

**PENGARUH TEPUNG TERIGU DAN PENYIMPANAN SUHU RENDAH
TERHADAP MASA SIMPAN DAN SIFAT SENSORI
TEMPE KEDELAI PROBIOTIK*****EFFECT OF WHEAT FLOUR AND LOW TEMPERATURE STORAGE TO
SHELF LIFE AND SENSORY PROPERTIES OF
PROBIOTIC SOY TEMPE*****Suharyono¹⁾, Sussi Astuti¹⁾, dan Samsul Rizal¹⁾, dan Raisa Amalia²⁾**¹⁾ Dosen Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung²⁾ Alumni Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

Jl. Prof. Dr. Soemantri Bojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145

Email: samsul.rizal@fp.unila.ac.id

Diterima 10-05-2019, Selesai Direview 20-06-2019, Diterbitkan 27-06-2019

ABSTRACT

Tempe is one of an easily damaged food. The use of probiotic microorganisms in the preparation of tempe is expected to increase the storability and quality of tempe sensory. This study aimed to determine the effect of concentrations of wheat flour and the temperature storage to extend shelf life and to maintain the sensory properties of probiotic soybean tempe. This study used a Completely Randomized Block Design (RCBD) with two factors and three replications. The first factor was the concentration of flour, consisting of 0%, 0.2%, 0.4%, 0.6%, and 0.8% (b/v). The second factor was the low temperature storage, consisting of 5°C, 10°C, and 15°C. The results showed that the shelf life of soybean tempe treated with probiotic microorganisms ranged from 12.33 to 17.33 days. The orthogonal polynomials of wheat flour and low temperature storage effected on the increasing of color scores and texture of tempe, but significantly effected on the decreasing of flavor score and overall acceptance of tempe. The best probiotic soybean tempe was obtained by adding 0.6% flour and 5° C storage temperature that keep the shelf life of tempe until 17.33 days.

Keywords: *probiotic soy tempe, wheat flour, low temperature storage, shelf life,***ABSTRAK**

Tempe merupakan salah satu jenis makanan yang mudah mengalami kerusakan. Penggunaan mikroorganisme probiotik dalam pembuatan tempe diharapkan dapat meningkatkan daya simpan dan kualitas sensori tempe. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh konsentrasi tepung terigu dan suhu rendah penyimpanan yang dapat memperpanjang umur simpan dan mempertahankan sifat sensori tempe kedelai probiotik. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi tepung terigu yang terdiri dari 5 taraf (0%, 0,2%, 0,4%, 0,6%, dan 0,8% (b/v)). Faktor kedua adalah suhu rendah penyimpanan, yang terdiri dari 3 taraf (5°C, 10°C, dan 15°C). Hasil penelitian menunjukkan bahwa masa simpan tempe kedelai yang diberi perlakuan mikroorganisme probiotik berkisar 12,33-17,33 hari. Berdasarkan uji lanjut polinomial ortogonaltepung terigu dan penyimpanan suhu rendah berpengaruh meningkatkan skor warna dan tekstur, tetapi berpengaruh nyata menurunkan skor aroma dan penerimaan keseluruhan. Tempe kedelai probiotik terbaik diperoleh dengan penambahan tepung terigu 0,6% dan suhu penyimpanan 5°C yang menghasilkan masa simpan 17,33 hari, skor warna

sebesar 3,72 (putih cerah), skor aroma sebesar 2,78 (agak khas tempe dan agak asam), skor tekstur sebesar 4,12 (kompak dan padat), skor sebesar penerimaan keseluruhan 3,41 (agak suka), dan total bakteri asam laktat berkisar antara 9,04 log CFU/g hingga 9,13 log CFU/g.

Kata kunci: tempe kedelai probiotik, tepung terigu, suhu rendah penyimpanan, masa simpan, *Lactobacillus casei*

PENDAHULUAN

Tempe merupakan produk pangan tradisional Indonesia berbahan dasar kacang kedelai (*Glycine max*) yang diolah melalui proses fermentasi oleh kapang *Rhizopus oligosporus*. Konsumsi tempe di Indonesia berdasarkan data SUSENAS tahun 2014 yang dirilis oleh BPS, sebesar 6,95 Kg/orang/tahun (Riniarsi, 2015). Salah satu kendala dalam pemanfaatan tempe adalah masa simpannya yang pendek karena memiliki sifat mudah rusak (*perishable*). Tempe segar yang disimpan pada suhu ruang hanya dapat bertahan dua hari, sedangkan penyimpanan suhu rendah dapat bertahan satu minggu (Widowati dkk., 2004). Proses fermentasi tempe yang terlalu lama menyebabkan kenaikan jumlah bakteri dan asam lemak bebas, menurunnya pertumbuhan jamur, serta terjadi degradasi protein lanjut sehingga terbentuk amonia yang menimbulkan aroma busuk.

Pengembangan tempe probiotik merupakan salah satu teknik yang dapat digunakan untuk meningkatkan daya simpan tempe. Tempe kedelai probiotik merupakan tempe kedelai yang mengandung mikroorganisme probiotik berupa bakteri asam laktat. Pentingnya peranan BAL menyebabkan beberapa produsen tempe menambahkan kedelai dengan BAL pada saat perendaman untuk meningkatkan komposisi mikroba produk akhir (Nout and Kiers, 2005). Keberadaan *Lactobacillus casei* dalam fermentasi tempe akan menghasilkan asam laktat yang berfungsi untuk mempertahankan nilai pH tempe dan bersifat antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba pembusuk maupun patogen, sehingga diharapkan mampu memperbaiki masa simpan dan keamanan tempe. Bakteri asam laktat yang dapat digunakan dan

ditambahkan pada pembuatan tempesalah satunya adalah *Lactobacillus casei* yang berpotensi sebagai probiotik. Kandungan karbohidrat dan protein pada tepung terigu diharapkan mampu menyediakan nutrisi bagi pertumbuhan *Lactobacillus casei*.

