

Formulasi kacang koro pedang (*Canavalia ensiformis*) dan kacang kedelai (*Glycine max L.*) terhadap total kapang, total khamir, dan sifat sensori tempe mosaccha

*Formulation of jack beans (*Canavalia ensiformis*) and soybeans (*Glycine max L.*) on total molds, total yeasts, and sensory properties of mosaccha tempeh*

Annisa Syamsiana, Samsul Rizal*, Maria Erna Kustyawati dan Sussi Astuti
Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Jl. Prof.
Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No. 1, Lampung

Tanggal masuk: 24 Agustus 2021

Tanggal diterima: 14 September 2024

Abstract

The level of local legume consumption in Indonesia is low. One way to increase it is through food diversification by creating modified tempeh from non-soybeans. Jack bean can be used as an additional raw material in soy tempeh production because it has a nutritional content almost comparable to soybeans. This research aims to determine the formulation of jack beans and soybeans with the addition of the best variation of mosaccha tempeh yeast concentration. The research consists of two factors: the first factor is the formulation ratio of jack beans to soybeans (K), which includes 0%:100% (K1), 25%:75% (K2), 50%:50% (K3), 75%:25% (K4), and 100%:0% (K5) by weight; the second factor is the concentration of mosaccha tempeh yeast (R), which includes 0.2% (R1), 0.4% (R2), and raprima yeast (control) at 0.2% (R3) by weight. The observation parameters are total mold, total yeast, sensory properties (color, aroma, texture, taste, and overall acceptance), beta-glucan content, protein content, fat content, moisture content, ash content, crude fiber content, and carbohydrate content. The results show that the best treatment was 75% jack beans and 25% soybeans with the addition of 0.4% mosaccha yeast (K4R2), based on effectiveness index results with total mold count of 6.93 Log CFU/g; total yeast count of 8.76 Log CFU/g; color score of 4 (white with mycelium covering almost the entire surface of the tempeh); aroma score of 4 (distinct tempeh smell, slightly rancid, sweet); texture score of 4 (compact, easy to slice); taste score of 4 (liked); overall acceptance score of 3 (somewhat liked); beta-glucan content of 0.941%; protein content of 33.31%; fat content of 8.66%; moisture content of 68.74%; ash content of 1.52%; crude fiber content of 2.09%; and carbohydrate content of 14.72%.

Keywords: jack beans, mosaccha yeast, soybeans, tempeh

Abstrak

Tingkat konsumsi kacang-kacangan lokal di Indonesia rendah. Salah satu cara untuk meningkatkannya adalah diversifikasi pangan dengan cara membuat tempe modifikasi dari kacang non-kedelai. Kacang koro pedang dapat digunakan sebagai bahan baku tambahan dalam pembuatan tempe kedelai karena memiliki kandungan gizi yang hampir sama dengan kacang kedelai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui formulasi kacang koro pedang dan kacang kedelai dengan penambahan variasi konsentrasi ragi tempe mosaccha terbaik. Penelitian terdiri dari dua faktor, faktor pertama adalah formulasi perbandingan kacang koro pedang dan kacang kedelai (K) yaitu 0%:100% (K₁), 25%:75% (K₂), 50%:50% (K₃), 75%:25% (K₄), 100%: 0% (K₅) b/b dan faktor kedua adalah konsentrasi ragi tempe mosaccha (R) yaitu 0,2% (R₁) dan 0,4% (R₂) serta ragi raprima (kontrol) 0,2% (R₃) b/b. Parameter pengamatan adalah total kapang, total khamir, sifat sensori (warna, aroma, tekstur, rasa, dan penerimaan keseluruhan), kadar beta-glukan, kadar protein, kadar lemak, kadar air, kadar abu, kadar serat kasar, dan kadar karbohidrat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik 75% koro pedang : 25% kedelai dengan penambahan ragi mosaccha 0,4% (K4R2) berdasarkan hasil indeks efektivitas dengan jumlah total kapang 6,93 Log CFU/g; jumlah total khamir 8,76 Log

CFU/g; skor warna 4 (putih dan miselium menyelimuti hampir seluruh permukaan tempe); skor aroma 4 (khas tempe sedikit langu, harum manis); skor tekstur 4 (kompak, mudah diiris); skor rasa 4 (suka); skor penerimaan keseluruhan 3 (agak suka); kadar beta-glukan 0,941%; kadar protein 33,31%, kadar lemak 8,66%; kadar air 68,74%, kadar abu 1,52%; kadar serat kasar 2,09%; kadar karbohidrat 14,72%.

Kata kunci: kacang kedelai, kacang koro pedang, ragi mosaccha, tempe

Pendahuluan

Tempe adalah makanan tradisional Indonesia hasil fermentasi kacang kedelai dengan jamur *Rhizopus sp.* Aspek penting kedelai sebagai sumber pangan dapat ditinjau dari kandungan gizi yang terdapat pada bijinya. Kedelai kering mengandung protein 35-40%, minyak 19%, karbohidrat 35% (serat makanan 17%), mineral 5% dan beberapa komponen lainnya termasuk vitamin, isoflavon, kalsium, zat besi, seng, fosfor, magnesium, tiamin, riboflavin, niasin dan asam folat (Kanchana et al. 2016). Proses fermentasi kedelai menjadi tempe mampu meningkatkan kandungan isoflavon tempe, sehingga tempe mempunyai fungsi sebagai makanan fungsional yang lebih tinggi dibanding dengan kacang kedelai mentah (Utari et al. 2010). Isoflavon berfungsi sebagai senyawa antioksidan, yaitu dapat melindungi sel-sel dari kerusakan karena radikal bebas (Leong & Shui, 2002).

Umumnya tempe berbahan baku kacang kedelai, namun tempe dapat dibuat dari berbagai kacang-kacangan lokal lain yang belum tereksplor secara luas (Safitry et al. 2021). Hal ini penting mengingat konsumsi kacang-kacangan lokal masih rendah dengan tingkat diversifikasi pangan yang juga rendah. Diversifikasi pangan adalah proses pengembangan dan peningkatan variasi pangan yang tersedia untuk konsumen, yang dapat meningkatkan pilihan konsumsi pangan yang lebih sehat dan berkelanjutan (Sutrisno, 2023). Contoh nyata dari diversifikasi pangan adalah

tempe modifikasi dari kacang non-kedelai. Radianti & Sumanto (2016), menyatakan bahwa saat ini sudah banyak dilakukan modifikasi tempe selain dari kacang kedelai, seperti tempe berbahan baku kacang bogor, kacang hijau, kacang merah, kacang tanah dan kacang koro pedang. Kacang-kacangan ini dipilih karena memiliki kandungan gizi dan sifat fungsional yang hampir sama dengan kacang kedelai, sehingga mampu memperluas pilihan konsumsi pangan yang lebih bervariasi dan bergizi bagi masyarakat.

Kacang koro pedang merupakan jenis polong-polongan yang memiliki kandungan protein dan karbohidrat tinggi. Biji koro pedang mengandung protein 30,96%, lemak 3,60% lebih rendah dibanding dengan kacang kedelai (18,1%), karbohidrat 56,51% lebih tinggi dibanding kacang kedelai (34%), serat 1,15%, kadar air 5,75%, kadar abu 3,18%, dan pati 37,94% (Diniyah et al. 2013). Kacang koro merupakan pedang sumber makanan yang baik untuk vitamin B1 atau tiamin, zat besi, tembaga, fosfor, kalium dan magnesium (Susanti et al. 2013). Kacang koro pedang mengandung senyawa fenolik dan flavonoid (Doss et al. 2011; Widiyantara et al. 2018). Kandungan asam sianida (HCN) pada kacang koro pedang mentah adalah 11,2 mg/100 g atau setara dengan 112 ppm (Akapunam & Dedeh, 1997). Namun, perlakuan perendaman dan fermentasi mampu mengurangi kandungan HCN sehingga aman untuk dikonsumsi (Soetan & Oweyole, 2009). Penelitian mengenai fermentasi kacang koro pedang menjadi

Formulasi kacang koro pedang (*Canavalia ensiformis*), Syamsiana et al

tempe telah dilakukan oleh (Diniyah et al. 2014; Kusumawardhani, 2015; Istiani et al. 2015). Tempe koro pedang mengandung kadar air 51,49-65,08%, kadar abu 1,53-2,05%, lemak 5,63-7,10%, protein 16,21-19,79%, karbohidrat 8,32-20,16% (Diniyah et al. 2014). Menurut Istiani et al. (2015), kacang koro pedang yang difermentasi menjadi tempe mengandung isoflavon dan dapat menghasilkan aktivitas antioksidan lebih tinggi (60,40-77,32%) dari kacang mentah (47,13%).

Fermentasi tempe kedelai umumnya melibatkan kapang *Rhizopus sp.* sehingga menghasilkan tempe berwarna putih dan berbentuk padat yang berasal dari miselium yang tumbuh dan mengikat biji kacang antar biji kacang lainnya. Semakin banyak miselium kapang yang tumbuh maka tekstur tempe juga semakin kokoh. Miselium dapat meningkatkan kerapatan massa tempe membentuk massa yang kompak (Istiana, 2010). *Rhizopus sp.* yang berperan utama dalam pembuatan tempe adalah *R. oligosporus*. Kapang tersebut mampu memproduksi beberapa enzim yaitu enzim protease, beta-glukosidase, dan lipase (Suknia, 2020). Enzim yang paling banyak dihasilkan *R. oligosporus* jika dibandingkan kapang lainnya adalah enzim protease dan lipase (Astawan dkk., 2017). Enzim protease menghidrolisis protein pada kedelai menjadi asam amino dan peptida rantai pendek yang mudah larut dalam air sehingga daya cerna protein lebih tinggi dibanding mengonsumsi kacang kedelai (Sari & Mardiyah, 2020). Kapang tersebut juga menghasilkan enzim lipase yang mampu menghidrolisis lemak menjadi asam-asam lemak pada tempe kedelai (Setyani et al. 2017).

