

Pengaruh Konsentrasi Ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 BALI Terhadap Karakteristik Tempe Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill)

The Yeast Concentration Effect of Rhizopus oligosporus DP02 Bali Towards Soya Tempeh Characteristic (Glycine max (L) Merrill)

Ni Gusti Ayu Saraswati Permatasari, I Putu Suparthana*, Ni Wayan Wisaniyasa

PS. Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana,
Kampus Bukit Jimbaran, Badung-Bali, Indonesia

Penulis korespondensi : I Putu Suparthana, Email : suparthana@unud.ac.id

Abstract

Tempe is a fermented soybeans or other ingredients, utilizing various types of yeast including *Rhizopus oligosporus* and *Rhizopus oryzae*. This study specifically employed *Rhizopus oligosporus* DP02, which was derived from an inoculum and isolated from hibiscus leaves. The purpose of the research was to determine the impact of different concentrations of *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali on the characteristics of soybean tempeh and to identify the optimal yeast concentration for producing tempeh with the best qualities. The experimental design used was a completely randomized design featuring five levels of yeast concentration: 1%, 2%, 3%, 4%, and 5%. Each treatment was replicated three times, resulting in 15 experimental units. The data were analyzed using analysis of variance and if a significant effect was found, further testing would be conducted using the Duncan Multiple Range Test. The results indicated that yeast concentration significantly affected water content, ash content, protein content, fat content, carbohydrate content, color, taste, texture, and overall acceptance, but did not influence aroma. The findings revealed that a 4% yeast concentration yielded soybean tempeh with a water content of 38.09%, 1.15% for ash content, 17.68% for protein content, 17.18% for fat content, and 25.71% for carbohydrate content. Additionally, sensory tests for color, smell, taste, texture, and overall acceptance were positively received by the panelists.

Keywords: Tempeh, soya bean, yeast, concentration, *Rhizopus oligosporus*

Abstrak

Tempe merupakan hasil fermentasi dari kacang kedelai ataupun bahan lain dengan memanfaatkan bermacam variasi kapang antara lain *Rhizopus oligosporus* dan *Rhizopus oryzae*. Penelitian ini secara khusus menggunakan *Rhizopus oligosporus* DP02 yang berasal dari inokulum dan diisolasi dari daun waru. Tujuan penelitian ini guna mengetahui dampak konsentrasi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali berbeda di karakteristik tempe kedelai serta untuk mengetahui konsentrasi ragi maksimal demi hasil tempe berkualitas terbaik. Desain percobaan terpakai ialah desain acak lengkap berlima taraf konsentrasi ragi yaitu 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%. Pengulangan perlakuan tiga kali hingga didapat 15 satuan percobaan. Data dianalisa dengan analisis variasi ANOVA serta bila terdapat pengaruh akan diuji lanjutan memakai uji jarak berganda Duncan. Hasil penelitian memperlihatkan konsentrasi ragi berdampak aktual ke kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat, warna, rasa, tekstur, serta akseptansi total namun tidak berdampak ke aroma. Hasil penelitian memperlihatkan konsentrasi ragi 4% menciptakan tempe kedelai berkarakteristik unggul yakni berkadar air 38,09%, 1,15%, kadar protein 17,68%, dan kadar karbohidrat 25,71%. Uji sensori warna, aroma, rasa, tekstur, serta penerimaan total diterima secara positif oleh panelis.

Kata Kunci: Tempe, kacang kedelai, konsentrasi, *Rhizopus oligosporus*

PENDAHULUAN

Tempe ialah makanan dari fermentasi biji kedelai/materi lain dengan memakai bermacam variasi kapang dari genus *Rhizopus*, misal *Rhizopus oligosporus* dan *Rhizopus oryzae*. Kapang dari genus *Rhizopus* memiliki peran penting dalam pembuatan tempe, dimana kapang ini menciptakan padatan kompak warna putih yakni hifa. Hifa tersebut terbentuk karena pertumbuhan miselia kapang di permukaan biji kedelai yang mengaitkan satu biji kedelai dengan yang lainnya. Penambahan atau pengurangan jumlah inokulum ragi pada proses pembuatan tempe akan mempengaruhi proses fermentasi. Penggunaan ragi di kalangan masyarakat umumnya menggunakan usar dan inokulum yang diproduksi oleh LIPI (Sukardi et al., 2008), hal tersebut dikarenakan produk milik LIPI sangat mudah didapatkan oleh masyarakat. Upaya pengembangan dan penggunaan kapang *Rhizopus* dengan isolat lokal saat ini juga mulai dilakukan guna meningkatkan kualitas tempe dari segi produksi dan kandungan gizi yang lebih baik.