Upaya lain yang dapat dilakukan untuk memperpanjang umur simpan tempe adalah penyimpanan pada suhu rendah sehingga bakteri pembusuk menjadi tidak aktif. Kombinasi perlakuan tersebut diharapkan dapat memperpanjang masa simpan tempe lebih lama, dan penerapannya pada industri tempe dapat mengurangi kerugian serta menambah *profit* bagi industri tempe. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh konsentrasi media tepung terigu, suhu rendah penyimpanan, dan mengetahui interaksi antara konsentrasi media tepung terigu dan suhu rendah penyimpanan untuk memperpanjang masa simpan dan mempertahankan sifat sensori tempe kedelai probiotik.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan adalah kacang kedelai impor (*Glycine max*) yang diperoleh dari pasar Rajabasa, inokulum tempe merek Raprima produksi LIPI Bandung yang dibeli di Pasar Kopindo Metro, tepung terigu jenis protein sedang, air, kultur *Lactobacillus casei* dalam bentuk kultur murni yang diperoleh dari Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi UGM Yogyakarta, dan media MRS Broth. Bahan pembantu terdiri dari media MRS Agar, aquades, alkohol 70%, dan bahan-bahan untuk analisis yaitu pelarut heksane (n-heksane), NaOH 30-33%, NaOH 1,5 N, bromocresol green 0,1%, alkohol 95%, H₂SO₄ 0,3 N, *acetone*, indikator metil merah 0,1%, HCL 0,02 N, asam borat 3% , buffer

fosfat pH 4 dan pH 7. Alat yang digunakan antara lain panci, baskom, kompor, alat peniris, pisau, tampah, timbangan analitik, dan plastik pengemas, pH meter, tabung reaksi, erlenmeyer, jarum ose, kapas, aluminium foil, bunsen, mikropipet, pipet tip, spatula, vortex, *hot plate*, autoklaf, dan inkubator, peralatan untuk uji sensori, dan peralatan lain untuk analisis kimia.

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan dua faktor dan tiga kali ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi tepung terigu (T), terdiri dari lima taraf yaitu 0 % (b/b) (T0), 0,2% (b/b) (T1), 0,4% (b/b) (T2), 0,6% (b/b) (T3) dan 0,8% (b/b) (T4). Faktor kedua adalah suhu penyimpanan tempe (S), terdiri dari tiga taraf yaitu 5°C (S1), 10°C (S2), dan 15°C (S3).

Data sifat sensori (warna, aroma, tekstur, dan penerimaan keseluruhan) diuji kesamaan ragamnya dengan uji Barlett dan kementerian data diuji dengan uji Tuckey. Data dianalisis dengan sidik ragam untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh antar perlakuan. Data diuji lanjut menggunakan uji polinomial ortogonal dengan taraf 1% dan 5%. Terhadap perlakuan terbaik yang diperoleh dari hasil penentuan masa simpan dan uji sensori dilakukan analisis proksimat, pH, dan total bakteri asam laktat.

Pembuatan Starter Probiotik

Lactobacillus casei

Pembuatan starter dilakukan mengikuti prosedur yang dilakukan Aptesia dkk. (2013), yaitu starter kultur murni *Lactobacillus casei* disiapkan dan diambil sebanyak 1 ose lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 10 mL media MRS Broth steril dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Kemudian, sebanyak 5 mL kultur murni dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berisi 50 mL MRS Broth steril lalu diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C dan diperoleh kultur *Lactobacillus casei*.

Pembuatan Tempe Kedelai Probiotik

Proses pembuatan tempe kedelai probiotik mengikuti prosedur yang digunakan oleh Aptesia, dkk. (2013). Kedelai disortasi lalu ditimbang sebanyak 1500 g, kemudian dicuci untuk menghilangkan kotoran. Selanjutnya direbus pada suhu 100°C dengan perbandingan kedelai dan air 1:3 (b/v) selama 30 menit, kemudian direndam pada suhu 25°C selama 24 jam dan dilakukan pengelupasan kulit ari kedelai. Tahap berikutnya yaitu tahap perebusan kedua, kedelai lalu ditiriskan dan didinginkan pada suhu ruang selama 5 menit. Pada tahap peragian, kedelai ditambahkan inokulum tempe sebanyak 0,2% (b/b) (0,2 g/100 g kedelai), dan diberi kultur *Lactobacillus casei* 2% (v/b) yang telah bercampur media MRS Broth serta tepung terigu yang telah ditimbang masing-masing sebanyak sesuai perlakuan (0% (b/b), 0,2% (b/b), 0,4% (b/b), 0,6% (b/b) dan 0,8% (b/b)) dan dikeringkan pada oven (T=72°C, t=15 menit), lalu semua bahan diaduk agar tercampur merata. Selanjutnya kedelai dikemas dalam plastik berukuran 7 cm x 12 cm x 0,03 mm yang telah dilubangi masing-masing sebanyak 50 g dalam setiap bungkus dan diberi label. Proses fermentasi dilakukan pada suhu ruang ±25°C selama 48 jam. Kemudian tempe kedelai probiotik disimpan pada suhu penyimpanan sesuai perlakuan (5°C, 10°C, dan 15°C).