Era ini sudah banyak dilakukan penelitian dan pengembangan berbagai

inovasi guna meningkatkan nilai gizi dan fungsional tempe. Salah satunya adalah penelitian oleh Rizal dan Kustyawati (2019) dengan melakukan modifikasi inokulum atau ragi tempe dengan cara penambahan khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Menurut Rizal et al. (2021), penambahan *Saccharomyces cerevisiae* dalam pembuatan tempe mempengaruhi sifat sensori tempe. Pembuatan roti *Saccharomyces cerevisiae* mampu menghasilkan enzim invertase yang dapat memfermentasi karbohidrat. Enzim invertase ini akan memecah sukrosa menjadi fruktosa dan glukosa serta mengubah glukosa menjadi alkohol dan CO₂. Dalam pembuatan tempe, *Saccharomyces cerevisiae* dapat menghasilkan enzim amilase yang dapat merombak karbohidrat pada koro pedang dan kedelai dari karbohidrat kompleks (polisakarida) menjadi gula lebih sederhana (monosakarida). Selain itu, penambahan *Saccharomyces cerevisiae* mampu menghasilkan tempe mengandung senyawa beta-glukan (Rizal et al., 2021). Hal ini karena dinding sel *Saccharomyces cerevisiae* mengandung beta-glukan. Senyawa beta-glukan (C₁₈H₃₂O₁₆) merupakan senyawa polisakarida yang dapat memberikan manfaat kesehatan antara lain sebagai imunomodulator yang dapat membantu memperbaiki fungsi sistem imun (Lestari & Susanti, 2020).

Ragi tempe mosaccha (*modified by Saccharomyces*) adalah ragi yang mengandung kapang *Rhizopus oligosporus* dan khamir *Saccharomyces cerevisiae* dengan substrat tepung beras yang berbentuk bubuk kering sedangkan ragi raprima adalah ragi yang hanya mengandung kapang *Rhizopus sp.* dan sudah banyak digunakan pada tempe kedelai dipasaran. Penambahan ragi

mosaccha pada tempe kedelai mempengaruhi kenampakan dan flavour tempe (Rizal et al. 2017) serta menghasilkan tempe kedelai mengandung senyawa beta-glukan (Rizal et al. 2018). Konsentrasi ragi mosaccha juga mempengaruhi kualitas tempe yang dihasilkan. Tujuan dilakukan penelitian ini untuk mengetahui formulasi perbandingan kacang koro pedang-kedelai dengan penambahan variasi konsentrasi ragi mosaccha terbaik berdasarkan uji total kapang, total khamir, dan uji sensori tempe mosaccha serta mengetahui kandungan beta-glukan dan proksimat (kadar air, abu, protein, lemak, serat kasar dan karbohidrat) dari formulasi kacang koro pedang dan kacang kedelai dengan penambahan ragi mosaccha terbaik.

Bahan dan metode

Bahan dan alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kacang kedelai impor yang didapatkan dari Pasar Natar, Lampung Selatan, kacang koro pedang yang didapatkan dari *e-commerce*, kultur *Saccharomyces cerevisiae* dan *Rhizopus oligosporus* dalam bentuk ragi mosaccha, kultur *Rhizopus spp.* dalam bentuk ragi komersial (Raprima), NaOH, CH₃COOH 0,5 M, Na₂C₂O₄, H₂SO₄, akuades, ethanol, MEA, PDA, NaCl.

Alat yang digunakan dalam pembuatan tempe adalah kompor, nampan, baskom, sendok, timbangan digital, saringan peniris, panci, pisau, plastik, gelas ukur, alat pengukus. Alat yang digunakan dalam penelitian atau analisis ini adalah autoklaf, spatula, cawan petri, loyang, timbangan analitik, gelas ukur, gelas beker, tabung reaksi, rak tabung, *stopwatch*, erlenmeyer, alumunium foil, desikator, vortex, sentrifuge, kertas saring, penjepit, cawan, serta alat analisa lainnya.

Metode penelitian

Penelitian terdiri dari dua faktor yaitu faktor pertama adalah formulasi perbandingan kacang koro pedang dan kacang kedelai (K) yaitu 0%:100% (K₁), 25%:75% (K₂), 50%:50% (K₃), 75%:25% (K₄), 100%: 0% (K₅) b/b dan faktor kedua adalah konsentrasi ragi tempe mosaccha (R) yaitu 0,2% (R₁) dan 0,4% (R₂) serta ragi raprima (kontrol) 0,2% (R₃) b/b. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak dua kali sehingga diperoleh 30 unit percobaan. Data yang diperoleh disajikan secara deskriptif dalam bentuk grafik dan tabel.

Pelaksanaan penelitian

(1) Pembuatan ragi tempe mosaccha

Pembuatan ragi tempe mosaccha dilakukan mengikuti prosedur yang dilakukan Rizal *et al* (2023). Tepung beras disterilisasi dengan suhu 121°C selama 15 menit. Tepung beras ditimbang dan ditambah aquades sebanyak 1:5 hingga adonan dapat dibentuk tetapi tidak terlalu basah dan dihomogenkan. Selanjutnya adonan diinokulasi dengan *Rhizopus oligosporus* dan *Saccharomyces cerevisiae* 3% yang masing-masing telah dihitung dan mengandung 10⁷ sel/mL, kemudian dihomogenkan dan diinkubasi selama 96 jam dengan suhu 28°C, lalu dikeringkan dengan oven selama 24 jam dengan suhu 37 °C, kemudian dilakukan penghalusan dengan menggunakan blender.

(2) Persiapan kacang koro pedang

Persiapan kacang koro pedang dilakukan mengikuti prosedur penelitian Diniyah dkk. (2014) yang telah dimodifikasi. Kacang koro pedang kering sebanyak ±2 kg disortir dan dibersihkan. Selanjutnya, kacang koro pedang direndam dalam air selama 48 jam dan air rendaman diganti setiap pagi dan sore. Tujuan perendaman ini adalah agar

Formulasi kacang koro pedang (*Canavalia ensiformis*), Syamsiana et al

dapat menghilangkan senyawa HCN yang terkandung pada koro pedang, serta berfungsi untuk hidrasi sehingga menyebabkan ukuran kacang koro pedang menjadi lebih besar. Kacang koro dicuci dan direbus selama 30 menit tujuannya adalah untuk melunakkan jaringan kacang koro pedang sehingga mudah dikupas kulitnya. Kacang koro yang telah dikupas kulit arinya lalu dicuci dan dipotong menjadi 6-8 bagian, kemudian kacang koro direndam kembali selama 24 jam tujuannya adalah untuk memberikan kondisi asam pada kacang koro sehingga kapang dapat tumbuh dengan optimal. Setelah pengasaman, kacang koro direbus selama ± 30 menit dan didinginkan.

(3) Persiapan kacang kedelai

Pengolahan kacang kedelai dilakukan mengikuti prosedur yang diterapkan di rumah tempe Indonesia. Kacang kedelai kering sebanyak ± 2 kg dicuci dan direndam selama 2 jam, kemudian direbus pada suhu 100°C selama ± 30 menit. Setelah perebusan, kacang kedelai dikupas kulit arinya dan direndam selama 24 jam dengan air rebusan tersebut. Kacang kedelai direbus kembali pada suhu 100°C selama 30 menit kemudian didinginkan pada suhu ruang (30°C).

(4) Pembuatan tempe koro pedang-kedelai

Pembuatan tempe didasarkan penelitian Kusumawardhani (2015) yang telah dimodifikasi. Kacang koro pedang dan kacang kedelai yang telah disiapkan dilakukan pencampuran dengan perlakuan 0%:100% (K_1), 25%:75% (K_2), 50%:50% (K_3), 75%:25% (K_4), 100%: 0% (K_5) b/b. Lalu ditambahkan ragi tempe mosaccha (R) dengan konsentrasi yaitu 0,2% (R_1) dan 0,4% (R_2) serta ragi raprima (kontrol) 0,2% (R_3) b/b. Selanjutnya dibungkus dengan menggunakan plastik *polyethylene* (PE) dengan ukuran 11x10x3 cm, dan dilubangi

(aerasi) lalu disimpan selama 40 jam pada suhu ruang ($T 30^{\circ}\text{C}$).

Parameter penelitian

(1) Uji Total Kapang

Perhitungan jumlah total kapang pada tempe menggunakan prosedur pada penelitian Rizal *et al.* (2023). Media yang digunakan adalah media tumbuh *Potato Dextrose Agar* (PDA). Tempe pada semua perlakuan diambil sampel sebanyak 1 g dan dicampurkan dengan NaCl 0,85% hingga homogen, kemudian dibuat pengenceran dari 10^{-1} sampai 10^{-6} . Selanjutnya, diambil masing-masing sebanyak 1 mL dari tiga pengenceran terakhir. Dilakukan penanaman mikroba pada media PDA dengan menggunakan metode cawan tebar pada permukaan (*surface plate count*) secara duplo. Berikutnya, diinkubasi pada suhu 32°C selama 48-72 jam. Tahap terakhir dilakukan perhitungan jumlah total kapang.

(2) Uji Total Khamir

Perhitungan jumlah total khamir pada tempe menggunakan prosedur pada penelitian Rizal *et al.* (2023). Media yang digunakan adalah media tumbuh *Malt Extract Agar* (MEA). Tempe pada semua perlakuan diambil sampel sebanyak 1 g dan dicampurkan dengan NaCl 0,85% hingga homogen, kemudian dibuat pengenceran dari 10^{-1} sampai 10^{-7} . Selanjutnya, diambil masing-masing sebanyak 1 mL dari tiga pengenceran terakhir. Dilakukan penanaman mikroba pada media MEA dengan menggunakan metode cawan tebar pada permukaan (*surface plate count*) secara duplo. Berikutnya, diinkubasi pada suhu 32°C selama 48 jam. Tahap terakhir dilakukan perhitungan jumlah total khamir.

