

## Analisis Pengaruh Konsentrasi Ragi dan Waktu Fermentasi Terhadap Nilai Gizi dan Aktivitas Antioksidan Tempe Kedelai Kombinasi Kacang Roay (*Phaseolus lunatus L*)

AI PADHILAH FAUZIAH<sup>1\*</sup>, ASEP SUPRIADIN<sup>1</sup>, DAN ASSYIFA JUNITASARI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati Bandung, Jl. A.H Nasution No 105, Cibiru, Bandung

\*alamat email korespondensi: [hellopadiiil@gmail.com](mailto:hellopadiiil@gmail.com)

### Informasi Artikel

### Abstrak/Abstract

Kata Kunci:  
aktivitas antioksidan; analisis proksimat; fermentasi; kacang roay; konsentrasi ragi; tempe.

Tempe merupakan salah satu produk pangan hasil fermentasi yang berpotensi sebagai sumber antioksidan serta mengandung beberapa zat gizi yang dibutuhkan oleh tubuh. Adanya inovasi dalam hal bahan baku yaitu dengan penambahan jenis kacang lain seperti kacang roay (*Phaseolus lunatus L*) berpotensi untuk meminimalisir *import* kedelai dari luar. Terdapat dua faktor yang dapat mempengaruhi kualitas tempe selama proses fermentasi yaitu konsentrasi ragi yang ditambahkan dan juga lamanya waktu fermentasi sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh kedua faktor tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor dan 2 kali pengulangan. Faktor ke-1 merupakan konsentrasi ragi dengan 3 variasi (1,5%, 2% dan 2,5%) dan faktor ke-2 merupakan waktu fermentasi dengan 3 variasi (42 jam, 48 jam dan 54 jam). Selanjutnya dilakukan analisis pengaruh kedua faktor tersebut terhadap nilai gizi menggunakan metode proksimat (meliputi kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein dan kadar karbohidrat), aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH dan uji organoleptik. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan penambahan konsentrasi ragi dan waktu fermentasi memberikan pengaruh nyata terhadap nilai gizi, aktivitas antioksidan dan organoleptik. Perlakuan terbaik diperoleh pada tempe kedelai kombinasi kacang roay dengan penambahan konsentrasi ragi 2,5% dan waktu fermentasi 42 jam yaitu kadar air 60,92%, kadar abu 0,76%, kadar lemak 1,33%, kadar protein 31,45% dan kadar karbohidrat 5,54%, aktivitas antioksidan 34,23% serta berdasarkan uji organoleptik lebih disukai dan dapat diterima di kalangan masyarakat.

Keywords:  
antioxidant activity; proximate analysis; fermentation; lima beans; yeast concentration; tempeh.

*Tempeh is a fermented food product that has the potential as a source of antioxidants and contains several nutrients needed by the body. The existence of innovation in terms of raw materials, namely the addition of other types of beans such as lima beans (*Phaseolus lunatus L*) has the potential to minimize soybean imports from outside. There are two factors that can affect the quality of tempeh during the fermentation process, namely the concentration of added yeast and also the length of fermentation time, so it is necessary to do research on the effect of these two factors. The method used in this study was a Randomized Block Design (RBD) with 2 factors and 2 repetitions. The first factor is yeast concentration with 3 variations (1.5%, 2% and 2.5%) and the second factor is fermentation time with 3 variations (42 hours, 48 hours and 54 hours). Furthermore, the analysis of the influence of these two factors on nutritional value using the proximate method (including water content, ash content, fat content, protein content and carbohydrate content), antioxidant activity using the DPPH method and organoleptic tests. The results showed that the addition of yeast concentration and fermentation time had a significant effect on the nutritional value, antioxidant activity and organoleptic. The best treatment was obtained in soybean tempeh combination of lima beans with the addition of 2.5% yeast concentration and 42 hours fermentation time, namely water content 60.92%, ash content 0.76%, fat content 1.33%, protein content 31.45%. and carbohydrate content of 5.54%, antioxidant activity of 34.23% and based on organoleptic tests are preferred and acceptable among the public.*

## PENDAHULUAN

Tempe merupakan salah satu makanan tradisional hasil fermentasi yang banyak diminati oleh masyarakat Indonesia. Selain karena harganya yang murah, makanan yang berbahan dasar kedelai ini juga mengandung beberapa zat gizi esensial seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan mineral serta senyawa-senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh [1]. Selain itu, tempe juga merupakan makanan yang mengandung senyawa isoflavon sehingga berperan sebagai sumber antioksidan. Antioksidan merupakan senyawa kimia yang berperan penting untuk melawan radikal bebas dalam tubuh sehingga dapat mencegah munculnya berbagai penyakit degeneratif dan menjaga sistem imun tubuh [2]. Tidak heran jika selama masa pandemi rata-rata konsumsi tempe di Indonesia mengalami kenaikan yang cukup signifikan. Data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Indonesia tahun 2021 yaitu rata-rata konsumsi per kapita seminggu tempe mengalami kenaikan dari tahun 2018-2021 mencapai 0,146 kg/minggu [3].

Semakin meningkatnya konsumsi tempe di Indonesia maka kebutuhan kedelai yang merupakan bahan dasar pembuatan tempe ini juga semakin meningkat. Sedangkan Indonesia termasuk salah satu negara di Asia Tenggara yang masih mengandalkan kedelai impor dari luar negeri yang kebutuhannya pada tahun 2020 mencapai 2,2 juta ton dan tahun 2021 mencapai 2,6 juta ton [3]. Oleh karena itu, untuk mengatasi ketergantungan impor kedelai tersebut maka perlu adanya inovasi dalam hal bahan baku yaitu dengan penambahan jenis kacang lain seperti kacang roay (Sunda) atau kratok (Jawa). Kacang roay (*Phaseolus lunatus* L) merupakan salah satu jenis tanaman polong-polongan yang memiliki nilai gizi yang cukup baik seperti karbohidrat sekitar 61,42%, protein 19,93% dan kandungan lemaknya yang cukup rendah yaitu sekitar 1,21% sehingga bisa dikonsumsi oleh orang yang sedang menjalankan diet rendah lemak [4]. Selain itu kacang roay juga memiliki aktivitas antioksidan yang baik serta memiliki kelebihan yaitu mudah dalam membudidayakannya jika dibandingkan dengan kacang kedelai.

Fermentasi merupakan tahapan yang cukup penting dalam proses pembuatan tempe dimana dalam proses ini dilakukan penambahan jamur tempe atau yang biasa disebut ragi yang berperan untuk menghubungkan biji-biji sehingga menjadi tempe. Terdapat dua faktor yang dapat

mempengaruhi proses pembuatan tempe selama proses fermentasi yaitu konsentrasi ragi yang ditambahkan dan juga lamanya waktu fermentasi [5]. Kedua faktor tersebut dapat mempengaruhi kualitas tempe yang dihasilkan sehingga perlu dilakukan penelitian juga pengaruhnya terhadap nilai gizi, aktivitas antioksidan dan organoleptik pada tempe kedelai kombinasi kacang roay.