Penentuan Masa Simpan Tempe Kedelai Probiotik

Pengamatan masa simpan dilakukan 24 jam setelah proses fermentasi kedelai (± 48 jam) dan seterusnya setiap 24 jam hingga tempe kedelai probiotik mengalami perubahan fisik (kerusakan) menggunakan metode deskriptif sebanyak 3 kali ulangan. Perubahan fisik yang diamati meliputi warna, aroma, dan tekstur tempe kedelai probiotik menggunakan standar dari hasil penelitian pendahuluan (tempe kedelai kontrol). Data masa simpan pada setiap ulangan untuk setiap perlakuan tempe kedelai probiotik kemudian dicatat dan

diambil nilai rata-rata untuk mendapatkan masa simpan tempe kedelai probiotik yang tepat.

Uji Sensori

Pengujian sensori terhadap tempe kedelai probiotik menggunakan metode uji skoring warna (skor: 1. Putih gelap; 2. Putih agak gelap; 3. Putih; 4. Putih agak cerah; dan 5. Putih cerah), aroma (skor: 1. Sangat tidak khas tempe dan asam; 2. Tidak khas tempe dan asam; 3. Agak khas tempe dan agak asam; 4. Khas tempe dan tidak asam; dan 5. Sangat khas tempe dan tidak asam), tekstur (Skor: 1. Sangat tidak kompak dan sangat tidak padat; 2. Tidak kompak dan tidak padat; 3. Agak kompak dan agak padat; 4. Kompak dan padat; dan 5. Sangat kompak dan padat); serta uji hedonik untuk penerimaan keseluruhan (skor: 1. Sangat tidak suka; 2. Tidak suka; 3. Agak suka; 4. Suka; dan 5. Sangat suka). Pengujian dilakukan 24 jam setelah penyimpanan tempe probiotik pada masing-masing suhu perlakuan kemudian sampel diberi kode acak. Pengujian dilakukan oleh 30 orang mahasiswa sebagai panelis semi terlatih yang berada di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Pengujian Total Bakteri Asam Laktat

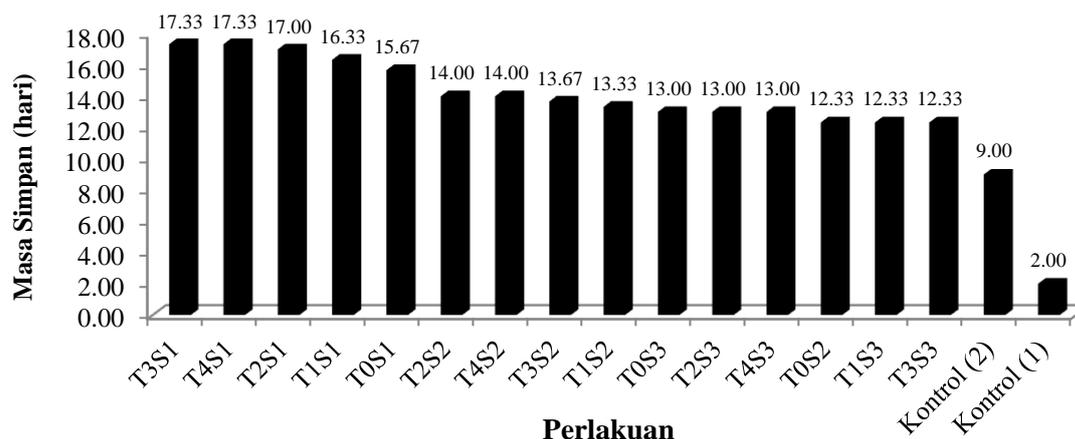
Pengujian total bakteri asam laktat (BAL) diukur dengan metode hitungan cawan atau *Total PlateCount* (TPC) menurut Fardiaz (1989). Sebanyak 1 g sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi larutan pengencer berupa garam fisiologis sebanyak 9 ml sehingga diperoleh suspensi sampel dengan pengenceran 10^{-1} . Campuran kemudian dihomogenkan dan diambil 1 ml larutan dari tabung pertama dan dimasukkan kedalam tabung reaksi berikutnya yang berisi 9 ml larutan garam fisiologis sehingga diperoleh pengenceran

10^{-2} dan seterusnya sampai diperoleh pengenceran yang sesuai (10^{-8} sampai dengan 10^{-10}). Dari pengenceran yang dikehendaki diambil sebanyak 1 ml sampel dengan pipet lalu dimasukkan ke dalam cawan petri steril, kemudian ditambahkan sebanyak ± 15 ml media MRS Agar steril dan dihomogenkan dengan cara memutar cawan seperti membentuk angka 8. Setelah media agar memadat, cawan dibungkus dengan kertas lalu diinkubasi dengan posisi terbalik pada suhu 37°C 48 jam dan dihitung koloni yang tumbuh menggunakan *colony counter*. Total koloni bakteri asam laktat yang terhitung harus memenuhi standar *International Commissions for Microbiology Food* (ICMF) yaitu antara 30 sampai 300 koloni per cawan petri dan dinyatakan dalam CFU/g.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Masa Simpan Tempe Kedelai Probiotik

Hasil penentuan masa simpan (**Gambar 1**) menunjukkan bahwa masa simpan tempe hasil perlakuan berkisar antara 12,33-17,33 hari. Tempe kedelai probiotik dengan penambahan tepung terigu 0,6% dan 0,8% pada suhu penyimpanan 5°C (T3S1 dan T4S1), memiliki masa simpan paling lama yakni 17,33 hari, sedangkan tempe kedelai probiotik tanpa penambahan tepung terigu dan suhu penyimpanan 5°C (T0S1) dapat bertahan hingga 15,67 hari. Tempe kedelai tanpa penambahan tepung terigu, BAL, dan suhu penyimpanan 5°C (kontrol 2) hanya dapat bertahan hingga 9 hari. Tempe kedelai tanpa penambahan tepung terigu dan BAL, pada penyimpanan suhu ruang (kontrol 1) hanya dapat bertahan selama 2 hari.