(3) Uji Sensori

Uji sensori tempe koro pedang-kedelai ini menggunakan tempe mentah dengan dilakukan menggunakan metode skoring dan hedonik. Pengujian ini dilakukan dengan cara panelis diminta memberikan

nilai sesuai dengan penilaian terhadap atribut sensori yang dinilai yaitu warna, aroma, dan tekstur dengan metode skoring serta rasa dan penerimaan keseluruhan dengan metode hedonik. Panelis untuk metode skoring adalah panelis semi terlatih sebanyak 25 orang dan metode hedonik adalah panelis tidak terlatih sebanyak 50 panelis. Sampel berupa tempe koro pedang-kedelai diberi kode tiga angka acak disajikan kepada panelis. Panelis diminta untuk menilai menurut tingkat kesukaannya. Penyajian sampel dilakukan dengan cara sampel tempe dipotong-potong dadu lalu diletakkan dalam piring kecil dan diberi label kode tiga angka acak.

- (4)Kadar beta-glukan (Kusmiati et al., 2007)
- (5)Kadar air (AOAC, 2016)
- (6)Kadar protein (AOAC, 2016)
- (7)Kadar lemak (AOAC, 2016)
- (8)Kadar abu (AOAC, 2016)

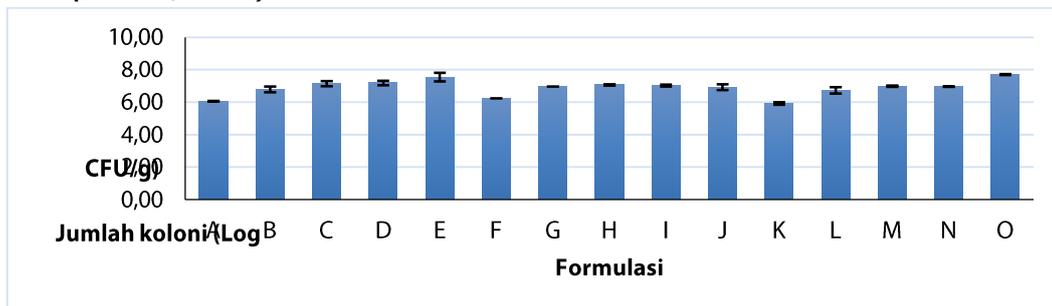
(9)Kadar serat kasar (SNI 01-2891-1992)

(10)Kadar karbohidrat (Winarno, 2009)

Hasil dan pembahasan

Total kapang

Mikroba utama yang berperan dalam pembuatan tempe adalah kapang jenis *Rhizopus oligosporus*. Pengujian total kapang diperlukan dalam penelitian ini karena *Rhizopus oligosporus* adalah mikroba yang paling berperan pada proses fermentasi tempe. Perlakuan O (K5R3) dan E (K5R1) memiliki nilai total kapang tertinggi yaitu 7,70 Log CFU/g dan 7,55 Log CFU/g. Nilai terendah diperoleh perlakuan K (K1R3) dengan nilai total kapang yaitu 5,92 Log CFU/g. Perlakuan E (K5R1) dan O (K5R3) berbeda dengan perlakuan A (K1R1), F (K1R2), dan K (K1R3). Hasil total kapang tempe koro pedang-kedelai disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Total kapang tempe koro pedang-kedelai dengan berbagai formulasi dan konsentrasi penambahan ragi mosaccha

Keterangan:

- A= K1R1 (Tempe koro pedang 0%: kedelai 25%, ragi mosaccha 0,2%)
- B= K2R1 (Tempe koro pedang 25%: kedelai 75%, ragi mosaccha 0,2%)
- C= K3R1 (Tempe koro pedang 50%: kedelai 50%, ragi mosaccha 0,2%)
- D= K4R1 (Tempe koro pedang 75%: kedelai 25%, ragi mosaccha 0,2%)
- E= K5R1 (Tempe koro pedang 100%: kedelai 0%, ragi mosaccha 0,2%)
- F= K1R2 (Tempe koro pedang 0%: kedelai 100%, ragi mosaccha 0,4%)
- G= K2R2 (Tempe koro pedang 25%: kedelai 75%, ragi mosaccha 0,4%)
- H= K3R2 (Tempe koro pedang 50%: kedelai 50%, ragi mosaccha 0,4%)
- I= K4R2 (Tempe koro pedang 75%: kedelai 25%, ragi mosaccha 0,4%)
- J= K5R2 (Tempe koro pedang 100%: kedelai 0%, ragi mosaccha 0,4%)
- K= K1R3 kontrol (Tempe koro pedang 0%: kedelai 100%, ragi raprima 0,2%)
- L= K2R3 kontrol (Tempe koro pedang 25%: kedelai 75%, ragi raprima 0,2%)
- M= K3R3 kontrol (Tempe koro pedang 50%: kedelai 50%, ragi raprima 0,2%)
- N= K4R3 kontrol (Tempe koro pedang 75%: kedelai 25%, ragi raprima 0,2%)
- O= K5R3 kontrol (Tempe koro pedang 100%: kedelai 0%, ragi raprima 0,2%)

Gambar 1 menunjukkan bahwa tempe kacang kedelai yang diberi penambahan kacang koro pedang menghasilkan total

kapang lebih tinggi dibanding tempe 100% kacang kedelai. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa tempe dengan

Formulasi kacang koro pedang (*Canavalia ensiformis*), Syamsiana et al

perlakuan 100% kacang koro pedang memiliki nilai total kapang lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya. Pertumbuhan *R. oligosporus* dipengaruhi berbagai faktor yaitu kondisi pH, temperatur, dan jenis substrat (Huang et al. 2005 dalam Surbakti et al. 2022). Substrat yang paling tepat untuk pertumbuhan kapang tempe adalah nasi, karena mengandung kadar air dan karbohidrat tinggi sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan kapang (Yusuf, 1985 dalam Surbakti et al. 2022). Kacang koro pedang kering/100 g memiliki kandungan karbohidrat lebih tinggi (56,51%) dibanding kacang kedelai (34%) (Diniyah et al. 2013).

R. oligosporus merupakan salah satu jenis kapang yang menghasilkan enzim amilase. Selama proses fermentasi dalam keadaan aerob, *R. oligosporus* menghasilkan enzim amilase ekstraselular yang mampu memecah karbohidrat berupa pati menjadi senyawa lebih sederhana yaitu maltosa dan glukosa (Crueger & Grueger, 1984). Senyawa tersebut dapat digunakan sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan kapang. Penelitian Surbakti et al. (2022), menunjukkan bahwa tepung jagung mampu menghasilkan ragi tempe dengan total kapang paling tinggi, kemudian diikuti oleh ragi dengan substrat tepung beras, tepung terigu, tepung kedelai dan tapioka. Hal ini berkaitan dengan kandungan nutrisi pada tiap substrat yaitu tepung jagung memiliki kadar karbohidrat tertinggi sebesar 91 g, diikuti oleh tepung beras 80 g, tepung terigu 75 g, tepung kedelai 29,9 g, dan tapioka 22 g.

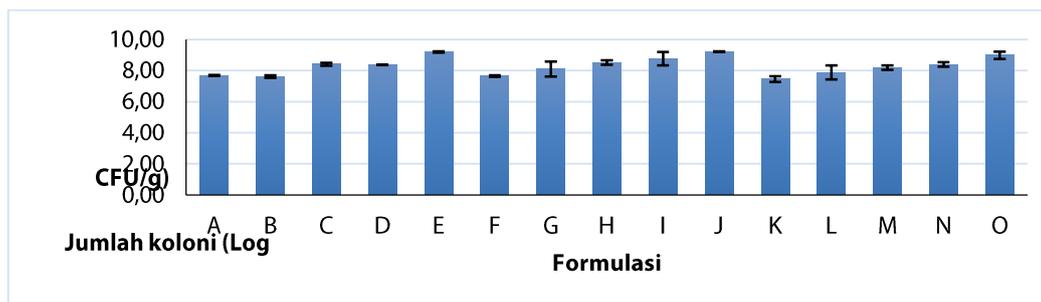
Penelitian Wahono et al. (2016), menyatakan bahwa penambahan inokulum ragi dan lama proses fermentasi yang berlangsung memengaruhi

penurunan kadar asam sianida (HCN) kacang koro pedang dan meningkatkan jumlah total kapang tempe. Menurut Kobawila et al. (2005), proses fermentasi cassava asam sianida (HCN) mampu diturunkan karena adanya aktivitas perombakan senyawa nitrogen yang lebih sederhana dibandingkan dengan senyawa kompleks protein oleh kapang. Kandungan asam sianida (HCN) pada kacang koro pedang mentah adalah 11,2 mg/100 g atau setara dengan 112 ppm (Akapunam & Dedeh, 1997). HCN adalah zat beracun yang secara alami terdapat pada kacang koro pedang.

