

RESERARCH ARTICLE

FERMENTASI KACANG TANAH MENGGUNAKAN RHIZOPUS sp

Alvinatul Fadholah¹, Dewi Murni², Nani Maryani³

^{1,2,3}Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Abstrak	Info Artikel
<p><i>Diversifikasi bahan baku pembuatan tempe perlu dilakukan untuk mengurangi impor kedelai karena harganya yang terus menerus naik. Untuk itu, perlu dilakukan kajian untuk mencari bahan baku lain dari kacang non-kedelai asli dari produksi dalam negeri untuk menggantikan kedelai. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui bagaimana komposisi bahan baku dan lama waktu fermentasi terbaik, pengaruh keduanya terhadap kadar nutrisi dan organoleptik tempe kacang tanah, serta kelayakan implementasi hasil penelitian ini untuk dikembangkan sebagai modul praktikum bioteknologi. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Komposisi bahan baku dalam penelitian ini yaitu 100% kacang kedelai (K1), 50% kacang kedelai + 50% kacang tanah (K2), dan 100% kacang tanah (K3). Lama waktu fermentasi yang dianalisis yaitu 24 jam (F1), 48 jam (F2), dan 72 jam (F3). Jenis penelitian yang digunakan adalah RAL Faktorial dan Uji Tukey. Proses pembuatan tempe kacang tanah sama dengan proses pembuatan tempe dari kacang kedelai. Komposisi dan lama fermentasi dalam pembuatan tempe kacang tanah yang optimal adalah K2F2. Tempe dengan komposisi ini memiliki kadar air terendah sehingga lebih tahan lama, kadar protein paling tinggi, dan memiliki kadar serat yang cukup tinggi. Lama waktu fermentasi sangat berpengaruh pada kadar nutrisi, semakin lama waktu fermentasi maka rata-rata kadar nutrisi seperti kadar air, protein, dan serat akan semakin meningkat. Berdasarkan hasil analisis kesesuaian hasil penelitian dengan cakupan materi biologi sesuai kurikulum 2013 revisi yang telah dilakukan maka hasil penelitian terkait tempe kacang tanah layak dijadikan sebagai bahan penyusunan modul praktikum materi bioteknologi.</i></p>	<p>Diajukan: 21-01-2025 Diterima: 28-03-2025 Diterbitkan : 25-04-2025</p> <p>Kata kunci: kadar nutrisi, modul praktikum, tempe kacang tanah, uji organoleptik.</p> <p>Keywords: nutrient content, practicum module, peanut tempeh, organoleptic test</p>
<p>Abstract</p> <p><i>Diversification of raw materials for tempeh production is necessary to reduce soybean imports as its price continues to rise. For this reason, it is necessary to conduct a study to find other raw materials from non-soy beans originating from domestic production to replace soybeans. The purpose of this study was to determine the best composition of raw materials and the length of fermentation time, the effect of both on nutritional and organoleptic levels of peanut tempeh, and the feasibility of implementing the results of this study to be developed as a biotechnology practicum module. The research method used was experimental method. The composition of raw materials in this study were 100% soybean (K1), 50% soybean + 50% peanut (K2), and 100% peanut (K3). The length of fermentation time analyzed was 24 hours (F1), 48 hours (F2), and 72 hours (F3). The type of research used is Factorial RAL and Tukey Test. The process of making peanut tempeh is the same as the process of making tempeh from soybeans. The optimal composition and length of fermentation in making groundnut tempeh is K2F2. Tempeh with this composition has the lowest water content so that it is more durable, the highest protein content, and has a fairly high</i></p>	

fiber content. The length of fermentation time greatly affects the nutritional content, the longer the fermentation time, the average nutritional content such as water content, protein, and fiber will increase. Based on the results of the analysis of the suitability of the research results with the coverage of biological material according to the 2013 revised curriculum that has been carried out, the results of research related to peanut tempeh are worthy of being used as material for the preparation of practicum modules on biotechnology material.

Cara mensitasi artikel:

Fadholah, A., Murni, D., & Maryani, N., (2025). Fermentasi Kacang Tanah Menggunakan *Rhizopus* sp. *IJMS: Indonesian Journal of Mathematics and Natural Science*, 3(1), 1-12. <https://jurnal.academiacenter.org/index.php/IJMS>

PENDAHULUAN

Tempe merupakan makanan yang sudah tidak asing bagi masyarakat Indonesia dan tempe merupakan produk olahan hasil fermentasi mengubah bentuk fisik dan kimia kedelai menjadi produk makanan yang bergizi tinggi dengan bantuan kapang *Rhizopus* sp. (Radiati & Sumarto, 2016). Tempe banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia karena rasanya yang enak dan harganya yang relatif murah dibandingkan sumber protein hewani (Haliza *et al.*, 2010). Tempe juga diminati masyarakat karena kaya akan nilai gizi esensial seperti protein (Alvina & Hamdani, 2019), karbohidrat, lemak, vitamin, mineral dan antioksidan yang dibutuhkan oleh tubuh (Aryanta, 2020). Kandungan gizi yang tinggi ini memberikan banyak manfaat bagi kesehatan tubuh. Akibatnya, konsumsi tempe di Indonesia semakin meningkat (BPS, 2022).

Rata-rata konsumsi tempe per-kapita pada tahun 2021 mengalami kenaikan dari angka 140 triliun kg menjadi 146 triliun kg (BPS, 2022). Peningkatan kebutuhan tempe menyebabkan peningkatan kebutuhan kedelai karena pembuatan tempe pada umumnya menggunakan bahan dasar kacang kedelai (Radiati & Sumarto, 2016). Peningkatan kebutuhan kedelai ini menimbulkan permasalahan bagi produsen tempe yaitu tingginya harga kacang kedelai impor karena produksi kedelai nasional belum mampu memenuhi kebutuhan konsumsi nasional. Kacang kedelai impor saat ini mengalami kenaikan harga sebesar 37,25% (Kemendag RI, 2022).