Penelitian ini menggunakan *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali sebagai ragi dalam pembuatan tempe kedelai. Pendapat Duniaji et al. (2019), *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali telah sukses diisolasi serta diidentifikasi dari daun pohon waru. Kapang ini memiliki fungsi serupa dengan *Rhizopus oligosporus* lainnya yang umum digunakan dalam

pembuatan tempe. Kapang *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali memiliki keunggulan dalam mencegah pertumbuhan aflatoxin B1. Saraswati (2021) dalam penelitiannya memperlihatkan pemakaian konsentrasi ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali dari 1% hingga 5% berpengaruh signifikan terhadap kandungan gizi tempe kacang gude. Hal serupa juga ditemukan dalam penelitian oleh Izzah (2023) dimana konsentrasi ragi 1% hingga 3% berpengaruh pada kandungan gizi tempe kacang hijau. Penelitian ini dilakukan untuk mengisi kekurangan penelitian mengenai penggunaan isolat lokal seperti *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali, serta untuk menentukan konsentrasi ragi yang optimal demi produksi tempe kedelai berkarakteristik unggul.

METODE

Bahan Penelitian

Bahan bakunya ialah kacang kedelai dari pasar swalayan Tiara Dewata Denpasar Bali, tablet *kjeldahl*, HCL, H₂SO₄, NaOH 15%, asam borat 3%, heksan, *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali (koleksi Laboratorium Mikrobiologi Pangan) dengan masa inkubasi 5 hari, *Potato Dextrose Agar* (Oxoid), *Potato Dextrose Broth* (Merck), *alcohol* 90%, *aquades*, plastik LDPE, *aluminium foil*, tepung beras, dan nasi yang sudah di sterilisasi.

Alat Penelitian

Kebutuhan alat di penelitian ini meliputi tabung reaksi (*pyrex*), jarum ose,

incubator, *laminar air flow*, timbangan analitik (Shimadzu AUX 220, Jepang), pipet mikro (*dragonlab*), pipet volume, tabung *Erlenmeyer* (*pyrex*), *autoclave*, cawan petri (*anumbra*), *buncen burner*, *vortex*, gelas *beaker* (*pyrex*), kertas saring *whattman* no.41, gelas ukur, batang bengkok, *sealer*, pisau, baskom, sendok takar, kompor (*rinnai*, Jepang), lumpang, cawan porselin, *muffle*, desikator, *waterbath*, labu *Kjeldahl*, alat destilasi, biuret, labu lemak, *soxhlet*, dan benang wol.

Rancangan Penelitian dan Analisis Data

Penelitian ini dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) berperlakuan menjadi 5 taraf:

P1 = Konsentrasi ragi 1%

P2 = Konsentrasi ragi 2%

P3 = Konsentrasi ragi 3%

P4 = Konsentrasi ragi 4%

P5 = Konsentrasi ragi 5%

Analisis data yang didapat dari hasil uji percobaan sebanyak 3 kali pengulangan dengan total unit 15 sampel dianalisis secara statistik dengan uji macam ANOVA serta bila perlakuan berpengaruh ke parameter teramati, dilanjutkan uji Duncan.

Pelaksanaan Penelitian

Penyegaran Isolat *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali

Penyegaran isolat melalui inokulasi kapang *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali dari *stock* isolat tersimpan di kulkas dengan suhu 4°C dari media agar *Potato Dextrose Agar* (PDA). Metode penyegaran dilakukan

dengan cara mengambil hifa 1 ose memakai jarum ose *sterile*. Hifa dari kapang *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali dicelupkan ke *Potato Dextrose Broth* (PDB) lalu media ditutup dengan kapas *sterile*. Media divortex hingga homogen lalu media akan di inokulasikan selama 3 hari di *incubator* dengan suhu 32°C. Pembuatan starter dilakukan dengan cara mengambil 1ml *Rhizopus oligosporus* DP02 dari PDB serta dituang ke tabung reaksi berisikan 9ml *aquades* steril kemudian tutup tabung reaksi dengan kapas steril. Media *Potato Dextrose Broth* (PDB) divortex hingga homogen lalu ambil 1ml dari tabung tersebut hingga didapatkan pengenceran 10^{-1} . Proses tersebut berlanjut hingga didapatkan tingkat pengenceran 3 kemudian tabung tersebut divortex hingga homogen. Pada tabung reaksi 10^{-3} ambil sebanyak 0,5ml dengan pipet mikro juga disebarkan dengan batang bengkok di setiap *Potato Dextrose Agar* (PDA) yang lalu akan diinkubasi di suhu 30°C berjangka 72 jam.

Pembuatan Ragi Tempe Kedelai

Pembuatan ragi ialah saat *Potato Dextrose Agar* (PDA) sudah muncul spora dengan warna keabu-abuan. Permukaan media yang telah ditumbuhi spora dibuat sayatan berbentuk persegi kecil kemudian potongan media tersebut ditaruh diatas media nasi yang sebelumnya sudah disterilisasikan terlebih dahulu. Media nasi yang telah diberikan potongan media berisikan spora *Rhizopus oligosporus* DP02 tersebut akan diinkubasi di suhu 30°C berjangka 4 hari.

Starter kemudian dikeringkan di suhu 40°C selama 18 jam, saat starter telah mengering akan dilanjut dengan proses penghalusan. Starter yang sudah berparameter kecil bercampur tepung beras steril berperbandingan 1:9 serta didapat ragi tempe sebesar 100gram.