Total khamir

Total khamir tempe formulasi kacang koro pedang dan kacang kedelai dengan penambahan ragi mosaccha perlu diamati karena ragi mosaccha yang ditambahkan mengandung *Saccharomyces cerevisiae*. Gambar 2 menunjukkan perlakuan E (K5R1) dan J (K5R2) memiliki nilai total khamir tertinggi yaitu 9,20 Log CFU/g dan 9,21 Log CFU/g. Nilai total khamir terendah adalah perlakuan K (K1R3) dengan nilai sebesar 7,44 Log CFU/g. Perlakuan tempe koro pedang 100% memiliki jumlah total khamir tertinggi dibanding perlakuan lain. Semakin tinggi konsentrasi kacang koro pedang maka semakin tinggi jumlah total kapang tempe yang dihasilkan. Kacang koro pedang memiliki kandungan karbohidrat sebesar 56,51% dan kandungan protein sebesar 30,96% (Diniyah et al. 2013). Kapang *R. oligosporus* menghasilkan enzim amilase dan protease yang berfungsi untuk menghidrolisa karbohidrat kompleks berupa pati dan protein menjadi gula sederhana dan asam amino. Hasil hidrolisa ini digunakan *Saccharomyces cerevisiae* sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan khamir. Hasil total khamir

Formulasi kacang koro pedang (*Canavalia ensiformis*), Syamsiana et al
 tempe koro pedang-kedelai disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Total khamir tempe koro pedang-kedelai dengan berbagai formulasi dan konsentrasi penambahan ragi mosaccha

Menurut Widyanti et al. (2016), gula reduksi merupakan faktor penting bagi *Saccharomyces cerevisiae* sebagai sumber energi untuk melakukan metabolisme. Semakin banyak gula reduksi yang dapat dimanfaatkan oleh *S. cerevisiae* maka semakin tinggi pula metabolisme dan laju pertumbuhan khamir. Kandungan protein kacang koro pedang yang tinggi dapat dimanfaatkan sebagai nitrogen untuk *Saccharomyces cerevisiae* (Cahyaningtyas et al. 2021). Proses fermentasi *Saccharomyces cerevisiae* memerlukan penambahan nutrisi untuk pertumbuhan yaitu unsur C, unsur P, unsur N, mineral-mineral dan vitamin (Yulia et al. 2015). Salah satu sumber nutrisi yang penting untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* adalah sumber nitrogen. Sumber nitrogen ini dapat diperoleh dari kacang sebagai bahan baku yang berguna bagi pembentukan asam nukleat dan asam-asam amino.

Perlakuan tempe dengan penambahan ragi mosaccha 0,2% dan 0,4% memiliki jumlah total khamir lebih tinggi dibanding penambahan ragi raprima 0,2%. Hal ini karena ragi mosaccha mengandung khamir *Saccharomyces cerevisiae* sehingga jumlah total khamir tempe yang diberi penambahan ragi mosaccha lebih tinggi dibanding tempe perlakuan penambahan ragi raprima. Ragi mosaccha (*modified by Saccharomyces*)

adalah ragi yang mengandung kapang *Rhizopus oligosporus* dan khamir *Saccharomyces cerevisiae* dengan substrat tepung beras yang berbentuk bubuk kering. Bertambahnya konsentrasi ragi mosaccha yang ditambahkan, maka menyebabkan pertumbuhan khamir dipercepat sehingga jumlah total khamir menjadi lebih tinggi. Pada perlakuan tempe koro pedang-kedelai dengan penambahan ragi raprima terdapat khamir karena selama proses fermentasi tempe menghasilkan khamir. Penelitian Kustyawati (2009), menunjukkan bahwa salah satu jenis khamir yang berperan selama proses fermentasi tempe adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Penelitian Suliantari dkk. (2015), menunjukkan bahwa diperoleh jumlah total khamir berkisar 4,23-9,11 log CFU/g pada tempe kedelai yang ada di pasaran daerah Bogor.

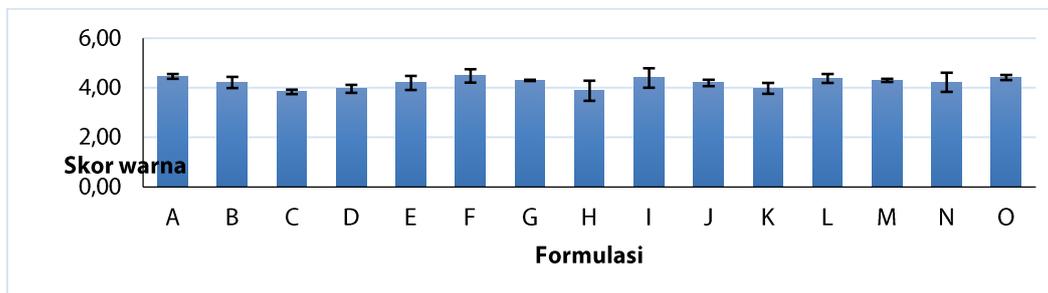
Warna

Warna adalah salah satu parameter fisik pada bahan yang menentukan mutu dan derajat penerimaan bahan pangan. Analisis warna dilakukan pada tempe untuk mengetahui pertumbuhan miselium yang terjadi pada tempe. Warna putih yang terdapat pada tempe karena miselium kapang yang tumbuh pada kacang koro pedang dan kacang kedelai selama proses fermentasi (Kusumawardhani, 2015). Warna dianalisis menggunakan uji sensori metode skoring dengan panelis semi terlatih sebanyak 20 orang. Uji sensori

Formulasi kacang koro pedang (*Canavalia ensiformis*), Syamsiana et al

terhadap tekstur dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis pada tekstur yang dihasilkan pada tempe kacang koro pedang dan kacang kedelai

dengan penambahan ragi mosaccha. Hasil analisis sensori terhadap parameter warna tempe koro pedang-kedelai disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Skor nilai warna tempe koro pedang-kedelai dengan berbagai formulasi dan konsentrasi penambahan ragi mosaccha

Keterangan:

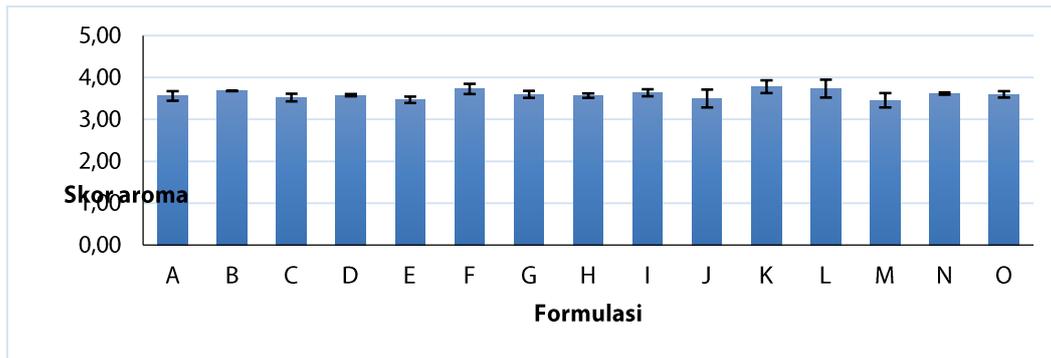
5= Putih, miselium menyelimuti seluruh permukaan tempe; 4= Putih, miselium menyelimuti hampir seluruh permukaan tempe; 3= Putih kekuningan, miselium menyelimuti sebagian tempe; 2= Putih kekuningan, sedikit miselium; 1= Kekuningan, tidak ada miselium.

Gambar 3 menunjukkan skor parameter warna tempe koro pedang-kedelai tertinggi adalah perlakuan F (K1R2) yaitu 4,48. Skor parameter warna tempe koro pedang-kedelai terendah adalah perlakuan C (K3R1) yaitu 3,83. Semua perlakuan tempe koro pedang-kedelai menghasilkan tempe dengan karakteristik warna putih dan miselium menyelimuti hampir seluruh permukaan tempe (skor 4). Berdasarkan SNI 01-3144-2015, tempe koro pedang-kedelai telah memenuhi syarat yaitu putih merata pada seluruh permukaan. Warna putih pada tempe berasal dari miselium *Rhizopus oligosporus* (Kustyawati dkk., 2014). Miselium tersusun atas hifa yang memiliki dinding sel tersusun oleh lapisan ganda fosfolipid, glikoprotein, senyawa melanin dan kitin (Madigan et al. 2012). Komposisi susunan dinding sel hifa menyebabkan timbulnya warna putih pada tempe.

Aroma

Parameter aroma adalah salah satu pengujian yang sangat penting dalam industri pangan karena cepat memberikan hasil penilaian terhadap produk terkait

diterima atau tidaknya suatu produk. Pengamatan aroma menggunakan uji sensori metode skoring dengan panelis semi terlatih sebanyak 20 orang. Uji sensori terhadap aroma dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis terhadap aroma tempe koro pedang-kedelai dengan penambahan ragi mosaccha. Gambar 4 menunjukkan perlakuan K (K1R3) diikuti dengan perlakuan L (K2R3) dan F (K1R2) memiliki skor parameter aroma tempe koro pedang-kedelai tertinggi sebesar 3,78, 3,74, dan 3,73. Skor terendah parameter aroma tempe koro pedang-kedelai adalah perlakuan M (K3R3) sebesar 3,46. Perlakuan B (K2R1), F (K1R2), G (K2R2), I (K4R2), K (K1R3), L (K2R3), N (K4R3), dan O (K5R3) menghasilkan aroma khas tempe, sedikit langu dan aroma harum manis (skor 4). Perlakuan A (K1R1), C (K3R1), D (K4R1), E (K5R1), H (K3R2), J (K5R2), dan M (K3R3) menghasilkan aroma khas tempe, berbau langu dan sedikit aroma khamir (skor 3). Tempe dengan perlakuan penambahan ragi mosaccha cenderung memiliki aroma dengan skor lebih rendah dibanding tempe dengan perlakuan penambahan ragi raprima (kontrol). Hasil skor parameter



Gambar 4. Skor aroma tempe koro pedang-kedelai dengan berbagai formulasi dan konsentrasi penambahan ragi mosaccha

Keterangan:

5= Sangat khas tempe dan aroma harum manis; 4= Khas tempe, sedikit langu, dan aroma harum manis; 3= Khas tempe, berbau langu dan sedikit aroma khamir; 2= Tidak khas tempe dan berbau menyimpang; 1= Berbau busuk.