Upaya untuk mengatasi tingginya harga kedelai dapat dilakukan dengan cara menemukan bahan baku alternatif. Diversifikasi pangan lokal khususnya kacang-kacangan lokal diperlukan dan potensial untuk dikembangkan sebagai bahan baku pembuatan tempe. Indonesia merupakan negara agraris yang dianugerahi sumber daya alam melimpah, memiliki sumber daya kacang-kacangan lokal yang potensial. Beragam jenis kacang-kacangan lokal yang potensial memiliki kandungan nutrisi hampir sama dengan kedelai. Namun, potensi tersebut sampai saat ini belum dikembangkan secara optimal sehingga pemanfaatannya relatif terbatas (Haliza *et al.*, 2010).

Banten merupakan salah satu provinsi yang memiliki tingkat produksi kacang yang tinggi, khususnya kacang tanah. Pada tahun 2014 hingga 2018, Banten memiliki nilai produksi kacang tanah yang dominan jika dibandingkan dengan kacang kedelai (Kementerian Pertanian, 2023). Tingginya produksi kacang tanah Banten dapat digunakan sebagai solusi dalam mengatasi kelangkaan bahan baku kedelai untuk pembuatan tempe.

Pemanfaatan kacang tanah sebagai bahan baku alternatif memungkinkan produksi tempe tanpa impor dan sekaligus dapat membantu peningkatan ekonomi petani lokal.

Penelitian pembuatan tempe berbahan kacang tanah sudah pernah dilakukan dan hasilnya menunjukkan bahwa sifat fisik tempe kacang tanah hampir sama dengan tempe kacang kedelai. Hasil uji organoleptik terhadap aroma tempe dari kacang tanah dan kedelai menunjukkan bahwa tingkat penerimaan panelis terhadap parameter aroma dari tempe kacang tanah lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tempe kacang kedelai (Ahsanunnisa, 2018).

Keberhasilan pembuatan tempe yang berkualitas dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kadar air (Mujiyanto, 2013), dan faktor lingkungan seperti pH, kelembaban, dan suhu (Suknia & Rahmani, 2020). Kadar air dalam tempe harus memenuhi nilai standar SNI yaitu maksimal 65%. Kadar air yang relatif tinggi akan menjadikan tempe rawan ditumbuhi oleh mikroorganisme seperti bakteri yang dapat menimbulkan kerusakan pada tempe (Radiati & Sumarto, 2016). Lingkungan yang mendukung dalam pembuatan tempe dengan kualitas yang baik yaitu suhu 27-30°C, pH 4-6,5, dan kelembapan 70-80%. Derajat keasaman tempe yang tidak melebihi 7 dan suhu yang sesuai akan menghambat perkembangan bakteri pembusuk sehingga produk tempe yang dihasilkan akan terjamin kualitasnya (Winanti, 2014). Lama fermentasi juga berpengaruh terhadap kualitas tempe dari segi tekstur, warna, dan aroma (Aisya *et al.*, 2022).

Lama fermentasi pada pembuatan tempe lamtoro gung sangat berpengaruh terhadap kadar protein. Semakin lama waktu fermentasi, kadar nutrisi protein pun semakin menurun, karena semakin lama kesempatan jamur untuk mendegradasi protein (Muthmainna *et al.*, 2016). Lama fermentasi berpengaruh terhadap kualitas tempe kacang tanah yang dinilai dari segi tekstur, warna, dan aroma tempe (Aisya *et al.*, 2022). Namun, pengaruh lama fermentasi terhadap kandungan nutrisi tempe kacang tanah belum pernah diteliti. Lama fermentasi penting diketahui agar didapat waktu fermentasi yang paling optimal untuk mendapatkan tempe kacang tanah yang berkualitas dan memiliki kandungan gizi terbaik. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian pengaruh lama fermentasi terhadap kadar nutrisi yang meliputi kadar air, protein, dan serat, serta untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap tempe kacang tanah melalui uji organoleptik.

Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan dasar pengembangan modul praktikum bioteknologi sebagai bahan rekomendasi kepada para tenaga pendidik untuk dijadikan alternatif praktikum dan mempermudah siswa dalam memahami materi bioteknologi, khususnya bioteknologi konvensional. Pengambilan materi bioteknologi dikarenakan materi bioteknologi erat hubungannya dengan kehidupan sehari-hari, karena merupakan aplikasi ilmu sains biologi dan teknologi untuk kepentingan kehidupan masyarakat dan lingkungan. (Wasilah *et al.*, 2019), serta sangat berkaitan dengan proses pembuatan tempe dikarenakan memanfaatkan prinsip-prinsip bioteknologi.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan di MA Al-Inayah, Cilegon melalui pengisian angket pada google form oleh guru bidang studi (Lampiran 1) dan siswa (Lampiran 2), diperoleh informasi bahwa materi bioteknologi konvensional termasuk salah satu materi biologi yang mudah dipahami. Pada materi bioteknologi konvensional pernah dilakukan praktikum pembuatan tempe dengan bahan baku kacang kedelai. Namun, pengetahuan siswa tentang penggunaan bahan baku alternatif produksi tempe masih kurang. Siswa

belum mengetahui bahwa pembuatan tempe dapat dilakukan dengan menggunakan bahan dasar kacang tanah. Oleh karena itu perlu dilakukan praktikum pembuatan tempe dengan bahan baku kacang tanah. Pada pelaksanaan praktikum ini, siswa membutuhkan panduan berupa modul praktikum. Modul praktikum dikembangkan dari hasil penelitian fermentasi kacang tanah.

