

Physicochemical Properties of a Plant-Based Flavor Enhancer from Hydrolyzed Tempe Gembus and Oyster Mushroom Produced by *Foam-Mat Drying*

[Karakteristik Fisikokimia Penyedap Rasa Nabati Hidrolisat Tempe Gembus dan Jamur Tiram Menggunakan *Foam-Mat Drying*]

Yesy Dwita Arvialika¹⁾, Rahmah Utami Budiandari^{*2)}, Rima Azara³⁾

^{1), 2), 3)}Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: rahmautami@umsida.ac.id

Abstract. *This study aimed to determine the effect of the proportion of tempe gembus and oyster mushroom on the physicochemical characteristics of a plant-based flavor enhancer produced by foam-mat drying. The study employed a single-factor Completely Randomized Design (CRD) with seven treatments: T1 (100:0), T2 (70:30), T3 (60:40), T4 (50:50), T5 (40:60), T6 (30:70), and T7 (0:100). The results showed that the proportion of tempe gembus and oyster mushroom significantly affected the water solubility index, color profile, glutamate content, and ash content of the plant-based flavor enhancer. Based on the effectiveness index analysis, the best treatment was T1 (100% tempe gembus), with the following characteristics: glutamate content of 19.47 mg/g, moisture content of 7.39%, ash content of 0.95%, water solubility index of 0.0933 g/mL, yield of 17.66%, and color profile (L: 79.02; a*: 3.45; and b*: 16.45).*

Keywords – *foam-mat drying, hydrolysate, pleurotus ostreatus, plant-based seasoning, tempeh gembus*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh proporsi tempe gembus dan jamur tiram terhadap karakteristik penyedap rasa nabati yang dihasilkan dengan metode *foam-mat drying*. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktor dengan tujuh perlakuan yaitu T1 (100:0), T2 (70:30), T3 (60:40), T4 (50:50), T5 (40:60), T6 (30:70) dan T7 (0:100). Hasil penelitian menunjukkan bahwa proporsi tempe gembus dan jamur tiram berpengaruh nyata terhadap indeks kelarutan air, profil warna, kadar glutamat, serta kadar abu penyedap rasa nabati. Berdasarkan analisis indeks efektivitas, perlakuan terbaik adalah T1 (tempe gembus 100%) dengan karakteristik kadar glutamat 19,47 mg/g, kadar air 7,39%, kadar abu 0,95%, indeks kelarutan air 0,0933 gr/mL, rendemen 17,66%, serta profil warna (L*: 79,02; a*: 3,45; dan b*: 16,45).

Kata Kunci – *foam-mat drying, hidrolisat, jamur tiram, penyedap rasa nabati, tempe gembus*

I. PENDAHULUAN

Penyedap rasa merupakan bahan tambahan pangan sebagai komponen penting yang berperan dalam meningkatkan cita rasa pada makanan [1]. Cita rasa yang memberikan sensasi gurih yang khas dan berperan besar dalam meningkatkan kelezatan makanan disebut umami. Rasa umami secara alami dapat ditemukan pada bahan pangan seperti daging, sayuran, dan produk fermentasi [2]. Selain dari sumber alami, cita rasa umami dapat dihasilkan dari penggunaan penyedap rasa sintesis.

Monosodium Glutamat (MSG) termasuk bahan tambahan pangan sintesis yang umum digunakan sebagai penguat rasa pangan olahan. Bahan ini berkontribusi terhadap rasa umami secara dominan [3]. Namun, penggunaan MSG secara berlebihan dapat menimbulkan rasa pusing dan mual yang disebut dengan gejala *Chinese Restaurant Syndrome* [4]. Selain itu, konsumsi MSG dalam jangka panjang berpotensi menyebabkan gangguan pada berbagai sistem organ seperti gangguan pada jantung, saraf, pernapasan, pencernaan, dan reproduksi [5].

Kekhawatiran terhadap dampak negatif MSG telah meningkatkan perhatian masyarakat terhadap penyedap rasa alami yang lebih sehat dan aman. Meningkatnya minat konsumen terhadap penyedap rasa alami dipengaruhi oleh pertimbangan aspek kesehatan dan keberlanjutan lingkungan [6]. Selain itu, potensi efek samping dari penyedap rasa sintesis yang membahayakan kesehatan turut mendorong pergeseran preferensi masyarakat. Untuk itu, pengembangan penyedap rasa alami berbasis nabati menjadi tantangan sekaligus peluang dalam inovasi pangan, salah satunya melalui pemanfaatan ampas tahu dari hasil samping pengolahan tahu.

Salah satu bentuk pemanfaatan ampas tahu adalah dengan mengolahnya menjadi tempe gembus melalui proses fermentasi. Proses tersebut dapat meningkatkan nilai gizi tempe gembus melalui pemecahan protein menjadi peptida dan asam amino bebas, termasuk glutamat yang berperan dalam menciptakan rasa umami [7]. Kandungan glutamat yang tinggi menjadikan tempe gembus berpotensi dimanfaatkan sebagai penyedap rasa nabati. Upaya ini sejalan dengan prinsip *zero waste* melalui pemanfaatan hasil samping pangan untuk mengurangi limbah pangan. Selain itu,

pemanfaatan tempe gembus sebagai penyedap rasa tidak hanya menghasilkan produk baru yang bernilai tambah, tetapi juga menyediakan alternatif pengganti penyedap rasa sintetis.

Amelianawati et al. (2019) melaporkan bahwa pada tempe gembus dengan fermentasi selama 3 hari mengandung asam glutamat sebesar 38,134 mg/g. Selain tempe gembus, jamur tiram juga diketahui memiliki kandungan asam glutamat yang cukup tinggi. Jamur tiram mengandung asam glutamat sebesar 21,70 mg/g [9]. Oleh karena itu, kombinasi tempe gembus dan jamur tiram diperlukan untuk meningkatkan karakteristik fisikokimia serta intensitas rasa umami.

Dalam pengolahan bahan pangan, berbagai teknologi telah dikembangkan untuk mempertahankan kualitas komponen penyusun rasa. Metode seperti *freeze drying* bekerja melalui proses sublimasi pada suhu rendah, sehingga stabilitas senyawa bioaktif dan mutu produk tetap terjaga karena tidak terjadi gelatinisasi, karamelisasi, maupun denaturasi [10]. Selain itu, teknologi non-termal seperti *atmospheric cold plasma* (ACP) menghasilkan spesies reaktif seperti elektron, ion, radikal bebas, dan molekul gas tereksitasi, sehingga membentuk spesies oksigen reaktif (ROS), spesies nitrogen reaktif (RNS), serta ozon yang mampu menginaktivasi enzim dengan dampak minimal terhadap mutu, nutrisi, dan komponen fungsional pangan [11]. Perlakuan ACP juga dapat memicu perubahan struktur protein yang memengaruhi aktivitas enzim. Namun, teknologi tersebut lebih berperan dalam menjaga mutu bahan daripada menghasilkan senyawa pembentuk rasa umami secara langsung. Pembentukan cita rasa umami lebih efektif dilakukan melalui hidrolisis enzimatis yang memecah protein menjadi peptida dan asam amino bebas, sehingga metode ini dinilai lebih sederhana, efisien, dan sesuai diterapkan pada bahan pangan sumber protein nabati untuk menghasilkan penyedap rasa alami.

Penelitian mengenai pemanfaatan tempe gembus dan jamur tiram secara terpisah menjadi penyedap rasa nabati telah banyak dilakukan. Namun, penelitian yang mengkaji kombinasi kedua bahan tersebut dalam meningkatkan intensitas rasa umami masih terbatas. Penggunaan tempe gembus maupun jamur tiram diketahui memberikan pengaruh positif terhadap sifat fisik, kimia, maupun sensori pada penyedap rasa yang dihasilkan pada penelitian terdahulu. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi kombinasi antara tempe gembus dan jamur tiram melalui pendekatan hidrolisis enzimatis dalam proporsi ideal untuk menghasilkan penyedap rasa nabati dengan cita rasa umami yang optimal. Selain itu, proses pengeringan menggunakan *foam-mat drying* menjadi alternatif yang sesuai untuk menghasilkan bubuk penyedap dengan waktu pengeringan lebih singkat serta efisiensi energi yang lebih baik. Kesenjangan pada penelitian terdahulu membuka peluang bagi penelitian ini untuk memberikan kontribusi terhadap pengembangan penyedap rasa alami yang lebih sehat sekaligus mendukung diversifikasi produk nabati berkelanjutan.

