yaitu (K₂L₂). Perbedaan dapat dilihat berdasarkan waktu fermentasi 42 jam, 48 jam serta 54 jam dan konsentrasi ragi yakni 1.5%, 1.8%, dan 2%. Perlakuan terbaik diperoleh pada tempe sorgum yang memiliki kadar protein tertinggi yaitu K₂L₂. Kadar protein meningkat pada waktu fermentasi 48 jam serta menurun pada waktu fermentasi 54 jam. Tumbuhnya kapang *Rhizopus oligosporus* pada tempe akan menghasilkan beragam enzim yang memecahkan beragam senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Jenis kapang *Rhizopus oligosporus* memiliki sifat *proteolitik* yang akan mendegradasi protein dijadikan peptida. Semakin lama waktu fermentasi serta semakin banyak konsentrasi ragi akan menghasilkan nitrogen yang banyak pula dan memberikan potensi kapang melakukan degradasi protein yang mengakibatkan kadar protein yang terdapat pada tempe ikut berkurang (Budianti, 2018).

Tabel 5. Kadar Protein Tempe Sorgum

Perlakuan	Kadar Protein (% b/b)
K ₁ L ₁ (konsentrasi ragi 1.5% dan fermentasi 42 jam)	4.61±0.23 ^b
K ₁ L ₂ (konsentrasi ragi 1.5% dan fermentasi 48 jam)	7.46±0.14 ^e
K ₁ L ₃ (konsentrasi ragi 1.5% dan fermentasi 54 jam)	4.85±0.12 ^b
K ₂ L ₁ (konsentrasi ragi 1.8% dan fermentasi 42 jam)	6.56±0.39 ^d
K ₂ L ₂ (konsentrasi ragi 1.8% dan fermentasi 48 jam)	18.74±0.70 ^g
K ₂ L ₃ (konsentrasi ragi 1.8% dan fermentasi 54 jam)	5.64±0.32 ^c
K ₃ L ₁ (konsentrasi ragi 2% dan fermentasi 42 jam)	3.48±0.65 ^a
K ₃ L ₂ (konsentrasi ragi 2% dan fermentasi 48 jam)	8.41±0.21 ^f
K ₃ L ₃ (konsentrasi ragi 2% dan fermentasi 54 Jam)	4.43±0.27 ^b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata (p<0.05)

Kadar Lemak

Hasil analisis kepada kadar lemak tempe sorgum dengan perbedaan konsentrasi ragi serta lama fermentasi sekitar 0.15%-0.25% dan telah memenuhi nilai maksimal kadar lemak pada syarat kualitas tempe berdasarkan SNI 3144:2015 yakni minimal 1.5%. Penelitian yang dilaksanakan Sayuti *et al.*, (2015) menunjukkan kadar lemak tempe kacang gude cenderung berkurang seiring lama waktu fermentasi oleh kapang yang menguraikan lemak. Berkurangnya kadar lemak dalam proses fermentasi diakibatkan pemakaian lemak sebagai sumber energi mikroba saat proses fermentasi berjalan sampai kadar lemak menjadi terurai. Memudahkan kapang memakai lemak sebagai sumber energi dari karbohidrat sampai mengakibatkan berkurangnya kandungan lemak tempe dalam proses fermentasi (Alfanesa, 2021). Hasil pengujian kadar lemak tempe sorgum tersaji pada Tabel 6.

Berlandaskan Tabel 6 tampak hasil uji ANOVA kadar lemak pada tempe sorgum dengan perpaduan perlakuan konsentrasi ragi serta lama fermentasi menunjukkan nilai signifikan 0.000 yang artinya adanya interaksi konsentrasi ragi dan waktu fermentasi (P<0.05). Hasil analisis yang memperlihatkan terdapat interaksi konsentrasi ragi serta waktu fermentasi