METODE

Data yang didapatkan pada penelitian ini dalam bentuk data kuantitatif serta data deskriptif dalam bentuk komentar terhadap kualitas tempe kacang tanah. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini dalam bentuk lembar angket yang berisi kolom centang penilaian terhadap berbagai indikator penilaian organoleptik tempe kacang tanah. Perolehan skor yang didapatkan dari penilaian masing-masing panelis dihitung melalui rumus berikut :

$$NP = \left(\frac{R}{SM} \right) \times 100\%$$

Keterangan :

NP = Persentase perolehan nilai

R = Jumlah skor masing-masing parameter penilaian

SM = Jumlah skor maksimum

100% = Bilangan tetap (Sulistiyo, 2006).

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah labu Kjeldahl 100 mL, alat penyulingan dan kelengkapannya, pemanas listrik/kompore pemanas, neraca analitik, botol timbangan tertutup/cawan porselin, eksikator, oven dan gegep (penjepit tabung reaksi). Bahan yang digunakan adalah kacang tanah dan kacang kedelai dari Pasar Keranggot, air, ragi tempe merk Raprima, plastik PP 03, campuran selen (2,5 g serbuk SeO₂, 100 g K₂SO₄, dan 20 g CuSO₄ · 5H₂O), larutan bromokresol hijau 0,1%, larutan metil merah 0,1%, alkohol 95%, 10 g asam borat, 500 mL air suling, Larutan asam klorida (HCl) 0,01 N, Larutan natrium hidroksida (NaOH) 30% dan kertas saring berlipat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kandungan Nutrisi Tempe Kacang Tanah

Kandungan nutrisi tempe kacang kedelai dan kacang tanah dianalisis dengan melakukan uji proksimat. Uji proksimat ini menggunakan metode SNI (Standar Nasional Indonesia) untuk mengukur kadar air, protein, dan serat dari tempe yang diberi perlakuan kombinasi 3 variasi komposisi tempe dan 3 variasi lama fermentasi tempe. Kadar air tempe berkisar antara 41,1% - 67,11%. Total nilai kadar air tertinggi diperoleh pada perlakuan K1F3 yaitu tempe bahan baku 100% kacang kedelai dengan lama fermentasi 72 jam yaitu 192,91%, sedangkan untuk total kadar air terendah diperoleh pada perlakuan K2F2 yaitu tempe komposisi 50% kacang kedelai dan 50% kacang tanah dengan lama fermentasi 48 jam yaitu 125,37% (Tabel 4.1). Kadar air tempe telah memenuhi syarat mutu tempe (SNI 31444:2015), yaitu maksimal 65%, kecuali K1F3 dan K3F3. Pada parameter kadar air dapat disimpulkan bahwa lamanya fermentasi meningkatkan kadar air pada kacang kedelai dimana kadar air yang didapatkan ketika total K1F1 sebesar 185,04, total K1F2 sebesar 188,3 dan K1F3 meningkat menjadi 192,94.

Kadar protein sangat penting dalam pembuatan produk makanan karena untuk memastikan makanan aman, sesuai standar, dan dalam bidang nutrisi untuk pemantauan asupan gizi yang cukup untuk kesehatan tubuh. Kadar protein tempe berkisar antara 14,5% - 19,31% (Tabel 4.4). Total nilai kadar protein tertinggi diperoleh pada perlakuan K2F2 yaitu tempe bahan baku 50% kacang kedelai dan 50% kacang tanah dengan lama fermentasi 48 jam yaitu 56,8%, sedangkan untuk total kadar air terendah diperoleh pada perlakuan K1F2 yaitu tempe komposisi 100% kacang kedelai dengan lama fermentasi 48 jam yaitu 43,49%. Kadar protein tempe Sebagian besar telah memenuhi syarat mutu tempe (SNI 31444 : 2009), yaitu minimal 16%. Pada parameter kadar protein dapat disimpulkan bahwa kadar protein tempe meningkat sesuai dengan lamanya waktu fermentasi sampai dicapai waktu optimal. Namun, saat melewati waktu optimal kadar protein semakin menurun. Lama waktu fermentasi yang optimal adalah 48 jam, kecuali pada perlakuan dengan komposisi kedelai 100%. Pada perlakuan ini, lama waktu fermentasi optimal adalah 24 jam.

Serat sangat penting dalam penilaian kualitas bahan makanan karena angka yang didapat dalam pengujian merupakan indeks dalam menentukan nilai gizi makanan tersebut (Falah & Sa'diyah, 2024). Kadar serat tempe berkisar antara 3,2% - 10,93%. Total nilai kadar serat tertinggi diperoleh pada perlakuan K3F3 yaitu tempe bahan baku 100% kacang tanah dengan lama fermentasi 72 jam yaitu 32,76%, sedangkan untuk total kadar serat terendah diperoleh pada perlakuan K1F1 yaitu tempe komposisi 100% kacang kedelai dengan lama fermentasi 24 jam yaitu 9,59% (Tabel 4.7). Tingginya kandungan serat kasar pada suatu produk pangan dapat memperlancar proses metabolisme pencernaan didalam tubuh, sehingga memiliki efek kesehatan yang lebih baik dibandingkan dengan produk pangan yang memiliki serat kasar yang rendah.