Berdasarkan penelitian Khalid (2016) yang mensubstitusikan kedelai dengan koro kratok putih (roay putih) yaitu dengan penambahan konsentrasi ragi 1,5% dan lama fermentasi 48 jam menyatakan bahwa komposisi dengan perbandingan koro kratok 50%:kedelai 50% menunjukkan hasil uji efektivitas terbaik yaitu 0,72. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa diperoleh kadar abu 0,63%, kadar lemak 1,82%, kadar protein 19,84%, kadar karbohidrat 16,2% dan kesukaan (organoleptik) keseluruhan 3,84 (agak suka-sangat suka) [6]. Dalam penelitian tersebut ada beberapa kandungan gizi yang angkanya perlu ditingkatkan dan juga belum dilakukan penelitian terhadap uji aktivitas antioksidannya. Sehingga dalam penelitian ini dilakukan sebuah inovasi dengan pembuatan tempe kombinasi kacang kedelai dan kacang roay, lalu dilakukan analisis terhadap faktor yang mempengaruhi kualitas tempe yaitu konsentrasi ragi dan lama fermentasi terhadap kandungan gizi, aktivitas antioksidan dan uji organoleptik agar dihasilkan formula tempe kedelai kombinasi kacang roay terbaik.

## EKSPERIMEN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Terpadu UIN Sunan Gunung Djati Bandung untuk uji kadar air, kadar abu, kadar lemak dan aktivitas antioksidan. Sedangkan untuk uji protein dilakukan di Laboratorium Sentral Universitas Padjadjaran.

### Material

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu kacang kedelai kuning (dibeli di pasar Ujung Berung), kacang roay putih (dibeli di pasar Wanaraja Kabupaten Garut), ragi tempe merk "RAPRIMA" serta air bersih secukupnya, etanol pro analis (*Merck*), etanol teknis (*Merck*), kertas saring secukupnya, n-hexana (*Merck*), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat (*Merck*), serbuk selenium, Akuades, indikator metal merah (*Merck*), HCl 0,1 N, larutan NaOH 0,1 N (*Merck*), DPPH, (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) (*Aldrich*), asam askorbat (*Merck*),

larutan  $H_3BO_3$  0,05 N (*Merck*), aluminium foil, kertas saring dan NaOH 30% (*Merck*).

### **Instrumentasi**

Alat penelitian yang digunakan meliputi pisau, baskom, nampan, sendok, timbangan, kompor, ayakan plastik, panci, kain, plastik bening dan tusuk gigi, blender (*Cosmos*), corong gelas, batang pengaduk, pipet tetes, pipet volume (10 mL, 5 mL dan 1 mL) (*Iwaki*), pipet ukur 5 mL dan 10 mL (*Iwaki*), ball filler, spatula, kaca arloji, neraca analitis, termometer, ayakan mesh, *Rotary Vacuum Evaporator*, oven (*Memmert*), desikator, cawan porselen, batu didih, gelas ukur 100 mL (*Pyrex*) penjepit crus, botol kaca, gelas kimia (50 mL, 100 mL, 1000 mL) (*Herma*), labu soxhlet, kondensor, alat destilasi, labu kjeldahl, erlenmeyer 250 mL (*Duran*), kuvet, *hotplate*, pembakar spiritus, kaki tiga, buret 50 mL (*Herma*), statif, labu ukur (*Iwaki*), *furnace* dan Spektrofotometer Ultraviolet-Sinar Tampak (*Agilent Technologies Series 200*).

### **Prosedur**

Pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial yang terdiri dari dua faktor yaitu faktor I merupakan konsentrasi ragi (K) terdiri atas 3 level (K1= konsentrasi ragi 1,5%; K2= konsentrasi ragi 2% dan K3= konsentrasi ragi 2,5%) dan faktor II merupakan waktu fermentasi (L) terdiri atas 3 level (L1= waktu fermentasi 42 jam, L2= waktu fermentasi 48 jam dan L3= waktu fermentasi 54 jam). Dari kedua faktor diperoleh 9 kombinasi perlakuan yaitu K1L1, K2L1, K3L1, K1L2, K2L2, K3L2, K1L3, K2L3 dan K3L3. Setelah itu dilakukan analisis nilai gizi tempe kedelai kombinasi kacang roay (*Phaseolus lunatus L*) menggunakan metode analisis proksimat dengan parameter uji kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein dan kadar karbohidrat. Selain itu, dilakukan analisis aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH dan juga dilakukan analisis karakteristik sensoris berdasarkan uji organoleptik. Lalu diidentifikasi komposisi variasi konsentrasi ragi dan waktu fermentasi terbaik pada pembuatan tempe menggunakan metode perbandingan eksponensial.

### **Pembuatan tempe**

Pembuatan tempe kedelai kombinasi kacang roay (*Phaseolus lunatus L*) dilakukan dengan cara pembuatan tempe pada umumnya

yaitu melalui tahap penyortiran dan pencucian kedua jenis kacang terlebih dahulu dan dilakukan penimbangan dengan perbandingan 50%:50%. Kemudian dilakukan perendaman pada dua wadah yang berbeda yaitu dengan merendam kacang roay selama 48 jam dan kacang kedelai selama 42 jam. Setelah itu dilakukan perebusan selama 30 menit dan pengupasam kulit ari. Kemudian dilakukan perendaman kembali selama 24 jam dan direbus Kembali selama 30 menit hingga kacangnya matang. Lalu kacang ditiriskan dan dilakukan penambahan ragi dengan variasi konsentrasi ragi 1,5%, 2% dan 2,5%. Kemudian dibungkus menggunakan plastik dan diberi lubang. Setelah itu dilakukan pemeraman dengan waktu 42 jam, 48 jam dan 54 jam. Tempe yang telah jadi lalu dihaluskan untuk dilakukan analisis nilai gizi, aktivitas antioksidan dan juga organoleptik.

### **Analisis kadar air (drying oven method)**

Sampel yang akan diuji sebanyak 2 gram ditimbang dalam cawan yang sudah diketahui berat konstan. Kemudian cawan yang berisi sampel dioven selama 6 jam dengan suhu 105°C. Sampel didinginkan dalam desikator selama 30 menit, setelah itu ditimbang dan dicatat beratnya dengan dua kali pengulangan hingga diperoleh berat konstan.

### **Analisis kadar abu (pemanasan pada suhu tinggi)**

Sampel yang akan diuji sebanyak 2 gram ditimbang dalam cawan yang sudah diketahui berat konstan. Kemudian cawan yang berisi sampel tersebut dimasukkan ke dalam *furnace* dengan suhu 600°C selama 4 jam. Sampel didinginkan dalam desikator selama 30 menit, setelah itu ditimbang dan dicatat beratnya dengan dua kali pengulangan hingga diperoleh berat konstan.

### **Analisis kadar lemak (metode soxhlet)**

Sampel ditimbang sebanyak 10 gram dalam kertas saring lalu ditimbel. Pelarut lemak n-heksan secukupnya dimasukkan ke dalam labu lemak yang telah diketahui berat konstan, timbel dimasukkan ke alat ekstraksi *Soxhlet* dan dipasangkan. Labu lemak dipanaskan dan diekstraksi selama 6 jam, pelarut diuapkan. Labu lemak diangkat dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C. Setelah itu didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang hingga diperoleh berat konstan.