dengan dilaksanakan uji lanjut Duncan. Hasilnya memperlihatkan adanya interaksi konsentrasi ragi serta waktu fermentasi pada kadar lemak tempe sorgum yaitu perlakuan terendah (K3L3) dan kadar lemak tertinggi (K1L1). Perlakuan terbaik diperoleh pada tempe sorgum yang memiliki kadar lemak tertinggi yaitu K1L1. Kian tinggi konsentrasi ragi yang digunakan, sehingga prosedur hidrolisis bisa berjalan lebih pesat, sampai kandungan lemak dalam tempe cenderung kian berkurang. Saat fermentasi, lemak dimanfaatkan oleh kapang menjadi sumber energi untuk mendukung aktivitas metabolismenya (Hutalugung *et al*, 2016). Hasil antar interaksi kelompok perlakuan konsentrasi ragi serta waktu fermentasi kadar lemak mengalami penurunan. Diduga, semakin tinggi menambahkan konsentrasi ragi, total mikroorganisme yang terlibat dalam proses degradasi lemak pada tempe juga meningkat, sehingga menyebabkan penurunan kadar lemak. Pengurangan ini dipengaruhi oleh aktivitas enzim lipase yakni hasil dari kapang *Rhizopus sp*.

Tabel 6. Kadar Lemak Tempe Sorgum

Perlakuan	Kadar Lemak (% b/b)
K ₁ L ₁ (konsentrasi ragi 1,5% dan fermentasi 42 jam)	0.25±0.04 ^e
K ₁ L ₂ (konsentrasi ragi 1,5% dan fermentasi 48 jam)	0.22±0.05 ^{cd}
K ₁ L ₃ (konsentrasi ragi 1,5% dan fermentasi 54 jam)	0.21±0.05 ^{bc}
K ₂ L ₁ (konsentrasi ragi 1,8% dan fermentasi 42 jam)	0.23±0.04 ^{de}
K ₂ L ₂ (konsentrasi ragi 1,8% dan fermentasi 48 jam)	0.21±0.03 ^{bc}
K ₂ L ₃ (konsentrasi ragi 1,8% dan fermentasi 54 jam)	0.16±0.02 ^a
K ₃ L ₁ (konsentrasi ragi 2% dan fermentasi 42 jam)	0.22±0.04 ^{cd}
K ₃ L ₂ (konsentrasi ragi 2% dan fermentasi 48 jam)	0.20±0.03 ^b
K ₃ L ₃ (konsentrasi ragi 2% dan fermentasi 54 jam)	0.15±0.03 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0.05$)

Kadar Serat Kasar

Serat kasar ialah himpunan serat yang tidak bisa dicerna. Merupakan residu dari selulosa dan lignin. Tidak bernilai gizi teruntuk tubuh sebab manusia tidak mempunyai enzim selulase teruntuk mencernanya, tetapi serat kasar berfungsi untuk mencegah dialaminya konstipasi dan mengencerkan zat-zat beracun (Widoyo *et al.*, 2015). Hasil pengujian kadar serat kasar tempe sorgum disajikan dalam Tabel 7.

Berlandaskan Tabel 7 hasil analisis terhadap kadar serat kasar tempe sorgum dengan perbedaan konsentrasi ragi serta lama fermentasi sekitar 0.92%-1.45%. Penelitian yang dilaksanakan Putri *et al.*, (2022) Tempe sorgum kemasan dengan berbagai jenis kemasan menghasilkan kandungan serat yang berbeda. Kian tinggi konsentrasi ragi serta lama fermentasi sehingga bisa memaksimalkan kadar serat. Hal ini bertolak belakang dengan semakin lama waktu fermentasi sehingga kandungan seratnya semakin menurun dimana pemanfaatan serat oleh kapang yang tumbuh pada masa fermentasi. Berdasarkan Tabel 7 hasil analisis terhadap