Keterangan:

Faktor pertama konsentrasi terigu (T): T0: 0 % (b/b); T1: 0,2% (b/b); T2: 0,4% (b/b); T3: 0,6% (b/b); T4: 0,8% (b/b)
 Faktor kedua suhu penyimpanan (S):S1: 5°C; S2: 10°C ;S3: 15°C

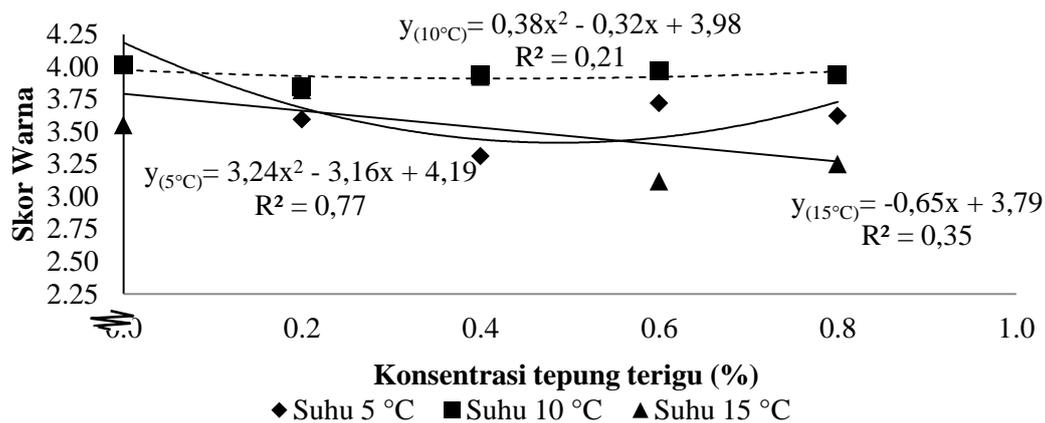
Gambar 1. Pengaruh penambahan terigu dan suhu rendah penyimpanan terhadap masa simpan pada tempe kedelai probiotik.

Gambar 1 menunjukkan bahwa tempe perlakuan T3S1 mampu menambah umur simpan sampai 15,33 hari dibanding tempe kedelai normal tanpa penambahan tepung terigu, BAL, dan penyimpanan pada suhu ruang (kontrol 1), menambah masa simpan selama 8,33 hari dibanding tempe kedelai tanpa penambahan tepung terigu, BAL, dan penyimpanan pada suhu 5°C (kontrol 2), dan mampu menambah masa simpan selama 1,66 hari dibanding tempe kedelai probiotik dengan penambahan tepung terigu dan penyimpanan pada suhu 5°C (T0S1). Hal ini diduga karena penambahan *Lactobacillus casei* pada tempe kedelai probiotik memproduksi asam laktat dan senyawa yang bersifat antibakteri sehingga mampu menghambat kerusakan pada tempe. Tepung terigu berperan sebagai nutrisi bagi *Lactobacillus casei* dan kapang tempe *Rhizopus sp* untuk pertumbuhannya dengan memanfaatkan karbohidrat (pati) pada tepung terigu sebagai sumber karbon (Triyono, dkk., 2017). Penyimpanan produk pada suhu 4-10°C memperkecil peluang terjadinya kerusakan dan juga menghambat pertumbuhan bakteri asam laktat sehingga dapat mempertahankan keasaman (pH) produk dan menghambat mikroba perusak dan patogen (Hugenholtz, 2013).

Uji Sensori Warna

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi tepung terigu dan suhu penyimpanan rendah berpengaruh sangat nyata, dan interaksi antara kedua perlakuan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap skor warna tempe kedelai probiotik. Hasil uji lanjut polinomial ortogonal menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi tepung terigu dan semakin meningkat suhu penyimpanan rendah cenderung meningkatkan skor warna tempe kedelai probiotik secara kuadratik dan linier.

Gambar 2 menunjukkan pada konsentrasi tepung terigu 0,4% dan 0,6% mengalami penurunan terhadap skor warna tempe kedelai probiotik. Hal ini diduga disebabkan oleh pertumbuhan miselia kapang tempe dengan penambahan tepung terigu pada taraf tersebut saat fermentasi belum optimal karena konsentrasi tepung terigu yang kurang sesuai. Salah satu syarat utama suatu bahan/substrat dapat menumbuhkan mikroorganisme kapang dengan baik ialah adanya kandungan karbohidrat yang digunakan sebagai sumber karbon pada substrat tersebut. Kurang optimalnya pertumbuhan kapang berdampak pada kurangnya miselium yang tumbuh (Triyono *et al.*, 2017).



Gambar 2. Hubungan antara konsentrasi tepung terigu dan suhu rendah penyimpanan terhadap skor warna tempe kedelai probiotik