Tempe dengan penambahan kacang koro pedang rata-rata memiliki skor aroma 3 yaitu aroma khas tempe, berbau langu dan sedikit aroma khamir. Hal tersebut dapat terjadi karena semakin banyak sumber Nutrisi glukosa yang ada maka semakin banyak juga etanol yang dihasilkan (Cahyaningtyas et al. 2021). Selama proses fermentasi, *Saccharomyces cerevisiae* mampu mengubah gula menjadi etanol karena memiliki enzim invertase dan zymase yang dapat digunakan untuk mengubah gula dari golongan monosakarida maupun disakarida (Judoamidjojo, 1992). Enzim invertase memecah gula disakarida menjadi monosakarida, kemudian oleh enzim zymase monosakarida diubah menjadi etanol dan karbondioksida (CO₂). Aroma khamir yang dihasilkan tempe berasal dari proses fermentasi karbohidrat oleh khamir secara anaerob menghasilkan etanol dan karbon dioksida. Hasil fermentasi tersebut adalah air, termasuk asam laktat, asam asetat, etanol, volatil, dan ester (Fara et al. 2019). Selama proses fermentasi, glukosa dipecah oleh enzim menjadi etanol dan karbondioksida : C₆H₁₂O₆ → 2C₂H₅OH + 2CO₂ + panas

Aroma langu yang dihasilkan tempe kacang koro pedang berasal dari

kandungan sianida yang terdapat pada kacang koro pedang tersebut (Widiantara et al. 2017). Selain oleh kandungan sianida, kacang koro pedang dan kacang kedelai mengandung protein, karbohidrat dan lemak. Aroma langu pada tempe timbul karena komponen-komponen volatil. Protein pada kacang-kacangan terdegradasi menjadi asam amino. Asam amino ini bergabung dengan karbohidrat membentuk senyawa volatil yang dapat menimbulkan aroma. Reaksi antara asam amino dan gula menghasilkan aroma. Lemak pada kacang-kacangan terpisah sehingga mengalami oksidasi dan dipecah oleh lipoksigenase, sebagian dari bahan aktif yang ditimbulkan oleh pemecahan itu bereaksi dengan asam amino dan peptida menghasilkan aroma. Aroma dihasilkan sebagian menyebar ke udara dan meninggalkan aroma yang khas (Fennema, 1985 dalam Widiantara et al. 2017).

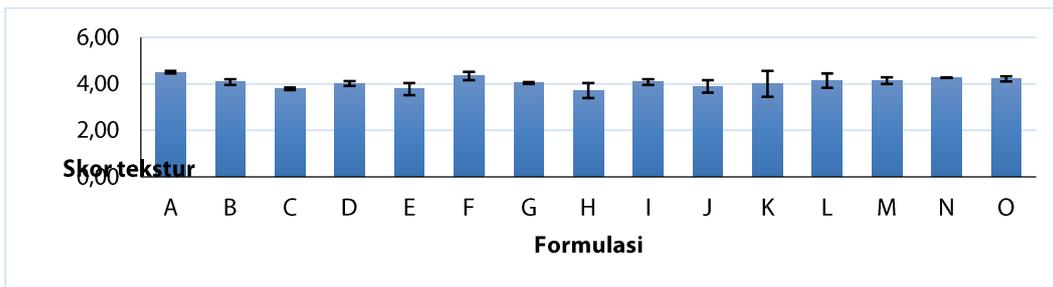
Tekstur

Parameter tekstur adalah parameter yang sangat penting dalam menentukan mutu bahan pangan. Tekstur tempe dianalisis menggunakan uji sensori metode skoring dengan panelis semi terlatih sebanyak 20 orang. Uji sensori terhadap tekstur dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis pada tekstur yang dihasilkan pada tempe kacang koro pedang

Formulasi kacang koro pedang (*Canavalia ensiformis*), Syamsiana et al

dan kacang kedelai dengan penambahan ragi mosaccha. Gambar 5 menunjukkan perlakuan A (K1R1) memiliki skor tekstur tempe koro pedang-kedelai tertinggi sebesar 4,50. Perlakuan H (K3R2) memiliki skor tekstur tempe koro pedang-kedelai terendah yaitu 3,72. Semua perlakuan tempe koro pedang-kedelai menghasilkan tempe dengan tekstur kompak dan mudah diiris (skor 4). Hal ini sesuai dengan syarat mutu tempe SNI 3144:2015 yaitu tekstur

harus kompak dan jika diiris tetap utuh. Kekompakan tempe dipengaruhi oleh kelembatan miselium. Miselium meningkatkan kerapatan massa tempe sehingga membentuk suatu massa yang kompak dan mengurangi rongga udara didalamnya, hasilnya adalah tempe yang tidak mudah memisah jika ditekan (Winanti et al. 2014). Hasil skor parameter tekstur tempe koro pedang-kedelai disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Skor tekstur tempe koro pedang-kedelai dengan berbagai formulasi dan konsentrasi penambahan ragi mosaccha

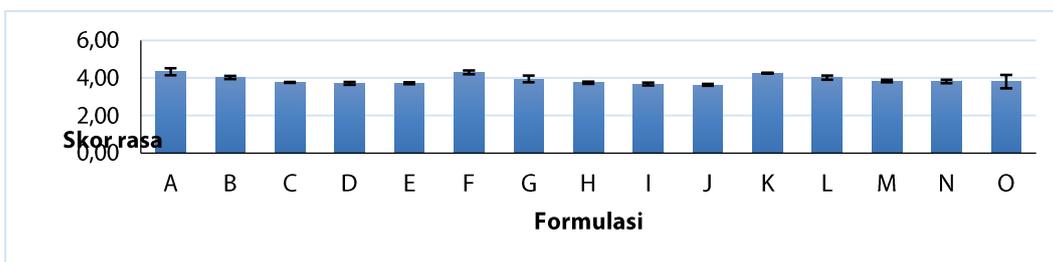
Keterangan:

5= Kompak, sangat mudah diiris; 4= Kompak, mudah diiris; 3= Kompak, sedikit hancur jika diiris; 2= Tidak kompak, hancur jika diiris; 1= Tidak kompak, mudah hancur diseluruh bagian

Rasa

Parameter rasa adalah salah satu atribut penting dalam menentukan mutu bahan pangan. Pengamatan parameter rasa menggunakan uji sensori metode hedonik dengan panelis tidak terlatih

sebanyak 50 orang. Uji sensori terhadap rasa perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis pada rasa tempe koro pedang-kedelai dengan penambahan ragi mosaccha. Hasil skor parameter rasa tempe koro pedang-kedelai disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Skor rasa tempe koro pedang-kedelai dengan berbagai formulasi dan konsentrasi penambahan ragi mosaccha

Keterangan:

5= Sangat suka; 4= suka; 3= Agak suka; 2= Tidak suka; 1= Sangat tidak suka

Gambar 6 menunjukkan perlakuan A (K1R1) memiliki skor parameter rasa tertinggi sebesar 4,33. Skor terendah parameter rasa pada tempe koro pedang-

kedelai adalah perlakuan C (K3R1) sebesar 3,71. Seluruh perlakuan menghasilkan skor 4 menunjukkan bahwa semua perlakuan tempe koro

Formulasi kacang koro pedang (*Canavalia ensiformis*), Syamsiana et al

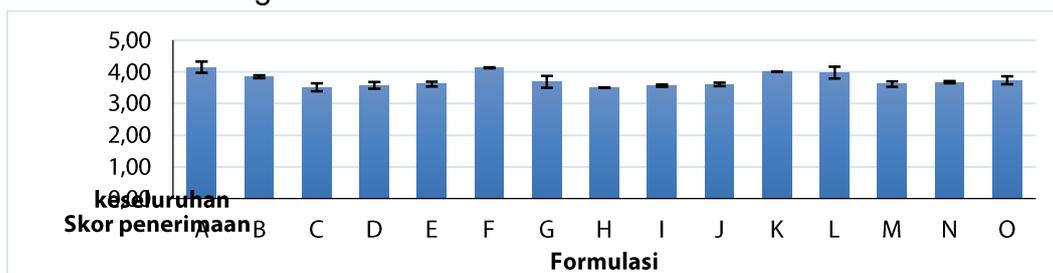
pedang-kedelai disukai oleh panelis. Perlakuan A (K1R1), F (K1R2), dan K (K1R3) yaitu tempe 100% kacang kedelai, diikuti dengan perlakuan B (K2R1), G (K2R2), dan L (K2R3) yaitu tempe 25% penambahan kacang koro pedang memiliki skor lebih tinggi dibanding perlakuan lain. Hal ini sesuai dengan penelitian Kusumawardhani (2015), sampel tempe 25% substitusi kacang koro pedang lebih disukai dan tidak memiliki perbedaan rasa yang nyata apabila dibandingkan dengan tempe murni. Menurut Kusumawardhani (2015), hal ini karena perlakuan tersebut memiliki komposisi kacang kedelai yang masih mendominasi sehingga memiliki rasa yang tidak berbeda dengan tempe kacang kedelai murni.

Tempe 50% dan 75% kacang koro pedang cenderung memiliki rasa pahit dan getir karena masih adanya asam sianida (HCN) yang terkandung meskipun dalam konsentrasi yang kecil (Widiantara et al. 2018). Rasa pahit juga dapat berasal dari aktivitas proteolitik dan lipolitik mikroba yang dapat menghidrolisa protein dan lemak menghasilkan asam

amino, ester, asam lemak, etanol, asetaldehid, etil asetat, dan etil butirat yang merupakan komponen flavor dan aroma (Villijoan dan Greyling, 1995). Proses fermentasi yang melibatkan *Saccharomyces cerevisiae* juga menyebabkan tempe cenderung memiliki rasa asam. Hasil penelitian Rizal dan Kustyawati (2019), menunjukkan bahwa tempe dengan penambahan ragi mosaccha konsentrasi 1% dan 3% menghasilkan tempe dengan rasa agak asam. Selama proses fermentasi, *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan produk sampingan berupa asam asetat sehingga menyebabkan pH lingkungan menjadi asam (Muin et al. 2015).