### Analisis kadar protein (metode kjeldahl)

Tahap *destruksi*, sampel ditimbang sebanyak 1 gram dan dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl 100 mL, kemudian dipipet 10 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat dan masukkan ke dalam labu *kjeldahl*. Ditambahkan selenium sebagai katalis lalu labu *kjeldahl* tersebut dipanaskan. Destruksi dihentikan setelah didapatkan larutan berwarna jernih kehijauan.

Tahap *destilasi*, larutan hasil destruksi kemudian didinginkan lalu diencerkan dengan aquades sampai 100 mL. Setelah homogen dan dingin lalu dipipet sebanyak 5 mL dan dimasukkan ke dalam labu destilasi. Ditambahkan 10 mL larutan NaOH 30% hingga terbentuk lapisan di bawah larutan asam. Labu destilat dipasang dan dihubungkan dengan kondensor. Ujung kondensor dibenamkan dalam cairan penampung pada erlenmeyer. Erlenmeyer penampung diisi dengan 10 mL larutan H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> yang telah ditetesi indikator metil merah. Hasil destilasi dicek dengan kertas lakmus, jika hasil sudah tidak bersifat basa lagi (netral) maka penyulingan dihentikan.

Tahap *titrasi*, Hasil destilasi pada erlenmeyer ditetesi indikator metil merah sebanyak 5 tetes lalu langsung dititrasi dengan menggunakan larutan HCl 0,0173 N. Titik akhir titrasi ditandai dengan warna merah muda.

### Analisis kadar karbohidrat (metode by difference)

Kadar karbohidrat dihitung sebagai selisih 100% dikurangi kadar air, abu, lemak dan protein.

### Analisis aktivitas antioksidan (metode DPPH)

Sampel sebanyak 25 gram dimaserasi dalam 250 mL etanol selama 24 jam, setelah itu disaring dan filtratnya ditampung. Residu ditambah dengan 100 mL etanol kemudian dimaserasi selama 24 jam. Setelah itu disaring dan filtratnya ditampung. Residu kedua ditambah dengan 100 mL etanol. Setelah itu, disaring dan filtratnya ditampung. Filtrat hasil maserasi kemudian dipekatkan dengan *rotary vacuum evaporator* hingga diperoleh ekstrak kental. Ekstrak kental yang diperoleh akan dianalisis aktivitas antioksidannya.

Larutan DPPH dibuat dengan menimbang 2,5 mg serbuk DPPH kemudian dilarutkan dengan etanol pro analisis hingga 50 mL (konsentrasi larutan 50 ppm). Sedangkan larutan uji dibuat dengan menimbang ekstrak kental sampel sebanyak 2,5 mg dan dilarutkan ke dalam etanol

50 mL. Selain itu dilakukan pembuatan larutan vitamin C sebagai kontrol positif dengan ditimbang 5 mg vitamin C kemudian dilarutkan dengan etanol pro analisis hingga 50 mL (konsentrasi larutan 100 ppm). Dilakukan pengenceran dari larutan vitamin C konsentrasi 100 ppm menjadi larutan dengan konsentrasi 10, 30, 50, 70 dan 90 ppm.

Masing-masing larutan uji dan kontrol positif dipipet sebanyak 1 mL kemudian ditambahkan 3 mL larutan DPPH 50 ppm. Didiamkan selama 30 menit dalam keadaan sangat tertutup. Setelah 30 menit, perubahan warna yang terjadi diamati. Serapan masing-masing larutan diukur dengan spektrofotometer Ultraviolet Sinar Tampak pada panjang gelombang maksimum. Percobaan dilakukan tiga kali ulangan. Aktivitas antioksidan ditentukan melalui persamaan:

% Aktivitas Antioksidan =

$$\frac{\text{Absorbansi kontrol} - \text{Absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi blanko}} \times 100\%$$

Data aktivitas penangkapan radikal DPPH pada asam askorbat dianalisis dan dihitung nilai IC<sub>50</sub> menggunakan persamaan regresi linear  $y = bx + a$ , dimana  $x$  merupakan konsentrasi larutan kontrol dan  $y$  merupakan % aktivitas antioksidan.

### Analisis sensoris/organoleptik (uji hedonik)

Dilakukan uji sensoris (rasa, warna, tekstur dan aroma) melalui penilaian uji kesukaan dengan cara meminta 25 orang panelis untuk memberikan kesan terhadap rasa, warna, tekstur dan aroma dari sampel dengan skala numerik 1-5 (sangat tidak suka-sangat suka).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

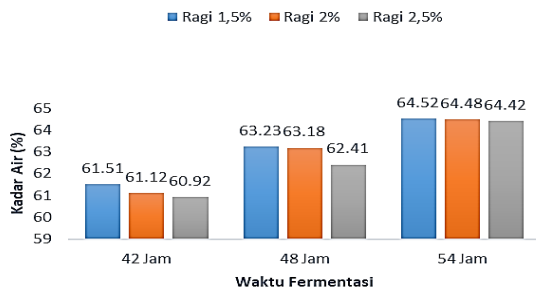
### Pembuatan Tempe

Kedelai direndam selama 24 jam sedangkan kacang roay direndam selama 48 jam karena pada kacang roay terkandung asam sianida (HCN) yang jika dikonsumsi dapat menyebabkan keracunan. Kemudian dilakukan pengupasan kulit ari agar inokulum tempe dapat tumbuh dengan baik [7]. Perebusan tahap II bertujuan untuk melunakkan kacang dan memusnahkan mikroorganisme kontaminan. Penirisan dilakukan untuk mengurangi kandungan air pada kacang. Penirisan ini dilakukan sampai kacang berada pada kisaran suhu 37 °C. Karena jika suhu terlalu panas maka dapat memicu terjadi inaktivasi ragi karena ragi

tidak tahan panas sehingga dapat menyebabkan fermentasi gagal. Dilakukan penambahan ragi untuk mengubah kacang menjadi tempe dengan dikemas menggunakan plastik dan diberi lubang agar kapang dapat tumbuh karena adanya oksigen yang masuk. Lalu dilakukan inkubasi agar berlangsung proses fermentasi sehingga dihasilkan tempe.

### Nilai Gizi Tempe

#### Kadar air



**Gambar 1.** Pengaruh konsentrasi ragi dan waktu fermentasi terhadap kadar air tempe kedelai kombinasi kacang roay

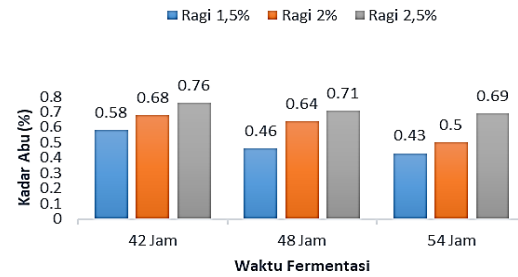
Hasil analisis kadar air yang terkandung dalam tempe yaitu berkisar pada 60,92%-64,52% seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 1** dimana hasil yang diperoleh telah memenuhi standar mutu Standar Nasional Indonesia No. 3144 Tahun 2009 yang menyebutkan bahwa kadar air tempe maksimal 65% [10].