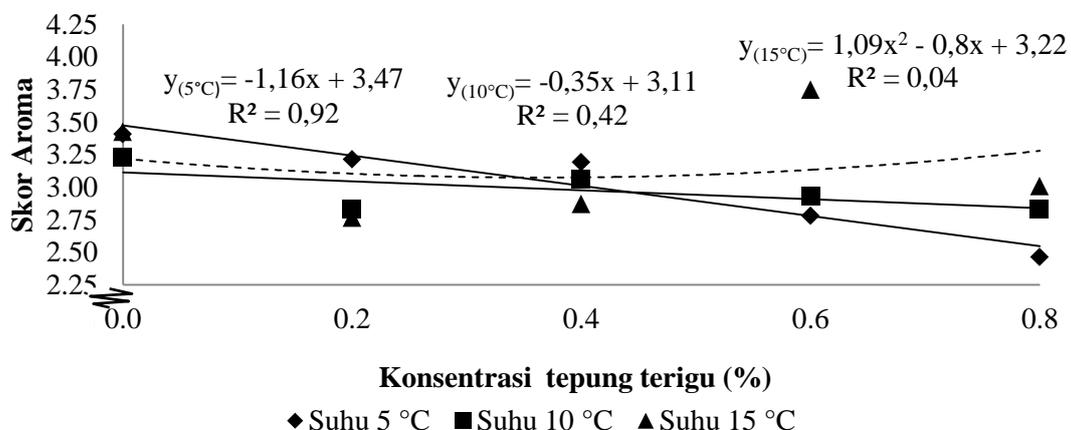
Sukardi dkk. (2008), menyatakan bahwa penambahan tepung beras berfungsi sebagai bahan pengisi agar warna inokulum tempe menjadi lebih putih, selain itu agar dapat dijual dalam jumlah yang banyak. Penurunan skor warna tempe kedelai probiotik pada suhu penyimpanan 15°C, diduga disebabkan oleh berlangsungnya reaksi pencoklatan non enzimatis (reaksi Maillard) selama penyimpanan (Muslikhah, dkk., 2013). Reaksi Maillard meningkat pada suhu yang lebih tinggi dan menyebabkan proses pencoklatan semakin cepat (Winarno, 2004).

Aroma

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi tepung terigu dan suhu rendah penyimpanan berpengaruh sangat

nyata, dan interaksi antar kedua perlakuan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap skor aroma tempe kedelai probiotik. Hasil uji lanjut polinomial ortogonal menunjukkan bahwa semakin besarnya konsentrasi tepung terigu dan dan suhu rendah penyimpanan cenderung menurunkan skor aroma tempe kedelai probiotik secara linier.

Gambar 3, menunjukkan bahwa pada konsentrasi tepung terigu 0,6% dan 0,8% skor aroma cenderung menurun. Penurunan tersebut diduga karena timbulnya aroma asam karena aktivitas *Lactobacillus casei* yang menghasilkan asam laktat sehingga menimbulkan aroma tempe yang agak khas tempe dan agak asam (Hamzah, 2014).



Gambar 3. Hubungan antara konsentrasi tepung terigu dan suhu rendah penyimpanan terhadap skor aroma tempe kedelai probiotik

Selama fermentasi bakteri asam laktat akan memecah karbohidrat yang ada hingga terbentuk asam laktat dan menyebabkan peningkatan keasaman serta penurunan pH (Djaafar dan Rahayu, 2006). Penurunan skor aroma tempe kedelai probiotik pada suhu penyimpanan 5°C dan 10°C diduga karena aktivitas enzim pada kapang tempe berjalan lebih lambat dibanding suhu 15°C. Aroma tempe sangat dipengaruhi oleh pembentukan miselium dan aktivitas enzim yang dihasilkan kapang (Feng *et al.*, 2006). Suhu penyimpanan yang semakin rendah akan memperlambat atau mencegah reaksi kimia, enzimatik dan pertumbuhan mikroba (Moreno *et al.*, 2002).

Tekstur

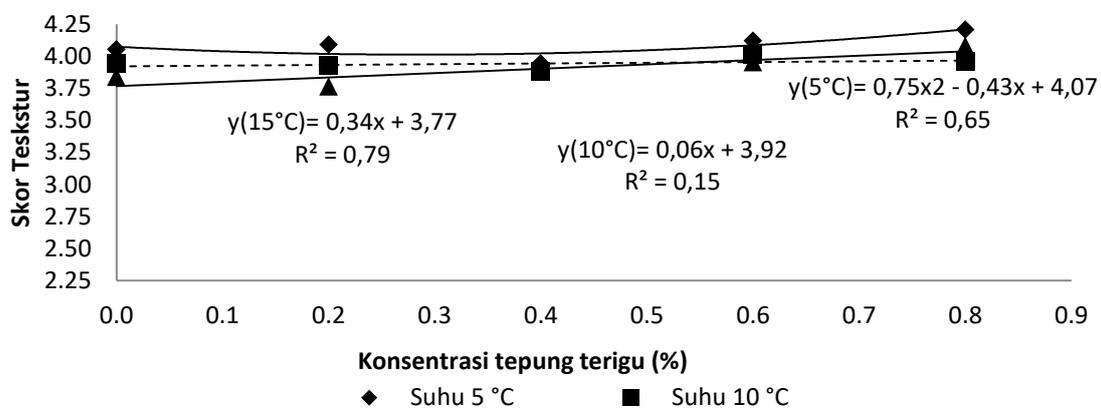
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi tepung terigu dan suhu rendah penyimpanan berpengaruh sangat nyata, dan interaksi antar kedua perlakuan memberikan pengaruh sangat nyata terhadap skor tekstur tempe kedelai probiotik. Hasil uji lanjut polinomial ortogonal menunjukkan bahwa konsentrasi tepung terigu dan suhu rendah penyimpanan yang semakin tinggi, cenderung meningkatkan skor tekstur tempe kedelai probiotik secara kuadrat dan linier.