Pembuatan Tempe Kedelai

Pembuatan tempe kedelai menggunakan bahan sebanyak 100gr kacang kedelai kemudian kacang tersebut akan direndam selama 12 jam dengan air bersih lalu setelah masa rendam selesai, dilanjutkan dengan pengupasan kulit ari kacang kedelai. Kacang kedelai bersih dari kulit ari kemudian akan dimasak dengan cara direbus selama 20 menit dengan suhu 100°C. Kacang yang telah masak tersebut kemudian ditiriskan juga didinginkan sampai suhu ruang serta kemudian kacang tersebut siap diinokulasikan dengan ragi. Kacang kedelai yang sudah diberikan ragi sesuai dengan perlakuannya kemudian dikemas dengan kemasan plastik yang telah diberikan lubang, kemudian kacang akan diperam di suhu ruang berjangka 48 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kimiawi Tempe Kedelai

Angka karakteristik kimiawi yang didapat dari hasil uji proksimat pada tempe kedelai yaitu, kadar air terendah 34,92% dan tertinggi 41,25%; kadar abu terendah 1,10% dan tertinggi 1,33%; kadar protein terendah

16,91% dan tertinggi 20,55%; kadar lemak terendah 13,77%; dan 20,43%; kadar karbohidrat terendah 22,75% dan tertinggi 26,94%. Angka rerata kadar air, abu, protein, lemak juga karbohidrat tempe kedelai seperti di Tabel 1.

Kadar Air Tempe Kedelai

Hasil proksimat tempe kedelai Tabel 1 memperlihatkan konsentrasi ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali berdampak amat aktual ($P < 0,01$) di kadar air tempe kacang kedelai. Kadar air terbesar ada di sampel P5 (perlakuan konsentrasi ragi 5%) sebesar 41,25 persen sedangkan kadar air terendah ada di sampel P1 (perlakuan konsentrasi ragi 1%) berkadar air 34,92 persen. Adanya penambahan konsentrasi ragi pada tempe memiliki pengaruh terhadap kadar air pada tempe dimana semakin banyak pemberian ragi maka kadar air pada tempe akan meningkat. Pemberian ragi dengan konsentrasi tinggi akan menyebabkan semakin banyak juga kapang yang dihasilkan. Selain dikarenakan oleh adanya penambahan konsentrasi ragi, kenaikan jumlah kadar air pada tempe kedelai juga diakibatkan adanya proses pengolahan berupa perendaman bahan baku dan fermentasi. Sepanjang tahapan rendaman berlangsung biji kedelai akan menyerap air dan menyebabkan kadar air pada bahan meningkat, pernyataan ini sejalan pernyataan Pan dan Tangatanavalee (2003).

Tabel 1. Nilai rata-rata kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, dan kadar karbohidrat tempe kedelai

Perlakuan	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Protein (%)	Kadar Lemak (%)	Kadar Karbohidrat (%)
P1 (1%)	34,92±0,47 ^a	1,33±0,32 ^d	20,55±0,73 ^d	20,43±0,78 ^d	22,75±0,86 ^a
P2 (2%)	35,88±0,44 ^{ab}	1,25±0,30 ^c	19,20±0,63 ^c	18,88±0,60 ^c	25,11±0,58 ^b
P3 (3%)	36,22±0,73 ^b	1,20±0,10 ^{bc}	18,53±0,75 ^{bc}	18,69±0,71 ^c	25,32±0,80 ^b
P4 (4%)	38,09±0,53 ^c	1,15±0,30 ^{ab}	17,68±0,33 ^{ab}	17,18±0,83 ^b	25,71±0,42 ^{bc}
P5 (5%)	41,25±0,54 ^d	1,10±0,60 ^a	16,91±0,74 ^a	13,77±0,77 ^a	26,94±0,99 ^c

Keterangan : Nilai rerata diikuti beda huruf di kolom serupa memperlihatkan perlakuan berbeda nyata (P<0,05)

Proses fermentasi yang diiringi dengan adanya kadar air yang meningkat akan diikuti juga dengan kenaikan suhu pada proses fermentasi dimana pertumbuhan kapang juga akan meningkat pada saat tersebut, pernyataan ini sesuai dengan pernyataan Budianti (2013). Hasil kadar air dalam penelitian memperlihatkan peningkatan sama seperti hasil penelitian sebelumnya oleh Izzah (2023) yang menyatakan kenaikan kadar air antara 36,01 persen hingga 54,17 persen pada tempe kacang hijau serta oleh Saraswati (2021) yang melaporkan kenaikan kadar air antara 50,11 persen hingga 62,64 persen pada tempe kacang gude ber-ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali. Kandungan kadar air dalam penelitian ini memenuhi standar SNI 01-3144-2015 yang menetapkan tepi optimal kadar air di tempe sebesar 65%.

