

# Pengaruh Perbandingan *Rhizopus oligosporus* dan *Saccharomyces cerevisiae* Terhadap Sifat Sensori Tempe Selama Fermentasi

Cindy Sannia Wulandari<sup>1</sup>, Murhadi<sup>2</sup>, Samsul Rizal<sup>2</sup>, Maria Erna Kustyawati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Magister Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta,

[cindysanniawulandari@mail.ugm.ac.id](mailto:cindysanniawulandari@mail.ugm.ac.id)

<sup>2</sup>Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung

## Keywords:

Tempe,  
*Rhizopus oligosporus*,  
*Saccharomyces cerevisiae*,  
Fermentation Time

**Abstract:** Soy tempeh had a nutritional content of 41.5% protein, 22.2% fat, 29.6% carbohydrate, 3.4% crude fiber, and 4.3% ash. *Saccharomyces cerevisiae* added to tempeh as an inoculum can grow together with *Rhizopus oligosporus* and stimulate its growth. Yeast in tempeh fermentation is likely to increase the nutrition and flavor of tempeh besides producing beta-glucans. This study used a Randomized Complete Block Design (RCBD) with two factors and two replications. The first factor was tempe starter ratio that consists of 4 levels, were 1:2, 1:1, 3:2, dan 2:1. The second factor was tempe fermentation time that consists of 4 levels, were 24 hours, 36 hours, 48 hours, and 60 hours. The data were analysed by ANOVA and further tested with the 5% Orthogonal Polynomial (OP) test. The best treatment was the addition of starter ratio 2:1 and 36 hours fermentation time with a texture 4.82 (tempe compact, dense, and easily sliced), aroma 4.64 (typical flavorful tempeh with the aroma of soy and mold), color 4.62 (gray-white white, mycelium enwraps tempeh as a whole), overall acceptance 4.78 (very like), pH 6.74, water content 67.18%, ash 2.91%, protein 40.50%, fat 30.16%, carbohydrate 26.43%, crude fiber 9.90%, and beta-glucan 0.072%.

## Kata Kunci:

Tempe  
*Rhizopus oligosporus*,  
*Saccharomyces cerevisiae*,  
Lama Fermentasi

**Abstrak:** Tempe kedelai memiliki kandungan gizi berupa protein sebesar 41,5 %, lemak 22,2 %, karbohidrat 29,6 %, serat kasar 3,4 %, dan abu 4,3 %. *Saccharomyces cerevisiae* yang ditambahkan pada tempe sebagai inokulum dapat tumbuh bersama dengan *Rhizopus oligosporus*. Khamir dalam fermentasi tempe kemungkinan dapat meningkatkan nutrisi dan flavor tempe selain sebagai penghasil beta-glukan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan perbandingan starter dan lama fermentasi terbaik terhadap sifat sensori tempe. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan dua faktor dan dua kali ulangan. Faktor pertama adalah perbandingan starter tempe *Rhizopus oligosporus* dan *Saccharomyces cerevisiae* yang terdiri dari 4 taraf yaitu 1:2, 1:1, 3:2, dan 2:1. Faktor kedua adalah lama fermentasi tempe yang terdiri dari 4 taraf yaitu 24 jam, 36 jam, 48 jam, dan 60 jam. Perlakuan terbaik terdapat pada perbandingan starter 2:1 lama fermentasi 36 jam dengan skor tekstur 4,82 (tempe kompak, padat, dan mudah diiris), skor aroma 4,64 (beraroma khas tempe dengan aroma kedelai dan kapang tajam), skor warna 4,62 (putih keabu-abuan, miselium menyelimuti tempe secara keseluruhan), skor penerimaan keseluruhan 4,73 (sangat suka), pH 6,88, kadar air 67,18%, kadar abu 2,91%, kadar protein 40,50%, kadar lemak 30,16%, kadar karbohidrat 26,43%, kadar serat kasar 9,90%, dan kadar beta-glukan 0,072%.