Rumusan Masalah:

Bagaimanakah pengaruh proporsi tempe gembus dan jamur tiram terhadap karakteristik penyedap rasa nabati?

Tujuan Penelitian:

Mengetahui pengaruh proporsi tempe gembus dan jamur tiram terhadap karakteristik penyedap rasa nabati.

Manfaat Penelitian:

Memberikan gambaran mengenai proporsi tempe gembus dan jamur tiram yang menghasilkan karakteristik penyedap rasa nabati yang optimal, sehingga dapat menjadi dasar dalam pengembangan alternatif pengganti penyedap rasa sintetis.

II. METODE

A. Waktu dan tempat

Penelitian berlangsung selama 6 bulan, yaitu dari Juli 2025 hingga Desember 2025. Tempat penelitian berada di Laboratorium Pengembangan Produk, Laboratorium Analisis Pangan, dan Laboratorium Sensoris, GKB 6, Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

B. Alat dan bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu panci kukusan, kompor, pisau, timbangan digital Ohaus, *blender* Philips, *mixer* Philips, *shaking waterbath* Memmert, *dehydrator* Lohome, loyang, ayakan, oven listrik Memmert, tanur Thermo Scientific, *sentrifuge* Hanil MF-50, tabung sentrifus, desikator, penjepit, spatula, tabung reaksi, rak tabung reaksi, labu ukur, gelas ukur, gelas beaker, erlenmeyer, pipet ukur, mikropipet, cawan porselen, *color reader* WR10, aluminium foil, kuvet, dan spektrofotometri UV-Vis 100 DA.

Bahan yang digunakan meliputi tempe gembus diperoleh dari Pasar Wonoayu, jamur tiram diperoleh dari petani jamur di Kecamatan Wonoayu, enzim bromelin Shaanxi Fonde Biotech, maltodekstrin Lihua Starch, tween80, dan CMC Koepoe-Koepoe. Bahan untuk pengujian kimia mencakup aquades, asam glutamat baku, reagen ninhidrin, etanol absolut, dan buffer fosfat pH 6.0.

C. Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan secara eksperimental berupa uji hedonik terhadap 7 perlakuan penyedap rasa nabati. Variasi yang diuji mencakup proporsi tempe gembus dengan jamur tiram. Penelitian terdiri atas tujuh perlakuan dengan empat pengulangan, sehingga didapatkan sebanyak 28 perlakuan sebagaimana disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Perlakuan proporsi tempe gembus dan jamur tiram

Bahan	Perlakuan						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Tempe Gembus	100%	70%	60%	50%	40%	30%	0%
Jamur Tiram	0%	30%	40%	50%	60%	70%	100%

Keterangan:

1. T1: Proporsi tempe gembus 100%
2. T2: Proporsi tempe gembus 70% : jamur tiram 30%
3. T3: Proporsi tempe gembus 60% : jamur tiram 40%
4. T4: Proporsi tempe gembus 50% : jamur tiram 50%
5. T5: Proporsi tempe gembus 40% : jamur tiram 60%
6. T6: Proporsi tempe gembus 30% : jamur tiram 70%
7. T7: Proporsi jamur tiram 100%

D. Variabel Pengamatan

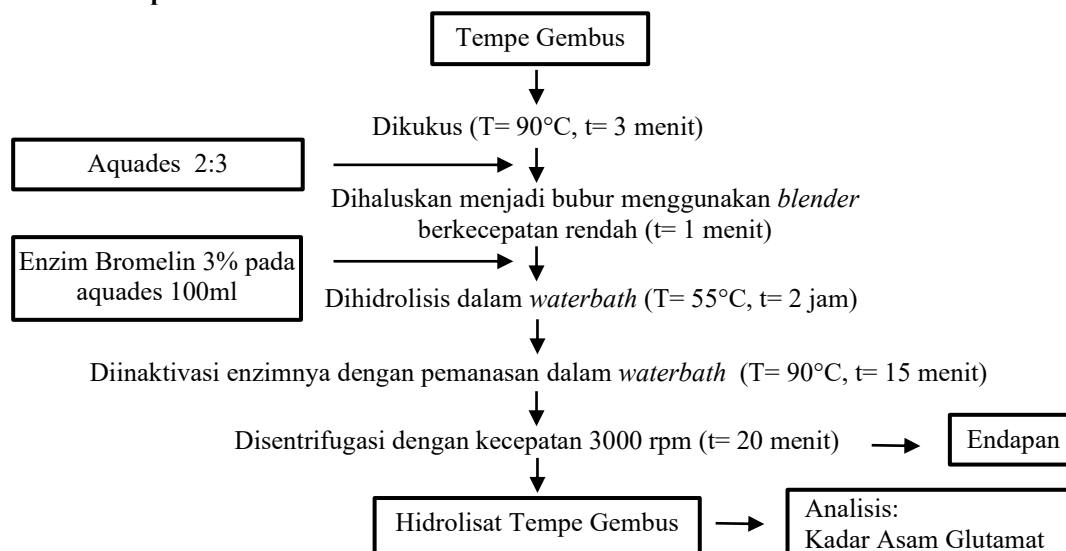
1. Analisis Fisik
 - Indeks kelarutan air [12]
 - Rendemen [13]
 - Profil warna [14]
2. Analisis Kimia
 - Kadar air [15]
 - Kadar abu [16]
 - Kadar asam glutamat [15]

E. Analisis Data

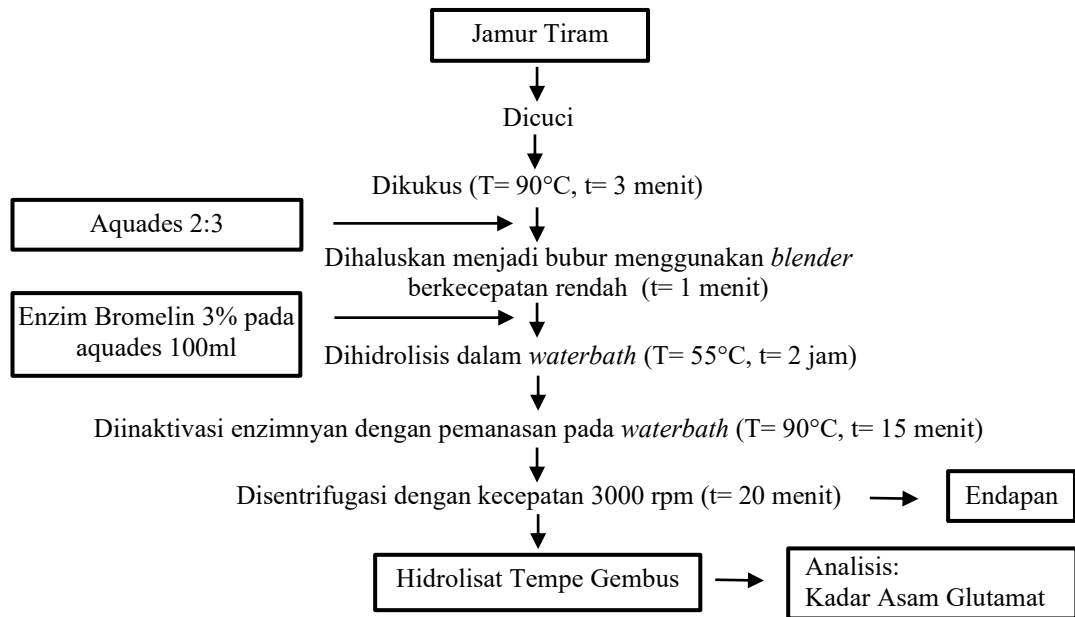
Data penelitian dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA). Apabila hasil pengujian menunjukkan pengaruh signifikan, analisis dilanjutkan dengan uji BNJ 5%. Data pengujian sensori dianalisis menggunakan uji Friedman. Perlakuan terbaik ditetapkan berdasarkan perhitungan indeks efektivitas De Garmo.