Gambar 4, menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan konsentrasi tepung terigu, tekstur tempe kedelai probiotik semakin kompak dan padat. Hal

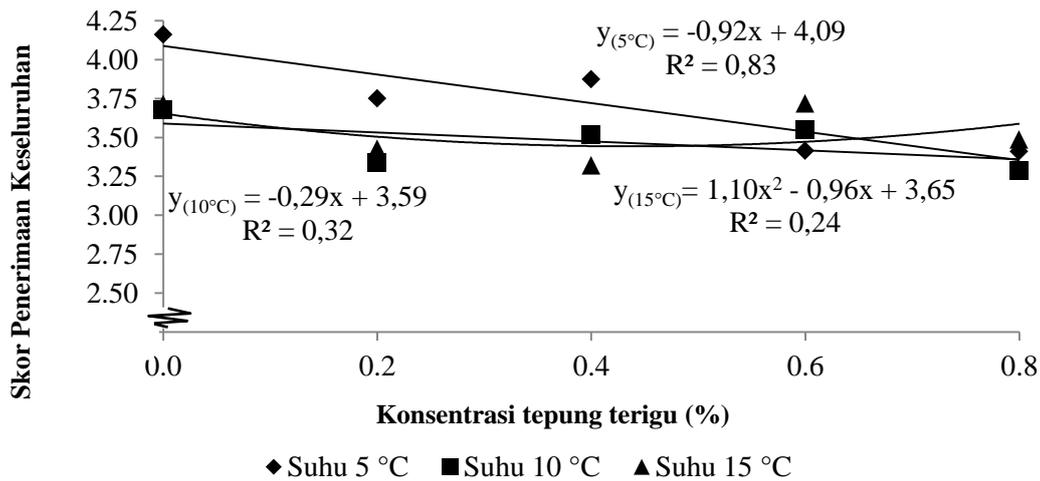
ini diduga karena semakin banyak tepung terigu yang ditambahkan, pertumbuhan kapang dan pertumbuhan miselium semakin merata pada permukaan biji kedelai dan membentuk suatu jaringan yang padat. Hal ini menyebabkan pengikatan yang kompak antar biji kedelai sehingga tekstur tempe menjadi semakin padat. Gambar 4, menunjukkan pada penyimpanan suhu 5°C menghasilkan skor tekstur yang lebih tinggi dibanding perlakuan suhu lainnya. Perbedaan penilaian panelis terhadap tekstur tempe kedelai probiotik diduga disebabkan perbedaan pertumbuhan miselium kapang pada tempe sebelum disimpan, sehingga susunan kedelai tempe kedelai probiotik pada suhu penyimpanan yang lebih rendah tampak lebih kompak dan padat.

Penerimaan Keseluruhan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi tepung terigu, suhu rendah penyimpanan, dan interaksi antar kedua perlakuan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap skor penerimaan keseluruhan tempe kedelai probiotik. Hasil uji lanjut polinomial ortogonal menunjukkan bahwa konsentrasi tepung terigu, suhu rendah penyimpanan, dan interaksi keduanya berpengaruh sangat nyata terhadap skor penerimaan keseluruhan tempe kedelai probiotik.



Gambar 4. Hubungan antara konsentrasi tepung terigu dan suhu rendah penyimpanan terhadap skor tekstur tempe kedelai probiotik



Gambar 5. Hubungan antara konsentrasi tepung terigu dan suhu rendah penyimpanan terhadap skor penerimaan keseluruhan tempe kedelai probiotik

Pada penelitian ini, skor penerimaan keseluruhan tertinggi terdapat pada perlakuan tempe kedelai probiotik tanpa penambahan konsentrasi tepung terigu (konsentrasi tepung terigu 0%) yang disimpan pada suhu 5°C dengan kriteria aroma yang dihasilkan adalah khas tempe. Panelis lebih menyukai aroma tempe kedelai perlakuan yang khas

tempe dan tidak asam, serta tekstur kompak dan padat.

Pemilihan Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik ditentukan berdasarkan hasil analisis penentuan masa simpan tempe kedelai probiotik yang paling lama dengan skor aroma dan tekstur tertinggi (**Tabel 1**).

Tabel 1. Rekapitulasi hasil pengamatan pada seluruh perlakuan tempe kedelai probiotik.

Perlakuan	Masa Simpan (hari)	Warna	Aroma	Tekstur	Penerimaan Keseluruhan
Kontrol	2,00	4,52	4,23	4,46	4,32
T0S1	15,67	4,25	3,41	4,05	4,16
T1S1	16,33	3,59	3,21	4,09	3,75
T2S1	17,00	3,31	3,19	3,94	3,87
T3S1	17,33	3,72	2,78	4,12	3,41
T4S1	17,33	3,62	2,46	4,21	3,41
T0S2	12,33	4,01	3,23	3,94	3,68
T1S2	13,33	3,84	2,83	3,93	3,34
T2S2	14,00	3,94	3,06	3,88	3,52
T3S2	13,67	3,97	2,93	4,01	3,55
T4S2	14,00	3,94	2,83	3,96	3,29
T0S3	13,00	3,55	3,42	3,84	3,71
T1S3	12,33	3,82	2,76	3,76	3,43
T2S3	13,00	3,92	2,87	3,88	3,32
T3S3	12,33	3,12	3,75	3,95	3,72
T4S3	13,00	3,25	3,01	4,08	3,49

Keterangan:

Faktor pertama konsentrasi terigu (T): T0: 0 % (b/b); T1: 0,2% (b/b); T2: 0,4% (b/b); T3: 0,6% (b/b); T4: 0,8% (b/b)
Faktor kedua suhu penyimpanan (S): S1: 5°C; S2: 10°C ;S3: 15°C