## Article History:

Received: 25-05-2024

Online : 15-06-2024



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



## A. LATAR BELAKANG

Tempe merupakan makanan fermentasi tradisional dari Indonesia umumnya berbahan dasar kedelai. Kandungan gizi tempe kedelai berupa protein sebesar 41,5 %, lemak 22,2 %, karbohidrat 29,6 %, serat kasar 3,4 %, dan abu 4,3 % (Cahyadi, 2006). Masyarakat Indonesia menjadikan tempe sebagai sumber protein nabati yang murah, terjangkau, dan bergizi (Ahnan-Winarno et al., 2021). Tempe yang memiliki kualitas baik memiliki karakteristik seperti tekstur padat dan kompak, berwarna putih dari miselium jamur tempe, serta memiliki aroma khas tempe (Nurrahman et al., 2012; Ellen et al., 2022). Tempe berkualitas didapatkan dengan lingkungan yang mendukung untuk fermentasi tempe seperti suhu 30°C, pH awal 6.8, dan kelembaban nisbi 70-80% (Ferlina, 2009; Asbur & Khairunnisyah, 2021).

Fermentasi tempe diawali dengan proses perendaman kedelai dan proses ini mendukung pertumbuhan *Klebsiella pneumoniae* untuk memproduksi vitamin B12 (Kustyawati & PujiAstuti, 2018). Tahap kedua proses fermentasi adalah penginokulasian kapang *Rhizopus sp.* ke kedelai dan kapang yang umumnya digunakan adalah *Rhizopus oryzae* dan *Rhizopus oligosporus* (Ellent et al., 2022). Selain *R. oligosporus*, selama fermentasi tempe terdapat pula keberadaan mikroorganisme lain seperti bakteri asam laktat (BAL) dan khamir (Efriwati et al., 2013). Khamir yang dapat tumbuh dalam pembuatan tempe salah satunya adalah *Saccharomyces cerevisiae* yang dinding selnya mengandung beta-glukan (Rizal et al., 2022). Penambahan khamir dapat meningkatkan *flavor* tempe modifikasi yang ditambahkan *Saccharomyces cerevisiae* memiliki komponen aroma volatil yang berbeda dengan tempe tanpa penambahan khamir (Kustyawati et al., 2017). Konsentrasi ragi komersial *Saccharomyces cerevisiae* berpengaruh terhadap sifat sensori tempe dari atribut aroma, rasa, dan penerimaan keseluruhan (Rizal & Kustyawati, 2019). Sehubungan dengan hal tersebut perlu dikaji perbandingan starter dari kultur murni *R. oligosporus* dan *S. cerevisiae* agar menghasilkan tempe dengan sifat sensori terbaik.

Selain perbandingan starter, perlu diketahui pengaruh lama fermentasi dalam pembuatan tempe. Karakter sensori terbaik dari warna, aroma, rasa, tekstur dan kenampakan keseluruhan pada tempe kedelai hitam didapatkan dari lama fermentasi 30 jam (Budianti, 2018). Lama fermentasi berperan penting dalam pembuatan tempe yang biasanya difermentasi selama 36-48 jam (Mahfud dan Sukainah, 2021). Oleh karena itu, perlu diketahui perbandingan starter dan lama fermentasi optimum yang menghasilkan kualitas tempe dengan sensori terbaik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbandingan starter *R. oligosporus* dan *S. cerevisiae* terhadap sifat fermentasi tempe selama fermentasi.

## B. METODE

### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kultur murni *Rhizopus oligosporus* FNCC 6010 dan *Saccharomyces cerevisiae* FNCC 3012 yang diperoleh dari Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, UGM Yogyakarta, kacang kedelai jenis impor dengan merk dagang Soybean USA no. 1 yang diperoleh dari Gunung Sulah di Bandar Lampung, *Potato Dextrose Agar* (PDA) merek Oxoid, *Malt Extract Agar* (MEA) merek Oxoid, aquadest, *chloramphenicol*, NaOH 0,7 N, buffer fosfat pH 4 dan pH 7, Pb(C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub>)<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH, CH<sub>3</sub>COOH, Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, NaCl, alkohol 70%, aluminium foil, dan bahan kimia untuk analisis kadar protein, kadar lemak, dan kadar serat kasar.