F. Prosedur Penelitian

1. Proses Hidrolisis Tempe Gembus dan Jamur Tiram



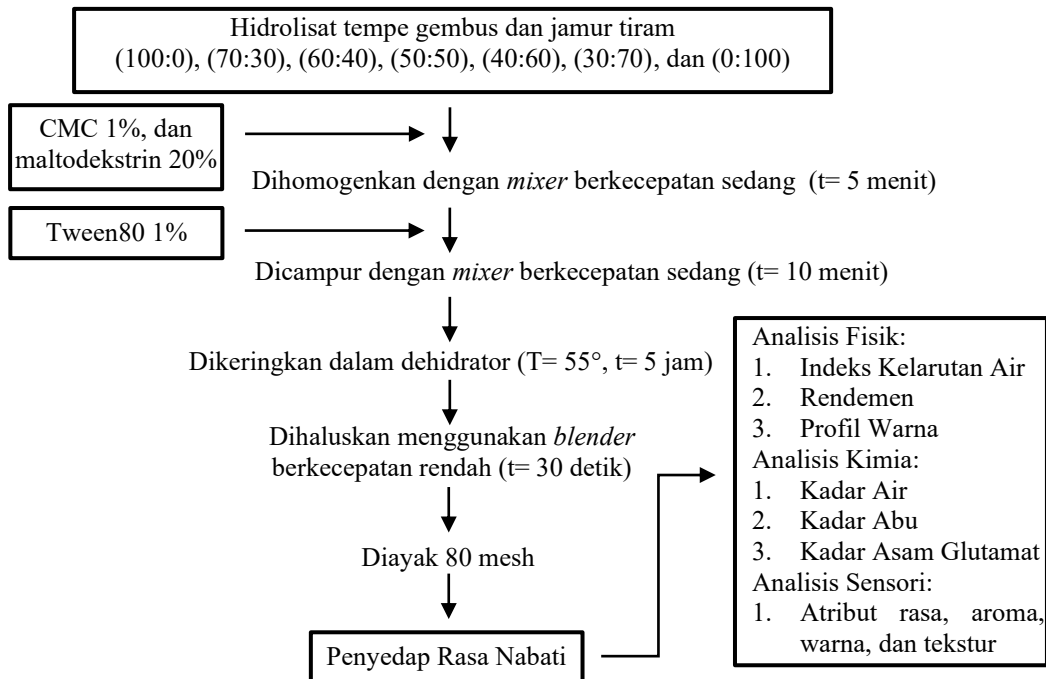
Gambar 1. Diagram alir proses hidrolisis tempe gembus [15] termodifikasi



Gambar 2. Diagram alir proses hidrolisis jamur tiram [15] termodifikasi

Pembuatan hidrolisat dimulai dengan pengukusan bahan dalam panci kukusan selama 3 menit pada suhu 90°C [17]. Setelah itu, bahan dihaluskan dengan penambahan aquades sebanyak (2:3) (b/v) selama 1 menit menggunakan *blender* berkecepatan rendah. Selanjutnya, bubur yang telah halus ditambahkan enzim bromelin sebanyak 3% yang telah dilarutkan dalam 100 ml aquades. Lalu, suspensi dihidrolisis selama 2 jam pada suhu 55°C dalam *waterbath* [18]. Hasil hidrolisis kemudian dipanaskan pada suhu 90°C selama 15 menit pada *waterbath* untuk menginaktivasi enzimnya. Setelah itu, hidrolisat dilakukan sentrifugasi untuk memisahkan antara filtrat dan endapan dengan kecepatan 3000 rpm selama 20 menit [15]. Filtrat yang telah didapatkan kemudian diformulasikan sesuai perlakuan untuk dijadikan penyedap rasa. Diagram alir proses hidrolisis tempe gembus dan jamur tiram disajikan pada **Gambar 1** dan **Gambar 2**.

2. Proses Pembuatan Penyedap Rasa



Gambar 3. Diagram Alir Proses Pembuatan Penyedap Rasa [2] termodifikasi

Penyedap rasa nabati dibuat melalui metode *foam-mat drying* dengan memformulasikan hidrolisat tempe gembus dan jamur tiram sesuai proporsi (100:0, 70:30, 60:40, 50:50, 40:60, 30:70, dan 0:100). Lalu, formulasi hidrolisat ditambahkan dengan CMC 1%, dan maltodekstrin 20%. Campuran bahan kemudian dihomogenkan menggunakan *mixer* berkecepatan sedang selama lima menit [19]. Penyedap rasa cair selanjutnya ditambahkan tween80 1% dan dihomogenkan menggunakan *mixer* berkecepatan sedang selama 10 menit untuk menciptakan busa [20]. Busa yang terbentuk dikeringkan dalam dehidrator selama 5 jam pada suhu 55°C dengan dilapisi kertas roti. Setelah proses pengeringan, penyedap rasa dihaluskan menggunakan blender dan diayak dengan ukuran 80 mesh [2]. Diagram alir pembuatan penyedap rasa disajikan pada **Gambar 3**.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Indeks Kelarutan Air (IKA)

Indeks kelarutan air digunakan sebagai parameter dalam menilai kemampuan penyedap rasa untuk larut di dalam air berdasarkan sifat fungsional protein [12]. Rata-rata nilai indeks kelarutan air dapat dilihat pada **Tabel 2**. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proporsi hidrolisat tempe gembus dan jamur tiram berpengaruh nyata terhadap nilai IKA penyedap rasa berdasarkan analisis ragam (ANOVA). Nilai IKA pada semua perlakuan berkisar antara 0,0861–0,0933 g/mL. Perlakuan T1 memiliki nilai kelarutan tertinggi sebesar 0,0933 g/mL, sedangkan T7 memiliki kelarutan terendah sebesar 0,0861 g/mL.

Berdasarkan data pada **Tabel 2** perlakuan T1, T2, dan T5 tidak berbeda nyata satu sama lain, tetapi berbeda nyata dengan T7 yang memiliki nilai indeks kelarutan air terendah. Perlakuan T3, T4, dan T6 tidak berbeda nyata dengan T1, T2, dan T5 maupun dengan T7. Perbedaan nilai indeks kelarutan air ini diduga dipengaruhi oleh komposisi bahan baku serta proses hidrolisis protein pada masing-masing perlakuan. Tempe gembus memiliki kandungan protein lebih tinggi sebesar 6,7% [21] dibandingkan jamur tiram sebesar 3,5-4% dari berat basah [22], sehingga berpotensi menghasilkan fraksi terlarut lebih besar setelah hidrolisis.

Tabel 2. Rata-rata nilai indeks kelarutan air pada penyedap rasa nabati

Perlakuan	Rata-Rata IKA (gr/mL) (wb)
T1 (Tempe Gembus 100% : Jamur Tiram 0%)	0,0933 b
T2 (Tempe Gembus 70% : Jamur Tiram 30%)	0,0926 b
T3 (Tempe Gembus 60% : Jamur Tiram 40%)	0,0897 ab
T4 (Tempe Gembus 50% : Jamur Tiram 50%)	0,0904 ab
T5 (Tempe Gembus 40% : Jamur Tiram 60%)	0,0916 b
T6 (Tempe Gembus 30% : Jamur Tiram 70%)	0,0906 ab
T7 (Tempe Gembus 0% : Jamur Tiram 100%)	0,0861 a
BNJ 5%	0,00455

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata berdasarkan uji BNJ 5%.