Berdasarkan **Tabel 1**, perlakuan terbaik dalam penelitian adalah tempe kedelai probiotik dengan penambahan tepung terigu sebanyak 0,6% dan suhu rendah penyimpanan 5°C (T3S1). Perlakuan tersebut menghasilkan masa simpan tempe kedelai probiotik paling lama sampai 17,33 hari. Selain itu, perlakuan ini memiliki skor sensori cukup baik dengan skor warna sebesar 3,72 (putih cerah), skor aroma sebesar 2,78 (agak khas tempe dan agak asam), skor tekstur sebesar 4,12 (kompak dan padat), dan skor penerimaan keseluruhan sebesar 3,41 (agak suka). Walaupun perlakuan T3S1 menghasilkan kriteria aroma tempe kedelai probiotik agak khas tempe dan agak asam, namun memiliki skor tekstur yang lebih tinggi dari perlakuan T2S1, dan skor aroma yang lebih tinggi dari perlakuan T4S1. Meskipun perlakuan T4S1 juga menghasilkan masa simpan paling lama yakni 17,33 hari, namun perlakuan terbaik yang dipilih dalam penelitian ini adalah T3S1 dengan pertimbangan efisiensi penggunaan tepung terigu yang lebih sedikit namun memiliki masa simpan paling lama.

Kadar Proksimat Tempe Kedelai Probiotik Perlakuan Terbaik

Hasil analisis kimia tempe kedelai control (**Tabel 2**) diperoleh kadar protein sebesar 17,90%, kadar lemak sebesar

1,32%, kadar air sebesar 62,35%, kadar abu sebesar 0,74% dan kadar karbohidrat sebesar 17,69%. Tempe kedelai probiotik perlakuan terbaik (T3S1) dengan perlakuan penambahan konsentrasi tepung terigu 0,6% dan suhu penyimpanan 5°C, menghasilkan kadar protein, karbohidrat, dan lemak lebih tinggi sebesar 17,94%, 18,47%, dan 1,32%, namun kadar air dan kadar abu lebih rendah masing-masing sebesar 61,59%, dan 0,32% dibanding tempe kedelai kontrol. Hasil analisis kimiapada perlakuan terbaik (T3S1) memenuhi standar syarat mutu tempe tempe kedelai (SNI 3144-2015).

Nilai pH Tempe Kedelai Probiotik Perlakuan Terbaik

Hasil pengukuran pH tempe kedelai probiotik perlakuan terbaik (T3S1) (**Tabel 3**), menunjukkan bahwa terjadi kenaikan nilai pH tempe selama penyimpanan hari ke-1 hingga hari ke-17. Hasil pengukuran pH pada penyimpanan hari ke-15, 16, dan 17 melebihi pH 7,0; namun tempe perlakuan terbaik (T3S1) masih memiliki ciri fisik yang baik (belum mengalami kerusakan). Kenaikan pH tempe disebabkan oleh terbentuknya amonia sebagai hasil degradasi senyawa kompleks protein menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti asam-asam amino oleh kapang dan bakteri pada tempe.

Tabel 2. Perbandingan hasil analisis proksimat tempe kontrol dan tempe kedelai probiotik perlakuan terbaik

Zat Gizi	Tempe Kontrol (suhu ruang)	T3S1	Standar SNI 3144:2015
Protein (% bb)	17,90	17,94	Min. 15
Lemak (% bb)	1,32	1,84	Min. 7
Kadar Air (% bb)	62,35	61,59	Maks. 65
Kadar Abu (% bb)	0,74	0,32	Maks. 1,5
Karbohidrat (% bb)*	17,69	18,31	-

Keterangan: * = By difference; T3S1: Konsentrasi terigu 0,6% dan suhu penyimpanan 5°C

Tabel 3. Hasil pengamatan uji pH tempe kedelai perlakuan terbaik

Penyimpanan hari ke-	pH T3S1
1	6,03
3	6,12
5	6,29
7	6,36
9	6,52
10	6,60
11	6,69
12	6,76
13	6,80
14	6,93
15	7,08
16	7,17
17	7,23

Keterangan:

T3S1: Konsentrasi 0,6% dan suhu penyimpanan 5°C

Total Bakteri Asam Laktat (BAL) Tempe Kedelai Probiotik Perlakuan Terbaik

Hasil analisis total bakteri asam laktat (BAL) pada tempe kedelai kontrol dan tempe kedelai probiotik perlakuan terbaik (**Tabel 4**), menunjukkan terjadi peningkatan jumlah bakteri asam laktat selama penyimpanan.

Moreno *et al.* (2002), melaporkan jumlah bakteri asam laktat pada tempe berkisar antara 6.8-9.9 log CFU/g. Jumlah bakteri asam laktat pada tempe yang diproses dengan metode satu kali dan dua kali perebusan berturut-turut adalah 7.91 log CFU/g dan 6.54 log CFU/g (Efriwati *et al.*, 2013). Menurut Emilia (2015), tempe normal mengandung bakteri asam laktat sekitar 8 log CFU/g pada jam ke-48 dan pertumbuhan terus meningkat hingga jam

ke-72 mencapai 8.5 log CFU/g. Walaupun tempe normal memiliki jumlah bakteri asam laktat sekitar 8 log CFU/g, tempe normal belum dapat disebut sebagai tempe probiotik karena di dalamnya mungkin terdapat beberapa jenis bakteri asam laktat yang belum diketahui potensi probiotiknya. Beberapa syarat utama mikroba yang dapat difungsikan sebagai mikroba probiotik antara lain tahan terhadap pH rendah, mampu tumbuh pada garam empedu, mampu berkoloni, memiliki aktivitas antimikroba (Sunaryanto, dkk., 2014). Tempe yang diperkaya dengan *Lactobacillus casei* dalam penelitian ini dapat dikatakan sebagai produk probiotik karena mengandung jumlah bakteri asam laktat probiotik sekitar 9 log CFU/g. Produk yang dikatakan sebagai probiotik harus mengandung bakteri dengan jumlah minimal 10⁷ CFU/ml (7 log CFU/g) (Marini dkk., 2016).