### **Persiapan Pembuatan Biakan *R. oligosporus* dan *S. cerevisiae***

*Saccharomyces cerevisiae* dari bentuk agar miring dibiakkan ke dalam media *Malt Extract Agar* (MEA) dan *Rhizopus oligosporus* ke media *Potato Dextrose Agar* menggunakan jarum ose yang telah disterilisasi, selanjutnya diinokulasi dengan metode cawan gores. Kemudian diinkubasi selama 24-48 jam (*S. cerevisiae*) dan 5-7 hari (*R. oligosporus*) pada suhu 32°C sehingga diperoleh biakan murni dalam bentuk koloni. Koloni yang telah tumbuh dilakukan pemanenan dengan menambahkan aquades steril sebanyak 5-10 mL dan dilakukan pengambilan secara perlahan menggunakan batang *dry galski*. Suspensi starter yang telah diperoleh, dimasukkan ke dalam tabung *sentrifuge* ukuran 50 mL. Tabung *sentrifuge* selanjutnya disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit untuk memisahkan kultur murni dan supernatan. Supernatan pada tabung *sentrifuge* dibuang dan didapatkan pellet kultur murni starter. Jumlah sel starter dihitung menggunakan *haemocytometer* sampai diperoleh *S. cerevisiae* berjumlah  $10^7$  sel/mL dan *R. oligosporus*  $10^7$  spora/mL

### **Pembuatan Tempe**

Proses pembuatan tempe mengikuti prosedur Kustyawati (2009). Sebanyak 100 g kedelai direndam dalam air bersih pada suhu ruang selama semalam. Kemudian kedelai yang telah direndam dihilangkan kulit arinya secara manual. Selanjutnya kedelai direbus menggunakan air bersih dengan perbandingan 1 : 3 (kedelai : air) selama 30 menit, ditiriskan lalu diangin-anginkan sampai suhu kedelai mencapai suhu ruang dan siap diinokulasi dengan inokulum sesuai dengan perlakuan. Tahap inokulasi dilakukan dengan cara mencampurkan setiap 100 g kedelai rebus sesuai dengan perlakuan perbandingan starter *R. Oligosporus* dan *S. cerevisiae*. Perbandingan starter N1 (1:2), N2 (1,5:1,5), N3 (1,8:1,2), dan N4 (2:1) b/v. Selanjutnya kedelai yang telah diinokulasi dikemas dalam kemasan plastik yang telah dilubangi secara teratur untuk tujuan aerasi dan diinkubasi, kemudian dilakukan pengamatan terhadap nilai pH tempe dan sifat sensori pada lama fermentasi 24, 36, 48, dan 60 jam.

### **Uji Sensori**

Penilaian sensori yang dilakukan meliputi tekstur, warna, aroma, rasa, dan penerimaan keseluruhan. Penilaian tekstur, warna, rasa dan aroma dilakukan menggunakan uji skoring, sedangkan penerimaan keseluruhan dilakukan dengan uji hedonik. Uji sensori dilakukan oleh 25 orang panelis semi terlatih (mahasiswa yang sudah mengambil mata kuliah uji sensori) untuk uji skoring dengan skala 1-5 dan 30 panelis tidak terlatih untuk uji hedonik dengan skala 1-5 dari sangat tidak suka ke sangat suka (Nuraini dan Nawansih, 2006).

### **Uji pH**

Nilai pH diukur dengan menggunakan pH meter menurut prosedur AOAC (2005).

### **Uji Perlakuan Terbaik**

- **Uji Proksimat**

Pengujian kadar air, lemak, protein, dan serat kasar dengan metode (SNI 3144:2015), kadar abu dengan metode (AOAC, 2005), kadar karbohidrat dengan metode *by difference*.

- **Uji Betaglukan**

Pengujian betaglukan dilakukan mengikuti prosedur Kusmiati et al., (2007). Pengujian dilakukan dengan mengambil 3 g sampel tempe kering kemudian ditambahkan NaOH 0,7 N 30 mL. Selanjutnya dihidrolisis selama 6 jam dengan suhu 75°C. Kemudian disentrifugasi dan akhirnya didapatkan residu biomassa. Residu ini dikeringkan, ditimbang, dan diencerkan sampai mendapatkan larutan jernih. Selanjutnya, diuji menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 490 A.