Penerimaan keseluruhan

Parameter penerimaan keseluruhan dinilai berdasarkan kesukaan terhadap rasa, aroma, tekstur, dan warna. Pengamatan penerimaan keseluruhan menggunakan uji sensori metode hedonik dengan panelis tidak terlatih sebanyak 50 orang. Hasil skor parameter penerimaan keseluruhan tempe koro pedang-kedelai disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Skor penerimaan keseluruhan tempe koro pedang-kedelai dengan berbagai formulasi dan konsentrasi penambahan ragi mosaccha

Keterangan:

5= Sangat suka; 4= suka; 3= Agak suka; 2= Tidak suka; 1= Sangat tidak suka

Parameter penerimaan keseluruhan dinilai berdasarkan berbagai parameter pengamatan uji sensori yaitu warna, aroma, tekstur, aroma, dan rasa. Gambar 7 menunjukkan perlakuan A (K1R1) memiliki skor penerimaan keseluruhan tempe koro pedang-kedelai tertinggi

sebesar 4,15. Perlakuan H (K3R2) memiliki skor penerimaan keseluruhan tempe koro pedang-kedelai terendah sebesar 3,51. Perlakuan A (K1R1), F (K1R2), dan K (K1R3) yaitu tempe 100% kacang kedelai, diikuti dengan perlakuan L (K2R3), B (K2R1), dan G (K2R2) yaitu

tempe 25% penambahan kacang koro pedang memiliki skor lebih tinggi dibanding perlakuan lain. Hal ini dapat diartikan bahwa tempe 25% penambahan kacang koro pedang memiliki sifat sensori yang sama dengan tempe 100% kedelai dan lebih disukai panelis dibanding perlakuan lain.

Beta-glukan

Hasil indeks efektivitas menunjukkan bahwa tempe dengan formulasi 75% koro pedang dan 25% kedelai serta penambahan ragi mosaccha 0,4% merupakan perlakuan terbaik. Tempe yang terpilih sebagai perlakuan terbaik kemudian diuji lebih lanjut kadar beta-glukan dan hasilnya dibandingkan dengan kontrol. Hasil uji kadar beta-glukan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji beta-glukan pada tempe koro pedang-kedelai perlakuan terbaik dengan penambahan ragi mosaccha dan ragi raprima (kontrol)

Jenis tempe	Kadar beta-glukan (%)
Tempe K4R2*	0,941
Tempe K4R3**	0,464
Tempe Mosaccha**	0,578

Keterangan:

*) Tempe 75% koro pedang: 25% kedelai difermentasi dengan ragi mosaccha 0,4%

***) Tempe kedelai difermentasi dengan ragi mosaccha 0,3% (Rizal dkk., 2020)

Tabel 1 menunjukkan bahwa tempe koro pedang-kedelai perlakuan terbaik (K4R2) menghasilkan nilai beta-glukan lebih besar dibandingkan kontrol yaitu sebesar 0,941% bk, sedangkan tempe koro pedang-kedelai perlakuan kontrol (K4R3) menghasilkan kadar beta-glukan sebesar 0,464 % bk. Hasil penelitian Rizal et al. (2020), menunjukkan bahwa tempe kedelai dengan penambahan ragi mosaccha menghasilkan kadar beta-glukan lebih rendah sebesar 0,578 % bk.

Selama proses fermentasi, kapang *R. oligosporus* menghasilkan enzim amilase dan protease yang berfungsi untuk menghidrolisa karbohidrat dan protein menjadi glukosa dan asam amino. Sumber nutrisi gula dan nitrogen dapat menjadi sumber energi dan menyebabkan terjadinya pertambahan

jumlah *S. cerevisiae* sehingga terjadi peningkatan kadar beta-glukan. Struktur dinding sel *Saccharomyces cerevisiae* sebagian besar terdiri dari polisakarida glukukan dengan ikatan beta-1,3-glukan dan beta-1,6-glukan (Zekovic dkk., 2005).

Hasil proksimat

Tempe koro pedang-kedelai dengan perlakuan terbaik yaitu K4R2 (75% koro pedang: 25% kedelai, ragi mosaccha 0,4%) dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar abu, serat kasar dan kadar karbohidrat sesuai dengan standar mutu tempe SNI 3144: 2015. Hasil analisis proksimat formulasi tempe koro pedang-kedelai pada perlakuan terbaik K4R2 disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis proksimat pada tempe koro pedang-kedelai perlakuan terbaik dengan penambahan ragi mosaccha dan ragi raprima (kontrol)

Parameter	Tempe K4R2*	Tempe K4R3**	Tempe mosaccha***	SNI 3144:2015 Tempe
Kadar air (%)	68,74	66,47	64,44	Maks. 65
Protein (%)	33,31	32,19	16,7	Min. 15
Lemak (%)	8,66	10,03	8,93	Min. 7
Serat kasar (%)	2,09	2,30	-	Maks. 2,5
Kadar abu (%)	1,52	1,56	1,21	-
Karbohidrat (%)	14,72	18,86	8,73	-

Keterangan:

*) Tempe yang dibuat dengan kombinasi 75% koro pedang: 25% kedelai difermentasi dengan ragi mosaccha 0,4%

**) Tempe yang dibuat dengan kombinasi 75% koro pedang: 25% kedelai difermentasi dengan ragi raprima 0,2%

***) Tempe bahan baku kedelai 100% difermentasi dengan ragi mosaccha 0,3% (Rizal dkk., 2020)

Kadar air pada tempe koro pedang-kedelai perlakuan terbaik (K4R2) (Tabel 2) sebesar 68,74%, sedangkan tempe koro pedang-kedelai perlakuan kontrol (K4R3) menghasilkan kadar air 66,47%. Kadar air kedua perlakuan tersebut tidak memenuhi syarat mutu tempe (SNI 3144:2015) dengan nilai maksimal 65%. Hasil penelitian Rizal et al. (2020), menunjukkan tempe 100% kedelai dengan penambahan ragi mosaccha 0,3% (kontrol) memiliki kadar air sebesar 64,44% serta memenuhi standar SNI tempe. Salah satu faktor yang memengaruhi kadar air tempe yaitu kemampuan penetrasi air ke dalam biji kacang selama proses perebusan dan perendaman (Laksono dkk., 2019). Menurut Astawan et al. (2013), perbedaan penetrasi air ke dalam matriks biji dan volume pengembangan biji kacang akan berakibat rendahnya kadar air tempe.

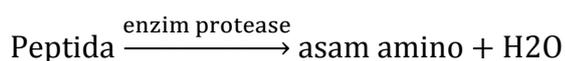
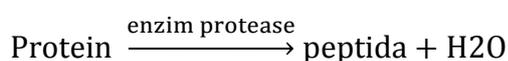
Perlakuan pendahuluan memengaruhi kadar air kacang koro pedang (Gilang et al. 2013). Berdasarkan penelitian Gilang et al. (2013), menunjukkan bahwa tepung koro pedang dengan perlakuan pendahuluan perebusan memiliki kadar air sebesar 6,75% dengan kulit dan 6,80% tanpa kulit lebih rendah dibanding tanpa perlakuan pendahuluan sebesar 7,15% serta perlakuan pendahuluan berupa perendaman selama 3 hari sebesar 7,15% dengan kulit dan 6,59% tanpa kulit. Perlakuan perebusan dan perendaman selama 3 hari tanpa kulit memiliki kadar air yang lebih rendah dibanding dengan kulit karena kulit pada kacang koro pedang mengandung serat sehingga mampu menyerap air lebih banyak dibanding perlakuan pendahuluan tanpa kulit. Penelitian ini menggunakan metode Diniyah et al. (2014), proses pengolahan kacang koro pedang terdiri dari perendaman 2 hari dengan kulit, perebusan dengan kulit, pengupasan kulit, perendaman 1 hari tanpa kulit, dan perebusan tanpa kulit.

Berdasarkan penelitian Putri et al. (2021), menunjukkan bahwa semakin lama perebusan maka kadar air kacang terfermentasi semakin meningkat. Kacang yang direbus selama 180 menit menghasilkan kadar air lebih tinggi sebesar 35,45% dibanding kacang yang direbus selama 60 menit (21,45%). Tinggi rendahnya nilai kadar air disebabkan oleh perbedaan penyerapan air ke dalam biji dan perbedaan pengembangan biji pada proses perebusan dan perendaman. Daya serap kacang koro pedang sebesar 1,42 ml/g (Damayanti et al. 2019), sedangkan daya serap kacang kedelai rata-rata sebesar 12,49% atau setara dengan 0,125 ml/g (Amanda et al. 2021).

