

**PERUBAHAN KADAR PROTEIN, pH, DAN SENSORI
MINUMAN PROBIOTIK SARI TEMPE DALAM
KEMASAN YANG BERBEDA SELAMA PENYIMPANAN DINGIN**

(Skripsi)

Oleh

**NUR AINI SAHARA
2114231052**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**PERUBAHAN KADAR PROTEIN, pH, DAN SENSORI
MINUMAN PROBIOTIK SARI TEMPE DALAM
KEMASAN YANG BERBEDA SELAMA PENYIMPANAN DINGIN**

Oleh

NUR AINI SAHARA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

Pada

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRACT

CHANGES IN PROTEIN CONTENT, pH, AND SENSORY OF PROBIOTIC TEMPEH JUICE BEVERAGE DURING COLD STORAGE

By

NUR AINI SAHARA

Tempeh juice beverages with probiotics were considered functional probiotic foods that offered health benefits. This study aimed to evaluate the effect of packaging type (glass bottle and aluminum foil standing pouch with a spout) and cold storage duration (0, 4, 8, 12 days) on protein content, pH, and sensory properties of probiotic tempeh juice beverage to determine its shelf life. The research method used was a two-factorial Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications. Data underwent analysis of variance and followed by a DMRT post-hoc test at a 5% significance level. The results showed that storage duration had a very significant effect on protein content and pH. Additionally, there was a significant effect among treatments on sensory attributes (color, aroma, taste, and overall acceptability). Protein content fluctuated during storage with a decreased on the 8th day due to protein denaturation, then increased at 12 days of storage as an accumulation of raw material protein and microorganism cell walls. pH tended to decrease over time because the activity of microorganisms produced acid. Sensory changes included a paler color, a stronger fermentation aroma, an acidic alcoholic taste, and overall acceptance was neutral. Glass bottle packaging with inert properties and low permeability was more effective in maintaining the stability of protein content, pH, and sensory of probiotic tempeh juice beverage compared to the aluminum foil standing pouch with a spout, so the estimated optimal shelf life was 8 days.

Keywords: cold storage, packaging, protein content, shelf life, tempeh juice.

ABSTRAK

PERUBAHAN KADAR PROTEIN, pH, DAN SENSORI MINUMAN PROBIOTIK SARI TEMPE DALAM KEMASAN YANG BERBEDA SELAMA PENYIMPANAN DINGIN

Oleh

NUR AINI SAHARA

Minuman sari tempe dengan diperkaya probiotik termasuk pangan fungsional probiotik yang dapat memberikan manfaat kesehatan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh jenis kemasan (botol kaca dan *standing pouch* alufoil *spout*) dan lama penyimpanan dingin (0, 4, 8, dan 12 hari) terhadap kadar protein, pH, dan sensori minuman probiotik sari tempe dalam menentukan umur simpan. Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) 2 faktorial dengan 3 ulangan, kemudian data dianalisis keragamannya dan diuji lanjut DMRT taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan lama penyimpanan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar protein dan pH. Selain itu, antar perlakuan berpengaruh nyata terhadap sensori (warna, aroma, rasa, dan penerimaan keseluruhan). Kadar protein berfluktuasi dengan penurunan pada hari ke-8 akibat denaturasi protein, kemudian meningkat pada penyimpanan 12 hari sebagai akumulasi protein bahan baku dan dinding sel mikroorganisme. pH cenderung menurun seiring waktu penyimpanan karena aktivitas mikroorganisme menghasilkan asam. Perubahan sensori meliputi perubahan warna pucat, aroma khas fermentasi semakin kuat, rasa menjadi asam beralkohol, dan penerimaan keseluruhan netral. Kemasan botol kaca dengan sifat *inert* dan permeabilitas yang rendah lebih efektif mempertahankan stabilitas kadar protein, pH, dan sensori minuman probiotik sari tempe dibandingkan *standing pouch* alufoil *spout* dengan pendugaan umur simpan optimal adalah 8 hari.

Kata kunci: kadar protein, kemasan, penyimpanan dingin, sari tempe, umur simpan.

Judul Skripsi : **PERUBAHAN KADAR PROTEIN, pH,
DAN SENSORI MINUMAN PROBIOTIK
SARI TEMPE DALAM KEMASAN YANG
BERBEDA SELAMA PENYIMPANAN
DINGIN**

Nama Mahasiswa : **Nur Aini Sahara**

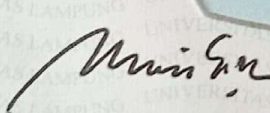
Nomor Pokok Mahasiswa : 2114231052

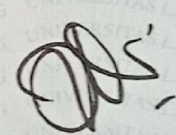
Program Studi : **Teknologi Industri Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**

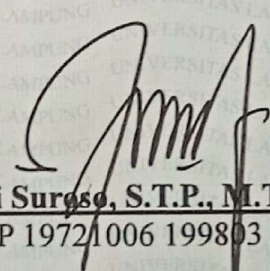


1. Komisi Pembimbing


Prof. Dr. Dra. Maria Erna Kustyawati, M.Sc.
NIP 19611129 198703 2 010


Dr. Ir. Sussi Astuti, M.Si.
NIP 19670824 199303 2 002

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

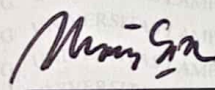

Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., C.EIA.
NIP 19721006 199803 100 5

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Prof. Dr. Dra. Maria Erna Kustyawati, M.Sc.



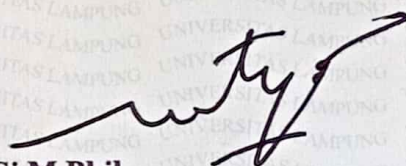
Sekretaris

: Dr. Ir. Sussi Astuti, M.Si.



Penguji

Bukan Pembimbing : Dr. Wisnu Satyajaya, S.T.P., M.M., M.Si.M.Phil.

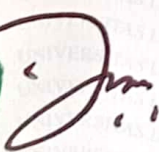


2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP 19641118 198902 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 28 Mei 2025

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Aini Sahara

NPM : 2114231052

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukan hasil plagiarisme dari orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kekurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 28 Mei 2025



Nur Aini Sahara
NPM 2114231052

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Nur Aini Sahara, lahir di Banjar Sari pada 21 Januari 2003. Penulis merupakan anak pertama dari lima bersaudara dari pasangan Bapak Jaelani dan Ibu Mujiati. Pendidikan dasar hingga menengah diselesaikan di SD Negeri 2 Mojopahit tahun 2015, SMP Negeri 2 Punggur tahun 2018, dan SMA Negeri 1 Kota Gajah tahun 2021. Setelah menamatkan pendidikan menengah, penulis melanjutkan studi di jenjang Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui penerimaan jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama masa perkuliahan, penulis aktif mengikuti berbagai kegiatan akademik dan non-akademik. Penulis pernah menjadi Asisten Dosen pada mata kuliah Agroindustri Berbasis Hortikultura tahun ajaran 2024/2025. Selain itu, penulis juga dipercaya menjadi Presidium di UKM U Sains dan Teknologi Universitas Lampung. Penulis secara proaktif mengembangkan diri melalui partisipasi aktif dalam berbagai seminar nasional dan kegiatan himpunan mahasiswa. Keingintahuan dan dedikasi penulis dalam bidang keilmuan juga diwujudkan melalui keikutsertaan dalam Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) tahun 2024, yang mengusung gagasan “Pemanfaatan Biomassa Kulit Kentang sebagai Bioplastik”.

Penulis juga memiliki pengalaman di luar kampus melalui kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Tanjung Kurung Lama, Kecamatan Kasui, Kabupaten Way Kanan pada periode Januari hingga Februari 2024. Selain itu, untuk mengasah kemampuan praktis dan profesional, penulis pernah menjalani Praktik Umum di PT Indo American Seafoods Tbk, Kecamatan Tanjung Bintang, Kabupaten

Lampung Selatan pada periode Juli hingga Agustus 2024. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu bentuk dedikasi penulis dalam menyelesaikan pendidikan di jenjang S1. Penulis berharap karya ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang mikrobiologi dan teknologi pangan, serta bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

SANWACANA

Bismillahirrahmannirahim, puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, skripsi berjudul “Perubahan Kadar Protein, pH, dan Sensori Minuman Probiotik Sari Tempe dalam Kemasan yang Berbeda Selama Penyimpanan Dingin” ini dapat terselesaikan dengan baik. Keberhasilan dalam menyelesaikan skripsi ini tentu tidak lepas dari bimbingan, dukungan, dan doa dari banyak pihak yang sangat berarti.

Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada pihak-pihak yang berjasa selama proses penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini, yang secara khusus ditujukan kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung, atas segala fasilitas dan dukungan akademik yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., C.EIA., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung, atas arahan dan kesempatan yang telah diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan studi di bidang ini.
3. Ibu Prof. Dr. Sri Hidayati, S.T.P., M.P., selaku Koordinator Program Studi Teknologi Industri Pertanian, atas bimbingan dan koordinasi yang telah membantu kelancaran proses akademik penulis.
4. Ibu Prof. Dr. Dra. Maria Erna Kustyawati, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang juga sebagai Dosen Pembimbing I, terima kasih atas kesabaran, bimbingan, arahan, serta ilmu yang tak terhingga dalam membimbing penulis dari awal perkuliahan hingga akhir penulisan skripsi ini.
5. Ibu Dr. Ir. Sussi Astuti, M.Si., selaku Dosen Pembimbing II, terima kasih atas masukan, saran, dan motivasi yang sangat berarti dalam menyempurnakan

penelitian dan penulisan skripsi ini.

6. Bapak Dr. Wisnu Satyajaya, S.T.P., M.M., M.Si.M.Phil., selaku Dosen Pembahas, terima kasih atas saran yang sangat berkontribusi pada peningkatan kualitas skripsi ini.
7. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc. dan Ibu Ir. Fibra Nurainy, M.T.A., terima kasih atas dukungan yang turut melancarkan proses penyelesaian skripsi ini.
8. Bapak/Ibu Dosen pengajar di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, terima kasih atas setiap ilmu dan pelajaran berharga yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
9. Ayahanda dan Ibunda tercinta, Bapak Jaelani dan Ibu Mujiati, yang tak pernah lelah memberikan doa, dukungan moril dan materiil, serta kasih sayang yang tak terbatas.
10. Adik-adikku tersayang Nawawi, Farid, Afif, dan Anggun, yang selalu memberikan semangat dan dukungan selama ini.
11. Sahabat-sahabat terbaikku, yaitu Rika dan Citra yang selalu mendukung dari jauh; Shifa, Attika, Della, Nadia, Agung, Vania, Amiva, Mayang, Amalia, Milly, dan Anggi yang menemani setiap suka dan duka perkuliahan; serta sahabat satu pembimbing akademik yaitu Lintang, Sonia, Filsa dan Reza. Terima kasih atas kebersamaan, motivasi, inspirasi dan dukungan yang sangat berharga

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, serta dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, maka kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang.

Bandar Lampung, 28 Mei 2025
Penulis

Nur Aini Sahara

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang dan Masalah	1
1.2. Tujuan Penelitian	4
1.3. Kerangka Pemikiran	4
1.4. Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Minuman Probiotik.....	7
2.2. Minuman Fermentasi.....	10
2.3. Minuman Probiotik Sari Tempe	12
2.3.1. Fermentasi minuman probiotik sari tempe	14
2.4. Probiotik	16
2.5. Prebiotik.....	16
2.6. Umur Simpan.....	17
2.6.1. Faktor yang mempengaruhi umur simpan.....	18
2.6.2. Metode pendugaan umur simpan	18
2.6.3. Metode <i>Extended Storage Studies</i>	20
2.6.4. Metode <i>Accelerated Storage Studies</i>	20
2.7. Kemasan	21
2.7.1. Kemasan botol kaca	23
2.7.2. Kemasan <i>standing pouch</i> alufoil <i>spout</i>	24
III. METODE PENELITIAN	25
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.2. Bahan dan Alat.....	25

	Halaman
3.3. Metode Penelitian	26
3.4.1. Persiapan kultur <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	27
3.4.2. Persiapan kultur <i>Lactobacillus casei</i>	28
3.4.3. Pembuatan kultur kerja atau kultur starter	28
3.4.4. Pembuatan minuman probiotik sari tempe	31
3.4.5. Penyimpanan minuman probiotik sari tempe	34
3.5. Pengamatan	34
3.5.1. Kadar protein	34
3.5.2. pH	35
3.5.3. Uji sensori	36
3.6. Analisis Data	37
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1. Kadar Protein	38
4.2. pH	41
4.3. Analisa Sensori	43
4.3.1. Warna	44
4.3.2. Aroma	45
4.3.3. Rasa	46
4.3.4. Penerimaan keseluruhan	47
4.4. Penentuan Umur Simpan dengan Metode <i>Extended Storage Studies</i>	48
4.5. Penentuan Kemasan Terbaik Minuman Probiotik Sari Tempe	51
V. KESIMPULAN	53
5.1. Kesimpulan	53
5.2. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pembuatan minuman sari tempe	13
2. Diagram alir pembiakkan dan peremajaan kultur <i>S. cerevisiae</i>	27
3. Diagram alir persiapan dan peremajaan kultur <i>L. casei</i>	28
4. Diagram alir kultur kerja <i>S. cerevisiae</i> dan <i>L. casei</i>	30
5. Diagram alir pembuatan minuman probiotik sari tempe	33
6. Penyimpanan minuman probiotik sari tempe	34
7. Tempe <i>Mosaccha</i>	82
8. Persiapan mikroba starter	82
9. Pembuatan kultur kerja	82
10. Kultur kerja <i>S. cerevisiae</i> dan <i>L. casei</i>	82
11. Pembuatan minuman sari tempe	82
12. Inkubasi minuman probiotik sari tempe	82
13. Penyimpanan produk di refrigerator	83
14. Uji kadar protein	83
15. Pengukuran pH	83
16. Uji sensori hedonik	83

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Syarat mutu minuman susu fermentasi berperisa	8
2. Rancangan Acak Kelompok Lengkap 2 Faktorial	26
3. Formulasi pembuatan minuman probiotik sari tempe	31
4. Lembar kuesioner uji hedonik minuman probiotik sari tempe	36
5. Hasil uji lanjut DMRT taraf 5% kadar protein minuman probiotik sari tempe.....	38
6. Hasil uji lanjut DMRT 5% pH minuman probiotik sari tempe.....	41
7. Hasil uji lanjut DMRT 5% analisis sensori minuman probiotik sari tempe.....	44
8. Hasil uji kadar protein minuman probiotik sari tempe	70
9. Uji kehomogenan ragam (<i>Bartlett's test</i>) kadar protein minuman probiotik sari tempe	70
10. Analisis ragam kadar protein minuman probiotik sari tempe.....	71
11. Anova dua arah kadar protein minuman probiotik sari tempe	71
12. Uji DMRT taraf 5% faktor penyimpanan (P) terhadap kadar protein minuman probiotik sari tempe.....	71
13. Hasil pengukuran pH minuman probiotik sari tempe.....	72
14. Uji kehomogenan ragam (<i>Bartlett's test</i>) pH minuman probiotik sari tempe.....	72
15. Analisis ragam pH minuman probiotik sari tempe	73
16. Anova dua arah pada pengukuran pH minuman probiotik sari tempe.....	73
17. Uji DMRT taraf 5% faktor penyimpanan (P) terhadap pH minuman probiotik sari tempe	73
18. Hasil sensori warna minuman probiotik sari tempe	74
19. Analisis ragam warna minuman probiotik sari tempe	75

Tabel	Halaman
20. Uji DMRT taraf 5% terhadap warna minuman probiotik sari tempe.....	75
21. Hasil sensori aroma minuman probiotik sari tempe	76
23. Uji DMRT taraf 5% terhadap aroma minuman probiotik sari tempe.....	77
24. Hasil sensori rasa minuman probiotik sari tempe.....	78
25. Analisis ragam rasa minuman probiotik sari tempe	79
26. Uji DMRT taraf 5% terhadap rasa minuman probiotik sari tempe....	79
27. Hasil sensori penerimaan keseluruhan minuman probiotik sari tempe.....	80
28. Analisis ragam penerimaan keseluruhan minuman probiotik sari tempe.....	81
29. Uji DMRT taraf 5% terhadap penerimaan keseluruhan minuman probiotik sari tempe	81