- **Total Kapang, Khamir, Bakteri**

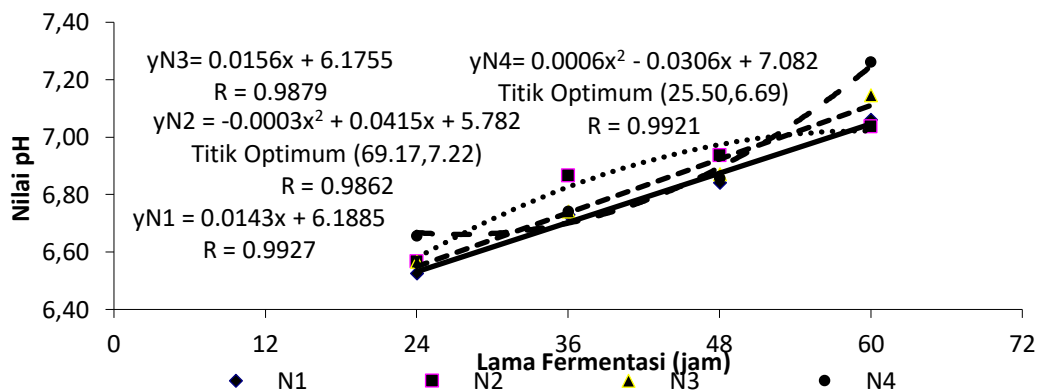
Perhitungan total kapang, khamir, dan bakteri menggunakan metode Total Plate Count (TPC) dengan menggunakan media PDA untuk kapang, media MEA untuk khamir, dan media PCA untuk bakteri.

### Analisis Statistik

Data hasil pengamatan dianalisis sidik ragam untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh antar perlakuan dan apabila berbeda nyata data akan diuji lanjut dengan uji OP (*Polinomial Ortogonal*) pada taraf 5%.

## C. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji pH



**Gambar 1.** Respon faktor lama fermentasi terhadap derajat keasaman (pH) tempe pada masing-masing level faktor perbandingan starter *R. oligosporus* dan *S. cerevisiae*

Nilai pH pada penelitian ini berkisar antara 6,51-7,21. Derajat keasaman (pH) pada penelitian ini terus mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya lama fermentasi. Hal ini sesuai dengan Muzdalifah et al., (2016) dimana pH tempe akan meningkat selama fermentasi. Setelah fermentasi 48 jam pH mulai mengalami peningkatan karena aktivitas protease yang semakin meningkat. Hasil degradasi protein dapat berupa peptida, asam amino, dan komponen lainnya (Singh et al., 2014).

### Evaluasi Sensori

Hasil analisis ragam dan uji lanjut Polinomial Ortogonal 5% menunjukkan bahwa lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap skor warna, aroma, tekstur, dan penerimaan keseluruhan

tempe tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap perlakuan perbandingan starter *R. oligosporus* dan *S. cerevisiae*.

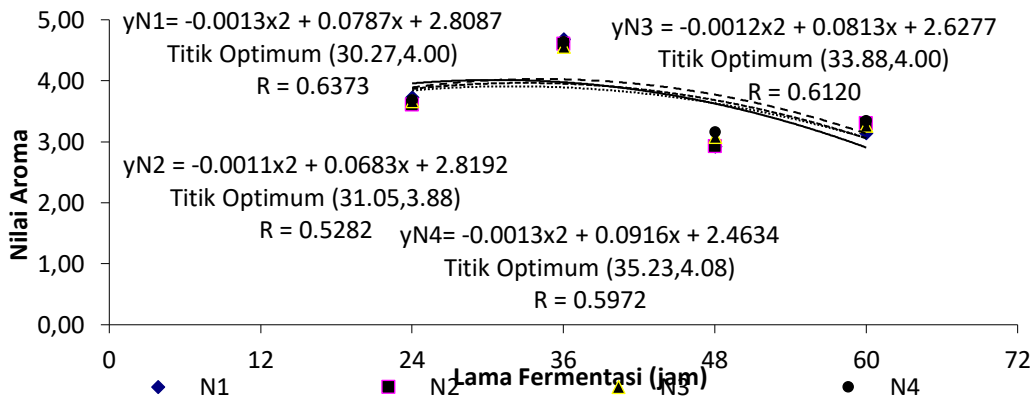
### Uji Warna



**Gambar 2.** Penampakan tempe dengan perbandingan starter (N4) dan lama fermentasi berbeda selama fermentasi

Hasil uji sensori warna tempe diperoleh skor antara 2,21 (putih miselium dengan sedikit hitam (spora)) sampai 4,74 (Putih keabu-abuan, miselium menyelimuti tempe secara keseluruhan). Skor terhadap warna tertingginya diperoleh dari tempe dengan lama fermentasi 36 jam. Penelitian ini menghasilkan warna putih miselium dihasilkan saat lama fermentasi 36 jam dan mulai berubah menjadi hitam (spora) saat fermentasi 48 jam. Lama fermentasi 24 jam masih memiliki warna kecoklatan kedelai karena miselia jamur belum sempurna menyelimuti kedelai.