kadar serat kasar tempe sorgum dengan perbedaan konsentrasi ragi serta lama fermentasi sekitar 0.92%- 1.45% dan sudah memenuhi nilai maksimal SNI 3144 : 2015 kadar serat kasar maksimal yang terkandung dalam tempe yaitu 2.5%, Hasil uji ANOVA kadar serat kasar dalam tempe sorgum dengan perpaduan perlakuan konsentrasi ragi serta lama fermentasi menunjukkan nilai signifikan 0.000, maknanya terdapat interaksi konsentrasi ragi serta waktu fermentasi ($P < 0.05$), selanjutnya diteruskan oleh uji lanjut Duncan. Hasilnya memperlihatkan adanya interaksi konsentrasi ragi serta waktu fermentasi pada kadar serat kasar tempe sorgum yaitu perlakuan terendah (K_1L_1) dan kadar serat kasar tertinggi (K_3L_3). Perlakuan terbaik diperoleh pada tempe sorgum yang memiliki kadar serat kasar tertinggi yaitu K_3L_3 . Pada waktu fermentasi tempe 0-50 jam perkembangan *Rhizopus sp* akan terus bertambah dan menghasilkan miselia pada permukaan biji sorgum dan kian lebat sampai terbentuk massa tempe yang kompak. Terjadinya penambahan miselia pada tempe sorgum selama proses fermentasi mengindikasikan adanya kenaikan serat kasar. Menambahkan inokulum bisa menciptakan *Rhizopus sp.* yang banyak serta membentuk meselium sampai kandungan polisakarida pada tempe bisa semakin besar (Widiasri *et al*, 2024).

Tabel 7. Kadar Serat Kasar Tempe Sorgum

Perlakuan	Kadar Serat Kasar (% b/b)
K_1L_1 (Konsentrasi ragi 1.5% dan Fermentasi 42 Jam)	0.92±0.02 ^a
K_1L_2 (Konsentrasi ragi 1.5% dan Fermentasi 48 Jam)	1.16±0.01 ^d
K_1L_3 (Konsentrasi ragi 1.5% dan Fermentasi 54 Jam)	1.39±0.01 ^g
K_2L_1 (Konsentrasi ragi 1.8% dan Fermentasi 42 Jam)	0.95±0.01 ^b
K_2L_2 (Konsentrasi ragi 1.8% dan Fermentasi 48 Jam)	1.20±0.02 ^e
K_2L_3 (Konsentrasi ragi 1.8% dan Fermentasi 54 Jam)	1.42±0.02 ^h
K_3L_1 (Konsentrasi ragi 2% dan Fermentasi 42 Jam)	1.02±0.01 ^c
K_3L_2 (Konsentrasi ragi 2% dan Fermentasi 48 Jam)	1.30±0.01 ^f
K_3L_3 (Konsentrasi ragi 2% dan Fermentasi 54 Jam)	1.45±0.04 ^h

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0.05$)

Perlakuan Terbaik Tempe Sorgum

Penilaian ini didasarkan pada uji proksimat yang mencakup kadar lemak, kadar air, kadar protein, kadar serat kasar serta pengujian tekstur dan warna menyesuaikan syarat kualitas SNI 3144:2015. Perlakuan terbaik dihitung dengan Perbandingan Eksponensial untuk menentukan urutan prioritas terbaik. Tempe sorgum dengan perlakuan terbaik yaitu K_2L_2 (ragi 1.8% serta waktu fermentasi 48 jam), dimana memiliki nilai L^* 78.04, a^* -1.52, b^* 13.17, C 13.26, dan H 124.04 dengan kisaran kromatisitas warna *Yellow Green* (YG), sedangkan pada analisis tekstur memiliki nilai *hardness* 339.05, *springiness* 0.78, *cohesiveness* 0.47, dan