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

Pangan fungsional adalah pangan yang di dalamnya mengandung senyawa bioaktif, bermanfaat bagi kesehatan dengan atau tanpa proses pengolahan (Rizal dkk., 2016). Manfaat fisiologis dari senyawa bioaktif pada pangan fungsional, yaitu sebagai antioksidan, pencegah hipertensi, peningkatan penyerapan kalsium, pencegahan penyakit kanker, dan penurunan kolesterol (Sihite dan Hutasoit, 2023). Jenis pangan fungsional yang populer adalah pangan hasil fermentasi yang di dalamnya mengandung probiotik, sejenis bakteri baik bermanfaat bagi kesehatan (Saumi dkk., 2023). Minuman probiotik merupakan minuman fungsional yang diperkaya dengan mikroorganisme hidup atau probiotik (Dhahana dkk., 2021). Mikroorganisme yang tergolong probiotik adalah kelompok bakteri asam laktat (BAL), *Bifidobacteria*, *Bacillus subtilis*, dan khamir (*Saccharomyces cerevisiae* dan *Saccharomyces boulardii*). Minuman disebut probiotik jika mengandung mikroba probiotik dalam jumlah minimal 10^6 sel/g/ml dan jika minuman tersebut ditelan, mikroba probiotiknya masih ditemukan hidup di dalam usus besar dalam jumlah minimal 10^6 sel/g (Kustyawati *et al.*, 2022).

Minuman probiotik yang telah populer di masyarakat umumnya dari produk susu fermentasi seperti yoghurt, yakult, dan susu asidofilus (Rizal dkk., 2020). Yoghurt termasuk minuman probiotik hasil fermentasi susu dengan memanfaatkan bakteri asam laktat, seperti *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* sebagai agen probiotiknya. Yakult termasuk minuman susu probiotik hasil fermentasi dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus casei Shirota* (Masurkar *et al.*, 2024). Produk susu asidofilus adalah produk fermentasi susu menggunakan *Lactobacillus acidophilus* (Wardhani dkk., 2023).

Produk probiotik selain dari fermentasi susu, bahan pangan nabati seperti tempe yang mengandung protein, karbohidrat, lemak, vitamin (Bintari *et al.*, 2022), dan isoflavon yang merupakan senyawa bioaktif (Abdullah dan Asriati, 2016). Senyawa bioaktif penting dalam metabolisme, fungsi kekebalan tubuh dan kesehatan pencernaan (Masurkar *et al.*, 2024). Fermentasi tempe oleh *Rhizopus oligosporus* tidak hanya mengubah tekstur kedelai, tetapi juga meningkatkan nilai gizinya. Proses ini menyebabkan protein terhidrolisis menjadi asam amino dan peptida, sehingga kandungan asam amino bebas dalam tempe meningkat dari 7,3% menjadi 30% (Purry dan Rafiony, 2018). Selain itu, kandungan protein juga meningkat dari 37,10%–41,79% (bk) menjadi 46,68%–52,70% (bk) setelah diolah menjadi tempe (Purwanto dan Weliana, 2018). Modifikasi tempe dengan penambahan *Saccharomyces cerevisiae* dalam fermentasi menghasilkan tempe *Mosaccha* yang beraroma harum khas menyamarkan aroma kedelai (Kustyawati *et al.*, 2017) dan mengandung beta-glukan (Rizal dan Kustyawati, 2019). Meskipun kaya nutrisi, tempe memiliki masa simpan hanya 2 hari pada suhu ruang (Purwanto dan Weliana, 2018).

Pengembangan produk olahan tempe, seperti minuman sari tempe dimungkinkan berpotensi meningkatkan umur simpan produk turunan tempe. Minuman sari tempe disebut minuman probiotik dengan adanya penambahan kultur probiotik dalam fermentasinya. Penelitian Andiniyati dkk. (2023) telah mengkaji produk inovasi berupa minuman sari tempe berbahan dasar tepung tempe original dan tepung tempe kelor. Minuman sari tempe (tepung tempe kelor 3%) mengandung protein paling banyak, namun konsumen lebih menyukai minuman sari tempe original 1%. Minarni dkk. (2021) menyatakan bahwa minuman sari tempe mengandung protein, lemak, serat, dan zat besi. Pentingnya minuman sari tempe sebagai produk probiotik juga didukung oleh penelitian Ayun dkk. (2023) yang menunjukkan bahwa fermentasi tempe menggunakan bakteri asam laktat (BAL) menghasilkan produk probiotik tinggi, mencapai $9,6 \times 10^6$ cfu/ml, karena protein dan lemak dalam tempe mendukung kelangsungan hidup BAL hingga mencapai usus.

Kandungan gizi dan mutu produk pangan dapat mengalami kerusakan oleh faktor proses produksi dan lingkungan penyimpanan. Faktor proses produksi seperti bahan baku, proses pengolahan, dan pengemasan dapat mempengaruhi mutu intrinsik produk yang berdampak pada masa simpan. Faktor lingkungan penyimpanan seperti suhu, kelembapan, dan cahaya yang tidak dikendalikan dapat memperpendek masa simpan (Hariyadi, 2019). Pendugaan umur simpan produk perlu dilakukan karena terjadi kerusakan mutu produk pangan. Umur simpan produk adalah informasi krusial bagi konsumen, yang memungkinkan dalam mendeteksi perubahan rasa, tampilan, dan kandungan gizi untuk mengetahui kapan produk aman dikonsumsi (Swadana dan Yuwono, 2014). Dalam upaya membantu konsumen, pemerintah melalui Peraturan BPOM Nomor 1 Tahun 2022 mewajibkan produsen mencantumkan tanggal kedaluwarsa pada label pangan olahan.

Jenis kemasan sangat bervariasi dengan kelebihan dan kekurangan. Penelitian Rosmawati dkk. (2021) menunjukkan kemasan kaca lebih baik dalam menjaga kualitas minuman ires dibandingkan plastik PP dan PET selama 9 hari penyimpanan 4°C, meskipun terjadi penurunan kadar protein dari 5,37% menjadi 2,65%, dan perubahan sensori. Sementara, Mahdi dkk. (2023) menyatakan bahwa produk serbuk minuman tempe dalam kemasan plastik PP berlapis aluminium foil mengalami penurunan kadar air hingga 4,79% dan peningkatan kadar protein menjadi 45,44% setelah 35 hari penyimpanan pada suhu 55°C, yang diduga akibat berkurangnya air dalam konsentrat protein tempe. Namun, penurunan kadar air produk tidak selalu berkorelasi dengan peningkatan kadar protein. Menurut Pujiastuti dan Maria (2023), jenis kemasan dan penyimpanan dingin mempengaruhi kualitas wedang uwuh (penurunan warna dan antioksidan) terutama hari ke-21, dengan kemasan kaca dan PET lebih baik dari PP, meskipun pH semua sampel menurun pada rentang 5,09 - 5,28. Hal ini menunjukkan kombinasi jenis kemasan dan durasi penyimpanan mempengaruhi penurunan kualitas produk.

Menurut Anagari dkk. (2011), kriteria dalam mendeteksi suatu produk pangan kemasan masih layak dikonsumsi sulit ditentukan secara kuantitatif, sehingga

analisis laboratorium baik secara kimia, fisik, maupun mikrobiologis dianggap sebagai metode deteksi cepat. Pengujian tersebut digunakan untuk mengevaluasi kualitas keseluruhan suatu produk. Analisis fisik, kimia, dan mikrobiologis juga dapat digunakan untuk menentukan faktor yang mempengaruhi penurunan kualitas dan gizi suatu bahan pangan, salah satunya perubahan kimia selama proses pengolahan dan penyimpanan. Faktor kerusakan yang bukan disebabkan oleh mikroorganisme memang tidak membahayakan konsumen, namun bisa menurunkan kualitas dan mempercepat umur simpan (Asiah dkk., 2018).