Semakin banyaknya konsentrasi ragi yang ditambahkan maka kadar air tempe cenderung menurun. Hal ini karena semakin banyak pula kapang yang dihasilkan sehingga dapat menyebabkan suhu pada proses fermentasi menjadi meningkat. Ketika semakin meningkatnya suhu maka mikroorganisme akan bekerja lebih cepat sehingga akan memanfaatkan nutrisi dan air yang ada untuk digunakan pada proses perombakan senyawa kompleks menjadi lebih sederhana. Sementara itu, semakin lamanya waktu fermentasi maka kadar air pada tempe cenderung meningkat. Hal ini dikarenakan selama proses fermentasi, mikrobia mencerna substrat dan menghasilkan air, karbondioksida dan sejumlah energi (ATP) [8].

#### Kadar abu

Hasil analisis kadar abu yang terkandung dalam tempe yaitu berkisar pada 0,43%-0,76% seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 2** dimana hasil yang diperoleh telah memenuhi standar mutu

Standar Nasional Indonesia No. 3144 Tahun 2009 yang menyebutkan bahwa kadar abu tempe maksimal 1,5% [10].

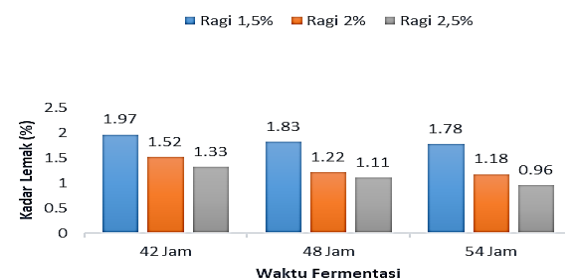


**Gambar 2.** Pengaruh konsentrasi ragi dan waktu fermentasi terhadap kadar abu tempe kedelai kombinasi kacang roay

Semakin banyaknya konsentrasi ragi yang ditambahkan maka kadar abunya semakin meningkat. Hal ini karena semakin meningkatnya pertumbuhan kapang. Mineral yang terkandung dalam kedua jenis kacang akan dimanfaatkan oleh kapang sebagai nutrisi untuk pertumbuhannya sehingga mampu menghasilkan tempe dengan kompak yang baik [9]. Hal ini menyebabkan kapang menghasilkan enzim yang mempunyai unsur nitrogen yang mengandung abu mineral.

Semakin lama waktu fermentasi maka kadar abunya semakin menurun. Kadar abu berbanding terbalik dengan kadar air yang terdapat pada tempe. Seiring meningkatnya kadar air maka kadar abu akan semakin menurun, begitupun sebaliknya. Hal ini karena dengan naiknya kadar air maka dapat menyebabkan terjadinya kenaikan berat basah pada tempe sehingga persentase abu menurun.

#### Kadar lemak



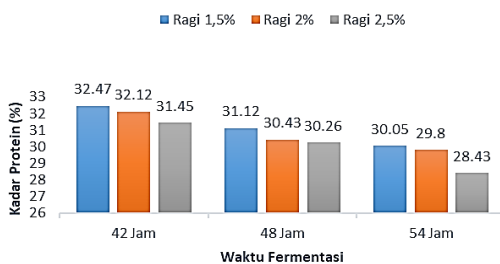
**Gambar 3.** Pengaruh konsentrasi ragi dan waktu fermentasi terhadap kadar lemak tempe kedelai kombinasi kacang roay

Hasil analisis kadar lemak yang terkandung dalam tempe yaitu berkisar pada 0,96%-1,97% seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 3** dimana hasil yang diperoleh tidak memenuhi standar mutu Standar Nasional Indonesia No. 3144 Tahun 2009

yang menyebutkan bahwa kadar lemak tempe minimal 10% [10]. Hal ini dapat disebabkan oleh rendahnya kandungan lemak pada kacang roay.

Semakin banyaknya konsentrasi ragi yang ditambahkan dan semakin lamanya waktu fermentasi maka kadar lemaknya cenderung menurun. Hal ini disebabkan selama berlangsungnya proses fermentasi, enzim lipase akan menghidrolisis trigliserol menjadi asam lemak bebas yang kemudian oleh kapang *Rhizopus sp* akan digunakan sebagai sumber energi [11]. Setelah 48 jam proses fermentasi maka lemak akan terhidrolisis [12]. Sehingga semakin banyak konsentrasi ragi yang ditambahkan maka kandungan lemaknya akan semakin rendah. *Rhizopus oligosporus* dan *Rhizopus stolonifera* menggunakan asam linoleat, asam oleat serta asam palmitat sebagai sumber energi, sehingga selama proses fermentasi berlangsung kandungan asam linoleat, asam oleat, dan asam palmitat yang merupakan lemak mengalami penurunan [13].

#### Kadar protein



**Gambar 4.** Pengaruh konsentrasi ragi dan waktu fermentasi terhadap kadar protein tempe kedelai kombinasi kacang roay

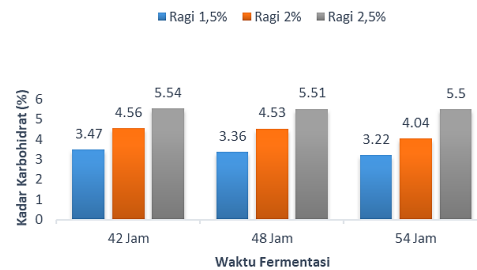
Hasil analisis kadar protein yang terkandung dalam tempe yaitu berkisar pada 28,43% - 32,47% seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 4** dimana hasil yang diperoleh telah memenuhi standar mutu Standar Nasional Indonesia No. 3144 Tahun 2009 yang menyebutkan bahwa kadar protein tempe minimal 16% [10].

Semakin banyaknya konsentrasi ragi yang ditambahkan dan semakin lamanya waktu fermentasi maka kadar proteinnya cenderung menurun. Pada proses fermentasi, kapang menghasilkan enzim-enzim protease, pepton, polipeptida asam amino,  $\text{NH}_3$  dan juga unsur nitrogen [14]. Oleh karena itu, dengan semakin banyaknya ragi yang ditambahkan maka semakin banyak pula nitrogen yang digunakan untuk proses pertumbuhan kapang sehingga kadar protein pada tempe menjadi menurun [15]. Hasil

dari aktivitas enzim protease ini yaitu sebagai sumber nitrogen dan sumber energi. Kapang *Rhizopus oligosporus* yang terkandung dalam ragi bersifat proteolitik yang dapat mendegradasi protein menjadi peptida yaitu senyawa  $\text{NH}_3$  dan  $\text{NH}_2$ . Hal ini menyebabkan ketika proses fermentasi berlangsung dalam waktu yang lama maka kesempatan kapang untuk melakukan degradasi protein juga semakin besar sehingga kadar protein dalam tempe juga semakin menurun [16].