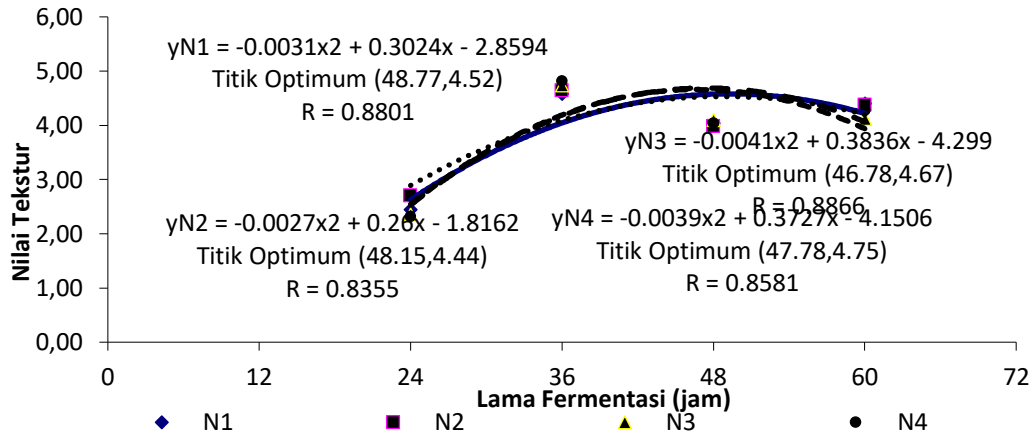
### Uji Aroma



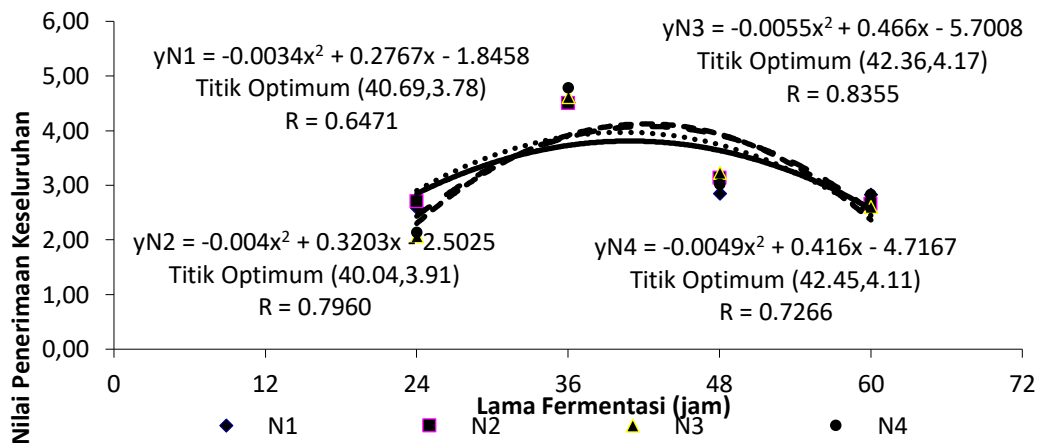
**Gambar 3.** Respon terhadap faktor lama fermentasi terhadap aroma tempe pada masing-masing level faktor perbandingan starter *R. oligosporus* dan *S. cerevisiae*

Skor aroma tempe berkisar dari 2,92 (beraroma khas tempe dan sedikit berbau busuk) sampai dengan 3,68 (beraroma khas tempe dengan aroma kedelai dan kapang (tajam)). Pada penelitian ini fermentasi tempe 48 jam menghasilkan aroma alkohol sedangkan fermentasi 36 jam masih khas tempe dan berbau kapang tajam. Hal ini sesuai dengan Retno dan Nuri (2011) bahwa, *Saccharomyces cerevisiae* merupakan mikroba yang dapat menghasilkan alkohol. Komponen volatil aroma tempe yang diinokulasi dengan *R. oligosporus* dan *S. cerevisiae* yaitu didominasi oleh alkohol, ester dan kelompok aromatik (Kustyawati et al., 2017).