Kadar Abu Tempe Kedelai

Output sidik ragam memperlihatkan ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 berdampak amat aktual (P<0,01) ke konsentrasi kadar abu tempe kedelai dimana seiring

ditambahkannya ragi maka semakin menurun juga kadar abu pada sampel tempe kedelai tersebut. Penurunan kadar abu pada tempe kedelai dapat terlihat pada sampel P1 dengan kadar abu 1,33% (perlakuan konsentrasi ragi 1%) menurun menjadi 1,10% pada sampel P5% (perlakuan konsentrasi ragi 5%). Penurunan kadar abu dikarenakan kandungan abu atau mineral pada bahan dimanfaatkan untuk pertumbuhan mikroba, dimana makin banyak konsentrasi ragi ditambahkan, makin banyak pemakaian kandungan mineral. Kandungan mineral bahan yang semakin menurun akan mengakibatkan nilai kadar abu menurun (Bakhrin, 2013). Sifat kadar air dengan kadar abu berbanding terbalik yang mengakibatkan semakin naiknya kadar air hingga kadar abu menurun. Hal tersebut disebabkan adanya peningkatan berat basah tempe akan mengakibatkan persentase abu menurun. Adanya penurunan kadar abu pada tempe kedelai yang ditambahkan ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali ini sejalan penelitian Izzah (2023) memperlihatkan

terjadinya penurunan kadar abu pada tempe kacang hijau dimana sampel tertinggi sebesar 0,71% dan kadar abu terendah sebesar 0,60% serta pada penelitian Saraswati (2021) dimana adanya penurunan kadar abu berkisar 0,89% hingga 0,69% pada tempe kacang gude yang ditambahkan ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali.

Kadar Protein Tempe Kedelai

Output analisis memperlihatkan ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali memiliki pengaruh yang signifikan ($P < 0,01$) ke kadar protein tempe kedelai. Penurunan kadar protein tempe kedelai terlihat di sampel P1 hingga P5, dimana kadar protein tertinggi ditemukan pada P1 (dengan konsentrasi 1%) sebesar 20,55 persen, sedangkan kadar terendah terdapat pada P5 (dengan konsentrasi 5%) sebesar 16,91 persen. Penambahan konsentrasi ragi mengakibatkan penurunan kadar protein pada tempe karena mikroba menggunakan protein tersebut sebagai sumber energi untuk pertumbuhannya. Hasil enzim sepanjang tahapan fermentasi oleh kapang akan mengurai protein menjadi molekul yang lebih kecil. Penurunan kadar protein selama fermentasi terjadi akibat sifat proteolitik jamur *Rhizopus oligosporus*, yang mendegradasi protein menjadi peptida (Deliana, 2008). Penelitian sebelumnya pada tempe kacang hijau oleh Izzah (2023) juga menunjukkan penurunan kadar protein selama proses fermentasi dari 11,54 persen menjadi 8,22 persen. Penurunan kadar

protein di penelitian tempe kedelai ini konsisten dengan penurunan parameter kadar protein yang diuji oleh Saraswati (2021) menyatakan proses fermentasi tempe kacang gude ber-ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali mengalami penurunan berawal 13,59 persen menjadi 9,66 persen. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan kadar protein pada tempe kedelai ini memenuhi standar minimal kadar protein SNI 01-3144-2015 tentang tempe kedelai yaitu min. 15%.

Kadar Lemak Tempe Kedelai

Kadar lemak pada sampel P1 hingga P5 menunjukkan kecenderungan menurun, dengan kandungan lemak tertinggi di P1 (perlakuan konsentrasi ragi 1%) 20,43%, juga kandungan terendah di P5 (perlakuan konsentrasi ragi 5%) sebesar 13,77%. Hasil analisis mengindikasikan bahwa konsentrasi ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali memiliki pengaruh yang signifikan ($P < 0,01$) ke kadar lemak tempe kedelai. Penurunan kadar lemak dapat disebabkan oleh aktivitas ragi dan enzim, dimana enzim lipase selama fermentasi akan menghasilkan asam lemak bebas. Lemak bersifat tidak kuat panas sehingga sepanjang tahapan pemasakan, lemak dapat mencair dan menguap yang mengakibatkan penurunan kadar lemak tempe (Sundari, 2015). Kadar lemak tempe cenderung menurun seiring bertambahnya waktu fermentasi.

Penambahan ragi pada tempe juga menyebabkan penurunan kandungan lemak.

Turunnya kadar lemak pada tempe kedelai sejalan dua penelitian sebelumnya yaitu Izzah (2023) yang mencatat penurunan kadar lemak berawal sebesar 3,78 persen menurun menjadi 2,53 pada tempe kacang hijau serta oleh Saraswati (2021) yang mencatat penurunan kadar lemak yang berasal sebesar 4,62 persen menjadi 3,31 persen pada tempe kacang gude yang ditambahkan ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali. Kadar lemak pada tempe kedelai yang ditambahkan ragi ini memenuhi standar SNI 01-3144-2015 yang menetapkan batas minimum kadar lemak pada tempe sebesar 7%.