KESIMPULAN

Tempe kedelai probiotik terbaik adalah yang diperoleh dengan perlakuan konsentrasi tepung terigu 0,6% dan suhu rendah penyimpanan 5°C dengan skor warna sebesar 3,72 (putih cerah), skor aroma sebesar 2,78 (agak khas tempe dan agak asam), skor tekstur sebesar 4,12 (kompak dan padat), skor penerimaan keseluruhan sebesar 3,41 (agak suka), total bakteri asam laktat berkisar 9,04-9,13 log CFU/g (memenuhi syarat produk probiotik), dan masa simpan maksimal hingga 17,33 hari. Masa simpan tempe kedelai probiotik

Tabel 4. Perbandingan total bakteri asam laktat (BAL) tempe kontrol dan tempe kedelai probiotik perlakuan terbaik

Kondisi	Total Bakteri Asam Laktat (BAL)	
	Tempe Kontrol	T3S1
Awal Penyimpanan	8,81 log CFU/g (penyimpanan hari ke-0)	9,04 log CFU/g (penyimpanan hari ke-0)
Akhir Penyimpanan	9,06 log CFU/g (penyimpanan hari ke-2)	9,13 log CFU/g (penyimpanan hari ke-17)

dengan penambahan tepung terigu 0,6% dan suhu rendah penyimpanan 5°C adalah 15,67 hari, sedangkan tempe kedelai (kontrol) tanpa penambahan tepung terigu, tanpa BAL, pada penyimpanan suhu ruang dan suhu 5°C masing-masing hanya dapat bertahan selama 2 hari dan 9 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Aptesia, L.T., Suharyono, dan H.A. Rasyid. 2013. Pemanfaatan *Lactobacillus casei* dan Tapioka dalam Upaya Menghambat Kerusakan Tempe Kedelai. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*. 18(2):175-184.
- Djaafar, T.F. dan E.S. Rahayu. 2006. Karakteristik Yogurt dengan Inokulum *Lactobacillus* yang Diisolasi dari Makanan Fermentasi Tradisional. *Jurnal Agros*. 8(1):73-80.
- Emilia, Q. 2015. Perilaku *Bacillus cereus* selama Fermentasi Tempe yang Diperkaya dengan Bakteri Asam Laktat. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 38 hlm.
- Efriwati, A. Suwanto, G. Rahayu, dan L. Nuraida. 2013. Population Dynamics of Yeast and Lactic Acid Bacteria (LAB) during Tempeh Production. *Hayati Journal of Biosciences*. 20(2):57-64.
- Feng, X.M., Eriksson, R.B. Anders, and S. Johan. 2005. Growth of Lactic Acid Bacteria and *Rhizopus oligosporus* during Barley Tempeh Fermentation. *International Journal of Food Microbiology*. 104(3):249-256.
- Hamzah, F., Marniza, dan S. Rizal. 2014. Pengaruh Konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* dan Tepung Sagu terhadap Umur Simpan dan Sifat Sensori Tempe Kedelai. *Jurnal Kelitbangan*. 02(03):46-68.
- Hugenholtz, J. 2013. Traditional Biotechnology for New Foods and Beverages. *Current Opinion in Biotechnology*. 24 (2):155-159.
- Marini, S.M., Desniar, dan J. Santoso. 2016. Karakterisasi Minuman Jelly Probiotik dengan Penambahan *Lactobacillus plantarum* (SK5) Asal Bekasam selama Penyimpanan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 19(3):288-298.
- Moreno, M.F., J.J. Leisner, L.K. Tee, C. Ley, S. Radu, G. Rusul, M. Vancanneyt, and L. DeVuyst. 2002. Microbial Analysis of Malaysian Tempe and Characterization of Two Bacteriocins Produced by Isolates of *Enterococcus faecium*. *Journal of Applied Microbiology*. 92:147-157.
- Muslikhah, S., C. Anam, dan M.A.M. Andriani. 2013. Penyimpanan Tempe dengan Metode Modifikasi Atmosfer (Modified Atmosphere) untuk Mempertahankan Kualitas dan Daya Simpan. *Jurnal Teknosains Pangan*. 2(3):51-60.
- Nouts, M.J.R., and J.L. Kiers. 2005. A Review Tempe Fermentation, Innovation and Functionality: Update into The Third Millennium. *Journal of Applied Microbiology*. 98:789-805.
- Riniarsi, D. 2015. *Outlook Komoditas Pertanian Tanaman Pangan: Kedelai*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian. Jakarta. 73 hlm.
- Sukardi, Wignyanto, dan P. Isti. 2008. Uji Coba Penggunaan Inokulum Tempe dari Kapang *Rhizopus oryzae* dengan Substrat Tepung Beras dan Ubi Kayu pada Unit Produksi Tempe Sanan Kodya Malang. *Jurnal Teknologi Pertanian*. (9):207-215.
- Sunaryanto, R., E. Martius, dan B. Marwoto. 2014. Uji Kemampuan *Lactobacillus casei* sebagai Agen Probiotik. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia*. 1(1):9-15.
- Triyono, M., Nazaruddin, dan W. Werdiningsih. 2017. Uji Aktivitas Inokulum Tempe dari Bahan Limbah Kulit Pisang terhadap Mutu Tempe Kedelai. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 3(1):200-206.

Widowati, S., M.E. Yuniar, Christina, dan R. Holinesti. 2004. Analisis Kerusakan Produk Tempe Kedelai. (Laporan Mata Kuliah Pengawetan Pangan). Program Studi Ilmu Pangan,

Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 22 hlm.
Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 253 hlm