Berdasarkan uraian di atas, minuman sari tempe yang difermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* dan *Lactobacillus casei* pada penelitian ini diduga mengalami perubahan karakteristik produk selama penyimpanan pada kemasan botol kaca dan *standing pouch* alufoil *spout*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan kadar protein, pH, dan sensori minuman probiotik sari tempe pada kedua kemasan tersebut.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui perubahan kadar protein, pH, dan sensori minuman probiotik sari tempe yang dikemas dalam botol kaca dan *standing pouch* alufoil *spout* selama penyimpanan dingin.
2. Mengetahui jenis kemasan minuman probiotik sari tempe terbaik berdasarkan perubahan kadar protein, pH, dan sensori selama penyimpanan dingin.

1.3. Kerangka Pemikiran

Minuman probiotik dikenal sebagai minuman fungsional yang mengandung mikroorganisme hidup dengan manfaat kesehatan (Dhahana dkk., 2021).

Pengembangan minuman probiotik dari bahan nabati seperti tempe memiliki potensi besar sebagai alternatif susu hewani. Minuman sari tempe yang diinokulasi dengan *Saccharomyces cerevisiae* dan *Lactobacillus casei* termasuk produk minuman probiotik. Tempe sebagai hasil fermentasi kedelai oleh *Rhizopus oligosporus*, kaya nutrisi seperti protein, karbohidrat, dan senyawa

bioaktif (Bintari *et al.*, 2019). Modifikasi tempe yang difermentasi dengan penambahan *Saccharomyces cerevisiae* pada starter *Rhizopus oligosporus* menghasilkan tempe *Mosaccha* dengan aroma unik seperti tape atau alkohol yang memperbaiki flavor tempe (Kustyawati *et al.*, 2017). Tempe *Mosaccha* mengandung protein dalam jumlah 17,40%, lemak 8,23%, karbohidrat 7,30%, dan beta-glukan 0,49% per sajian 100 g tempe (Rizal dan Kustyawati, 2019), menjadikannya bahan baku yang cocok untuk minuman probiotik.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan karakteristik minuman probiotik sari tempe berdasarkan kadar protein, pH, dan sensori pada penyimpanan dingin (5°C) selama 12 hari yang dikemas dalam botol kaca dan *standing pouch* alufoil *spout*. Penurunan pH pada minuman sari tempe dalam kemasan plastik selama penyimpanan dingin (5°C - 8°C), diduga terkait dengan aktivitas bakteri. Namun, perubahan sensori terhadap penerimaan keseluruhan dinilai netral oleh panelis selama periode waktu tersebut (Kusmanto dan Hidayati, 2011). Sebaliknya, pH dan kadar protein dalam minuman sari tempe dapat stabil selama 12 hari pada penyimpanan dingin (4°C) dengan penambahan bahan tertentu seperti gula dapat meningkatkan kualitas sensori rasa dan aroma (Abdullah dan Asriati, 2016). Komposisi nutrisi bahan baku secara langsung mempengaruhi kualitas produk. Pada penelitian ini minuman probiotik sari tempe diperkaya mikroba probiotik, yakni kultur *Saccharomyces cerevisiae* berkontribusi pada aroma (Kustyawati *et al.*, 2017) dan *Lactobacillus casei* menghasilkan asam laktat (Rizal dkk., 2016) mempengaruhi karakteristik sensori produk. Penambahan gula pasir pada minuman sari tempe memberikan rasa manis (Andiniyati dkk., 2023) yang menyeimbangkan keasaman. Penggunaan inulin dapat menjaga kestabilan kadar protein dan mendukung pertumbuhan probiotik (Amelia dkk., 2022), dan meningkatkan warna, aroma, tekstur, serta rasa produk secara keseluruhan (Fikriyah dkk., 2024).

Stabilitas minuman probiotik sangat dipengaruhi oleh kondisi penyimpanan. Jumlah mikroba probiotik yang hidup dalam produk menjadi penentu klasifikasinya sebagai minuman probiotik yang jumlah minimalnya 10^6 sel/g (Kustyawati *et al.*, 2022). Kelangsungan hidup mikroorganisme ini dipengaruhi

oleh suhu dan durasi penyimpanan, seperti mutu yoghurt dapat bertahan sekitar 2-3 minggu dalam suhu dingin (Emmawati dkk., 2021), produk sejenis yoghurt disarankan disimpan pada suhu berkisar 1°C - 6°C atau di dalam refrigerator (4°C) karena pada suhu ruang mengalami penurunan pH secara cepat (Saumi dkk., 2023). Penurunan pH selama penyimpanan dapat terjadi akibat aktivitas metabolik mikroorganisme, terutama produksi asam laktat oleh bakteri asam laktat (Kartika dkk., 2019; Dhahana dkk., 2021), yang juga dapat mempengaruhi tekstur produk akibat koagulasi dan denaturasi protein (Yulianawati dan Ismoro, 2012; Kartika dkk., 2019). Fermentasi yang dilakukan oleh bakteri asam laktat (BAL) melalui jalur homofermentasi atau heterofermentasi dapat mempengaruhi karakteristik produk akhir seperti keasaman, total protein, pH, dan kadar lemak (Harti dkk., 2023).

Kondisi penyimpanan, termasuk penggunaan kemasan dapat mempengaruhi stabilitas produk, dengan sifat botol kaca yang *inert* diharapkan memberikan perlindungan yang lebih baik (Yuyun dan Gunarsa, 2011; Meutia dkk., 2017). Namun, *standing pouch alufoil spout* juga memiliki sifat penghalang yang baik terhadap uap air dan oksigen (Mustofa dkk., 2014), meskipun dengan potensi permeabilitas molekul kecil. Dengan demikian, diketahui efektivitas kedua jenis kemasan dalam mempertahankan stabilitas minuman probiotik sari tempe selama penyimpanan berdasarkan perubahan kadar protein, pH dan evaluasi sensori warna, aroma, rasa, dan penerimaan keseluruhan.

1.4. Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Kadar protein, pH, dan sensori minuman probiotik sari tempe mengalami perubahan yang berbeda dalam kemasan botol kaca dan *standing pouch alufoil spout* selama penyimpanan dingin.
2. Botol kaca menjadi kemasan minuman probiotik sari tempe terbaik yang dapat mempertahankan kualitas kadar protein, pH, dan sensori yang diterima baik oleh panelis selama penyimpanan dingin.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Minuman Probiotik

Minuman probiotik merupakan jenis minuman fungsional yang mengandung sejumlah bakteri hidup spesifik. Bakteri ini ialah bakteri probiotik yang memiliki peran dalam menjaga keseimbangan mikrobiota alami di dalam saluran pencernaan manusia. Bakteri baik yang biasa dijadikan agen probiotik berasal dari *Bifidobacteria*, *Bacillus subtilis*, dan kelompok BAL, serta khamir (*Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces boulardii*) (Kustyawati *et al.*, 2022). Menurut Rahmawati dkk. (2020) yang termasuk dalam kelompok bakteri asam laktat diantaranya *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, dan *Streptococcus thermophilus*. Bakteri asam laktat mampu bertahan hidup dalam keasaman lambung sehingga dapat menempati usus dalam jumlah yang signifikan.