#### Kadar karbohidrat

Hasil analisis kadar karbohidrat yang terkandung dalam tempe yaitu berkisar pada 3,22% - 5,54% seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 5**.



**Gambar 5.** Pengaruh konsentrasi ragi dan waktu fermentasi terhadap kadar karbohidrat tempe kedelai kombinasi kacang roay

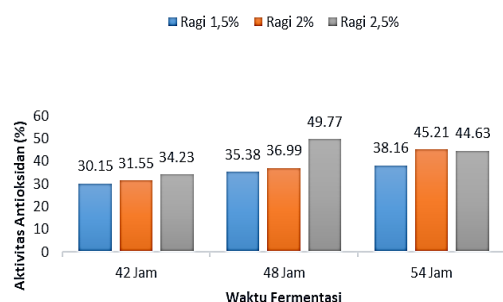
Semakin banyaknya konsentrasi ragi yang ditambahkan maka kadar karbohidrat semakin meningkat. Hal ini karena semakin banyaknya konsentrasi ragi yang ditambahkan maka akan semakin mempercepat proses fermentasi akibat aktivitas dari mikroba. Dalam kondisi ini, dinding sel hifa kapang *Rhizopus sp* sebagian besar terdiri dari polisakarida [11]. Ketika konsentrasi ragi ditingkatkan maka akan menghasilkan semakin banyak kapang *Rhizopus sp* yang tumbuh serta miselium yang terbentuk sehingga kandungan polisakarida dalam tempe akan semakin meningkat pula [14].

Semakin lamanya waktu fermentasi maka kadar karbohidrat semakin menurun. Semakin lama waktu fermentasi maka karbohidrat yang terkandung dalam biji kedelai ataupun biji roay akan digunakan oleh ragi sebagai sumber makanannya [17]. Oleh karena itu, enzim-enzim yang dihasilkan bakteri akan semakin meningkat dan perombakan pati menjadi glukosa juga akan meningkat, glukosa tersebut akan diubah menjadi alkohol dan karbohidrat menjadi asam asetat [11].

## Aktivitas Antioksidan

### Aktivitas antioksidan sampel

Senyawa isoflavon pada tempe merupakan salah satu jenis dari golongan flavonoid yang memiliki sifat antioksidan. Berdasarkan penelitian Rahma (2010) bahwa pada tempe kacang kratok (roay) mengandung senyawa isoflavon yang berperan sebagai antioksidan, begitupun pada tempe kedelai kuning [18]. Hasil analisis aktivitas antioksidan tempe yaitu berkisar 30,15%-49,77%. Hasil tersebut disajikan dalam bentuk grafik pada **Gambar 6**.



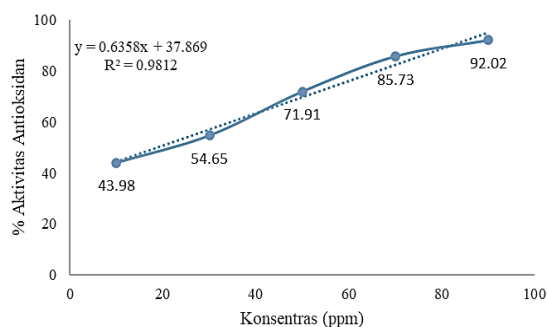
**Gambar 6.** Pengaruh konsentrasi ragi dan waktu fermentasi terhadap aktivitas antioksidan tempe kedelai kombinasi kacang roay

Dalam penelitian ini semakin banyak konsentrasi ragi maka semakin tinggi aktivitas antioksidan tempe. Peningkatan jumlah miselia yang dibentuk oleh *Rhizopus sp* selama proses fermentasi tempe mengindikasikan kenaikan antioksidan tempe [12]. Aktivitas *Rhizopus sp* menyebabkan terjadinya proses transformasi dan biosintesis senyawa aktif seperti antioksidan [19]. Keterlibatan mikroorganisme pada pembuatan tempe ini menghasilkan senyawa isoflavon dalam bentuk bebas (aglukon) dan munculnya jenis faktor II yang hanya terdapat pada tempe [20].

Semakin lama waktu fermentasi maka semakin tinggi pula aktivitas antioksidan tempe. Hal ini terjadi karena di dalam kedelai kuning mentah terdapat senyawa antioksidan yaitu isoflavon daidzein, glisitein dan genistein sedangkan pada kacang roay mentah mengandung isoflavon daidzein saja [18]. Senyawa antioksidan tersebut akan semakin kuat terbentuk jika mengalami proses fermentasi menjadi tempe. Setelah 24 jam fermentasi, isoflavon aglikon yang terkandung dalam tempe meningkat 6,5 kali dan glukosidanya turun 57% dari kedelai rebus. Biji yang difermentasi selama lebih dari 24 jam akan meningkatkan kandungan vitamin C sehingga dapat meningkatkan aktivitas antioksidannya [21].

### Aktivitas antioksidan pembeding

Kedudukan isolat tempe kedelai kombinasi kacang roay sebagai antioksidan dibandingkan dengan antioksidan yang sudah ada yaitu vitamin C sebagai antioksidan alami. Pada **Gambar 7** menunjukkan bahwa asam askorbat atau vitamin C mempunyai konsentrasi daya antioksidan (IC50) sebesar 19,080 mg/L.

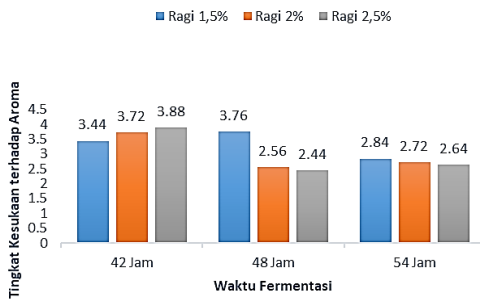


**Gambar 7.** Grafik pengujian aktivitas antioksidan pada asam askorbat sebagai larutan kontrol positif

Pengukuran absorbansi dilakukan pada panjang gelombang 517 nm. Pada saat pengukuran, nilai absorbansi yang dihasilkan mengalami penurunan, baik pada sampel maupun pada standar vitamin C. Hal tersebut terjadi karena ketika elektron pada DPPH menjadi berpasangan oleh keberadaan penangkap radikal bebas maka absorbansinya menurun secara stoikiometri sesuai jumlah elektron yang diambil [22]. Pada penelitian ini, sesaat sebelum pengukuran absorbansi berlangsung ditambahkan etanol sebagai pelarut karena dapat mengekstraksi hampir semua senyawa bahan alam yang terdapat pada tumbuhan. Selain itu campuran dibiarkan selama 30 menit agar campuran terlarut dengan sempurna dan warna yang dihasilkan lebih stabil. Vitamin C mudah mengalami oksidasi oleh radikal bebas karena mempunyai ikatan rangkap dan dengan adanya dua gugus -OH yang terikat pada ikatan rangkap tersebut, radikal bebas akan berikatan dengan atom H dan menyebabkan muatan negatif (-) pada atom O yang selanjutnya akan didelokalisasi melalui resonansi, sehingga menghasilkan senyawa yang stabil dan tidak membahayakan [23].