Perlakuan T1 (100% tempe gembus) menunjukkan nilai IKA tertinggi diduga berkaitan dengan terbentuknya peptida berukuran kecil dan meningkatnya gugus hidrofilik seperti karboksil dan amina akibat hidrolisis enzimatis [23]. Hidrolisis enzimatis meningkatkan jumlah gugus bermuatan seperti NH_3^+ dan COO^- yang berperan dalam meningkatkan kelarutan protein [24] [25]. Sebaliknya, perlakuan T7 (100% jamur tiram) menunjukkan nilai IKA terendah diduga disebabkan oleh dominasi polisakarida kompleks seperti β -glukan yang memiliki kelarutan rendah dalam air [26]. Interaksi antarmolekul melalui gugus hidroksil pada β -glukan dapat meningkatkan kecenderungan pembentukan agregat sehingga menurunkan kelarutan [27]. Nilai indeks kelarutan air pada penelitian ini mendekati nilai penyedap rasa berbahan daun kelor dan tempe yang dilaporkan oleh [28], yaitu 0,0873–0,0980 g/mL.

Profil Warna

Analisis profil warna dilakukan dengan sistem CIELab meliputi parameter L^* , a^* , dan b^* [14]. Warna merupakan atribut sensori penting yang mencerminkan mutu visual produk untuk mengevaluasi pengaruh perlakuan terhadap penampakan penyedap rasa. Secara ideal, penyedap rasa diharapkan memiliki karakteristik warna yang cerah sehingga tidak memengaruhi warna akhir produk ketika ditambahkan. Kenampakan profil warna fisik penyedap rasa disajikan pada **Gambar 4**. Rata-rata profil warna penyedap rasa dapat dilihat pada **Tabel 3**.



Gambar 4. Kenampakan profil warna fisik setiap perlakuan penyedap rasa nabati.

Keterangan: T1 (Tempe gembus 100%); T2 (Tempe gembus 70% : jamur tiram 30%), T3 (Tempe gembus 60% : Jamur tiram 40%), T4 (Tempe Gembus 50% : Jamur Tiram 50%), T5 (Tempe Gembus 40% : Jamur Tiram 60%), T6 (Tempe Gembus 40% : Jamur Tiram 70%), T7 (Tempe Gembus 0% : Jamur Tiram 100%).

Tabel 3. Rata-rata profil warna penyedap rasa tempe gembus dan jamur tiram

Perlakuan	Rata-Rata Profil Warna		
	Kecerahan (L*)	Kemerahan (a*)	Kekuningan (b*)
T1 (Tempe Gembus 100% : Jamur Tiram 0%)	79,02 b	3,45	16,45
T2 (Tempe Gembus 70% : Jamur Tiram 30%)	76,98 ab	3,28	14,84
T3 (Tempe Gembus 60% : Jamur Tiram 40%)	76,26 ab	3,43	15,92
T4 (Tempe Gembus 50% : Jamur Tiram 50%)	74,64 a	3,84	15,70
T5 (Tempe Gembus 40% : Jamur Tiram 60%)	77,30 ab	3,59	16,27
T6 (Tempe Gembus 30% : Jamur Tiram 70%)	77,32 ab	3,16	14,71
T7 (Tempe Gembus 0% : Jamur Tiram 100%)	75,65 a	3,02	13,61
BNJ 5%	2,83	tn	tn

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata berdasarkan uji BNJ 5%, sedangkan tn = tidak adanya perbedaan nyata.

a. Kecerahan (L*/Lightness)

Nilai L* (kecerahan) digunakan untuk menyatakan tingkat kecerahan suatu sampel. Nilai warna L* merepresentasikan tingkat kecerahan dengan pada skala 0 (hitam) hingga 100 (putih) [29]. Kecerahan penyedap rasa berbasis tempe gembus dan jamur tiram pada seluruh perlakuan berada pada rentang 74,64–79,02 yang mengindikasikan bahwa produk memiliki karakteristik warna yang relatif cerah. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa variasi proporsi tempe gembus dan jamur tiram berpengaruh nyata terhadap kecerahan penyedap rasa nabati. Berdasarkan data pada **Tabel 3**, perlakuan T1 berbeda nyata dengan T4 dan T7. Sementara itu, perlakuan T2, T3, T5, dan T6 tidak berbeda nyata dengan T1, T4, dan T7. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan proporsi tempe gembus cenderung meningkatkan nilai kecerahan, tetapi pada proporsi tertentu perbedaannya tidak cukup besar untuk menghasilkan perbedaan statistik yang signifikan.

Perlakuan T1 (tempe gembus 100%) menunjukkan nilai L* tertinggi sebesar 79,02, sedangkan nilai L* terendah pada perlakuan T4 (tempe gembus 50% : jamur tiram 50%) sebesar 74,64. Tingginya nilai L* pada perlakuan T1 berkaitan dengan karakteristik fisik tempe gembus yang memiliki warna putih kekuningan sehingga meningkatkan kecerahan produk. Sebaliknya, nilai L* yang lebih rendah pada T4 diduga karena kombinasi tempe gembus dan jamur tiram dalam proporsi seimbang menghasilkan matriks bahan yang lebih kompleks. Proses hidrolisis enzimatis menghasilkan asam amino dan peptida pendek yang dapat berinteraksi dengan polisakarida dan berpotensi memicu reaksi Maillard, sehingga menurunkan nilai kecerahan [12].

Perlakuan T7 (jamur tiram 100%) memiliki nilai L* sebesar 75,65. Jamur tiram umumnya memiliki nilai a* dan b* yang relatif rendah, sehingga menghasilkan warna dengan intensitas kromatik yang lemah. Hal ini menunjukkan bahwa kecerahan tidak semata-mata ditentukan oleh nilai L*, melainkan juga bergantung pada parameter warna a* dan b*. Selain itu, ukuran partikel yang lebih kecil dapat meningkatkan hamburan cahaya yang berpengaruh terhadap nilai L* [30].

b. Kemerahan (a*/Redness)

Parameter warna a* menggambarkan komponen warna merah–hijau. Nilai a* positif (a*+) menandakan dominasi warna merah dan nilai a* negatif (a*-) menandakan dominasi warna hijau [31]. Nilai warna a* penyedap rasa berbasis tempe gembus dan jamur tiram pada seluruh perlakuan berada pada rentang 3,02–3,84 yang mengindikasikan bahwa

semua perlakuan memiliki kecenderungan warna kemerahan lemah. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa variasi proporsi hidrolisat tempe gembus dan jamur tiram tidak berpengaruh nyata terhadap nilai warna a^* penyedap rasa nabati.

Berdasarkan data pada **Tabel 3**, perlakuan T4 (tempe gembus 50% : jamur tiram 50%) menunjukkan nilai a^* tertinggi, sementara perlakuan T7 (jamur tiram 100%) memiliki nilai a^* terendah. Rendahnya nilai L^* dan tingginya nilai a^* pada perlakuan T4 mengindikasikan terbentuknya warna merah kecokelatan yang berkaitan dengan reaksi Maillard selama proses pengolahan, sehingga menurunkan kecerahan sekaligus meningkatkan intensitas warna kemerahan produk [12]. Pembentukan senyawa melanoidin pada reaksi Maillard berkontribusi terhadap munculnya warna coklat kemerahan, sehingga meningkatkan nilai a^* [28].

c. Kekuningan (b^* /Yellowness)

Parameter nilai b^* menggambarkan komponen warna kuning–biru. Nilai b^* positif (b^+) mengindikasikan kecenderungan warna kuning dan nilai b^* negatif (b^-) mengindikasikan kecenderungan warna biru [31]. Nilai b^* penyedap rasa pada seluruh perlakuan berada pada rentang 13,61–16,45, yang seluruhnya bernilai positif. Hal ini menunjukkan bahwa semua formulasi memiliki kecenderungan warna kekuningan. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa variasi proporsi hidrolisat tempe gembus dan jamur tiram tidak berpengaruh nyata terhadap nilai warna b^* penyedap rasa nabati.

Berdasarkan **Tabel 3**, perlakuan T1 (tempe gembus 100%) memiliki nilai b^* tertinggi diduga dipengaruhi oleh karakteristik ampas tahu sebagai bahan baku proses fermentasi yang menghasilkan warna kuning kecokelatan pada tempe gembus [25]. Di sisi lain, rendahnya nilai b^* pada perlakuan T7 (jamur tiram 100%) diduga dipengaruhi oleh dominansi jamur tiram yang mengandung pigmen flavon atau antoksantin yang dapat larut dalam air, sehingga selama proses pengolahan pigmen tersebut dapat terlarut dan menghasilkan warna kuning yang lebih pucat [32].