Probiotik yang ideal adalah bakteri baik dengan karakteristik yang teridentifikasi jelas, aman dikonsumsi, mampu bertahan di saluran pencernaan, dan telah terbukti secara ilmiah memberikan manfaat kesehatan, serta kompetitif melawan bakteri patogen (Wegh *et al.*, 2019). Bakteri probiotik yang berkolonisasi di usus akan menghasilkan metabolit yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh manusia. (Khotimah dan Kusnadi, 2014). Selain menghambat bakteri patogen, Rizal dkk. (2016) berpendapat bahwa minuman probiotik membantu penderita intoleransi laktosa dengan memecah laktosa menjadi gula sederhana yang lebih mudah diserap tubuh. Syarat mutu produk probiotik (Tabel 1) mengikuti syarat mutu minuman susu fermentasi berperisa yang berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 7552:2009)

Tabel 1. Syarat mutu minuman susu fermentasi berperisa

Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan			
		Tanpa Perlakuan Setelah Fermentasi		Dengan Perlakuan Setelah Fermentasi	
		Normal	Tanpa Lemak	Normal	Tanpa Lemak
Keadaan :					
- Penampakan	-	Cair		Cair	
- Rasa	-	Normal/khas		Normal/khas	
- Aroma	-	Asam/khas		Asam/khas	
- Homogenitas	-	Homogen		Homogen	
Lemak (b/b)	%	Min. 0,6	Max. 0,5	Min. 0,6	Max. 0,5
Padatan susu tanpa lemak	%	Min. 3,0		Min. 3,0	
Protein (N×6,38) (b/b)	%	Min.1,0		Min.1,0	
Abu (b/b)	%	Max. 1,0		Max. 1,0	
Keasaman tertitrasi (dihitung sebagai asam laktat) (b/b)	%	0,2 s/d 0,9		0,2 s/d 0,9	
Cemaran logam					
- Timbal (Pb)	mg/kg	Max. 0,02		Max. 0,02	
- Merkuri (Hg)	mg/kg	Max. 0,03		Max. 0,03	
Cemaran arsen (As)	mg/kg	Max. 1,0		Max. 1,0	
Cemaran mikroba					
- Bakteri <i>coliform</i>	APM/ml	Max. 10		Max. 10	
- <i>Salmonella sp</i> /25ml	-	Negatif		Negatif	
- <i>Listeria monocytogenes</i> /25 ml	-	Negatif		Negatif	
Kultur starter	Koloni/ml	Min. 1x10 ⁶		-	

Sumber : SNI (7552:2009)

Karakteristik minuman probiotik salah satunya yaitu total BAL yang masih hidup di dalam produk minimal sebanyak 10⁶ cfu/ml. Produk yang banyak dijumpai sebagai minuman probiotik adalah yoghurt dan yakult. Yoghurt merupakan produk dari fermentasi susu dengan bantuan starter bakteri asam laktat (BAL) yang mempunyai lebih banyak manfaat dibandingkan susu biasa (Emmawati dkk., 2021). Yoghurt mengandung mikroba probiotik, seperti *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, dan *Streptococcus thermophilus*. Yoghurt sebagai sumber protein dan kalsium yang memiliki cita rasa khas asam. Rasa asam yoghurt dihasilkan oleh bakteri probiotik yang mengubah gula susu menjadi asam laktat (Adawiyah dkk., 2024). Menurut Wardhani dkk. (2023) cita rasa yoghurt dipengaruhi oleh *Streptococcus thermophilus*, sedangkan aroma yoghurt cenderung ditentukan oleh *Lactobacillus bulgaricus*. Yoghurt dengan kualitas baik dan disukai konsumen umumnya memiliki kadar asam laktat total sekitar 0,85-0,95% dan pH sekitar 4,5.

Yoghurt sama seperti susu yang kekurangan vitamin C dan zat besi. Namun, yoghurt sangat potensial sebagai sumber kalori, protein, fosfor, kalsium, magnesium, vitamin B6 dan vitamin B12 (Wardhani dkk., 2023). Menurut Emmawati dkk. (2021) kandungan probiotik dan metabolit yang dihasilkan selama fermentasi yoghurt membantu menjaga kesehatan pencernaan, mengurangi risiko kanker kolon, dan penyakit degeneratif. Yoghurt lebih mudah dicerna, bahkan bagi penderita intoleransi laktosa. Yoghurt dapat mempertahankan kualitas dan manfaatnya lebih lama hingga 2-3 minggu jika disimpan dalam suhu dingin. Penyimpanan yoghurt pada suhu ruang menyebabkan bakteri asam laktat terus aktif sehingga fermentasi juga berlanjut, menghasilkan gas, dan membuat yoghurt menjadi busuk.

Sementara yakult merupakan minuman hasil fermentasi susu yang mengandung probiotik *Lactobacillus casei Shirota strain*, bakteri baik yang bermanfaat bagi kesehatan pencernaan dan tergolong ke dalam bakteri asam laktat homofermentatif (Damayanti *et al.*, 2021). Bakteri homofermentatif menggunakan jalur glikolisis untuk memecah gula menjadi piruvat, kemudian piruvat diubah menjadi asam laktat. Bakteri ini melalui jalur pentosa fosfat menghasilkan produk samping berupa asam asetat dan karbondioksida (Lestari dan Helmyati, 2018). Yakult sebagai minuman sumber protein, lemak, vitamin (seperti vitamin D dan B12), dan mineral yang penting untuk tubuh. Yakult mengandung sekitar 1 g protein per 100 ml. Protein dalam yakult membantu membangun otot dan memperbaiki jaringan tubuh. Yakult juga mengandung antioksidan seperti vitamin C dan E, flavonoid, dan polifenol (Masurkar *et al.*, 2024).

Karakteristik yakult terutama konsistensinya yang lebih cair daripada yoghurt memungkinkan bakteri probiotik dapat menyebar lebih cepat dan luas di dalam mulut dibandingkan dengan yoghurt yang lebih kental. Kondisi tersebut memungkinkan bakteri probiotik dapat menghambat pertumbuhan *Streptococcus mutans* secara lebih efektif, sehingga mengurangi risiko karies gigi (Astuti dkk., 2024). Oleh karena itu, suhu ideal untuk menyimpan yakult adalah di bawah 10°C, karena pada suhu 10°C - 40°C bakteri dalam yakult aktif dan di atas suhu

40°C bakteri akan mati (Damayanti *et al.*, 2021). Aktifnya bakteri yakult mengakibatkan penurunan kualitas karena peningkatan aktivitas bakteri dapat menghasilkan asam laktat yang membuat rasa yakult asam dan mengurangi jumlah bakteri baiknya (Susilo dkk., 2019).

Selain penggunaan probiotik berupa mikroorganisme hidup seperti yang terkandung dalam produk, terdapat cara memanfaatkan manfaat kesehatan yang berasal dari probiotik dalam bentuk yang berbeda, yaitu parabiotik dan posbiotik. Parabiotik (probiotik yang tidak aktif) merupakan penggunaan sel mikroba yang telah diinaktivasi (tidak aktif). Parabiotik sebagai fraksi-fraksi sel dari probiotik yang mampu memberikan manfaat kesehatan, contohnya komponen dinding sel probiotik. Sementara posbiotik atau probiotik metabolik merupakan produk berupa senyawa-senyawa bioaktif terlarut atau metabolit yang disekresikan oleh probiotik dan memberikan manfaat fisiologis (Teame *et al.*, 2020).

2.2. Minuman Fermentasi

Minuman fermentasi merupakan produk terfermentasi yang melibatkan aktivitas mikroorganisme. Fermentasi bahan pangan menghasilkan produk dengan cita rasa dan aroma yang unik, sekaligus meningkatkan mutu (Utami dkk., 2013). Pelibatan mikroorganisme yaitu bakteri atau ragi mengubah gula dalam bahan baku jadi senyawa lain, seperti alkohol, asam, atau karbon dioksida. Contoh minuman fermentasi adalah kefir dan kombucha (Haris dkk., 2025). Kefir merupakan susu fermentasi yang dihasilkan dari aktivitas bakteri dan ragi yang terkandung dalam starter butiran kefir. Proses fermentasi ini menghasilkan rasa asam yang khas, tekstur yang lembut, dan sedikit aroma alkohol. Starter kefir terdiri dari konsorsium mikroba, baik bakteri asam laktat (homofermentatif dan heterofermentatif) dan ragi yang mampu memfermentasi laktosa dan non laktosa. Jenis bakteri baik dalam kefir yaitu *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Kluyveromyces*, *Saccharomyces*, *Candida*, dan *Pichia* (Kustyawati *et al.*, 2022).