Kadar Karbohidrat Tempe Kedelai

Output analisis memperlihatkan konsentrasi ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali memiliki pengaruh yang amat signifikan ($P < 0,01$) ke kadar karbohidrat tempe kedelai. Kadar karbohidrat cenderung meningkat dengan kadar terendah pada sampel P1 (perlakuan konsentrasi ragi 1%) sebesar 22,75 persen dan kadar tertinggi pada sampel P5 (perlakuan konsentrasi ragi 5%) sebesar 26,94 persen. Selama proses fermentasi, terjadi perubahan biokimia akibat aktivitas enzim, yang tidak hanya mengubah lemak tetapi juga mencerna karbohidrat. Perubahan utama pada karbohidrat melibatkan penghilangan heksosa secara cepat dan hidrolisis stakiosa secara lebih lambat (Rahayu, 2004). Makin

lama waktu fermentasi, kadar karbohidrat tempe akan makin berkurang karena karbohidrat dari ragi digunakan oleh kacang sebagai sumber nutrisi. Fluktuasi kadar karbohidrat pada tempe dipengaruhi oleh perubahan dalam komposisi gizi lainnya. Pernyataan transformasi susunan kimia ini disupport pendapat Astawan (2014), yang menjelaskan transformasi susunan gizi sepanjang pembuatan tempe dikarenakan perlakuan fisik dan tahapan enzimatik yang dihasilkan oleh kegiatan mikroorganisme. Hasil penelitian ini tidak selaras kedua penelitian sebelumnya oleh Izzah (2023) menyatakan kacang hijau yang ditambahkan ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali mengalami penurunan yang berawal 47,95 persen menjadi 33,79 persen serta oleh Saraswati (2021) juga menyatakan adanya penurunan kadar karbohidrat yang berawal 30,79 persen menjadi 23,70 persen pada tempe kacang gude yang ditambahkan ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali.

Evaluasi Sensoris Tempe Kedelai

Evaluasi sensoris tempe kedelai terpakai ber-uji hedonik mencakup warna, bau, rasa, tekstur, juga akseptasi total. Uji skoring ialah warna, tekstur, juga aroma tempe kacang kedelai. Angka rerata uji hedonik ke warna, bau, rasa, tekstur, juga penerimaan total ada di Tabel 2 serta untuk angka rerata uji skoring warna, tekstur, juga aroma ada di Tabel 3

Tabel 2. Nilai rata-rata uji hedonik warna, aroma, rasa, tekstur, dan penerimaan keseluruhan tempe kedelai

Perlakuan	Nilai Rata-rata Uji Hedonik				
	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur	Penerimaan Keseluruhan
P1 (1%)	3,00±0,92 ^a	3,73±0,96 ^a	3,40±0,50 ^a	3,06±0,88 ^a	2,93±0,96 ^a
P2 (2%)	3,40±0,73 ^{ab}	3,60±0,73 ^a	3,46±0,63 ^a	3,26±0,59 ^{ab}	3,06±0,79 ^a
P3 (3%)	3,80±0,67 ^{bc}	3,26±0,88 ^a	3,53±0,51 ^a	3,60±0,63 ^{bc}	3,46±0,83 ^{ab}
P4 (4%)	4,46±0,63 ^d	3,26±0,88 ^a	3,80±0,86 ^a	4,06±0,70 ^{cd}	3,93±0,88 ^{bc}
P5 (5%)	4,13±0,91 ^{cd}	3,46±0,99 ^a	4,33±0,61 ^b	4,40±0,50 ^d	4,20±0,67 ^c

Keterangan : Nilai rerata diikuti huruf serupa di kolom serupa memperlihatkan perlakuan berbeda nyata ($P<0,05$).

Kriteria hedonik : 1= tidak suka, 2= agak tidak suka, 3= biasa, 4= suka, 5= sangat suka

Tabel 3. Nilai rata-rata uji skoring warna, tekstur, dan aroma tempe kedelai

Perlakuan	Nilai Rata-rata Uji Skoring		
	Warna	Tekstur	Aroma
P1 (1%)	1,73±0,59 ^a	1,73±0,70 ^a	2,26±0,70 ^a
P2 (2%)	2,00±0,65 ^a	2,06±0,70 ^a	2,26±0,45 ^a
P3 (3%)	3,00±0,84 ^b	2,93±0,59 ^b	2,46±0,57 ^a
P4 (4%)	3,40±0,63 ^b	3,20±0,63 ^c	2,53±0,74 ^a
P5 (5%)	3,40±1,05 ^b	3,53±1,08 ^{cd}	2,73±0,70 ^a

Keterangan. : Nilai rerat diikuti huruf serupa di kolom serupa memperlihatkan perlakuan berbeda nyata ($P<0,05$)