## Uji Tekstur



**Gambar 4.** Respon terhadap faktor lama fermentasi terhadap tekstur tempe pada masing-masing level faktor perbandingan starter *R. oligosporus* dan *S. Cerevisiae*



**Gambar 5.** Respon terhadap faktor lama fermentasi terhadap penerimaan keseluruhan tempe pada masing-masing level faktor perbandingan starter *R. oligosporus* dan *S. Cerevisiae*

Skor tekstur tempe berkisar antara 2,32 (tempe lunak, ada miselium, dan mudah hancur) sampai dengan 4,82 (tempe kompak, padat, dan mudah diiris). Lama fermentasi 24 jam menghasilkan tempe dengan tekstur lunak dan mudah hancur hal ini dikarenakan miselia kapang belum sempurna menutupi permukaan kedelai. Tempe kompak dan padat dihasilkan mulai dari lama fermentasi 36 jam. Tekstur yang padat disebabkan oleh miselia yang menyatukan biji kacang. Miselium kapang akan membentuk padatan kompak sehingga menghasilkan tempe yang berkualitas (Rahardjo et al., 2019; Naisali dan Wulan, 2020).

## Penerimaan Keseluruhan

Skor penerimaan keseluruhan tempe berkisar antara 2,07 (tidak suka) dan 4,78 (sangat suka). Lama fermentasi 24, 48, dan 60 jam menghasilkan skor hedonik berkisar dari tidak suka ke agak suka. Tempe dengan lama fermentasi 36 jam menghasilkan skor penerimaan keseluruhan sangat suka. Hal ini sesuai dengan Kasmidjo (1990) bahwa fase transisi (30-50 jam fermentasi), fase ini merupakan fase optimal fermentasi tempe dan siap untuk dipasarkan. Pada fase ini

terjadi penurunan suhu, jumlah asam lemak yang dibebaskan dan pertumbuhan kapang hampir tetap atau bertambah dalam jumlah kecil, flavor spesifik tempe optimal, serta tekstur lebih kompak.

### Perlakuan Terbaik

Kadar air pada penelitian ini yaitu 67,18% dan tidak memenuhi SNI 3144:2015. menggunakan kultur murni sebagai inokulum yaitu *R. oligosporus* dan *S. cerevisiae* maka kadar air yang tinggi kemungkinan dikarenakan interaksi keduanya dalam fermentasi tempe. Semakin banyak penambahan konsentrasi ragi maka proses fermentasi akan berjalan lebih cepat yang diakibatkan oleh aktivitas mikroba pada tempe sehingga akan menghasilkan air yang lebih banyak (Windrati et al., 2014; Eliyana, 2017). Kemudian kadar protein perlakuan terbaik pada penelitian yaitu 40,50%. Kadar protein ini lebih rendah dibandingkan penelitian Astawan et al., (2013) yaitu 46,68%. Hal ini dikarenakan pada penelitian ini tempe diinokulasi oleh *R. oligosporus* dan *S. cerevisiae* yang menggunakan sumber N untuk kebutuhan nutrisi. Ismawadi (2012) menyatakan bahwa protein digunakan oleh mikroba secara langsung agar dapat hidup. Lalu untuk kadar lemak perlakuan terbaik pada penelitian ini yaitu 30,16% dan lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian Astawan et al., (2013) yaitu 33,09%. Menurut Astuti et al., (2000), penurunan kadar lemak pada proses fermentasi tempe kedelai dipengaruhi oleh aktivitas enzim lipase yang dihasilkan oleh kapang *Rhizopus oligosporus*.