Kefir sering disebut sebagai “yoghurt Rusia”, memiliki proses pembuatan yang unik karena melibatkan butiran kefir yang kaya mikroorganisme. Berbeda dengan yoghurt, fermentasi kefir membutuhkan waktu yang lebih lama. Selain susu, kefir juga dapat dibuat dari bahan-bahan lain seperti susu skim, krim, atau campuran buah (Wardhani dkk., 2023). Menurut Lestari dkk. (2021) kefir yang dibuat dari susu skim memiliki kandungan lemak yang lebih sedikit dibandingkan dengan kefir dari susu segar. Karakteristik kefir lebih cair, berbuih dan gumpalan susunya lebih lembut daripada yoghurt (Khairunnisa dkk., 2024). Kefir memiliki beragam manfaat kesehatan, termasuk sifat antitumor, peningkatan imunitas, serta sebagai antimikroba dan antijamur (Wardhani dkk., 2023).

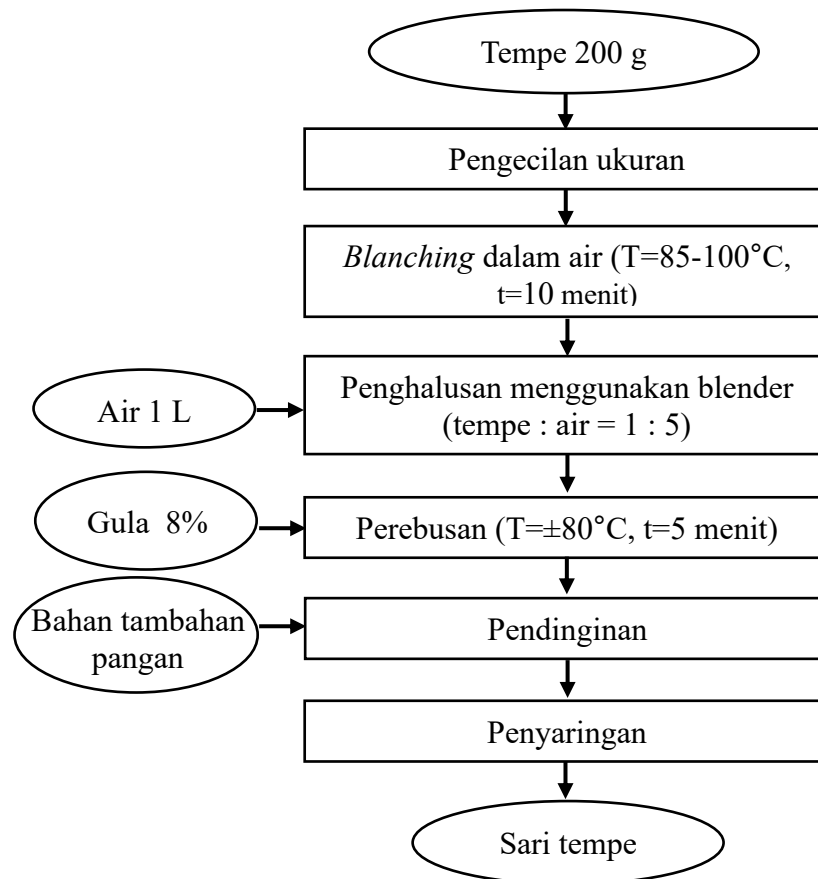
Sementara kombucha adalah minuman hasil fermentasi teh yang dibuat dengan bantuan SCOBY (*Simbiotic Culture of Bacteria and Yeast*). Kombucha sering disebut sebagai “jamur teh” atau produk simbiosis bakteri asam asetat, bakteri asam laktat, dan ragi osmofilik (Miranda *et al.*, 2022). SCOBY merupakan konsorsia mikrobial yang berisi gabungan bakteri dan khamir. Secara mikrobiologis, mikroorganisme yang berkontribusi dalam kombucha antara lain jenis bakteri asam asetat (*Acetobacter xylinum*, *Acetobacter xylinoides*, *Bacterium gluconicum*, *Acetobacter aceti*, *Acetobacter pasteurianus*, *Gluconobacter oxydans*) dan bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp.*, *Lactococcus sp.*, *Leuconostoc sp.*, *Bifidobacterium sp.*, *Thermus sp.*, *Allobaculum sp.*, *Ruminococcaceae*, *Incerate Sedis*, *Propionibacterium sp.*, *Enterococcus sp.*). Kombucha juga mengandung ragi seperti *Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Saccharomyces ludwigii*, *Zygosaccharomyces rouxii*, *Torulaspora delbrueckii*, *Brettanomyces bruxellensis*, *Brettanomyces lambicus*, *Brettanomyces custerii*, *Candida sp.*, *Pichia membranaefaciens*, *Torulopsis sp.*, dan *Kloeckera apiculata* (Riswanto dan Setiawan, 2015).

Kombucha kaya nutrisi berupa protein, gula, polifenol, asam organik (asam asetat, glukonat, glukuronat, laktat dan oksalat), etanol, dan vitamin (vitamin B1, B2, B6, B12 dan C) serta mineral (Riswanto dan Setiawan, 2022). Kombucha memiliki berbagai manfaat bagi kesehatan diantaranya memperbaiki mikroflora usus, meningkatkan imunitas, menghambat mikroba patogen, bersifat antibakteri dan

antioksidan. Fermentasi kombucha terjadi selama 7-14 hari, menghasilkan produk dengan lapisan tipis berwarna putih pucat, bertekstur kenyal seperti karet dan menyerupai gel dipermukaannya (Budiandari dkk., 2023). Aroma teh kombucha sangat khas dengan rasa asam dan sedikit manis. Aroma khas tersebut seringkali kurang disukai, sehingga penambahan seperti rempah-rempah, rimpang, atau buah-buahan dapat memenuhi kesukaan konsumen (Susanti dkk., 2023).

2.3. Minuman Probiotik Sari Tempe

Minuman sari tempe pada penelitian ini termasuk minuman probiotik karena adanya penambahan kultur *Saccharomyces cerevisiae* dan *Lactobacillus casei* sebagai mikroba probiotik yang berperan dalam proses fermentasi dan tetap hidup dalam minuman tersebut. Minuman sari tempe merupakan salah satu contoh produk hasil diversifikasi pangan berbasis tempe. Produk ini memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi, seperti halnya kandungan gizi dari bahan utamanya yaitu tempe (Purry dan Rafiony, 2018). Zat gizi dalam setiap 100 g tempe mengandung 20,8 g protein, 13,5 g karbohidrat, 8,8 g lemak, 155 mg kalsium, 0,19 mg vitamin B1, dan sebagian kecil serat (Salim dkk., 2017). Minuman sari tempe dibuat dari bahan dasar kedelai sehingga dapat dijadikan minuman alternatif pengganti susu sapi pada anak-anak yang menderita *lactosa intolerance*. Kandungan protein dari biji kedelai termasuk asam amino esensial yang mendekati mutu protein susu sapi (Komalasari dkk., 2024). Kandungan zat gizi yang terdapat pada minuman sari tempe selain protein, lemak, dan serat juga mengandung air, abu, dan zat besi (Minarni dkk., 2021). Protein dalam minuman sari tempe menjadi sumber energi bagi mikroorganisme, karena ketersediaan nutrisi memungkinkan bakteri dapat berkembang biak dengan baik, sehingga selama waktu penyimpanan diperkirakan terjadi peningkatan total bakteri. Peningkatan total bakteri tersebut mempengaruhi sifat sensori minuman sari tempe (Kusmanto dan Hidayati, 2011). Minuman sari tempe dengan penambahan kultur *Saccharomyces cerevisiae* dan *Lactobacillus casei* pada penelitian ini mendapat nutrisi dari kandungan protein, lemak, dan karbohidrat dalam tempe *Mosaccha*.