Kriteria warna : 1= tidak putih, 2= agak putih, 3= putih, 4= sangat putih

Kriteria tekstur: 1= tidak kompak, 2= agak kompak, 3= kompak, 4= sangat kompak

Kriteria aroma : 1= tidak ada bau, 2= agak bau khas tempe, 3= bau khas tempe

Warna Tempe Kedelai

Output analisis sidik ragam memperlihatkan ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali berdampak signifikan ke uji hedonik warna tempe kedelai. Tabel 2 memperlihatkan angka rerata kegembiraan terendah ada di perlakuan P1 (konsentrasi ragi 1%) bernilai 3, termasuk di kategori biasa, dan nilai tertinggi di perlakuan P5 (konsentrasi ragi 5%) dengan nilai 4,13 yang tergolong kategori sangat suka. Uji jarak berganda memperlihatkan P1, P2, dan P3 tidak memperlihatkan beda signifikan namun perlakuan P3 dan P5 menunjukkan perbedaan nyata. Hasil analisis uji skoring

juga memperlihatkan ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali berdampak signifikan ke skoring warna tempe kedelai. Tabel 3 mengindikasikan nilai rerata kesukaan terendah ada di sampel P1 (konsentrasi ragi 1%) sebesar 1,73 berkriteria tidak putih sementara nilai tertinggi ada di sampel P5 (konsentrasi ragi 5%) bernilai 3,40 yang masuk dalam kriteria sangat putih. Warna putih pada tempe kedelai dihasilkan oleh pertumbuhan miselia selama proses fermentasi, dan warna tersebut dapat menyebar merata akibat distribusi konsentrasi kapang yang seimbang (Pratita, 2021). Perbedaan warna yang

terjadi pada tempe merupakan hasil aktivitas enzim yang dihasilkan oleh kapang.

Rasa Tempe Kedelai

Hasil analisis sidik ragam pada uji hedonik rasa memperlihatkan konsentrasi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali memiliki pengaruh yang amat signifikan ($P<0,01$) ke rasa tempe kedelai. Tabel 2 memperlihatkan angka rerata kesukaan terendah ada di sampel P1 (konsentrasi ragi 1%) sebesar 3,40 yang tergolong dalam kategori biasa, sebaliknya level kesukaan tertinggi ada di sampel P5 (konsentrasi 5%) dengan nilai 4,33 yang termasuk dalam kriteria sangat suka. Hasil uji jarak berganda di perlakuan P1, P2, P3, P4 menunjukkan perbedaan signifikan dibanding P5. Rasa khas tempe dihasilkan dari degradasi komponen sepanjang tahapan fermentasi juga dipengaruhi oleh tekstur serta konsistensi bahan. Peningkatan kegembiraan ke rasa bisa dikarenakan tingginya kandungan asam amino glutamat dibandingkan dengan asam amino lainnya. Asam amino terbentuk sepanjang tahapan hidrolisis memberikan rasa gurih di tempe (Liputo, 2022). Rasa gurih tersebut muncul karena kandungan protein juga lemak cukup tinggi dalam kacang kedelai, lalu dihidrolisis ke senyawa sederhana.

Aroma Tempe Kedelai

Tempe kedelai ditambahkan ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali sesuai perlakuannya menunjukkan bahwa tingkat konsentrasi ragi tidak berdampak nyata

($P<0,05$) ke bau tempe. Tabel 2 memperlihatkan angka rerata level kegembiraan terendah di sampel P5 (konsentrasi ragi 5%) sebesar 3,46 berkategori biasa kemudian untuk level kegembiraan tertinggi di sampel P1 (konsentrasi ragi 1%) sebesar 3,73 berkategori biasa. Hasil uji skoring aroma memperlihatkan ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali tidak berdampak nyata ke aroma tempe kedelai. Pada Tabel 3 memperlihatkan angka rerata uji skoring dengan level kegembiraan terendah di sampel P1 (konsentrasi ragi 1%) sebesar 2,26 kemudian tingkat kesukaan terbesar pada sampel P5 (konsentrasi ragi 5%) sebesar 2,73 dengan kriteria sama yaitu agak bau khas tempe. Hasil uji jarak berganda menunjukan tidak ada perbedaan nyata antara setiap perlakuan.

Bau yang muncul pada tempe kemungkinan disebabkan oleh tingginya konsentrasi kapang dalam beberapa sampel, yang mengakibatkan kekurangan bahan makanan bagi kapang tersebut. Hal ini menyebabkan kapang tersebut mati dan memberikan peluang bagi jamur atau bakteri lain untuk mengubah protein. Pada proses fermentasi tempe, hifa *Rhizopus sp.* menerobos biji-bijian keras juga menyerap nutrisi biji itu guna perkembangannya yang mengakibatkan biji menjadi lebih lunak. Proses ini kemudian diikuti oleh reaksi pembongkaran enzimatis juga kimiawi (Mukhoyaroh, 2015). Menurut Muslikhah

dkk (2013) enzim proteolitik berperan di perombakan protein ke peptide serta menghasilkan H₂S, amonia, metil sulfida, juga amina dari uraian asam amino anaerob.