Rendemen

Rendemen menunjukkan persentase produk akhir yang dihasilkan dibandingkan dengan berat bahan awal sebelum proses pengeringan [33]. Rata-Rata nilai rendemen dapat dilihat pada **Tabel 4**. Nilai rendemen yang lebih tinggi menunjukkan bahwa kehilangan massa selama proses pengolahan lebih rendah, sehingga proses dianggap lebih efisien. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa variasi proporsi hidrolisat tempe gembus dan jamur tiram tidak berpengaruh nyata terhadap nilai rendemen penyedap rasa nabati. Rendemen pada seluruh perlakuan berada pada kisaran 16,93%–17,66%.

Secara umum, nilai rendemen mencerminkan jumlah total komponen bahan seperti protein, mineral, dan lemak yang tersisa pada produk akhir [34]. Berdasarkan data pada **Tabel 3** menunjukkan bahwa variasi proporsi tempe gembus dan jamur tiram tidak berpengaruh nyata terhadap rendemen. Hal ini diduga karena seluruh formulasi menggunakan hidrolisat yang telah melalui proses hidrolisis yang sama, sehingga komponen terlarut yang dihasilkan relatif homogen. Selain itu, seluruh perlakuan mengalami kondisi pengeringan yang identik, sehingga kehilangan massa akibat penguapan air relatif seragam dan menghasilkan rendemen yang hampir sama.

Tabel 4. Rata-rata nilai rendemen pada penyedap rasa nabati

Perlakuan	Rata-Rata Rendemen (%) (wb)
T1 (Tempe Gembus 100% : Jamur Tiram 0%)	17,66
T2 (Tempe Gembus 70% : Jamur Tiram 30%)	16,93
T3 (Tempe Gembus 60% : Jamur Tiram 40%)	17,46
T4 (Tempe Gembus 50% : Jamur Tiram 50%)	17,50
T5 (Tempe Gembus 40% : Jamur Tiram 60%)	17,54
T6 (Tempe Gembus 30% : Jamur Tiram 70%)	17,46
T7 (Tempe Gembus 0% : Jamur Tiram 100%)	17,62
BNJ 5%	tn

Keterangan: tn = tidak adanya perbedaan nyata.

Penelitian terdahulu melaporkan nilai rendemen penyedap rasa berbasis hidrolisat tempe pada waktu fermentasi 18 jam berada pada kisaran 13–15% [25]. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Widyasanti *et al.* (2018) melaporkan bahwa nilai rendemen penyedap rasa dengan penambahan maltodekstrin 20% sebesar 14,68% [35]. Nilai rendemen pada penelitian ini sedikit lebih tinggi karena dipengaruhi oleh perbedaan formulasi bahan dan metode pengolahan sehingga menghasilkan jumlah padatan akhir yang berbeda.

Kadar Asam Glutamat

Istilah umami diciptakan untuk menggambarkan rasa gurih dan lezat sebagai salah satu rasa dasar yang dikaitkan dengan keberadaan asam amino glutamat dan garamnya [36]. Nilai kadar glutamat digunakan untuk mengevaluasi kontribusi proporsi hidrolisat tempe gembus dan jamur tiram terhadap pembentukan rasa umami pada penyedap rasa [37]. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tempe gembus memiliki kadar glutamat lebih tinggi dibandingkan jamur tiram, baik berdasarkan data literatur maupun pengujian hidrolisat tunggal, sebagaimana tersaji pada **Tabel 5**. Temuan ini memperkuat dugaan bahwa peningkatan fraksi tempe gembus dalam formulasi penyedap rasa akan berkontribusi terhadap peningkatan kadar glutamat bebas.

Tabel 5. Rata-rata nilai kadar glutamat pada hidrolisat tempe gembus dan jamur tiram

Perlakuan	Kadar Glutamat (mg/g) (wb)
Hidrolisat Tempe Gembus	7,83
Hidrolisat Jamur Tiram	5,51

Berdasarkan data pada **Tabel 6**, variasi proporsi hidrolisat memberikan pengaruh nyata terhadap kadar glutamat penyedap rasa nabati. Nilai rata-rata kadar glutamat berkisar antara 11,98–21,73 mg/g dengan nilai terendah diperoleh pada T7 (jamur tiram 100%) yaitu 11,98 mg/g dan nilai tertinggi pada T4 (tempe gembus 50% : jamur tiram 50%) yaitu 21,73 mg/g. Perlakuan T4 berbeda nyata dengan perlakuan T2, T3, T5, T6, dan T7, tetapi tidak berbeda nyata dengan T1. Sementara itu, perlakuan T2, T3, T5, dan T6 tidak berbeda nyata satu sama lain, tetapi berbeda nyata dengan T7. Nilai kadar glutamat pada penelitian ini masih berada dalam kisaran yang dilaporkan oleh Prayoga *et al.* (2023), yaitu 11,891–30,583 mg/g pada penyedap rasa berbahan daun kelor dan tempe [28].

Tabel 6. Rata-rata nilai kadar glutamat pada penyedap rasa nabati

Perlakuan	Rata-Rata Kadar Glutamat (mg/g) (wb)
T1 (Tempe Gembus 100% : Jamur Tiram 0%)	19,47 cd
T2 (Tempe Gembus 70% : Jamur Tiram 30%)	17,68 bc
T3 (Tempe Gembus 60% : Jamur Tiram 40%)	17,42 bc
T4 (Tempe Gembus 50% : Jamur Tiram 50%)	21,73 d
T5 (Tempe Gembus 40% : Jamur Tiram 60%)	16,65 bc
T6 (Tempe Gembus 30% : Jamur Tiram 70%)	15,60 bc
T7 (Tempe Gembus 0% : Jamur Tiram 100%)	11,98 a
BNJ 5%	3,58

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata berdasarkan uji BNJ 5%.

Perlakuan T4 (tempe gembus 50% : jamur tiram 50%) menghasilkan kadar glutamat tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi tempe gembus dan jamur tiram dalam proporsi seimbang berkontribusi terhadap peningkatan pembentukan glutamat bebas. Tempe gembus mengandung protein terfermentasi yang relatif mudah terhidrolisis menjadi peptida pendek dan asam amino bebas [38].

Meskipun demikian, kadar glutamat pada T1 (tempe gembus 100%) juga relatif tinggi dan tidak berbeda nyata dengan T4. Hal ini menunjukkan bahwa tempe gembus sebagai sumber protein utama memiliki kontribusi besar terhadap pembentukan glutamat bebas. Tingginya kandungan protein pada tempe gembus memungkinkan terbentuknya glutamat dalam jumlah yang cukup besar selama proses hidrolisis. Sebaliknya, jamur tiram memiliki kadar protein lebih rendah dan didominasi oleh komponen non-protein seperti polisakarida [26]. Kombinasi ini memungkinkan glutamat berada dalam kondisi stabil dan terukur secara optimal. Sebaliknya, peningkatan proporsi jamur tiram di atas 50% pada perlakuan T5-T7 cenderung menurunkan kadar glutamat karena berkurangnya fraksi protein sebagai sumber glutamat. Perlakuan T7 (jamur tiram 100%) menunjukkan kadar glutamat terendah yang mengindikasikan bahwa dominasi jamur tiram menghasilkan glutamat bebas lebih rendah dibandingkan tempe gembus.

Kadar Air

Kadar air merupakan parameter kimia esensial yang berpengaruh terhadap stabilitas dan daya simpan produk pangan [39]. Kadar air yang tinggi cenderung lebih mudah menyebabkan kerusakan karena kondisi tersebut mendukung pertumbuhan mikroorganisme seperti bakteri, khamir, dan kapang secara lebih cepat [40]. Hasil analisis

ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa variasi proporsi tempe gembus dan jamur tiram tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air penyedap rasa nabati.