Gambar 1. Pembuatan minuman sari tempe
Sumber : Purry dan Rafiony (2018)

Berdasarkan Purry dan Rafiony (2018) prinsip pembuatan minuman sari tempe adalah ekstraksi tempe dengan air sehingga diperoleh larutan dengan komponen padatan terlarut. Alur proses pembuatan minuman sari tempe melalui tahap pengecilan ukuran, *blanching*, penghalusan, perebusan, penambahan bahan tambahan pangan (BTP), pendinginan, penyaringan, dan pengemasan (Gambar 1). Pengecilan ukuran dengan memotong tempe menjadi persegi bertujuan untuk memaksimalkan luas permukaan yang berinteraksi dengan panas selama *blanching* agar panas terdistribusi secara merata dan menembus tempe dengan cepat. Menurut Purry dan Rafiony (2018) *blanching* atau pemanasan singkat bertujuan untuk menginaktivasi enzim lipoksigenase penyebab langu pada tempe. Proses penghalusan dengan blender akan menghasilkan bubur tempe (Kusmanto dan Hidayati, 2011), kemudian direbus dan selama proses ini ditambahkan BTP berupa gula sebagai pemanis (Purry dan Rafiony, 2018). Proses pendinginan minuman sari tempe dilakukan untuk memudahkan saat penyaringan.

Penyaringan dilakukan untuk memisahkan ampas dari larutan, sehingga menghasilkan minuman sari tempe (Abdullah dan Asriati, 2016) dan hasil sari tempe yang didapat kualitasnya baik tanpa adanya endapan (Andiniyati dkk., 2023). Selanjutnya dilakukan pengemasan untuk mewadahi minuman sari tempe agar nutrisinya terjaga dan menghindarkan dari bakteri kontaminan.

Minuman sari tempe memiliki aroma langu yang timbul akibat aktivitas enzim (Amelia dkk., 2021). Bau langu dihasilkan dari kandungan enzim lipoksigenase pada kedelai. Aktivasi enzim lipoksigenase oleh air saat proses perendaman akan membebaskan lemak dari struktur kedelai, sehingga terjadi reaksi katalisis hidroperoksidasi asam lemak tak jenuh ganda (linoleat dan asam linoleat) yang memicu aktivasi molekul-molekul atau senyawa volatil penyebab bau langu (Rahimi dkk., 2023). Namun, adanya proses *blanching* berfungsi untuk menginaktifkan enzim lipoksigenase (Purry dan Rafiony, 2018). Minuman sari tempe dengan adanya penambahan gula pasir dapat menciptakan rasa manis pada minuman (Andiniyati dkk., 2023). Selain itu, penambahan buah, perasa, dan kultur tertentu dapat memperbaiki sensori produk.

2.3.1. Fermentasi minuman probiotik sari tempe

Fermentasi adalah proses biokimia yang melibatkan mikroorganisme dan enzim untuk memecah komponen pangan seperti polisakarida (karbohidrat), protein, dan lemak menjadi senyawa yang lebih sederhana (asam, alkohol, karbon dioksida, peptida, asam amino, asam lemak). Fermentasi bisa terjadi secara alami (spontan) dengan mikroorganisme yang ada di lingkungan, atau dengan penambahan mikroorganisme khusus (tidak spontan) seperti ragi (Setiarto, 2020). Fermentasi minuman probiotik sari tempe terjadi secara tidak spontan, karena adanya penambahan starter khamir *Saccharomyces cerevisiae* dan BAL berupa *Lactobacillus casei*. *Saccharomyces cerevisiae*, yang umum dikenal sebagai ragi, merupakan organisme eukariotik uniseluler yang tumbuh subur dalam media yang menyediakan gula, asam amino, vitamin, mineral, dan minuman beralkohol (Nya and Etukudo, 2023). Kustyawati *et al.* (2017) menyatakan bahwa *Saccharomyces cerevisiae* mengubah karbohidrat menjadi alkohol dan berperan dalam pembentukan aroma dalam proses fermentasi. Khamir ini memiliki kemampuan

menghasilkan etanol dan CO₂, serta pembentuk flavor dan aroma pangan fermentasi (Nuraida dkk., 2022).

Saccharomyces cerevisiae berperan penting dalam fermentasi sebagai ragi yang tahan etanol (Nya and Etukudo, 2023). *Saccharomyces cerevisiae* juga berpotensi menghidrolisis pati, karena aktivitas enzim amilase dapat menghidrolisis ikatan α pada amilopektin (Khazalina, 2020). Selain itu, enzim zimase dan invertase yang dihasilkan oleh *Saccharomyces cerevisiae* berperan penting dalam proses konversi glukosa menjadi alkohol (Nuraida dkk., 2022). *Saccharomyces cerevisiae* dalam fermentasi pangan digunakan dalam produksi bioetanol (Khazalina, 2020), tape (Nuraida dkk., 2022), pengembang adonan roti (Kusmiyati dkk., 2023).

Saccharomyces cerevisiae memiliki kemampuan yang sangat baik dalam fermentasi pada produk minuman beralkohol (bir, *wine*, tuak) dan etanol (Nya and Etukudo, 2023).

Selain *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus casei* adalah jenis bakteri asam laktat yang memiliki kemampuan untuk memecah gula dan menghasilkan asam laktat melalui fermentasi. Fermentasi asam laktat merupakan proses metabolisme anaerobik di dalam sel, di mana gula dikonversi menjadi asam laktat, yang berfungsi sebagai sumber energi bagi sel dalam kondisi anaerobik (Kieliszek *et al.*, 2021). *Lactobacillus casei* adalah bakteri asam laktat yang mengubah karbohidrat menjadi asam laktat, serta mampu memecah protein dan lemak karena memiliki aktivitas proteolitik dan lipolitik (Nuraida dkk., 2022). Menurut Rizal dkk. (2016), *Lactobacillus casei* memfermentasi glukosa menjadi asam laktat. *Lactobacillus casei* menghasilkan enzim amilase secara maksimum pada suhu 45°C - 60°C. Enzim amilase (enzim ekstraseluler) memiliki kemampuan untuk menguraikan ikatan 1,4-glikosidik dalam polimer pati, sehingga menghasilkan produk berupa glukosa, maltosa, dan dekstrin (Ramadhan dan Wikandari, 2021). *Lactobacillus casei* digunakan sebagai starter dalam produk yakult (Ayuni dkk., 2021) atau minuman probiotik karena mampu bertahan hidup di lingkungan asam lambung dan cairan empedu, sehingga dapat mencapai usus besar dalam keadaan hidup (Abdullah dkk., 2024).

2.4. Probiotik

Probiotik adalah mikroorganisme hidup yang memberikan manfaat kesehatan saat dikonsumsi dalam jumlah yang cukup (Utami dkk., 2013). Probiotik dalam pangan dapat meningkatkan kesehatan dengan mengoptimalkan kinerja sistem mukosal dan imun, sehingga menyeimbangkan penyerapan nutrisi dan mikrobiota usus (Labiba dkk., 2020). Kriteria probiotik meliputi kemampuan memberikan efek menguntungkan bagi inang, dengan sejumlah besar sel hidup yang mampu bertahan dan bermetabolisme dalam usus halus manusia, serta memberikan dampak positif pada mikroflora usus (Sari, 2021). Selain itu, bakteri probiotik harus memiliki kemampuan menghasilkan zat antimikroba untuk menghambat bakteri patogen, tumbuh optimal secara *in vitro*, menunjukkan stabilitas tinggi, dan aman bagi manusia (Utami, 2018).

Bakteri probiotik berkontribusi pada produksi vitamin, penyerapan nutrisi, pemeliharaan kesehatan usus, penghambatan bakteri patogen, metabolisme lipid/kolesterol (Aini dkk., 2021). Selain itu, probiotik dalam usus dapat membentuk perlindungan fisik untuk melindungi dari bakteri berbahaya (Sari, 2021). Mikroorganisme hidup bermanfaat bagi kesehatan ini termasuk bakteri, kapang, dan khamir (Sari, 2021). Mikroorganisme yang tergolong probiotik meliputi kelompok bakteri asam laktat (BAL), *Bifidobacteria*, *Bacillus subtilis*, dan khamir seperti *Saccharomyces cerevisiae* serta *Saccharomyces boulardii* (Kustyawati *et al.*, 2022). Contoh bakteri menguntungkan yang dapat menempel dan hidup di saluran pencernaan antara lain *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus johnsonii*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus gasei*, *Lactobacillus reuteri*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium breve*, dan *Bifidobacterium infantis* (Sari, 2021).