Tekstur Tempe Kedelai

Hasil analisis sidik ragam pada uji hedonik tekstur memperlihatkan *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali memiliki pengaruh yang signifikan ($P<0,01$) ke tekstur tempe kedelai. Tabel 2 memperlihatkan bahwa angka rerata tingkat kesukaan terendah ada di sampel P1 (konsentrasi ragi 1%) dengan nilai 3,06, yang masuk dalam kategori biasa, sebaliknya level kegemaran tertinggi ada di sampel P5 (konsentrasi ragi 5%) bernilai 4,40 berkategori suka. Uji jarak berganda memperlihatkan perbedaan signifikan antara sampel P1 dan P5. Pada hasil analisis uji skoring tekstur memperlihatkan ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali berdampak amat signifikan ($P<0,01$) ke tekstur tempe kedelai. Tabel 3 mencatat angka rerata kegemaran terendah ada di sampel P1 (konsentrasi ragi 1%) bernilai 1,73 yang menunjukkan kriteria tidak kompak, sementara itu nilai tertinggi ada pada sampel P5 (konsentrasi ragi 5%) dengan nilai 3,53 dan berkategori kompak. Perlakuan P1 serta P2 tidak memperlihatkan beda signifikan, begitu juga antara perlakuan P3 dan P4 tetapi ada perbedaan nyata antara P1 dan P5. Sepanjang tahapan fermentasi, tekstur tempe akan berubah. Kompak atau tidaknya tekstur tempe dapat dilihat dari kepadatan miselia tumbuh di permukaan tempe. Jika miselia

terlihat lebat, itu memperlihatkan tekstur tempe sudah menciptakan padatan kompak.

Penerimaan Keseluruhan Tempe Kedelai

Output analisis sidik ragam memperlihatkan ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali memiliki pengaruh yang amat signifikan ($P<0,01$) di penerimaan total tempe kedelai. Tabel 3 mencatat bahwa angka rerata kegemaran terendah ada di sampel P1 (konsentrasi 1%) 2,93 mencakup kriteria sedikit tidak suka, sebaliknya angka rerata kegemaran tertinggi ada di sampel P5 (konsentrasi ragi 5%) dengan nilai 4,20 yang masuk dalam kriteria suka. Uji lanjut Duncan memperlihatkan tidak ada beda signifikan P1 dan P2, P3 dan P4, serta P5 juga P4. Akseptansi total tempe kedelai dipengaruhi preferensi panelis terhadap warna, bau, tekstur, juga rasa.

KESIMPULAN

Konsentrasi ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali berdampak nyata ke proksimat tempe kedelai yakni kadar air, abu, protein, lemak, juga karbohidrat. Konsentrasi ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali juga berdampak nyata ke sensoris tempe kedelai yakni warna, tekstur dan rasa tapi tidak berdampak nyata ke bau. Tempe kedelai berkonsentrasi ragi 4% menghasilkan tempe berkarakteristik terbaik, yakni berkadar air 38,09%; kadar abu 1,15%; kadar protein 17,86%; kadar lemak 17,18%; kadar karbohidrat 25,71%,

warna, aroma, tekstur, rasa, juga penerimaan total disukai oleh panelis.