Berdasarkan data pada **Tabel 7**, nilai kadar air relatif seragam antar perlakuan. Hal ini diduga karena seluruh tahapan pengolahan, terutama proses pengeringan dilakukan pada kondisi yang sama yaitu suhu 55°C selama 6 jam. Oleh sebab itu, kadar air akhir lebih dipengaruhi oleh parameter proses dibandingkan variasi komposisi bahan. Proses pengeringan hingga mencapai kadar air keseimbangan menyebabkan kadar air produk cenderung stabil [41]. Hasil ini sejalan dengan penelitian hidrolisis pati jagung yang menunjukkan bahwa proses hidrolisis dan pengeringan yang dilakukan secara seragam menghasilkan kadar air produk yang tidak berpengaruh signifikan [42].

Tabel 7. Rata-rata nilai kadar air pada penyedap rasa tempe gembus

Perlakuan	Rata-Rata Kadar Air (%) (wb)
T1 (Tempe Gembus 100% : Jamur Tiram 0%)	7,39 a
T2 (Tempe Gembus 70% : Jamur Tiram 30%)	7,38 a
T3 (Tempe Gembus 60% : Jamur Tiram 40%)	7,53 a
T4 (Tempe Gembus 50% : Jamur Tiram 50%)	7,43 a
T5 (Tempe Gembus 40% : Jamur Tiram 60%)	7,11 a
T6 (Tempe Gembus 30% : Jamur Tiram 70%)	6,97 a
T7 (Tempe Gembus 0% : Jamur Tiram 100%)	7,85 a
BNJ 5%	tn

Keterangan: tn = tidak adanya perbedaan nyata.

Nilai kadar air pada seluruh perlakuan berada pada kisaran 6,97–7,85%. Tidak adanya pengaruh nyata proporsi bahan terhadap kadar air juga diduga berkaitan dengan kemampuan kedua bahan dalam mengikat air. Tempe gembus mengandung protein dan peptida hasil fermentasi yang memiliki gugus hidrofilik, sedangkan jamur tiram kaya akan polisakarida seperti β -glukan yang bersifat hidrofilik dan mampu menahan air [43]. Kemiripan kemampuan daya ikat air tersebut menyebabkan kadar air akhir produk relatif seragam antar perlakuan setelah proses pengeringan. Nilai ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Umah *et al.* (2021) mengenai penyedap rasa berbahan kepala udang dan konsentrat tomat, yaitu berada pada kisaran 7,03–7,86% [44].

Menurut Standar Mutu Lada Bubuk (SNI 8433:2018) kadar air maksimum yang diperbolehkan pada produk berbentuk serbuk maksimal 12% [45]. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh perlakuan penyedap rasa memiliki kadar air di bawah batas maksimum. Hal ini berarti produk penyedap rasa yang dihasilkan telah memenuhi persyaratan mutu kadar air apabila dibandingkan dengan SNI lada bubuk sebagai produk sejenis berbentuk bubuk.

Kadar Abu

Kadar abu pada penyedap rasa mencerminkan total mineral dalam suatu produk [39]. Oleh karena itu, pengujian kadar abu diperlukan sebagai salah satu indikator untuk menilai mutu gizi bahan pangan [46]. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa variasi proporsi tempe gembus dan jamur tiram berpengaruh nyata terhadap kadar abu penyedap rasa nabati. Kadar abu tiap perlakuan berada pada kisaran 0,95–1,34%. Perlakuan T1 (tempe gembus 100%) menunjukkan kadar abu terendah sebesar 0,95%, sedangkan kadar abu tertinggi diperoleh pada perlakuan T7 (jamur tiram 100%) sebesar 1,34%.

Berdasarkan data pada **Tabel 8**, terdapat perbedaan signifikan antar perlakuan. Perlakuan T1 tidak berbeda nyata dengan T2, T3, dan T4, tetapi berbeda nyata dengan T5, T6, dan T7. Kadar abu cenderung meningkat seiring bertambahnya proporsi jamur tiram dalam formulasi. Perbedaan ini diduga karena jamur tiram memiliki kandungan mineral yang lebih tinggi dibandingkan tempe gembus. Kadar abu tepung jamur tiram putih dilaporkan berkisar antara 6,86–7,32% per 100 gram berat kering [47]. Jamur tiram mengandung mineral makro dan mikro seperti kalium, fosfor, natrium, kalsium, magnesium, seng, besi, dan mangan [48]. Sementara itu, kadar abu tepung tempe gembus dilaporkan sebesar 2,89% per 100 gram berat kering [8]. Tempe gembus diketahui mengandung mineral utama seperti natrium, kalsium, kalium, fosfor, dan besi [21]. Selain perbedaan proporsi bahan, variasi kadar abu antar perlakuan diduga juga dipengaruhi oleh proses hidrolisis enzimatis dan sentrifugasi yang memungkinkan sebagian mineral terlarut ikut terbuang bersama fase padat.

Menurut Standar Mutu Lada Bubuk (SNI 8433:2018) kadar abu maksimum yang diperbolehkan pada produk berbentuk serbuk maksimal 2% [45]. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh perlakuan penyedap rasa memiliki kadar abu di bawah batas maksimum. Hal ini berarti produk penyedap rasa telah sesuai dengan standar mutu kadar abu apabila dibandingkan dengan SNI lada bubuk sebagai produk sejenis berbentuk bubuk.

Tabel 8. Rata-rata nilai kadar abu pada penyedap rasa nabati

Perlakuan	Rata-Rata Kadar Abu (%) (wb)
T1 (Tempe Gembus 100% : Jamur Tiram 0%)	0,95 a
T2 (Tempe Gembus 70% : Jamur Tiram 30%)	1,03 ab
T3 (Tempe Gembus 60% : Jamur Tiram 40%)	1,05 ab
T4 (Tempe Gembus 50% : Jamur Tiram 50%)	1,14 abc
T5 (Tempe Gembus 40% : Jamur Tiram 60%)	1,30 bc
T6 (Tempe Gembus 30% : Jamur Tiram 70%)	1,24 bc
T7 (Tempe Gembus 0% : Jamur Tiram 100%)	1,34 c
BNJ 5%	0,27

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata berdasarkan uji BNJ 5%.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa proporsi tempe gembus dan jamur tiram berpengaruh nyata terhadap karakteristik fisikokimia penyedap rasa nabati, khususnya pada indeks kelarutan air, kadar glutamat, kadar abu, dan profil warna L^* . Perlakuan terbaik adalah T1 (100% tempe gembus) dengan indeks kelarutan air 0,0933 g/mL, rendemen 17,66%, profil warna (L^* : 79,02; a^* : 3,45; b^* : 16,45), kadar glutamat 19,47 mg/g, kadar air 7,39%, dan kadar abu 0,95%. Temuan ini memberikan dasar ilmiah yang kuat untuk formulasi penyedap rasa nabati dengan karakteristik optimal dan potensi penggunaan bahan alami untuk meningkatkan cita rasa umami.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga artikel ilmiah ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan bimbingan selama proses penelitian dan penulisan, khususnya Laboratorium Teknologi Pangan Program Studi Teknologi Pangan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, dosen pembimbing, rekan-rekan laboratorium, serta keluarga tercinta atas doa, motivasi, dan dukungan yang diberikan. Semoga artikel ilmiah ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknologi pangan.