Kadar protein pada tempe koro pedang-kedelai perlakuan terbaik (K4R2) (Tabel 2) sebesar 33,31 %, sedangkan tempe koro pedang-kedelai perlakuan kontrol (K4R3) menghasilkan kadar protein 32,19 %. Kadar protein kedua perlakuan tersebut telah memenuhi syarat mutu tempe (SNI 3144:2015) dengan nilai minimal 15 %. Kadar protein kedua perlakuan tersebut juga lebih besar dibanding kadar protein tempe hasil penelitian Rizal et al. (2020). Hasil penelitian Rizal et al. (2020), menunjukkan tempe 100% kedelai dengan penambahan ragi mosaccha 0,3% (kontrol) memiliki kadar protein sebesar 16,7 % serta memenuhi standar SNI tempe. Kadar protein kacang koro pedang kering/100 g sebesar 30,96% (Diniyah et al. 2013), sedangkan kadar protein kacang kedelai kering/ 100 g sebesar 40% (Kanchana et al. 2016). Menurut Kusumawardhani (2015), penurunan kadar protein disebabkan oleh terjadinya penguraian protein oleh kapang *R. oligosporus* selama fermentasi menjadi asam amino. Protein yang terdapat dalam kacang dihidrolisis oleh enzim protease menjadi peptida. Peptida yang dihasilkan kemudian dihidrolisis lebih lanjut menjadi

Formulasi kacang koro pedang (*Canavalia ensiformis*), Syamsiana et al

asam amino. Kapang *R. oligosporus* menggunakan asam amino yang memiliki komponen dasar N sebagai sumber nutrient sehingga jumlah kapang yang tumbuh semakin banyak namun kadar protein semakin menurun (Astuti, 1999). Asam amino memiliki struktu umum yang terdiri dari gugus amino (-NH₂), gugus karboksil (-COOH) dan rantai samping (R) yang berbeda untuk setiap jenis asam amino (Parker, 1984). Contoh rumus molekul beberapa asam amino esensial yang terdapat dalam tempe yaitu Lisin (C₆H₁₄N₂O₂), Metionin (C₅H₁₃N₃O₂S), Leusin (C₆H₁₃N₂O₂). Rumus umum penguraian protein menjadi asam amino adalah sebagai berikut.



Kadar lemak pada tempe koro pedang-kedelai perlakuan terbaik (K4R2) (Tabel 2) sebesar 8,66 %, sedangkan tempe koro pedang-kedelai perlakuan kontrol (K4R3) menghasilkan kadar lemak sebesar 10,03 %. Kadar lemak kedua perlakuan tersebut telah memenuhi syarat mutu tempe (SNI 3144:2015) dengan nilai minimal 7 %. Kadar lemak perlakuan terbaik (K4R2) lebih kecil dibanding kadar lemak perlakuan kontrol (K4R3) dan tempe hasil penelitian Rizal et al. (2020). Hasil penelitian Rizal et al. (2020), menunjukkan tempe 100% kedelai dengan penambahan ragi mosaccha 0,3% (kontrol) memiliki kadar lemak sebesar 8,93 % serta memenuhi standar SNI tempe. Kadar lemak tempe dipengaruhi oleh aktivitas kapang *Rhizopus sp.* (Diniyyah et al. 2014). Hasil ini karena selama proses fermentasi, kapang *R. oligosporus* menghasilkan enzim lipase yang menghidrolisis lemak menjadi asam lemak dan gliserol. Rumus umum penguraian lemak oleh enzim lipase dapat dinyatakan sebagai berikut.

Trigliserida

enzim lipase

→ 3 asam lemak + 1 gliserol

Kadar serat kasar pada tempe koro pedang-kedelai perlakuan terbaik (K4R2) (Tabel 2) sebesar 2,09 %, sedangkan tempe koro pedang-kedelai perlakuan kontrol (K4R3) menghasilkan kadar serat kasar sebesar 2,30 %. Kadar serat kasar kedua perlakuan tersebut telah memenuhi syarat mutu tempe (SNI 3144:2015) dengan nilai maksimal 2,5 %. Kadar serat kasar perlakuan terbaik (K4R2) lebih kecil dibanding kadar lemak perlakuan kontrol (K4R3). Serat kasar pada tempe dipengaruhi oleh dinding sel hifa kapang *Rhizopus sp.* sebagian besar terdiri atas polisakarida. Tingginya kadar serat kasar dipengaruhi oleh semakin banyaknya kapang yang tumbuh dan miselium yang terbentuk sehingga kandungan polisakarida dalam tempe juga akan semakin besar. Semakin banyak miselium yang terbentuk maka semakin banyak dinding sel yang terbentuk dan kandungan polisakarida pada tempe juga semakin besar (Diniyyah et al. 2014).

Kadar abu pada tempe koro pedang-kedelai perlakuan terbaik (K4R2) (Tabel 2) sebesar 1,52 %, sedangkan tempe koro pedang-kedelai perlakuan kontrol (K4R3) menghasilkan kadar abu sebesar 1,56 %. Kadar abu kedua perlakuan tersebut telah memenuhi syarat mutu tempe (SNI 3144:2015) dengan nilai maksimal 2,5%. Kadar abu perlakuan terbaik (K4R2) sama dengan kadar abu perlakuan kontrol (K4R3), namun lebih besar dibanding kadar abu tempe hasil penelitian Rizal et al. (2020). Hasil penelitian Rizal et al. (2020), menunjukkan tempe 100% kedelai dengan penambahan ragi mosaccha 0,3% (kontrol) memiliki kadar abu sebesar 1,21 % serta memenuhi standar SNI tempe. Kadar abu dilakukan untuk mengetahui jumlah mineral yang terkandung dalam suatu sampel atau bahan (Andarwulan et al. 2011). Mineral yang terkandung dalam tempe berasal dari

Formulasi kacang koro pedang (*Canavalia ensiformis*), Syamsiana et al

komponen penyusunnya yaitu kacang koro pedang dan kacang kedelai (Kusumawardhani, 2015). Mineral yang terkandung dalam tempe umumnya adalah kalsium, fosfor, zat besi, dan zink (Widianarko, 2002 dalam Kusumawardhani, 2015). Pertumbuhan kapang optimal menyebabkan mineral dalam tempe berkurang karena digunakan untuk pertumbuhan kapang tersebut (Diniyah et al. 2014).

Kadar karbohidrat pada tempe koro pedang-kedelai perlakuan terbaik (K4R2) (Tabel 2) sebesar 14,72 %, sedangkan tempe koro pedang-kedelai perlakuan kontrol (K4R3) menghasilkan kadar lemak sebesar 18,86 %. Kadar karbohidrat perlakuan terbaik (K4R2) lebih kecil dibanding kadar karbohidrat perlakuan kontrol (K4R3), namun lebih besar dibanding kadar karbohidrat tempe hasil penelitian Rizal et al. (2020). Hasil penelitian tersebut, menunjukkan tempe 100% kedelai dengan penambahan ragi mosaccha 0,3% (kontrol) memiliki kadar karbohidrat sebesar 8,73 %. Kadar karbohidrat ditentukan dengan metode *by difference*, yaitu hasil pengurangan 100 dengan presentasi komponen lain (air, abu, lemak, dan protein). Karbohidrat disusun dari monomer-monomer monosakarida dan oligosakarida. Penurunan kadar karbohidrat dapat karena selama proses fermentasi, kapang *R. oligosporus* menghasilkan enzim amilase yang menghidrolisa karbohidrat menjadi glukosa.

Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah Kombinasi perlakuan 75% koro pedang: 25% kedelai dengan penambahan ragi mosaccha 0,4% adalah perlakuan tempe terbaik berdasarkan hasil indeks efektivitas dengan jumlah total kapang 6,93 Log CFU/g; jumlah total khamir 8,76 Log CFU/g; skor warna 4

(putih dan miselium menyelimuti hampir seluruh permukaan tempe); skor aroma 4 (khas tempe sedikit langu dan harum manis); skor tekstur 4 (kompak dan mudah diiris); skor rasa 4 (suka); dan skor penerimaan keseluruhan 3 (agak suka); memiliki kadar beta-glukan 0,941 %; kadar protein 33,31 %, kadar lemak 8,66 %; kadar air 68,74 %, kadar abu 1,52 %; kadar serat kasar 2,09 %; dan kadar karbohidrat 14,72 %. Kadar protein, lemak, dan serat kasar tempe perlakuan terbaik memenuhi syarat mutu SNI 3144:2015 dan standar SNI tempe.

Daftar pustaka

- Akrapunam, M.A. & Dedeh, S.S. (1997). Some physicochemical properties and anti-nutritional factors of raw, cooked and germinated jack bean (*Canavalia ensiformis*). *Food Chemistry*, 59(1), 121-125.
- Amanda, H., Irmayanti, & Sunarty, R. (2021). Pembuatan sereal dengan substitusi tepung kedelai (*Glycine max L.*) dan pasta buah bit (*Beta vulgaris L.*) sebagai pewarna alami. *Serambi Journal of Agricultural Technology*, 3(1), 17-28. <https://doi.org/10.32672/sjat.v.3i1.2958>
- Andarwulan, N., Kusnandar, F., & Herawati. (2011). *Analisis pangan*. Dian Rakyat.
- Ariani, D. dan Angwar, M. (2018). *Produk Pangan Berbasis Tempe dan Aplikasinya*. LIPI Press.
- Association of Official Analytical (AOAC). (2016). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry International 20th Edition*. AOAC Inc.
- Cahyaningtyas, A. dan Sindhuwati, C. (2021). Pengaruh penambahan konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* pada pembuatan etanol dari air tebu dengan proses fermentasi. *Distilat*, 7(2), 89-94. <https://doi.org/10.33795/distilat.v7i2.207>
- Chutrtong J. (2013). Acceptance of consumer on various tempeh and protein content comparison. *Journal Biol Veterinary, Agriculture & Food Engineering*, 7 (7), 183-186.
- Crueger, W., dan A. Crueger. (1984). *Biotechnology: A Textbook of Industrial Microbiology*. Sinauer Associates. Madison.
- Damayanti, I.D.A.B., Wisaniyasa, N.W., dan Widarta, I.W.R. (2019). Studi sifat fisik, kimia, fungsional dan kadar asam sianida tepung kecambah kacang koro pedang (*Canavalia ensiformis L.*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 8(3), 238-247.