DAFTAR PUSTAKA

- Andika, I., K., P., Duniaji, A. S., Komang, A., N. 2023. Pengaruh Konsentrasi Ragi Terhadap Karakteristik Tempe Jagung (*Zea mays* L.). Itepa: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan Vol.12 No.2 pp. 347-383
- Astawan, M. 2008. Sehat Dengan Tempe: Panduan Lengkap Menjaga Kesehatan dengan Baik. Dian Rakyat. Bogor.
- Aryanta, I. W. R. 2020. Manfaat Tempe untuk Kesehatan. E-Jurnal Kesehatan Prodi Kesehatan Ayurveda: Fakultas Kesehatan Universitas Hindu Indonesia Vol.2, No. 1:44-50
- Budianti, A. 2018. Pengaruh Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi Terhadap Sifat Kimia dan Organoleptik Tempe Kedelai Hitam (*Glycine soja*). *Doctoral Dissertation*, Universitas Brawijaya
- Dalimunthe, K., Nur S. H., dan Ummi Z. 2021 *Prosiding Sixth Postgraduate Bio Expo 2021 Webinar Nasional VII Biologi dan Pembelajarannya* 276-285
- Duniaji, A. S., W. Wisaniyasa, N. N. Puspawati, and N. M. Indri H. 2019. Isolation and Identification of *Rhizopus oligosporus* Local Isolate Derived from Several Inoculum Sources. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science* 8(9):1085-1098.
- Dwianingsih, E., A. 2010. Karakteristik Kimia dan Sensori Tempe dengan Variasi Bahan Baku Kedelai atau Beras dan Penambahan Angkak Serta Variasi Lama Fermentasi. Skripsi tidak diterbitkan. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta
- Ellent, S.S.C., L. Dewi dan Marisa Chr. Tapilouw. 2022. Karakteristik Mutu tempe Kedelai (*Glycine max* L.) yang Dikemas dengan Klobot. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian* Vol.11, No.1:32-40
- Fauziah, A.P., Asep, S., dan Assyifa, J. 2022. Analisis Pengaruh Konsentrasi Ragi dan Waktu Fermentasi Terhadap Nilai Gizi dan Aktivitas Antioksidan Tempe Kedelai Kombinasi Kacang Roay (*Phaseolus lunatus* L). *Gunung Djati Conference Series* Vol. 15
- Furqon, A., Maflahah, I., dan Rahman, A. 2016. Pengaruh Jenis Pengemas dan Lama Penyimpanan Terhadap Mutu Produk Nugget Gembus. *Agrointek* 10(2),71.
- Hardianti, S. 2018. Pengaruh Penambahan Ekstrak Kulit Nanas (*Ananas comosus* L. Merr) terhadap Nilai Protein dan Cita Rasa Pada Tempe. Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.
- Handoyo, T., dan Morita, N. 2006. *Structural and Functional Properties of Fermented Soybean (Tempe) By Using Rhizopus oligosporus*. *Int JFood Prop* 9:347-355
- Izzah, K., Duniaji, A. S., Ekawati, I., G, A. 2023. Pengaruh Konsentrasi Ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali Terhadap Karakteristik Tempe Kacang Hijau. Itepa: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan Vol.12 No.1 pp:120-132
- Karmini, M., dan Djoko, S. 2007. Aktivitas Enzim Hidrolitik Kapang *Rhizopus Sp* Pada Proses Fermentasi Tempe. *Centre for Research and Development of Nutrition and Food*, NIHRD.
- Karisma, V., M. 2014. Pengaruh Penepungan, Perebusan, Perendaman Asam, dan Fermentasi Terhadap Komposisi Kimia Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.) Institut Pertanian Bogor.
- Kusnanto, F., Sutantio, A., Mulyani, H. 2013. Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Protein dan Daya Terima Tempe dari Biji Karet (*Hevea Brasiliensis*) sebagai Sumber Belajar Biologi SMA Pada Materi Bioteknologi Pangan. FKIP Universitas Muhammadiyah Metro Lampung
- Liputo, S., A., Suryani, U., Purnama, N., M., dan Yoyanda, B. 2022. Tempe Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.) dengan Menggunakan Ekstrak Bonggol Nanas Serta Pengaruhnya Terhadap Kandungan Gizi dan Tingkat Kesukaan. *JITIPARI: Jurnal Teknologi Industri Pangan UNISRI* Vol.7 No.1:78-88
- Mukhoyaroh, H. 2015. Pengaruh Jenis Kedelai, Waktu, dan Suhu Pemeraman terhadap Kandungan Protein Tempe Kedelai. *Jurnal Florea*, 2(2), 47-51
- Muthmainna, Sri M, S., dan Supriadi. 2016. Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Protein dari Tempe Biji Buah Lamtoro Gung (*Leucaena leucocephala*). *Jurnal Akademika Kimia* 5(1):50-54
- Pan, Z. dan Tangratanaavee, W. 2003. *Characteristic of Soybeans as Affected by Soaking Condition*. *LWT-Food Science and Technology* Vol.36, 143-151
- Pramita, D. S. 2008. Pengaruh Teknik Pemanasan Terhadap Kadar Asam Fitat dan Aktivitas Antioksidan Koro Benguk (*Mucuna pruriens*), Koro Glinding (*Phaseolus lunatus*) dan Koro Pedang

- (*Canavalia ensiformis*). Skripsi. Universitas Sebelas Maret Surakarta
- Pratita, A., T., K., Anna, Y., Ilham, N.R., dan Mochamad, F. 2021. Pengaruh Konsentrasi *Rhizopus oligosporus* terhadap Sifat Organoleptik dan Aktivitas Antioksidan Tempe Berbahan Baku Kacang Lentil. Prosiding Seminar Nasional Diseminasi Penelitian Program Studi S1 Farmasi STIKES BTH Tasikmalaya.
- Radiati, A., dan Sumarto. 2016. Analisis Sifat Fisik, Sifat Organoleptik, dan Kandungan Gizi pada Produk Tempe dari Kacang Non-Kedelai. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan 5(1)
- Saraswati, A. N., Duniaji A. S., Darmayanti, L. P. T. 2021. Pengaruh Konsentrasi Ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali Terhadap Karakteristik Kacang Gude (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Universitas Udayana. Bali
- Setyani, S., Siti N., dan Eliyana. 2017. Evaluasi Sifat Kimia dan Sensori Tempe Kedelai-Jagung dengan Berbagai Konsentrasi Ragi Raprima dan Berbagai Formulasi [*The Evaluation of Chemical and Sensory Properties of Soybean-Corn Tempeh Fermented with Various Raprima Yeast Concentration and Formulation*]. Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian Vol.22 No.2:85-98
- Suciati, A., Abu Bakar Tawali dan Amran Laga. 2012. Pengaruh Lama Perendaman dan Fermentasi Terhadap Kandungan HCN pada Tempe Kacang Koro (*Canavalia ensiformis* L.) Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Hasanuddin. Makasar.
- Utama D. M., T. Baroto. 2018. Penggunaan SAW Untuk Analisis Proses Perebusan Kedelai dalam Produksi Tempe. Agrotek. Volume 12. No.2 (90-98)
- Yulia, R., Arif, H., Amri, A., dan Sholihati, S. 2019. 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 Keteknikan Pertanian, Vol.12, No.1