### Uji Organoleptik

#### Aroma

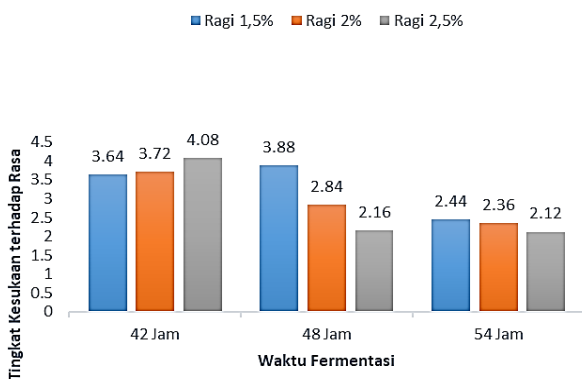


**Gambar 8.** Pengaruh konsentrasi ragi dan waktu fermentasi terhadap tingkat kesukaan aroma tempe kedelai kombinasi kacang roay

Rata-rata nilai kesukaan panelis terhadap aroma tempe yaitu berkisar antara 2,44 (agak suka) hingga 3,88 (suka) yang dapat dilihat pada **Gambar 8**.

Adanya proses fermentasi kedelai menjadi tempe, mengubah aroma kedelai yang langu menjadi aroma khas tempe. Tempe segar mempunyai aroma lembut seperti jamur yang berasal dari aroma miselium kapang bercampur dengan aroma lezat dari asam amino bebas dan aroma yang ditimbulkan karena penguraian lemak. Semakin lama waktu fermentasi berlangsung, aroma yang lembut berubah menjadi tajam karena terjadi pelepasan amonia [24]. Tempe yang memiliki kadar protein tinggi akan meningkatkan aroma tempe karena degradasi asam amino oleh *Rhizopus sp* yang semakin tinggi pula [25]. Tempe yang paling disukai aromanya memiliki kadar protein yang relatif tinggi yaitu 31,45%.

### Rasa



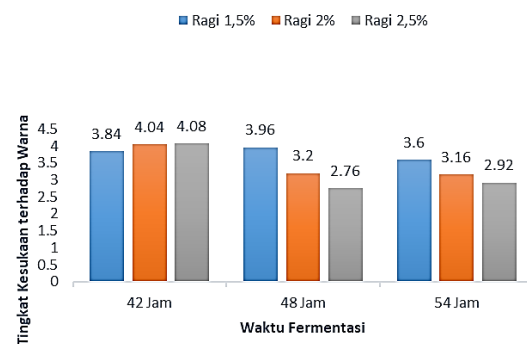
**Gambar 9.** Pengaruh konsentrasi ragi dan waktu fermentasi terhadap tingkat kesukaan rasa tempe kedelai kombinasi kacang roay

Rata-rata nilai kesukaan panelis terhadap rasa yaitu berkisar antara 2,12 (kurang suka) hingga 4,08 (suka) yang dapat dilihat pada **Gambar 9**. Rasa yang khas pada tempe

disebabkan adanya komponen-komponen yang terdegradasi dalam tempe selama berlangsungnya proses fermentasi [26]. Rasa khas tempe yang enak adalah tidak kecut. Rasa kecut yang muncul dikarenakan adanya pencucian kedelai yang kurang bersih, sehingga mempengaruhi rasa yang dihasilkan [27]. Tempe pada umumnya memiliki rasa yang gurih karena adanya kandungan protein dan lemak yang cukup tinggi pada kedelai yang kemudian dihidrolisis menjadi senyawa yang lebih sederhana. Tempe yang memiliki kadar lemak tinggi akan meningkatkan rasa tempe karena asam lemak saat oksidasi akan menghasilkan senyawa karbonil yang merupakan penyumbang rasa.

### Warna

Rata-rata nilai kesukaan panelis terhadap warna tempe yaitu berkisar antara 2,76 (cukup suka) hingga 4,08 (suka) yang dapat dilihat pada **Gambar 10**.

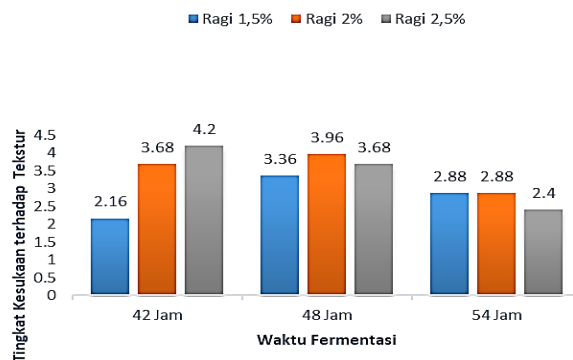


**Gambar 10.** Pengaruh konsentrasi ragi dan waktu fermentasi terhadap tingkat kesukaan warna tempe kedelai kombinasi kacang roay

Warna khas tempe adalah putih, dimana warna putih ini disebabkan adanya miselia kapang yang tumbuh pada permukaan biji kedelai. Hal ini sesuai dengan literatur bahwa tempe yang baik adalah tempe yang mempunyai bentuk kompak yang terikat oleh miselium sehingga terlihat berwarna putih dan bila diiris terlihat keping kacang kedelai dan kacang roay. Semakin tinggi kandungan air pada tempe maka dari segi warna akan semakin kurang bagus karena tempe akan mendekati tahap pembusukan sehingga misellia yang tumbuh pada tempe akan semakin menghitam [27].

### Tekstur





**Gambar 11.** Pengaruh konsentrasi ragi dan waktu fermentasi terhadap tingkat kesukaan tekstur tempe kedelai kombinasi kacang roay

Rata-rata nilai kesukaan panelis terhadap tekstur tempe yaitu berkisar antara 2,4 (kurang suka) hingga 4,2 (suka) yang dapat dilihat pada **Gambar 11**.

Adanya miselium pada tempe akan meningkatkan kerapatan masa tempe dengan cara kacang saling menyatu satu sama lain sehingga membentuk suatu masa yang kompak dan mengurangi rongga udara di dalamnya. Tempe yang paling disukai dari segi tekstur pada penelitian ini yaitu tempe dengan kadar air terendah sekitar 60,92%. Hal ini karena semakin tinggi kadar air pada tempe maka akan membuat tekstur tempe menjadi lembek bahkan mendekati proses pembusukan [27].

### Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik komposisi ragi dan waktu fermentasi pada tempe kedelai kombinasi kacang roay menggunakan metode perbandingan eksponensial. Metode ini merupakan salah satu metode pengambilan alternatif keputusan yang memiliki kriteria jamak dengan menentukan urutan prioritas [28]. Penilaian ini dilakukan dengan melihat parameter analisis nilai gizi dengan uji proksimat yaitu mencakup kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein dan kadar karbohidrat, parameter analisis aktivitas antioksidan dan parameter organoleptik yang meliputi aroma, rasa, warna dan tekstur. Perlakuan terbaik berdasarkan perhitungan ini adalah perlakuan yang memiliki total nilai skor terendah jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya berdasarkan persentase bobot yang ditentukan. Perlakuan terbaik diperoleh tempe K3L1 (Konsentrasi ragi 2,5% dengan waktu fermentasi 42 jam). Adapun perbandingan karakteristik tempe kedelai kombinasi kacang

roay jika dibandingkan dengan standar tempe disajikan pada **Tabel 1**.