Formulasi kacang koro pedang (*Canavalia ensiformis*), Syamsiana et al

- <https://doi.org/10.24843/itepa.2019.v08.i03.p02>
- Diniyah, N., Windrati, W.S., dan Maryanto. (2013). Pengembangan teknologi pangan berbasis koro-koroan sebagai bahan pangan alternatif substitusi kedelai. *Seminar Nasional UPN "Veteran" Jawa Timur*.
- Diniyah, N., Windrati, W.S., Maryanto, Purnomo, B.H., & Wardani, W. (2014). Karakterisasi tempe koro pedang (*Canavalia Ensiformis* (L)) yang dibuat dengan variasi persentase ragi dan jenis pengemas. *Warta IHP*, 31(1), 1-10. <https://dx.doi.org/10.32765/warta%20ihp.v31i01.2597>
- Fara, P., Illiya, N., & Hardjono. (2019). Pengaruh penambahan nutrisi NPK dalam pembuatan bioetanol dari kulit pisang kepok dengan proses fermentasi. *Jurnal Teknologi Separasi*, 5(2), 184-187. <https://dx.doi.org/10.33795/distilat.v5i2.26>
- Gilang, R., Affandi, D.R., & Ishartani, D. (2013). Karakteristik fisik dan kimia tepung koro pedang (*Canavalia ensiformis*) dengan variasi perlakuan pendahuluan. *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(3), 34-42.
- Kanchana, P. Santha, M.L., & Raja, K.D. (2016). A review on *Glycine Max* (L.) Merr. (Soybean). *Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science*, 5(1), 356- 371.
- Kusmawardhani, P. C. (2015). Pemanfaatan Kacang Koro Pedang (*Canavalia ensiformis*) Sebagai Bahan Substitusi dalam Pembuatan Tempe Kedelai. (Skripsi). IPB. Bogor.
- Kusmiati., S. R. Tamat., E. Jusuf., R., & Istiningih. (2007). Produksi beta-glukan dari dua galur *Agrobacterium sp.* pada media mengandung kombinasi molase dan urasil. *Jurnal Biodiversitas*, 8(1), 123-129. <http://dx.doi.org/13057/biodiv/d080210>
- Kustyawati, M. E. (2009). Kajian peran yeast dalam pembuatan tempe. *Agritech*, 29(2), 64-70. <https://doi.org/10.22146/agritech.9765>
- Kustyawati, M. E., Merlia, S., & Haryati, T. (2013). Efek fermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae* terhadap karakteristik biokimia tapioka. *Jurnal Agritech*, 33(3), 281-287. <https://doi.org/10.22146/agritech.9549>
- Kustyawati, M.E., Pratama, F., Saputra, D., & Wijaya, A. (2014). Modifikasi warna, tekstur dan aroma tempe setelah diproses dengan karbon dioksida superkritik. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 25(2), 168-175. <https://doi.org/10.60/jtip.2014.25.2.168>
- Kustyawati, M.E., Nawansih, O., & Nurdjanah, S. 2017. Profile of aroma compounds and acceptability of modified tempeh. *International Food Research Journal*, 24(2), 734-740.
- Laksono, A.S., Marniza, & Rosalina, Y. 2019. Karakteristik mutu tempe kedelai lokal varietas anjasmoro dengan variasi lama perebusan dan. *Jurnal Agroindustri*, 9(1), 8-18.
- Lestari, F., dan Susanti, I. 2020. Tumbuhan obat berpotensi imunomodulator di suku anak dalam benda bengkulu. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 64-72. <https://doi.org/10.31932/jpbio.v5i1.591>
- Madigan, M.T., Martinko, J.M., Stahl, D.A., & Clark, D.P. (2012). *Brock Biology of Microorganisms*. Pearsons Education Inc. P:25-30.
- Muin, S., Hakim, I., & Febriansyah, A. (2015). Pengaruh waktu fermentasi dan konsentrasi enzim terhadap kadar bioetanol dalam proses fermentasi nasi aking sebagai substrat organik. *Jurnal Teknik Kimia*, 21, 59-69.
- Putri, B.N.K., Suparhana, I.P., & Darmayanti, L.P.T. (2021). Pengaruh lama perebusan kedelai terhadap karakteristik kedelai terfermentasi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 10(3), 492-504. <http://dx.doi.org/10.24843/itepa.2021.v10.i03.p16>
- Radiati, A., & Sumarto. 2016. Analisis sifat fisik, sifat organoleptik, dan kandungan gizi pada produk tempe dari kacang non kedelai. *Teknologi Pangan*, 5(1), 16-22. <http://dx.doi.org/10.17728/jatp.v5i1.32>
- Rizal, S., Kustyawati, M.E., Marniza, & Ramadhani, I. 2017. Pengaruh penambahan *Saccharomyces cerevisiae* terhadap sifat organoleptik *Seminar Nasional PATPI*.
- Rizal, S., Kustyawati, M.E., Murhadi, Hasanudin, U., & Marniza. (2018). Pengaruh konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* terhadap kadar abu, kadar protein, kadar lemak dan kandungan beta-glukan tempe. *Seminar Nasional UNS*. P. 93-103.
- Rizal, S., Murhadi, Kustyawati, M.E., & Hasanudin, U. (2020). Growth optimization of *Saccharomyces cerevisiae* and *Rhizopus oligosporus* during fermentation to produce tempeh with high beta-glucan content. *Biodiversitas*, 21(6), 2667-2673. <http://dx.doi.org/10.13057/biodiv/d210639>
- Rizal, S., Kustyawati, M. E., Suharyono., Putri, T. S. K., & Endaryanto, T. (2023). Effect of Substrate Type and Incubation Time on The Microbial Viability of Instant Starter for Premium Tempeh. *AIMS Agriculture and Food*, 8(2), 461-478. <https://doi.org/10.3934/agrfood.2023024>
- Safitry, A., Pramadani, M., Febriani, W., Achyar, A., & Fevria, R. (2021). Uji organoleptik tempe dari kacang kedelai (*Glycine max*) dan kacang merah (*Phaseolus vulgaris*). *Prosiding Semnas Bio*. Universitas Negeri Padang. Hal: 358-368.

- Formulasi kacang koro pedang (*Canavalia ensiformis*), Syamsiana et al
- Sari, I.P. & Mardiyah, Y.S. (2020). Kajian Literatur : Potensi pemanfaatan protein tempe non-kedelai. *Jurnal Teknologi Pangan*, 14(2), 72-87. <http://dx.doi.org/10.33005/jtp.v14i2.2457>
- Setyani, S., Nurdjanah, S., & Eliyana. (2015). Evaluasi sifat kimia dan sensori tempe kedelai-jagung dengan berbagai konsentrasi ragi raprima dan berbagai formulasi. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*, 22(2), 85 – 97.
- Suknia, S. L. (2020). Proses pembuatan tempe home industry berbahan dasar kedelai (*Glycine max (L.) Merr*) dan kacang merah (*Phaseolus vulgaris L.*) di Candiwesi, Salatiga. *Southeast Asian Journal of Islamic Education*, 1(3), 58-75. <http://dx.doi.org/10.21093/saje.v3i1.2780>
- Suliantari, Suryaatmadja, S. L., & Kusumaningrum, H. (2015). Kandungan dan Keragaman Mikroba Beberapa Tempe dari Derah Bogor. *Prosiding Seminar PPM IPB*. 1:229-237.
- Surbakti, E.S.P., Duniaji, A.G., & Nocianitri, K.A. (2022). Pengaruh jenis substrat terhadap pertumbuhan *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali dalam pembuatan ragi tempe. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 11(1), 92-99. <https://doi.org/10.24843/itepa.2022.v11.i01.p10>
- Susanti, I., Hasanah, F., Siregar, N. C., & Supriatna, D. 2013. Potensi kacang koro pedang (*Canavila ensiformis*) sebagai sumber protein produk pangan. *Jurnal Riset Industri*, 7(1), 1-13.
- Sutrisno, E. (2023). *Diversifikasi Pangan Lokal Untuk Ketahanan Pangan Perspektif Ekonomi, Sosial, dan Budaya*. BRIN. Hal: 15-51.
- Utari, M.D., Rimbawan, Riyadi, Muhilal, & Purwastyastuti. (2010). Pengaruh pengolahan kedelai menjadi tempe dan pemasakan tempe terhadap kadar isoflavon. *Jurnal Penelitian Gizi dan Makanan*, 33(2), Formulasi kacang koro pedang (*Canavalia ensiformis*) 55 th148-153. <https://doi.org/10.22435/pgm.v33i2.3119>.
- Wahono, F., Abduh, S.B.M., & Nurwantoro. (2016). Perubahan konsentrasi biomassa, kadar asam sianida (HCN), pH dan tampilan sensori dari koro pedang selama proses fermentasi 4 hari. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 5(4), 123-128. <http://dx.doi.org/10.17728/jatp.194>
- Widiantara, T., Cahyadi, W., & Razak, I.L. (2017). Pemanfaatan kacang koro pedang (*Canavalia ensiformis L*) terhadap pembuatan tahu kacang koro berdasarkan perbedaan konsentrasi koagulan. *Pasundan Food Technology Journal*, 4(3), 182-190. <http://dx.doi.org/10.23969/pftj.v4i3.644>
- Widiantara, T., Taufik, Y., Garnida, Y. & Yulianti, D. 2018. Aktivitas antioksidan beberapa ekstrak kacang koro (*Canavalia ensiformis*) menggunakan metode 1,1-diphenil 1,2- dipikrilhidrazil (DPPH). *Chimica et Natura Acta*, 6(1), 30-33. <http://dx.doi.org/10.24198/cna.v6.n1.16785>
- Widyanti, E.M. & Moehadi, B.M. 2016. Proses pembuatan etanol dari gula menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* amobil. *Metana*, 12(2), 31-38.
- Winanti, R., Bintari, S.H., & Mustikaningtyas, D. 2014. Studi observasi higienitas produk tempe berdasarkan metode inokulasi. *Unnes Journal of Life Science*, 3(1), 39-46.
- Yulia, R., Bahri, S., & Chairul. (2015). Fermentasi nira nipah menjadi bioetanol menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* dengan penambahan urea sebagai sumber nitrogen. *Jurnal Teknik*, 2(2), 1-5.