Data hasil uji lanjut, diketahui bahwa hasil kadar serat tempe terbanyak didapatkan dari kombinasi perlakuan 100% kacang tanah dengan fermentasi 72 jam sebesar 10,92%. Sedangkan hasil kadar serat tempe paling sedikit didapatkan dari tempe 100% kacang kedelai dengan lama fermentasi 24 jam sebesar 3,196667%. Berdasarkan data tersebut, didapatkan informasi bahwa kadar serat pada tempe meningkat seiring dengan semakin lamanya waktu fermentasi.

Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Widoyo *et.al* (2015), bahwa semakin lama waktu fermentasi, maka semakin banyak miselia yang terbentuk dari hifa. Akibatnya, semakin banyak pula jumlah selulosa yang dihasilkan sehingga semakin tinggi kadar seratnya. Kasmidjo (1990) menambahkan bahwa selama proses pertumbuhannya, *Rhizopus* sp. akan menghasilkan miselia pada permukaan kacang kedelai yang semakin lama semakin tebal 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. Menurut Dwidjoseputro (1978), komponen dinding sel hifa adalah selulosa dan kitin. Telah diketahui bahwa selulosa merupakan salah satu komponen penyusun serat kasar, oleh karena itu semakin lama fermentasi semakin banyak miselia yang terbentuk dari hifa maka semakin banyak pula jumlah selulosa sehingga semakin tinggi kadar seratnya.

Kandungan serat yang dimiliki kacang tanah lebih tinggi jika dibandingkan dengan serat yang dimiliki oleh kacang kedelai, hal tersebut sesuai dengan Wardiah *et.al*, (2016)

bahwa kacang tanah memiliki tekstur yang lebih keras jika dibandingkan kacang kedelai sehingga tempe yang dihasilkan tingkat kekompakan lebih baik dibandingkan dengan tempe yang menggunakan kacang kedelai, oleh sebab itu pada perlakuan K2 walaupun memiliki kandungan kacang kedelai tetap memiliki daya serat yang tinggi dikarenakan memiliki kandungan kacang tanah pada komposisinya. Serat memiliki banyak manfaat seperti dapat menurunkan resiko kanker usus besar dan pembentukan batu empedu. Kalsium dan vitamin D yang melimpah dapat berfungsi membantu menjaga kesehatan tulang dan gigi, serta mencegah serangan osteoporosis dalam jangka waktu panjang (Sondakh *et al.*, 2012).

B. Pengaruh Perbedaan Komposisi dan Lama Fermentasi terhadap Mutu Organoleptik Tempe Kacang Tanah (*Arachis hypogea*): Warna, Aroma, Tekstur, dan Rasa.

Hasil penilaian organoleptik menunjukkan bahwa sampel tempe kacang kedelai (*Glycine max L*) sebagai kontrol merupakan sampel dengan nilai kesukaan tertinggi pada setiap mutu organoleptik yang ditinjau dari warna, aroma, tektur dan rasa daripada sampel tempe yang lainnya. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Radiati *et al.* (2016) yang menunjukkan bahwa panelis memiliki preferensi yang lebih besar terhadap tempe kacang kedelai daripada tempe kacang tanah.

Berdasarkan hasil organoleptik, nilai kesukaan panelis terhadap warna tempe kacang tanah berkisar 2,9-4,2. Hasil uji lanjut dengan uji Tukey atau Beda Nyata Jujur menunjukkan tempe kacang kedelai sebagai kontrol berbeda nyata dengan perlakuan tempe kacang tanah.

Warna merupakan kesan pertama yang muncul dan dinilai oleh panelis. Warna termasuk parameter paling pertama pada penyajian uji organoleptik, karena warna menggunakan indera penglihatan dan yang menarik akan mengundang selera panelis atau konsumen untuk mencicipi produk tersebut (Winarno, 1997). Diketahui bahwa panelis memiliki preferensi yang lebih besar terhadap tempe yang berkomposisi kacang 50% dan 50% kacang kedelai dan pada fermentasi 48 jam, karena tempe yang berkomposisi kacang tanah memiliki kadar air yang sedikit daripada tempe kacang kedelai sehingga lebih tahan untuk ditumbuhi mikroorganisme yang dapat merusak warna tempe dan warnanya akan tetap berwarna putih seperti tempe pada umumnya (Radiati & Sumarto, 2016).

Warna tempe yang paling disukai panelis yaitu hasil fermentasi selama 48 jam. Permukaan tempe hasil fermentasi selama 24 jam belum berwarna putih secara keseluruhan karena miselium belum menutupi permukaan kacang. Selanjutnya, permukaan tempe hasil fermentasi selama 72 jam menunjukkan hasil yang berbeda antara tempe kacang tanah dengan tempe kedelai. Permukaan tempe kacang tanah memiliki warna yang putih akan tetapi ada sedikit warna hitam. Sedangkan tempe kacang kedelai sudah mengalami pembusukan sehingga warnanya coklat dan menghitam. Hal ini menunjukkan adanya kontaminasi mikroorganisme lain yang mudah tumbuh pada tempe ini. Aktivitas enzim untuk setiap jenis kapang yang berperan dalam fermentasi tempe berbeda berdasarkan periode fermentasi (Irmayanti *et al.*, 2019).