chewiness 140.16. Pada analisis kimia kadar air 54.68%, kadar protein 18.74%, kadar lemak 0.21% dan kadar serat kasar 1.20%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pengaruh konsentrasi ragi serta waktu fermentasi kepada sifat fisikokimia tempe sorgum terhadap karakteristik tekstur *hardness* dan *springiness*, serta warna pada nilai H tidak berpengaruh nyata ($P>0.05$) atau tidak terdapat interaksi konsentrasi ragi serta waktu fermentasi, sedangkan pada karakteristik fisik *cohesiveness*, *chewiness*, warna L^* , a^* , b^* , juga C serta karakteristik kimia kadar air, kadar protein, kadar lemak, serta kasar juga kasar berpengaruh nyata ($P<0.05$) atau ada interaksi konsentrasi ragi serta waktu fermentasi. Hasil penelitian ini memperlihatkan pengaruh konsentrasi ragi serta waktu fermentasi dapat meningkatkan *cohesiveness*, *chewiness*, kadar lemak, kadar air, kadar protein, serta kadar serat kasar tempe sorgum, namun menurunkan karakteristik fisik *hardness*, *springiness*, dan nilai H tempe sorgum. Perlakuan terbaik yaitu perlakuan K2L2 (konsentrasi ragi 1.8% dengan waktu fermentasi 48 jam).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih teruntuk LPPM Universitas Muhammadiyah Bandung yang telah mendanai penelitian ini serta memberikan fasilitas lainnya sehingga penelitian ini selesai dilaksanakan. Terimakasih juga penulis ucapkan kepada tim penelitian ibu Dr. Sakina Yeti Kiptiyah, S.TP., M.Sc. beserta mahasiswa yang terlibat dalam tim riset.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC (Association of Official Analytical Chemist). (2005). Official Methods of Analysis, 18th edn. AOAC, Inc. Washington DC.
- Badan Standarisasi Nasional. (2015). SNI 3144:2015 Tempe Kedelai. BSN. Jakarta.
- Budianti Anita. (2018). Pengaruh Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi Terhadap Sifat Kimia dan Organoleptik Tempe Kedelai Hitam (*Glycine soja*). Universitas Brawijaya. Malang.
- Badan Pusat Statistik. (2020). Produksi Tanaman Sorgum. Jakarta : BPS
- Badan Pusat Statistik. (2021). Rata-Rata Konsumsi per Kapita Seminggu Beberapa Macam Bahan Makanan Penting. Jakarta : BPS.
- Barangmanise, S., Karundeng, Y., & Latif, Y. (2018). Kebiasaan Makan Makanan Tinggi Purin Pada Penderita Asam Urat Arthritis Rawat Jalan Di Puskesmas Tuminting. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Tahun 2018 ISBN: 2549-0931* (Vol. 1, No. 3, pp. 528-541).
- Dyah Riniarsi Triyanti, M.Si. (2020). Outlook Komoditas Pertanian Tanaman Pangan Kedelai. Jakarta Selatan: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekeriat Jenderal