REFERENSI

- [1] R. Afifah, R. S. Listyaningrum, dan M. Amelianawati, "Karakteristik Sensoris dan Kimia Penyedap Rasa Berbahan Dasar Tepung Tempe Gembus dengan Penambahan Gula dan Garam," *Food Scientia: Journal of Food Science and Technology*, vol. 4, no. 1, hlm. 1–13, 2024, doi: 10.33830/fsj.v4i1.6362.2024.
- [2] A. K. Rahmah, Nurhidajah, dan K. Y. Sya'di, "Karakteristik Kimia, Sifat Sensori dan Waktu Larut Penyedap Rasa Bubuk Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*) dan Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) dengan Metode Foam-Mat Drying," *Jurnal Pangan dan Gizi*, vol. 13, no. 2, hlm. 88–98, 2023.
- [3] Y. Inoue, K. Sachie, S. Miyu, S. Chihiro, O. Yuriko, T. Yutaro, W. Hirohito, dan H. Fumitaka, "Analysis of the Cooked Aroma and Odorants that Contribute to Umami Aftertaste of Soy Miso (Japanese Soybean Paste)," *Food Chem.*, vol. 213, hlm. 521–528, 2016, doi: 10.1016/j.foodchem.2016.06.106.
- [4] L. Badriyah, "Edukasi Penggunaan Monosodium Glutamat (MSG) dalam Makanan Serta Efeknya Bagi Kesehatan," *Journal of Community Engagement and Employment*, vol. 1, no. 2, hlm. 84–87, 2019.
- [5] S. Kadaryati, M. Arinanti, dan Y. Afriani, "Formulasi dan Uji Sensori Produk Bumbu Penyedap Berbasis Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*)," *agriTECH*, vol. 41, no. 3, hlm. 285–293, 2021.
- [6] M. Carochi, P. Morales, dan I. C. F. R. Ferreira, "Natural Food Additives: Quo Vadis?," *Trends Food Sci. Technol.*, vol. 45, no. 2, hlm. 284–295, 2015, doi: 10.1016/j.tifs.2015.06.007.
- [7] M. A. Ladensi, S. Winarti, dan L. A. Wicaksono, "Pengaruh Konsentrasi Garam Dan Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Kimia Dan Organoleptik Bubuk Terasi Nabati Dari Tempe," *Jurnal Teknologi*

- Pangan*, vol. 9, no. 4, hlm. 7588–7602, 2024, [Daring]. Tersedia pada: <http://ejournal.upnjatim.ac.id/index.php/teknologi-pangan/article/view/4495>
- [8] M. Amelianawati, R. S. Listyaningrum, dan H. Y. Faturochman, “Kajian Potensi Tempe Gembus sebagai Bahan Penyedap Rasa Alami,” *Journal of Science, Technology and Entrepreneurship*, vol. 01, no. 02, hlm. 162–166, 2019.
- [9] S. Samaun, R. Azis, dan N. F. Bulotio, “Pembuatan Penyedap Rasa Instan Berbahan Dasar Tomat dengan Penambahan Jamur Tiram,” *Journal of Agritech Science*, vol. 5, no. 2, hlm. 41–49, 2021.
- [10] Y. T. A. Reubun, S. Kumala, S. Setyahadi, dan P. Simanjuntak, “Pengeringan Beku Ekstrak Herba Pegagan (*Centella asiatica*) Yonathan,” *Jurnal Ilmu Kefarmasian*, vol. 13, no. 2, hlm. 113–117, 2020, [Daring]. Tersedia pada: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33085411>
- [11] K. C. Hsieh, W. H. Liao, K. Y. Lin, K. C. Cheng, dan Y. Ting, “Reducing of Lipoxigenase and Trypsin Inhibitor in Soy Milk for Improving Nutritional Quality Through Atmospheric Cold Plasma Pretreated Soybeans,” *Food and Bioproducts Processing*, vol. 148, no. 1, hlm. 538–546, 2024, doi: 10.1016/j.fbp.2024.10.006.
- [12] L. A. Wicaksono dan S. Winarti, “Karakteristik Penyedap Rasa Alami dari Biji Bunga Matahari dan Kupang Putih dengan Hidrolisis Enzimatis,” *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, vol. 10, no. 1, hlm. 64–73, 2021, doi: 10.30598/jagritekno.2021.10.1.64.
- [13] A. Susanty dan I. Kusumaningrum, “Pengaruh Waktu Hidrolisis Terhadap Karakteristik Hidrolisat Protein Ikan Toman (*Channa Micropeltes*) Asal Das Kalimantan Timur,” *Jurnal Riset Teknologi Industri*, vol. 15, no. 2, hlm. 463–475, 2021.
- [14] A. D. Novita, R. Azara, S. R. Nurbaya, dan R. U. Budiandari, “The Effect of The Proportion of Termuric Tamarind and Carageenan on The Characteristics of Turmeric Tamarind Jelly Drink,” *Journal of Tropical Food and Agroindustrial Technology*, vol. 3, no. 2, hlm. 53–64, 2022, doi: 10.21070/jtfat.v3i02.1601.
- [15] A. R. Fajriah dan S. Winarti, “Karakteristik Penyedap Rasa Daun Murbei dan Kepala Udang dengan Hidrolisis Enzimatis Menggunakan Papain dan Calotropin,” *AGRITEPA: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*, vol. 9, no. 1, hlm. 39–52, 2022.
- [16] A. M. Ghassani dan R. Agustini, “Formulation of Flavor Enhancer from Shiitake Mushroom (*Lentinula edodes*) with the Addition of Mackerel Fish (*Scomberomorus commerson*) and Dregs Tofu Hydrolysates,” *Indonesian Journal of Chemical Science*, vol. 11, no. 3, hlm. 222–232, 2022, [Daring]. Tersedia pada: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>
- [17] R. Azara, R. U. Budiandari, S. R. Nurbaya, dan R. Adawiyah, “Pengaruh Perlakuan Blanching dan Proporsi terhadap Kualitas Penyedap Rasa Alami dari Jamur Tiram dan Jamur Merang,” *TEKNOLOGI PANGAN: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, vol. 15, no. 2, hlm. 337–347, 2024.
- [18] N. Setyawati dan N. Herdyastuti, “Sintesis Garam Glutamat Dari Ampas Tahu Secara Enzimatis,” *UNESA Journal of Chemistry*, vol. 8, no. 3, hlm. 98–103, 2019.
- [19] A. A. Ilma, Nurhidajah, dan S. Aminah, “Karakteristik Kimia dan Sensori Penyedap Rasa Limbah Udang Kombinasi Jamur Tiram Metode Foam-Mat Drying,” *Jurnal Pangan dan Gizi*, vol. 14, no. 2, hlm. 94–106, 2024.
- [20] D. Prisceilla Isabella, G. A. K. Diah Puspawati, dan A. A. I. Sri Wiadnyani, “Pengaruh Konsentrasi Tween 80 Terhadap Karakteristik Serbuk Pewarna Daun Singkong (*Manihot utilissima* Pohl.) pada Metode Foam Mat Drying,” *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, vol. 11, no. 1, hlm. 112–122, 2022, doi: 10.24843/itepa.2022.v11.i01.p12.
- [21] R. N. S. Damanik, D. Y. W. Pratiwi, N. Widyastuti, N. Rustanti, G. Anjani, dan D. N. Afifah, “Nutritional Composition Changes during Tempeh Gembus Processing,” *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, vol. 116, no. 1, hlm. 1–10, 2018, doi: 10.1088/1755-1315/116/1/012026.
- [22] Nurnaningsih, “Formulasi Sosis Analog Sumber Protein Berbasis Bekatul dan Jamur Tiram Sebagai Pangan Fungsional,” *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, vol. 7, no. 1, hlm. 43–52, 2021.
- [23] A. Noman, X. Yanshun, A. B. Wedad Q, A. Sherif M, A. Abdelmoneim H, R. Abuubakar H, dan X. Wenshui, “Influence of Enzymatic Hydrolysis Conditions on The Degree of Hydrolysis and Functional Properties of Protein Hydrolysate Obtained from Chinese Sturgeon (*Acipenser sinensis*) by Using Papain Enzyme,” *Process Biochemistry*, vol. 67, hlm. 19–28, 2018, doi: 10.1016/j.procbio.2018.01.009.
- [24] R. K. Agustina, F. F. Dieny, dan N. Rustanti, “Antioxidant Activity and Soluble Protein Content of Tempeh Gembus Hydrolysate,” *Hiroshima J. Med. Sci.*, vol. 67, no. Special Issue, hlm. 1–7, 2018.
- [25] K. M. Putri, S. Winarti, dan S. Djajati, “Physicochemical and Organoleptic Characteristics of Seasoning from Tempe Hydrolysates using Long Treatment of Fermentation and Proteolytic Enzyme Proportion,” *1st International Conference Eco-Innovation in Science, Engineering, and Technology*, vol. 2020, hlm. 76–85, 2020, doi: 10.11594/nstp.2020.0511.