Berdasarkan hasil uji organoleptik, nilai kesukaan panelis terhadap aroma tempe kacang tanah berkisar antara 2,0-4,1. Hasil uji lanjut uji Tukey menunjukkan tempe kacang kedelai sebagai kontrol berbeda nyata dengan perlakuan tempe kacang tanah. Panelis memiliki preferensi yang lebih besar terhadap tempe berkomposisi kacang tanah daripada tempe berkomposisi kacang kedelai, karena tempe kacang tanah memiliki aroma

khas dari kacang tanah yang merupakan inovasi terbaru. Temuan ini berbeda dengan hasil penelitian Astawan (2004), bahwa panelis memiliki preferensi yang lebih besar terhadap tempe kacang kedelai daripada tempe kacang tanah. Hal ini dikarenakan, tempe kacang kedelai masih memiliki aroma khas tempe dari kacang kedelai sebagai bahan bakunya. Hasil penelitian Mutsyahidan *et al.* (2018) menunjukkan bahwa tempe dengan komposisi bahan baku kacang tanah dan kacang kedelai dengan perbandingan 1:2 lebih disukai panelis daripada perbandingan 1:1 atau bahkan 2:1. Hal tersebut karena proses pemasakan/perebusan kedelai membuat aroma yang spesifik. Aroma merupakan atribut organoleptik yang kompleks yang melibatkan senyawa aroma. Suatu senyawa disebut beraroma apabila senyawa tersebut mudah menguap (volatil) sehingga dengan mudah menembus indera penciuman.

Tempe kacang tanah yang paling disukai adalah tempe berkomposisi kacang tanah 100% dengan lama fermentasi 72 jam daripada fermentasi 24 jam dan 48 jam. Tempe kacang tanah 100% dengan lama fermentasi 72 jam memiliki aroma khas yang merupakan kekuatan inovasi tempe kacang tanah. Hal ini karena semakin lama proses fermentasi, hifa *Rhizopus* sp. akan menembus kacang yang keras sehingga kacang menjadi lunak. Selanjutnya terjadi perombakan secara enzimatik dan kimiawi. Perubahan kimiawi dari kacang tanah terjadi oleh aktivitas enzim pada ujung-ujung miselium antara lain lipase, fitase, proteolitik, dan enzim B glucosidase yang dapat menyebabkan aroma tempe kacang kedelai semakin lama akan semakin tercium aroma khas kacang tanah. Temuan ini berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Irmayanti *et al.* (2019), bahwa yang paling disukai panelis adalah tempe kacang tanah yang difermentasi 48 jam.

Berdasarkan hasil uji organoleptik, rata-rata nilai kesukaan panelis terhadap tekstur tempe kacang tanah sebesar 2,0-3,9. Hasil uji lanjut Tukey atau BNJ (Beda Nyata Jujur) menunjukkan bahwa hasil organoleptik terkait tekstur tempe kacang kedelai berbeda nyata dengan tempe kacang tanah. Diketahui bahwa panelis memiliki preferensi yang lebih besar terhadap tempe berkomposisi gabungan antara 50% kacang tanah dan 50% kacang kedelai serta fermentasi 72 jam. Tekstur merupakan kenampakan dari luar yang dapat dilihat secara langsung oleh panelis sehingga dapat mempengaruhi penilaian terhadap daya terima suatu produk. Tekstur dapat dirasakan dengan sensasi tekanan yang dapat diamati dengan mulut langsung pada saat dikunyah dan ditelan ataupun dengan perabaan jari (Helingo, 2021). Hal ini dikarenakan tempe kacang kedelai memiliki kadar air yang lebih besar sehingga rawan ditumbuhi mikroorganisme. Akibatnya, tempe menjadi lebih cepat rusak/ membusuk. Sebaliknya, tempe kacang tanah memiliki kadar air yang sedikit sehingga tidak mudah ditumbuhi oleh mikroorganisme (Radiati & Sumarto, 2016).

Berdasarkan hasil uji organoleptik, rata-rata nilai kesukaan panelis terhadap rasa tempe kacang tanah sebesar 2,1-3,5. Hasil uji lanjut tukey atau BNJ (Beda Nyata Jujur) menunjukkan tempe kacang kedelai berbeda nyata dengan perlakuan tempe kacang kedelai panelis cenderung lebih menyukai rasa tempe dengan menggunakan kacang tanah dibandingkan dengan kacang kedelai. Panelis memiliki preferensi yang lebih tinggi terhadap tempe kacang tanah dengan lama fermentasi 48 jam dibandingkan dengan tempe kacang kedelai ataupun gabungan 50% kacang tanah dan 50% kacang kedelai. Hal ini dikarenakan tempe kacang tanah memiliki rasa yang khas kacang tanah yang merupakan inovasi terbaru dalam pembuatan tempe dan karena kandungan lemak pada

kacang tanah yang lebih tinggi dibanding kacang kedelai (Ahsanunnisa, 2018). Hal tersebut disebabkan oleh rasa yang merupakan bagian dari sensori yang tidak dilepaskan dari cita rasa suatu makanan yang sangat penting, karena konsumen cenderung menyukai makanan dengan cita rasa yang enak. Rasa mempunyai peran yang sangat penting dalam menentukan cita rasa suatu produk (Aljazuly, 2015). Kacang tanah yang memiliki tekstur yang keras. Namun, *Rhizopus* sp. mampu menembus kacang dan menyerap makanan dari kacang tanah untuk pertumbuhannya, sehingga kacang menjadi lebih lunak dan enak untuk dikonsumsi (Aisya *et al.*, 2022). Berdasarkan hasil analisis dari uji organoleptik menunjukkan bahwasanya para panelisis cenderung menyukai tempe berdasarkan warna serta rasa yang dimiliki dari setiap sampel yang telah diberikan, jika pada warna panales lebih menyukai tempe dengan kode K1F3, namun untuk rasa lebih menyukai K3F1.