Pada **Tabel 1** menunjukkan perlakuan terbaik tempe kedelai kombinasi kacang roay dengan beberapa parameter. Kadar perlakuan terbaik yaitu sebesar 60,92%, memiliki nilai di bawah batas maksimum kandungan air pada tempe menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) sehingga dapat dinyatakan memenuhi mutu standar. Selama proses fermentasi akan terjadi perubahan pada kadar air dimana setelah 24 jam fermentasi, kadar air mengalami penurunan dan setelah 40 jam mengalami peningkatan hingga 64%.

Kadar abu tempe perlakuan terbaik yaitu 0,76%. Jika dibandingkan dengan mutu SNI tempe maka kadar abu tempe kedelai kombinasi kacang roay ini masih di bawah batas maksimum sehingga perlakuan tersebut belum memenuhi syarat mutu tempe. Terjadi penurunan kadar abu disebabkan karena hilangnya kandungan abu kedelai dan kacang roay selama proses pengolahan seperti pengupasan kulit, perendaman dan perebusan.

**Tabel 1.** Karakteristik perlakuan terbaik tempe kedelai kombinasi kacang roay dengan konsentrasi ragi 2,5% dan waktu fermentasi 42 jam

Parameter	Sampel dengan perlakuan terbaik	Tempe Kedelai (SNI:2009)
Kadar Air (%)	60,92	Maks 65
Kadar Abu (%)	0,76	Maks 1,5
Kadar Lemak (%)	1,33	Min 10
Kadar Protein (%)	31,45	Min 16
Kadar Karbohidrat (%)	5,54	-
Aktivitas Antioksidan (%)	34,23	-
Organoleptik:		
Warna	4,08 (suka)	Normal
Rasa	4,08 (suka)	Normal
Aroma	3,88 (suka)	Normal
Tekstur	4,2 (suka)	Normal

Kadar protein tempe dengan perlakuan terbaik memiliki nilai yang melebihi batas minimal menurut SNI yaitu 31,45%. Kandungan protein pada tempe juga cukup tinggi jika dibandingkan dengan kandungan protein awal dari kedua jenis kacang yang digunakan. Hal ini karena semakin lama waktu fermentasi maka jumlah protein yang terdegradasi menjadi asam amino semakin besar [29].

Kadar lemak tempe pada perlakuan terbaik tidak memenuhi syarat mutu tempe menurut SNI,

dimana seharusnya kadar lemak yang terkandung dalam tempe yaitu minimal 10%. Hal ini bisa disebabkan karena kandungan lemak pada kacang roay memang relatif rendah sehingga ketika diolah menjadi tempe juga nilainya masih di bawah mutu standar. Oleh karena itu, tempe kedelai kombinasi kacang roay ini cocok untuk dikonsumsi oleh orang yang memiliki kebutuhan khusus dengan asupan lemak yang rendah.

Kadar karbohidrat pada tempe dengan perlakuan terbaik yaitu 5,54%. Kadar karbohidrat ini nilainya lebih rendah dari kadar karbohidrat yang terkandung pada tempe kedelai pada umumnya. Hal ini bisa saja disebabkan oleh pengaruh dari kacang roay yang dikombinasikan dengan kedelai sehingga karbohidrat yang terkandung jauh lebih rendah.

Aktivitas antioksidan pada perlakuan terbaik tempe kedelai kombinasi kacang roay yaitu sebesar 34,23%. Aktivitas antioksidan pada tempe ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan antioksidan pada kacang kedelai maupun kacang roay mentah. Peningkatan kadar antioksidan disebabkan oleh adanya senyawa isoflavon yang ada pada kedelai yang mampu mengubah isoflavon glukosida menjadi isoflavon aglikon dengan cara fermentasi. Semakin lama fermentasi semakin meningkat kadar antioksidannya [30].

Sedangkan parameter organoleptik yang meliputi aroma, rasa, warna dan tekstur menunjukkan nilai panelis terhadap perlakuan terbaik tempe kedelai kombinasi kacang roay yaitu suka. Hal tersebut tentu dapat menjadi salah satu parameter bahwa komposisi terpilih dari tempe kedelai kombinasi kacang roay dapat diterima di kalangan masyarakat.

## SIMPULAN

Konsentrasi ragi dan waktu fermentasi memberikan pengaruh nyata terhadap nilai gizi, aktivitas antioksidan dan karakteristik sensoris tempe kedelai kombinasi kacang roay (*Phaseolus lunatus* L). Perlakuan terbaik tempe diperoleh dengan penambahan konsentrasi ragi 2,5% dan waktu fermentasi 42 jam yaitu memiliki kadar air 60,92%, kadar abu 0,76%, kadar lemak 1,33%, kadar protein 31,45% dan kadar karbohidrat 5,54%, aktivitas antioksidan 34,23% serta berdasarkan uji organoleptik lebih disukai dan dapat diterima di kalangan masyarakat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Bapak Dr. Asep Supriadin, M.Si. dan Ibu

Assyifa Junitasari, S.Pd., M.Si. selaku dosen pembimbing. Serta kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penulisan jurnal ilmiah ini.

## REFERENSI

- [1] Aryanta, I.W.R., "Manfaat Tempe Untuk Kesehatan," *E-Jurnal Widya Kesehatan*, vol. 2, no. 1, p. 44, 2019.
- [2] Yuniastuti, Ari, "Gizi dan Kesehatan," Yogyakarta, Graha Ilmu, 2008, pp. 95-102.
- [3] Badan Pusat Statistik, "Rata-rata Konsumsi Per Kapita Seminggu Beberapa Macam Bahan Makanan Penting," Badan Pusat Statistik, 03 November 2021.[Online].Available:<https://www.bps.go.id/statictable/2014/09/08/950/rata-rata-konsumsi-per-kapita-seminggu-beberapa-macam-bahan-makanan-penting-2007-2017.html>. [Diakses 06 Desember 2021].
- [4] Diniyah, N., W.S Windrati, dan Maryanto,"Pengembangan Teknologi Pangan Berbasis Koro-koroan Sebagai Bahan Pangan Alternatif Pensubstitusi Kedelai". *Prosiding Seminar Nasional, Veteran, UPN*, 2013.
- [5] Budianti, A., "Pengaruh Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi Terhadap Sifat Kimia dan Organoleptik Tempe Kedelai Hitam (*Glycine soja*)," *Skripsi, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang*, 2018.
- [6] Khalid, A., "Karakteristik Fisik, Kimia dan Organoleptik Koro Kratok Putih (*Phaseolus lunatus*) sebagai Pensubstitusi Tempe Kedelai", *Skripsi, Universitas Jember, Jember*, 2016.
- [7] Muslikhah, S., Anam, C. & Andriani, M., "Penyimpanan tempe dengan metode modifikasi atmosfer (modified atmosphere) untuk mempertahankan kualitas dan daya simpan," *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(3), 51-60, 2013.
- [8] Mukhoyaroh, H., "Pengaruh Jenis Kedelai, Waktu dan Suhu Pemeraman Terhadap Kandungan Protein Tempe Kedelai," *Florea: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, Vol. 2, No. 2, 2015.
- [9] Sapitri, Y., Utami, S, H., Agung, W., "Pengaruh Ragi Tempe dengan variasi Substrat Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata*) dan Kacang Kedelai (*Glycine max* (L) Merril.) serta Dosis Ragi Tempe terhadap Kualitas Tempe Kedelai," *Jurnal Ilmu Hayat*, Vol 2, No. 1, 2018.