- Kementrian Pertanian.
- Fauziah Ai Paddirillah., Supriadin Asep., Junitasari Assyifa. (2022). Analisis Pengaruh Konsentrasi Ragi dan Waktu Fermentasi Terhadap Nilai Gizi dan Aktivitas Antioksidan Tempe Kedelai Kombinasi Kacang Roay (*Phaseolus lunatus* L). Dalam Prosiding Seminar Nasional Kimia. Vol.15.
- Hanifah Aulia Nur. (2021). Pengaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi Jamur *Rhizopus oligosporus* Terhadap Karakteristik Tempe Biji Sorgum (*Sorghum bicolor* (L) Moench). Universitas Pasundan. Bandung.
- Hutalugung, T. Y., Nainggolan R. J., dan Nurminah M. (2016). Pengaruh Perbandingan Kacang Hijau dan Biji Nangka Bergerminasi dengan Konsentrasi Laru terhadap Mutu Tempe. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. Volume 4. No.3.
- Herdiansyah Novi., Nur'aini Hesti., Darius. (2014). Pengaruh Jenis Tempe dan Bahan Pengikat Terhadap Karakteristik Nugget Tempe. Vol.1. No.1.
- Jonaouskaite, D., Mohr, C., Antonietti, J.P., Spiers, P.M., Althaus, B., Anil Selin., Dael Nele. (2016). Most and Least Preferred Colours Differ According to Object Context: New Insights from an Unrestricted Colour Range. PLoS ONE 11(3): e0152194. Doi:10.1371/journal.pone.0152194.
- Martinez,O., Salmeron,J., Guillen, M.D., and Casas, C., (2003). Texture Profile Analysis of Meat Products Treated with Commercial Liquid Smoke Flavourings. *J. Food Control* (15) 457-461.
- Midayanto Dedy N., Yuwono Sudarminto Setyo. (2014). Penentuan Atribut Mutu Tekstur Tahu Untuk Direkomendasikan Sebagai Syarat Tambahan Dalam Standar Nasional Indonesia. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Volume 2. No.4.
- Mukhoyaroh, H. (2015). Pengaruh Jenis Kedelai, Waktu, dan Suhu Pemeraman terhadap Kandungan Protein Tempe Kedelai. *Jurnal Florea*, 2 (2), 47-51.
- Purwanto Y.A., dan Weliana. (2018). Kualitas Tempe Kedelai Pada Berbagai Suhu Penyimpanan. *Jurna Agroindustri*. Volume 35. No.2.
- Puspitasari Diana., Nasir M., dan Azmin Nikman. (2022). Uji Organoleptik Tempe Biji Asam (*Tamarindus indica*) Berdasarkan Waktu Fermentasi. *Jurnal Sains dan Terapan*. Volume 1. No.1.
- Rahayu Novia Aristi., Cahyanto M.N., Indrati Retno. (2019). Perubahan Protein Koro Benguk (*Mucuna pruriens*) Selama Fermentasi Tempe Menggunakan Inokulum Raprima. *Jurnal Agriteknologi*. Volume 39. No.2.
- Raharjo Diana S., Bhuja Paulus., Amalo Djeffry. (2019). The Effect Fermentation On Protein Content and Fat Content Of Tempeh Gude (*Cajanus cajan*). *Jurnal Biotropikal Sains*. Vol.16, No.3.
- Salsa Tahir,Yoyanda Bait, Arif Murtaqi Akhmad MS. (2025).Pengaruh Konsentrasi Ragi Pada Pembuatan Tempe Kacang Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis* L.). *Jambura Journal of Food Technology (JJFT)* Volume 7 Nomor 1 Tahun 2025
- Setyawan Ganang., Syamsul Huda. (2022). Analisis Pengaruh Produksi Kedelai, Konsumsi Kedelai, Pendapatan per Kapita, dan Kurs Terhadap Impor Kedelai di Indonesia. Volume 19, No.2.
- Sofiyatin, R., Ketut, S., dan Lidya R. H. (2015). Studi Pembuatan Tempe Gude Dengan Berbagai Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi Terhadap Sifat Organoleptik dan Sifat Kimia. Mataram : Poltekkes Kemenkes Mataram.
- Sukarman., Astuti Dewi A., Utomo Nur B.P. (2017). Evaluasi Kualitas Warna Ikan Klown *Amphiprion percula* Lacepede 1802 Tangkapan Alam dan Hasil Budidaya. *Jurnal Riset Akuakultur*. Volume 12. No.3.
- Standar Nasional Indonesia. (1992). Cara Uji Makanan Minuman (SNI 01-2891-1992). Jakarta : BSN.

- Yulia Ruka., Akbar Zahlul., Irmayanti., dan Rita Sunartaty. (2019). Pengaruh Rasio Substitusi Kacang Kedelai dengan Biji Melinjo dan Konsentrasi Ragi Terhadap Kualitas Tempe Kedelai. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*. Volume 3. No.1.
- Widiasri Ni Luh Putu., Husni Ali., Sutrisna Rudy., dan Liman L. (2024) Pengaruh Dosis Ragi Tempe Pada Pembuatan Tempe Tongkol Jagung Terhadap Kandungan Nutrisi Untuk Pakan Ternak. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*. Volume 8. No.1.
- Widoyo Sylvitria., Handajani Sri., dan Nandariyah. (2015). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Serat Kasar dan Aktivitas Antioksidan Tempe Beberapa Varietas Kedelai. *Jurnal Biofarmasi*. Volume 12. No.2.