C. Analisis Potensi Hasil Penelitian Sains Biologi sebagai Modul Praktikum Bioteknologi

Informasi yang didapat dari hasil penelitian terkait inovasi tempe kacang tanah perlu dianalisis potensinya dalam dunia kependidikan. Hal ini untuk mengetahui apakah hasil potensinya ini dapat dimanfaatkan sebagai bentuk implikasi terhadap pendidikan terutama sebagai modul praktikum bioteknologi. Tahapan yang dilakukan yaitu menganalisis kesesuaian hasil penelitian dengan cakupan materi biologi sesuai kurikulum merdeka dan menganalisis bentuk sumber belajar yang sesuai.

Tahapan analisis kesesuaian hasil penelitian dengan cakupan materi biologi dilakukan dengan penentuan Kompetensi Dasar (KD) 3.10 Memahami tentang prinsip-prinsip bioteknologi yang menerapkan bioproses dalam menghasilkan produk baru untuk meningkatkan kesejahteraan manusia dalam berbagai aspek kehidupan dan 4.10 Merencanakan dan melakukan percobaan dalam penerapan prinsip-prinsip bioteknologi konvensional untuk menghasilkan produk dan mengevaluasi produk yang dihasilkan serta prosedur yang dilaksanakan.

Berdasarkan hasil analisis, objek dan fenomena hasil penelitian dapat dimanfaatkan sebagai informasi dalam pembelajaran biologi. Kompetensi dasar yang akan dicapai sesuai hasil analisis pada ranah kognitif yaitu 3.10 Memahami tentang prinsip-prinsip bioteknologi yang menerapkan bioproses dalam menghasilkan produk baru untuk meningkatkan kesejahteraan manusia dalam berbagai aspek kehidupan dan untuk psikomotor yaitu 4.10 Merencanakan dan melakukan percobaan dalam penerapan prinsip-prinsip bioteknologi konvensional untuk menghasilkan produk dan mengevaluasi produk yang dihasilkan serta prosedur yang dilaksanakan.

Berdasarkan hasil analisis kesesuaian hasil penelitian dengan cakupan materi biologi sesuai kurikulum 2013 revisi yang telah dilakukan maka hasil penelitian terkait tempe kacang tanah dapat dijadikan sebagai modul praktikum bioteknologi. Informasi yang dapat diangkat dari hasil penelitian meliputi berbagai macam komposisi tempe, proses pembuatan tempe, kualitas tempe yang ditinjau dari parameter organoleptik, dan kandungan nutrisi. Informasi tersebut dapat digunakan untuk IPK 3.10.3. Menganalisis perananan mikroba pada bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari, dan IPK 4.10.1. Merancang pembuatan produk bioteknologi konvensional serta 4.10.2. Membuat produk bioteknologi konvensional sesuai perencanaan.

Analisis potensi hasil penelitian sebagai modul praktikum bioteknologi menunjukkan bahwa hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai modul praktikum bioteknologi karena telah memenuhi syarat pembuatan modul. Data yang dapat

dimanfaatkan dalam modul memuat informasi terkait kacang tanah yang mempunyai banyak jumlahnya dan sangat masih jarang untuk dibuatkan tempe, langkah procedural dalam pembuatan tempe kacang tanah, dan kualitas produk tempe kacang tanah yang ditinjau dari mutu organoleptik dan kandungan nutrisi.

Pemilihan bentuk sumber belajar harus disesuaikan terhadap kebutuhan siswa serta kesesuaian materi. Pemilihan sumber belajar yang diusulkan didasarkan pada analisis kebutuhan dan studi literatur. Analisis kebutuhan telah dilakukan kepada siswa dan guru di MA Al-Inayah, Cilegon melalui angket secara online yaitu *google form* dengan 1 orang responden guru dan 21 responden siswa. Bentuk sumber belajar yang dibutuhkan siswa dan guru dalam menunjang proses pembelajaran terkait subkonsep peranan mikroba pada bioteknologi berdasarkan hasil angket dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Bentuk Sumber Belajar Berdasarkan Hasil Angket

Hasil angket guru dan siswa MA Al-Inayah, Cilegon dalam Gambar 4.1 menunjukkan bahwa modul praktikum memiliki persentase tertinggi. Berdasarkan hal tersebut maka jenis sumber belajar biologi yang dibutuhkan yaitu berupa modul praktikum. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian bahwa modul praktikum dapat membantu siswa menjadi terarah dan semangat yang tinggi dalam melakukan pembelajaran salah satunya praktikum (Kelas *et al.*, 2023). Hal ini menjadikan modul dipilih sebagai bentuk sumber belajar yang dapat memenuhi kebutuhan siswa terutama pada subkonsep peranan mikroba dalam bioteknologi yang disesuaikan dengan hasil penelitian.

Modul setidaknya memiliki bagian terdiri dari bagian depan, bagian isi, dan bagian belakang. Bagian depan merupakan sampul yang memuat judul modul, gambar produk tempe dan kacang tanah. Bagian belakang dapat berisi deskripsi umum produk tempe kacang tanah. Kemudian bagian isi setidaknya memuat hal-hal sebagai berikut :

1. Halaman kata pengantar, bagian ini mengemukakan salam redaksi dan ucapan rasa Syukur terimakasih kepada pembaca, tim redaksi, serta nomor halaman
2. Daftar isi, bagian ini mengemukakan judul daftar isi dan ringkasan poin-poin judul serta subjudul dalam modul praktikum beserta nomor halaman
3. KI, KD, dan tujuan pembelajaran. Bagian ini mengemukakan kompetensi inti, kompetensi dasar, dan tujuan pembelajaran dan nomor halaman
4. Tata tertib Bioteknologi. Bagian ini mengemukakan ketentuan sebelum, selama berlangsung, dan sesudah praktikum, format laporan praktikum, tugas, aturan tidak dapat mengikuti praktikum, syarat mengikuti praktikum pada kelompok lain, larangan untuk siswa, serta nomor halaman