- [26] M. Golian, C. Zuzana, Ž. Jana, B. Lenka, U. Lucia, H. Lucia, C. Peter, dan U. Dana, "Analysis of Biochemical and Genetic Variability of *Pleurotus ostreatus* Based on the β -Glucans and CDDP Markers," *Journal of Fungi*, vol. 8, no. 6, hlm. 1–18, 2022, doi: 10.3390/jof8060563.
- [27] R. Kaur, M. Sharma, D. Ji, M. Xu, dan D. Agyei, "Structural Features, Modification, and Functionalities of Beta-Glucan Ramandeeep," *Fibers*, vol. 8, no. 1, hlm. 1–29, 2020.
- [28] D. G. E. Prayoga, N. M. Wartini, dan I. D. G. M. Permana, "Characteristics of Flavor Enhancer Based on Moringa Leaves and Tempeh Using Protease Enzymes From Sap of Papaya and Crown Flower," *International Journal on Food, Agriculture and Natural Resources*, vol. 4, no. 4, hlm. 27–35, 2023, doi: 10.46676/ij-fanres.v4i4.236.
- [29] M. Yusuf, D. Yonata, B. Pranata, dan Nurhidajah, "Utilization of Swimming Crab By-Product as a Seafood Flavor Microcapsules Obtained by Spray Drying," *AACL Bioflux*, vol. 15, no. 2, hlm. 716–724, 2022, [Daring]. Tersedia pada: <https://repository.ung.ac.id/get/karyailmiah/8248/Lukman-Abdul-Rauf-Laliyo-Koresponden-Deskripsi-Pemahaman-Konseptual-Siswa-Pada-Materi-Hidrolisis-Garam.pdf>
- [30] M. S. Manga, D. Willis, N. M. Ali, dan D. W. York, "The impact of raw material properties and process conditions on the color of a powdered formulated detergent product," *Particuology*, vol. 45, hlm. 35–41, 2019, doi: 10.1016/j.partic.2019.01.002.
- [31] A. S. Sinaga, "Segmentasi Ruang Warna $L^*a^*b^*$," *Jurnal Mantik Penusa*, vol. 3, no. 1, hlm. 43–46, 2019.
- [32] R. Apriani, S. Astuti, dan A. S. Suharyono, "Substitusi Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) dalam Pembuatan Bakso Ikan Beloso (Saurida tumbil): Evaluasi Sifat Kimia dan Sensori White Oyster Mushroom (*Pleurotus Ostreatus*) Substitution Properties," *JURNAL AGROINDUSTRI BERKELANJUTAN*, vol. 1, no. 1, hlm. 61–77, 2022.
- [33] L. Hudi, R. U. Budiandari, dan L. N. I. Sari, "Sifat Fisikokimia Tepung Umbi Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) Termodifikasi Metode Fermentasi," *Teknologi Pangan : Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, vol. 14, no. 1, hlm. 98–104, 2023, doi: 10.35891/tp.v14i1.3678.
- [34] F. M. Jaya, L. P. Sari, R. L. Utpalasar, R. Lihartana, R. Wahyuni, dan Y. F. Sari, "Produksi Hidrolisat Protein Kepala Ikan Gabus Secara Enzimatis dengan Variasi Waktu Hidrolisis," *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, vol. 19, no. 1, hlm. 76–87, 2024, [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/ikan>
- [35] A. Widyasanti, N. A. Septianti, dan S. Nurjanah, "Pengaruh Penambahan Maltodekstrin Terhadap Karakteristik Fisikokimia Bubuk Tomat Hasil Pengeringan Pembusaan (Foam Mat Drying)," *Agrin*, vol. 22, no. 1, hlm. 22–38, 2018.
- [36] L. bin Sun, Z. Zhi yong, X. Guang, S. Bing xin, B. Xiu jing, W. Yun yun, Z. Xue mei, dan X. He ran, "Advances in Umami Taste and Aroma of Edible Mushrooms," *Trends Food Sci. Technol.*, vol. 96, no. December 2019, hlm. 176–187, 2020, doi: 10.1016/j.tifs.2019.12.018.
- [37] A. S. Gabriel, T. M. Rains, dan G. Beauchamp, *Umami Taste for Health*, 1 ed. Cham: Springer Nature Switzerland AG, 2024. doi: 10.1007/978-3-031-32692-9_5.
- [38] S. S. C. Ellent, L. Dewi, dan M. C. Tapilouw, "Karakteristik Mutu Tempe Kedelai (*Glycine max L.*) yang Dikemas dengan Klobot," *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, vol. 11, no. 1, hlm. 32–40, 2022, doi: 10.30598/jagritekno.2022.11.1.32.
- [39] M. Taufan, A. Prasetya, dan M. A. Moulina, "Karakteristik Kaldu Bubuk dengan Komposisi Ikan Selengkek (*Anodontostoma chacunda*) dan Penambahan Jamur," *Integrative Perspectives of Social and Science Journal (IPSSJ)*, vol. 2, no. 1, hlm. 586–603, 2024.
- [40] M. D. F. Zakiyah dan R. U. Budiandari, "Karakteristik Minuman Serbuk Mentimun (*Cucumis sativus L.*) dengan Penambahan Sari Jeruk Nipis dan Konsentrasi Maltodekstrin Metode Foam Mat Drying," *Procedia of Engineering and Life Science*, vol. 4, no. June, hlm. 1–7, 2023.
- [41] Z. Petrova, K. Samoilenko, Y. Novikova, dan P. Petrov, "Equilibrium Humidity as One of Important Energy-Efficiency Indexes in Drying of Food Powder Materials of Biological Nature," *Energy engineering and control systems*, vol. 8, no. 2, hlm. 90–97, 2022, doi: 10.23939/jeecs2022.02.090.
- [42] H. Marta, Tensiska, dan L. Riyanti, "Karakterisasi Maltodekstrin dari Pati Jagung (*Zea mays*) Menggunakan Metode Hidrolisis Asam pada Berbagai Konsentrasi," *Chimica et Natura Acta*, vol. 5, no. 1, hlm. 13–20, 2023, [Daring]. Tersedia pada: <https://google.co.id>
- [43] D. Anissa dan L. Eka Radiati, "Pengaruh Penambahan Sari Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) pada Pembuatan Yogurt Drink Ditinjau dari Sifat Mutu Fisik," *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Hasil Ternak*, vol. 13, no. 2, hlm. 118–125, 2018.
- [44] L. Umah, T. W. Agustini, dan A. S. Fahmi, "Karakteristik Perisa Bubuk Ekstrak Kepala Udang Vanamei (*Litopenaeus Vannamei*) dengan Penambahan Konsentrat Tomat (*Lycopersicum Esculentum*) Menggunakan Metode Foam Mat Drying," *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, vol. 3, no. 1, hlm. 50–58, 2021.
- [45] Badan Standarisasi Nasional, *Standar Nasional Indonesia SNI 8433:2018 Lada bubuk*. 2018.

- [46] T. Ulfah, N. Widjaja, S. Suryanah, dan S. Nurjannah, “Analisis Kadar Abu, Karbohidrat dan Lemak Telur Asin Oven pada Berbagai Tingkat Suhu Pengovenan,” *COMPOSITE: Jurnal Ilmu Pertanian*, vol. 8, no. 1, hlm. 8–15, 2026.
- [47] A. S. P. Hidayat, S. Winarti, dan U. Sarofa, “Karakteristik Tepung Jamur Tiram Putih dengan Metode Foam Mat Drying,” dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan, 2020*, hlm. 9–19.
- [48] Alridiwirah, Risnawati, dan A. Novita, “Pemanfaatan Lahan Sempit dengan Budidaya Jamur Tiram untuk Memenuhi Kebutuhan Sayuran Panti Asuhan Putera Muhammadiyah Cabang Medan,” *Jurnal Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 3, no. 2, hlm. 52–58, 2019.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.