Kadar abu pada penelitian ini yaitu 2,91%, hal ini tidak sesuai dengan SNI 01-3144-2009 dengan kadar abu maksimal 1,5%. Kadar abu yang tinggi diduga disebabkan berasal dari vitamin B<sub>12</sub> (Dwinaningsih, 2010). Hasil penelitian Kustyawati dan Pujiastuti (2018), menunjukkan bahwa tempe yang diinokulasi dengan *R. oligosporus* dan *S. cerevisiae* menghasilkan vitamin B<sub>12</sub> paling tinggi bahkan dibandingkan dengan tempe yang diinokulasi dengan *Klebsiella pneumonia*. Kemudian perhitungan kadar karbohidrat diperoleh dari perhitungan *by different* setelah diketahui jumlah kadar abu, kadar protein dan lemak (%b.k) tempe dengan perlakuan terbaik. Kadar karbohidrat pada penelitian ini adalah 26,43% lebih rendah dibandingkan Cahyadi (2006) sebesar 29,6%. Selanjutnya perhitungan kadar serat kasar pada penelitian ini tidak memenuhi SNI 3144:2015 dengan standar maksimal 2,5%. Tempe ini diinokulasi oleh kultur murni *R. oligosporus* dimana menurut Dewi et al., (2013), dinding sel hifa kapang sebagian besar terdiri atas polisakarida. Semakin banyak polisakarida maka kandungan serat kasar akan semakin meningkat.

Hasil pengukuran kandungan beta-glukan pada tempe perlakuan terbaik yang difermentasi selama 36 jam yaitu 0,072%. Dinding sel *S.cerevisiae* mengandung  $\beta$ -(1,3) dan  $\beta$ -1,6) glukan (Naruemon et al., 2013). Kemudian untuk pertumbuhan kapang, khamir, dan bakteri pada tempe yang diinokulasi *R. oligosporus* 2 mL dan *S. cerevisiae* 1 mL tumbuh seirama. Populasi kapang dan khamir tumbuh dengan baik pada tempe sampai dengan populasi 10<sup>9</sup> cfu/g.

### D. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa tempe perlakuan terbaik yaitu nisbah starter 2 (*R. oligosporus* 2 mL dan *S. cerevisiae* 1 mL) dan lama fermentasi 36 jam dengan skor tekstur 4,82 (tempe kompak, padat, dan mudah diiris), skor aroma 4,64 (beraroma khas tempe dengan aroma kedelai dan kapang tajam), skor warna 4,62 (putih keabu-abua, miselium menyelimuti tempe secara keseluruhan), skor penerimaan keseluruhan 4,78

(sangat suka), pH 6,74, kadar air 67,18%, kadar abu 2,91%, kadar protein 40,50%, kadar lemak 30,16%, kadar karbohidrat 26,43%, kadar serat kasar 9,90%, dan kadar beta-glukan 0,072%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Bapak dan Ibu Dosen Pembimbing dan Penguji di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Lampung atas segala bimbingan dan nasihat yang diberikan serta teman seperjuangan penelitian dan skripsi.