5. Halaman materi pertama. Bagian ini yang mengemukakan materi terkait pembuatan tempe kacang tanah dan uji organoleptic, pendahuluan materi, tujuan praktikum, alat dan bahan yang digunakan, cara kerja, dan nomor halaman
6. Halaman materi kedua. Bagian ini yang mengemukakan materi terkait Uji nutrisi pada tempe kacang tanah, pendahuluan materi, tujuan praktikum, alat dan bahan yang digunakan, cara kerja, dan nomor halaman
7. Halaman evaluasi. Bagian ini mengemukakan evaluasi siswa, petunjuk pengisian, soal, dan nomor halaman
8. Halaman daftar pustaka. Bagian ini yang mengemukakan tentang rujukan materi dan nomor halaman
9. Halaman riwayat penulis. Bagian ini mengemukakan riwayat penulis terdiri dari nama penulis, nama orang tua, tempat tanggal lahir, riwayat pendidikan baik S1 atau tingkat Pendidikan selanjutnya dan nomor halaman
10. Halaman belakang yang berisikan cover belakang, logo instansi, kacang tanah, dan tempe.

Potensi hasil penelitian dapat dimanfaatkan sebagai materi pengayaan yang dapat menambah pengetahuan dan keterampilan siswa khususnya pada KD 4.10 Merencanakan dan melakukan percobaan dalam penerapan prinsip-prinsip bioteknologi konvensional untuk menghasilkan produk dan mengevaluasi produk yang dihasilkan serta prosedur yang dilaksanakan, IPK Merancang pembuatan produk bioteknologi konvensional dan membuat produk bioteknologi konvensional sesuai perencanaan dalam bentuk modul praktikum.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang sudah dipaparkan, maka dapat disimpulkan Komposisi dan lama fermentasi dalam pembuatan tempe kacang tanah yang optimal adalah komposisi 50% kacang tanah dan 50% kacang kedelai dengan lama fermentasi 72 jam. Tempe dengan komposisi ini memiliki kadar nutrisi dan kadar serat paling tinggi dibanding komposisi dan lama fermentasi lainnya. Lama waktu fermentasi sangat berpengaruh pada kadar nutrisi, semakin lama waktu fermentasi maka rata-rata kadar nutrisi seperti kadar air, protein, dan serat akan semakin meningkat. Berdasarkan hasil analisis kesesuaian hasil penelitian dengan cakupan materi biologi sesuai kurikulum 2013 revisi yang telah dilakukan maka hasil penelitian terkait tempe kacang tanah layak dijadikan sebagai bahan penyusunan modul praktikum materi bioteknologi. B.

Sedangkan saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini yaitu; variabel bebas dapat ditambahkan seperti bahan baku tempe 25% kacang kedelai + 75% kacang tanah dan 75% kacang kedelai + 25% kacang tanah. Penambahan variabel terikat seperti pada kadar nutrisi ditambahkan kadar abu, kadar lemak, dan kadar karbohidrat.

DAFTAR RUJUKAN

- A. Aminah., Suparti, dan P. B. L. (2011). Uji Kadar Serat, Karbohidrat, dan Sifat Organoleptik pada Pembuatan Tempe dari Bahan Dasar Kacang Merah (*Vigna umbellate*) dengan Penambahan Bekatul. *Jurnal Penelitian Sains Dan Teknologi*, 12(1), 23–36.

- Ahsanunnisa, R. (2018). Perbandingan Mutu Tempe Dari Kacang Kedelai Dengan Kacang Tanah. *Alkimia : Jurnal Ilmu Kimia Dan Terapan*, 2(1), 43–46.
- Alvina, A., & Hamdani, D. (2019). Proses Pembuatan Tempe Tradisional. *Jurnal Pangan Halal*, 1(1), 1/4.
- Anissa, D. D., & Dewi, R. K. (2021). Peran Protein: ASI dalam Meningkatkan Kecerdasan Anak untuk Menyongsong Generasi Indonesia Emas 2045 dan Relevansi Dengan Al-Qur'an. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 1(3), 427–435.
- Badan Litbang Pertanian. (2012). Kacang Tanah: SUMBER Pangan Sehat dan Menyehatkan. *Sinartani*, 21–27, 1–7.
- BSN. (2012). *Tempe :persembahan indonesia untuk dunia*. Badan Standardisasi Nasional. www.bsn.go.id
- Dewa Dermawan, R. (2020). *Respom Pertumbuhan dan Hasil Kacang Tanah (Arachis hypogea L.) terhadap Pemberian Kompos Limbah Jamur Tiram dan Pupuk NPK 17-17-17*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Endrawati, D., & Kusumaningtyas, E. (2018). Beberapa Fungsi Rhizopus sp. dalam Meningkatkan Nilai Nutrisi Bahan Baku. *Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences*, 27(2), 81.
- Evita. (2012). Pertumbuhan dan Hasil Kacang Tanah (*Arachis hypogea L.*) pada Perbedaan Tingkatan Kandungan Air. *Agroekoteknologi*, 1(1), 19–25.
- Falah, M. N. A., & Sa'diyah, K. (2024). Pengaruh Rasio Ampas Tahu Terhadap Kualitas Produk Pakan Ikan Nila. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 10(1), 170–179. <https://doi.org/10.33795/distilat.v10i1.4215>
- Irpan, M. (2016). *Pengaruh Pemberian Kompos Limbah Jagung dan Limbah Cair Tahu terhadap Pertumbuhan dan Reproduksi Tanaman Kacang Tanah (Arachis hypogea L.)* (Issue August). Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Kasno, A., & Harnowo, D. (2014). Karakteristik Varietas Unggul Kacang Tanah dan Adopsinya oleh Petani. *Jurnal IPTEK Tanaman Pangan*, 9(1), 13–23.
- Kristiningrum, E., & Susanto, A. (2015). 3144: 2009 Soybean Tempeh Producers Capability in Implementing SNI 3144 : 2009. *Jurnal Standardisasi*, 16(2), 99–108.
- Kusharto, C. M. (2007). Serat Makanan Dan Perannya Bagi Kesehatan. *Jurnal Gizi Dan Pangan*, 1(2), 45. <https://doi.org/10.25182/jgp.2006.1.2.45-54>
- Lasmiyati dan Harta, I. (2014). Pengembangan Modul Pembelajaran untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Minat SMP. *Pengembangan Modul Pembelajaran Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Dan Minat SMP*, 9(2), 161–174. <https://doi.org/10.21831/pg.v9i2.9077>
- Mujiyanto. (2013). Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Proses Produksi Tempe Produk UMKM di Kabupaten Sidoarjo. *REKA Agroindustri*, 1(UMKM Tempe), 57–65. <http://ejournal.uwks.ac.id/detailjurnal.aspx?v=201310540413349173&x=1>
- Nurholipah, N., & Ayun, Q. (2021). Isolasi dan Identifikasi Rhizopus oligosporus dan Rhizopus oryzae Pada Tempe Asal Bekasi. *Jurnal Teknologi Pangan*, 15(1), 98–104.
- Radiati, A., & Sumarto. (2016). Analisis Sifat Fisik, Sifat Organoleptik, dan Kandungan Gizi pada Produk Tempe dari Kacang Non-Kedelai. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 5(1), 16–22.
- Ratnawulan, E., & Rusdiana, A. (2014). *Evaluasi Pembelajaran*. Penerbit Pustaka Setia.