- [10] Badan Standarisasi Nasional, SNI 3144:2009. *Tempe Kedelai*. Jakarta: BSN.
- [11] Wang Hasselaine, Swain and Hasseltine, "Mass production of *Rhizopus oligosporus* spores and their application in tempeh fermentation," *Journal Food Science*, Vol. 40, 1975, pp. 168-170.
- [12] Kasmidjo, R.B., *Tempe: Mikrobiologi dan Kimia Pengolahan serta Pemanfaatannya*, PAU Pangan dan Gizi UGM, Yogyakarta, 1990.
- [13] Astuti, M., Meliala, A., dan Dalais, F, S., "Tempe, A Nutritions and Healthy Food From Indonesia," *Asia Pacific Journal Clinic Nutrition*, 2000.
- [14] Yulia, R., Arif, H., Amri, A., dan Sholihati, S., "Pengaruh Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi terhadap Kadar Air, Kadar Protein dan Organoleptik pada Tempe dari Biji Melinjo (*Gnetum gnemon L.*)," *Jurnal Ilmiah dan Penerapan Keteknik Pertanian*, Vol 12, No. 1, 2019.
- [15] Muthmainna, Sri Mulyani, S., dan Supriadi, "Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Protein dari Tempe Biji Buah Lamtoro Gung (*Leucaena leucocephala*)," *Jurnal Akademika Kimia*, 5(1): 50-54, 2016.
- [16] Darajat, D. P., Susanto, W. H. & Purwantiningrum, I., "Pengaruh Umur Fermentasi Tempe dan Proporsi Dekstrin terhadap Kualitas Susu Tempe Bubuk," *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(1), 47-53, 2014.
- [17] Radiati, A., dan Sumarto, "Analisis Sifat Fisik, Sifat Organoleptik, dan Kandungan Gizi pada Produk Tempe dari Kacang Non-Kedelai," *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 5(1), 2016.
- [18] Rahma, H., "Karakterisasi Senyawa Bioaktif Isoflavon dan Uji Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Etanol Tempe Berbahan Baku Kedelai Hitam (*Glycine Soja*), Koro Hitam (*Lablab Purpureus. L.*), Dan Koro Kratok (*Phaseolus Lunatus. L.*)". *Tesis*, Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 2010.
- [19] Balasaheb, N., and Dipankar, P, "Free Radicals, Natural Antioxidants, and The Irreaction Mechanisms," *Royal Society Journal Of Chemistry*, Vol. 35, 2015.
- [20] Lacerda, R.R., Edilza S.N., José T.J.G.L., Luciano, S.P., Caroline, R., Mirna, M.B., Isabela, R.P., Samuel, M.P.F., Vicente, P.T.P., Gerardo, C.F., Carlos, A.A.G., Tatiane, S.G., "Lectin from seeds of a Brazilian lima bean variety (*Phaseolus lunatus L. var. cascavel*) presents antioxidant, antitumour and gastroprotective activities," *International Journal of Biological Macromolecules*, Vol. 95, pp. 1072-1081, 2017.
- [22] Jha Hem, Kiriakidis, Hoppe Michael and Egge, "Antioxidative Constituents of Tempe," dalam *Sudarmadji, S., Suparmo dan Raharjo, S. Reiventing the Hidden Miracle of Tempe, Proceeding International Tempe Symposium*, Bali, Indonesian Tempe Foundation, pp. 73-84, 1997.
- [24] F.O. Adetuyi, T.A. Ibrahim, "Effect of Fermentation Time on the Phenolic, Flavonoid and Vitamin C Contents and Antioxidant Activities of Okra (*Abelmoschus esculentus*) Seeds," *Nigerian Food Journal*, Volume 32, Issue 2, p 128-137, 2014.
- [23] Shalaby Emad Ahmed and Shanab Sanaa, "Antioxidant Compounds, Assays of Determination and Mode of Action," *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, vol. 7, no. 10, pp. 528-239, 2013.
- [24] Jelen, H., Majcher, M., Ginja, A., Kuligowski, M., Determination of Compounds Responsible for Tempeh Aroma, *Journal of Food Chemistry*, 141(1), 459-465, 2013.
- [25] Jayanti, E, T., "Kandungan Protein Biji dan Tempe Berbahan Dasar Kacang-Kacangan Lokal (*Fabaceae*) Non Kedelai (*Seeds and Tempeh Protein Content From Non Soybean Fabaceae*)," *Bioscientist: jurnal Ilmiah Biologi*, Vol. 7, No.1, 2019.
- [26] Gunawan-Puteri, M.D.P.T., Tia R.H., Elisabeth, K.P., Christofora, H.W., Anthony N.M., "Sensory Characteristics of Seasoning Powders from Overripe Tempeh, a Solid State Fermented Soybean," *Procedia Chemistry*, Vol. 14, pp 263-269, 2015.
- [27] Priatni, S., Anastasia, F.D., Leonardus, B.S.K., Vijay, J., "Quality and Sensory Evaluations of Tempe Prepared From Various Prticle Size of Lupin Beans," *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, Vol. 24 (2): 209-214, 2013.
- [28] Wulandari, N., dan Chriswahyudi, "Metode Perbandingan Eksponensial

- (MPE) Untuk Menentukan Supplier Dan Activity Based Costing (ABC) Untuk Menentukan Produk Yang Menguntungkan Serta Uji Hedonik Untuk Mengetahui Pengaruh Bahan Baku Dari Supplier Yang Berbeda Terhadap Organoleptik Produk Di Pt. XYZ," *Jurnal Teknik Industri*, 002, 2018.
- [29] Onyango, C. A., Ochanda, S. O., Mwasaru, M. A., Ochieng, J. K., Mathooko, F. M. & Kinyuru, J. N. (2013). Effects of malting and fermentation on anti-nutrient reduction and protein digestibility of red sorghum, white sorghum and pearl millet. *Journal of Food Research*, 2(1), 41-49, 2013.
- [30] Dajanta, K., Janpum, P., Leksing, W., "Antioxidant capacities, total phenolics and flavonoids in black and yellow soybeans fermented by *Bacillus subtilis*: A comparative study of Thai fermented soybeans," *International Food Research Journal*, 20(6): 3125-3132, 2013.