## REFERENSI

- Ahnan-Winarno, A.D., Cordeiro, L., Winarno, F.G., Gibbons, J., Xiao, H., 2021. Tempeh: a semicentennial review on its health benefits, fermentation, safety, processing, sustainability, and affordability. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 20, 1717–1767.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Chemist Inc. New York.
- Asbur, Y., & Khairunnisyah. (2021). Tempe sebagai sumber antioksidan : Sebuah Telaah Pustaka. *AGRILAND Jurnal Ilmu Pertanian*, 9(3), 183–192.
- Astawan, M., T. Wresdiyati, S. Widowati, S.H. Bintari, dan N. Ichسانی. 2013. Karakteristik Fisikokimia dan Sifat Fungsional Tempe yang Dihasilkan dari Berbagai Varietas Kedelai. *Pangan* 3(22) : 241-252.
- Astuti, M., M. Andreanyta, F. Dalais, and W. Mark. 2000. Tempe, a Nutritious and Healthy Food from Indonesia. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. 9: 322-325.
- Badan Standar Nasional (BSN). 2015. *SNI 3144:2015.Tempe Kedelai*. BSN. Jakarta.
- Budianti, A. 2018. Pengaruh Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi Terhadap Sifat Kimia dan Organoleptik Tempe Kedelai Hitam (*Glycine soja*). (Skripsi). Universitas Brawijaya. Malang.
- Cahyadi, W. 2006. *Kedelai Khasiat dan Teknologi*. Bumi Aksara. Bandung.
- Dewi, L., S. P. Hastuti, dan R. Kumalasari. 2013. Pengaruh Konsentrasi Inokulum Terhadap Kualitas Tempe Kedelai (*Glycine max (L). Merr*) Var. Grobogan. *Prosiding Seminar Nasional ke-22 Perhimpunan Biologi Indonesia*. Jawa Tengah. Hal 1-22.
- Dwinaningsih, E. 2010. Karakteristik Kimia dan Sensori Tempe dengan Variasi Bahan Baku Kedelai/Beras dan Penambahan Angka Serta Variasi Lama Fermentasi. (Skripsi). Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Efriwati, A. Suwanto, G. Rahayu, dan L. Nuraida. 2013. Populations Dynamic of Yeast and Lactic Acid Bacteria (LAB )during Tempeh Production. *Hayati Journal of Biosciences* 20 (2) : 57-64. DOI: 10.4308/hjb.20.2.57.
- Eliyana. 2017. Evaluasi Sifat Kimia dan Sensori Tempe Kedelai-Jagung dengan Berbagai Konsentrasi Ragi Raprima dan Berbagai Formulasi. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Ellent, S. S. C., Dewi, L., & Tapilouw, M. C. (2022). Karakteristik Mutu Tempe Kedelai (*Glycine max L.*) yang Dikemas dengan Klobot. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, 11(1), 32–40. <https://doi.org/10.30598/jagritekno.2022.11.1.32>
- Kasmidjo, R.B. 1990. *Tempe Mikrobiologi dan Biokimia Pengolahan Serta Pemanfaatannya*. Yogyakarta: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gajah Mada.
- Kusmiati., S. R. Tamat., E. Jusuf., R. Istiningsih. 2007. Produksi -Glukan Dari Dua Galur *Agrobacterium sp.* Pada Media Mengandung Kombinasi Molase Dan Urasil. *Jurnal Biodiversitas* 8 (1) : 123-129.



- Kustyawati, M. E., & PujiAstuti, P. (2018). Who produces vitamin B12 in Tempeh. *Presented in International Conference on Green Agro-Industry and Bioeconomy, Malang, September.*
- Kustyawati, M.E. 2009. Kajian Peran Yeast dalam Pembuatan Tempe. *Jurnal Agritech* 29 (2) : 64-70.
- Kustyawati, M.E., O. Nawansih, S. Nurdjanah. 2017. Profile of aroma compounds and acceptability of modified tempeh. *International Food Research Journal* 24(2) : 734-740.
- Muzdalifah, D., Z. A. Athaillah, W. Nugrahani, dan A. F. Devi. 2016. Colour and pH Changes of Tempe During Extended Fermentation. In *AIP conference Proceedings. AIP Publishing.* 1 (1803), p. 020036.
- Naisali, H dan Wulan, S.N. 2020. Karakteristik Sensori Tempe Kacang Tunggak Hitam dan Tempe Kedelai. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 1 (8) : 29-35.
- Naruemon, M., S. Romanee, P. Cheunjit, H. Xiao, Mc. Landsborough, and L. A. Pawadee. 2013. Influence of additives on *Saccharomyces cerevisiae*  $\beta$ -glucan production. *International Food Research Journal* 20(4) : 1953-1959.
- Nurainy, F. dan Nawansih, O. 2006. *Uji Sensori*. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Retno, D.T dan Nuri, W. 2011. Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Pisang. Jurusan Teknik Kimia FTI UPN Veteran. Yogyakarta.
- Rizal, S., & Kustyawati, M. E. (2019). Karakteristik Organoleptik Dan Kandungan Beta-Glukan Tempe Kedelai Dengan Penambahan *Saccharomyces Cerevisiae*. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 20(2), 127–138. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2019.020.02.6>
- Rizal, S., Kustyawati, M. E., Murhadi, & Subeki, U. H. and. (2022). The effect of inoculum types on microbial growth,  $\beta$ -glucan formation and antioxidant activity during tempe fermentation. *AIMS Agriculture and Food*, 7(2), 370–386. <https://doi.org/10.3934/agrfood.2022024>
- Singh, B.P., S. Vij, dan S. Hati, (2014). Functional significance of bioactive peptides derived from soybean. *Peptides* 54 : 171-179. DOI:10.1016/j.peptides.2014.01.022