- Redi Aryanta, I. wayan. (2020). Manfaat Tempe Untuk Kesehatan. *Widya Kesehatan*, 2(1), 44–50. <https://doi.org/10.32795/widyakesehatan.v2i1.609>
- Saleh, N., & Hadi, M. (2006). Kehilangan Hasil Koro Pedang (*Canavalia gladiata*) Akibat Infeksi Cowpea Mild Mottle Virus. *Balitkabli, Litbang Pertanian*, 380–385.
- Salim, R. (2017). Analisis Jenis Kemasan Terhadap Kadar Protein Dan Kadar Air Pada Tempe. *Jurnal Katalisator*, 2(2), 106. <https://doi.org/10.22216/jk.v2i2.2531>
- Santoso, Y. S., Rivai, R. R., Herwitarahman, A., Alfiah, N. A., & Susanto, R. (2013). *Penentuan Umur Panen dengan Metode Akumulasi Satuan Panas (Heat Unit) untuk Meningkatkan Ketepatan Waktu Panen Kacang Tanah*. Institut Pertanian Bogor.
- Sondakh, T. D., Joroh, D. N., Tulungen, A. G., Sumampow, D. M. F., Kapugu, L. B., & Mamarimbing, R. (2012). Hasil Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L.) pada Beberapa Jenis Pupuk Organik. *Eugenia*, 18(1).
- Suknia, S. L., & Rahmani, T. P. D. (2020). Proses Pembuatan Tempe Home Industry Berbahan Dasar Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) dan Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.) Di Candiwesi, Salatiga. *Southeast Asian Journal of Islamic Education*, 03(01), 59–76.
- Suprihatin. (2010). *Teknologi Fermentasi*. Unesa Press.
- Surbakti, A. B., Rahayu, S. P., Mehuli, S., & Ginting, R. B. (2020). Sistem aplikasi logika fuzzy untuk penentuan optimasi ragi tempe pada proses fermentasi tempe kedelai menggunakan metode fuzzy mamdani (studi kasus: pengrajin tempe kedelai desa bulu cina). *Jurnal Ilmiah Simantek*, 4(2), 146–160.
- Taluke, D., Lakat, R. S. M., Sembel, A., Mangrove, E., & Bahwa, M. (2019). Analisis Preferensi Masyarakat Dalam Pengelolaan Ekosistem Mangrove Di Pesisir Pantai Kecamatan Loloda Kabupaten Halmahera Barat. *Jurnal Spasial*, 6(2), 531–540.
- Turstinah. (2015). Morfologi dan pertumbuhan kacang tanah. *Monograf Balitkabi*, 13, 40–59.
- Wina, E., & Susana, I. W. R. (2013). Manfaat lemak terproteksi untuk meningkatkan produksi dan reproduksi ternak ruminansia. *J. Wartazoa*, 23(4), 176–184. <https://core.ac.uk/download/pdf/236128227.pdf>
- Winanti, R. (2014). Higienitas Produk Tempe Berdasarkan Perbedaan Metode Inokulasi. *Unnes Journal of Life Science*, 3(1), 39–46.
- Wulan, N., Maryanto, S., & Mulyasari, I. (2021). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kandungan Protein dan Lemak Pada Tempe Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.). In *universitas ngudi waluyo*. universitas ngudi waluyo.
- Yarlina, V. P., & Astuti, D. I. (2021). Karakterisasi kandungan vitamin B12, folat dan isoflavon tempe kedelai dengan isolat murni *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus oligosporus*, dan *Rhizopus stolonifer* sebagai bahan pangan fungsional. *Teknologi Pangan : Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 12(1), 92–102. <https://doi.org/10.35891/tp.v12i1.2219>