2.5. Prebiotik

Prebiotik adalah serat makanan yang tidak bisa dicerna oleh tubuh. Serat ini bermanfaat karena secara selektif mendorong pertumbuhan atau aktivitas bakteri baik di usus besar, yang pada akhirnya meningkatkan kesehatan (Angeline, 2023).

Prebiotik bermanfaat bagi kesehatan terutama dalam saluran pencernaan (Majdiyyah dan Farida, 2023). Prebiotik umumnya tersusun atas oligosakarida, khususnya fruktooligosakarida, yang secara spesifik merangsang pertumbuhan *bifidobacteria* di usus besar (Angelina, 2023). Prebiotik yang umum digunakan meliputi oligosakarida kedelai (rafinosa dan stakiosa), fruktooligosakarida (oligofruktosa), inulin, laktulosa, dan laktosukrosa. Secara spesifik, inulin dan oligofruktosa penting untuk menyeimbangkan fungsi gastrointestinal dengan menjaga keseimbangan mikroflora kolon (Sari, 2021).

2.6. Umur Simpan

Umur simpan produk pangan adalah waktu yang menunjukkan seberapa lama produk dapat mempertahankan kualitas meliputi kenampakan, rasa, aroma, tekstur, dan nilai gizi yang memuaskan dan aman dikonsumsi. Jika melewati umur simpan tersebut, produk dikatakan tidak layak dikonsumsi karena telah mengalami perubahan-perubahan secara fisik, kimia maupun mikrobiologis (Yuniastri dkk., 2019). Umur simpan merujuk pada jangka waktu yang diperlukan oleh produk pangan dalam suatu kondisi penyimpanan yang direkomendasikan. Jika masih dalam rentang waktu penyimpanan, maka mutu produk masih memenuhi syarat dikonsumsi yang ditinjau dari segi keamanan, nutrisi, dan sifat fisik (Ijayanti dkk., 2020).

Beberapa faktor kunci yang berkontribusi pada perpanjangan umur simpan meliputi pemilihan bahan baku berkualitas tinggi, penerapan proses pengawetan yang tepat, serta penggunaan jenis kemasan yang sesuai (Meutia dkk., 2017). Umur simpan setiap produk berbeda-beda dan harus ditentukan berdasarkan metode kadaluwarsa yang sesuai dengan sifat pangan tersebut. Informasi mengenai umur simpan ini wajib tercantum pada label produk pangan sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku, yaitu Peraturan Pemerintah Nomor 69 Tahun 1999 (Fiana dan Refdi, 2018). Pendugaan umur simpan suatu produk pangan dapat diprediksi dengan melakukan uji daya simpan. Proses ini melibatkan penyimpanan produk dalam kondisi terkontrol dan pengamatan

berkala terhadap perubahan kualitas produk hingga mencapai titik kerusakan (Asiah dkk., 2018).

2.6.1. Faktor yang mempengaruhi umur simpan

Penurunan mutu (deteriorasi) akan terjadi pada semua produk pangan. Deteriorasi dapat terjadi sejak produk selesai diproduksi yang diakibatkan adanya kontak dengan lingkungan. Penurunan mutu berdampak pada penurunan umur simpan produk (Yuniastri dkk., 2019). Mutu produk pangan akan mengalami perubahan selama penyimpanan dan pada akhirnya akan mencapai batas tidak layak konsumsi (kadaluwarsa) setelah melewati batas waktu tertentu. Penurunan mutu setiap produk pangan berbeda-beda, tergantung faktor yang mempengaruhinya. Perubahan mutu suatu produk dapat diukur dari perubahan secara fisik, kimia maupun dari tingkat penerimaan secara sensori (Asiah dkk., 2018).

Faktor penyebab penurunan mutu produk dapat berasal dari internal maupun faktor eksternal produk. Faktor intrinsik meliputi aktivitas air (*aw*), nilai pH, ketersediaan oksigen, komposisi gizi, jumlah dan jenis mikroba, sifat khas biokimia produk, dan keberadaan bahan pengawet. Faktor ekstrinsik yang berpengaruh pada penurunan mutu produk meliputi suhu penyimpanan, kelembapan relatif (RH), paparan cahaya, paparan mikroba, komposisi atmosfer dalam kemasan, perlakuan panas lanjutan, dan penanganan produk di tangan konsumen (Hariyadi, 2019). Penurunan mutu produk yang terjadi disebabkan oleh aktivitas biologi dan mikrobiologi diantaranya aroma tengik, perubahan tekstur dan warna, penyimpangan rasa, penurunan nilai gizi, serta terbentuknya gas dan racun (Asiah dkk., 2018).

2.6.2. Metode pendugaan umur simpan

Pendugaan umur simpan suatu produk pangan dapat dilakukan melalui lima pendekatan sehingga diketahui masa kedaluwarsanya. Metode yang digunakan yaitu : 1) nilai pustaka (*literature value*), 2) *distribution turn over*, 3) *distribution abuse test*, 4) *consumer complaints*, dan 5) *accelerated shelf life testing* (ASLT). Nilai pustaka (*literature value*) merupakan metode pendugaan umur simpan suatu produk dengan mengacu pada hasil pendugaan umur simpan sebelumnya dan

relevan dengan produk yang sedang diteliti (Asiah dkk., 2018). Kendala menggunakan metode ini yaitu keterbatasan data dan informasi detail mengenai produk, proses, dan kemasan sehingga perbandingan masa simpan produk dengan cara ini tidak akurat (Hariyadi, 2019). Pendugaan umur simpan produk dengan pertimbangan *distribution turn over* atau cara menentukan umur simpan produk pangan berdasarkan informasi umur simpan produk sejenis yang telah dikomersialisasikan dan hanya efektif diterapkan pada produk pangan yang memiliki kesamaan karakteristik (komposisi bahan, proses pengolahan, dan faktor-faktor lainnya) (Asiah dkk., 2018). *Distribution turn over* mengandalkan informasi mengenai periode yang diperlukan oleh produk sejak dari produksi ke penyimpanan, distribusi, display, hingga sampai ke konsumen akhir dan cara ini dilakukan untuk pendugaan awal masa simpan produk yang dianggap sebagai batas minimal umur simpan produk yang akan dikomersialisasikan (Hariyadi, 2019).

Distribution abuse test merupakan cara penentuan umur simpan produk berdasarkan hasil analisis produk selama penyimpanan dan distribusi yang melibatkan simulasi kondisi penyimpanan yang ekstrem (*abuse test*) untuk mempercepat penurunan mutu. Kondisi penyimpanan ekstrem ini seperti penyimpanan pada suhu atau kelembapan lebih tinggi dari penyimpanan normal dengan pertimbangan yaitu kondisi penyimpanan di gudang hingga kondisi penyimpanan oleh konsumen (Hariyadi, 2019). Pendugaan umur simpan berdasarkan komplain konsumen artinya produsen menghitung nilai umur simpan berdasarkan komplain atas produk yang sudah diedarkan di pasaran. Data-data terkait komplain konsumen dapat dijadikan acuan dalam menduga umur simpan produk, sementara untuk mempersingkat waktu, penentuan umur simpan dapat dilakukan dengan ASLT atau ASS (*Accelerated Storage Studies*) di laboratorium dengan prinsip mempelajari karakteristik mutu produk, faktor-faktor penyebab perubahan mutu, dan kondisi mutu dianggap telah mencapai batas kadaluwarsa (Hariyadi, 2019).

2.6.3. Metode *Extended Storage Studies*

Pendugaan umur simpan dalam menentukan masa kedaluwarsa produk pangan dengan metode konvensional sering disebut sebagai metode ESS (*Extended Storage Studies*). Prinsipnya adalah dengan cara menyimpan sejumlah produk pada kondisi normal sehari-hari sebagaimana penyimpanan di tangan konsumen. Selama waktu penyimpanan dilakukan pengamatan terhadap penurunan mutu produk hingga mencapai batas mutu kedaluwarsa. Parameter yang diamati adalah parameter kritis pada produk yang diuji, bisa berupa karakteristik fisik, kimia, maupun mikrobiologis atau respon penerimaan sensoris terhadap produk. Metode ini akurat dan tepat, namun memerlukan waktu yang panjang dan analisis parameter mutunya relatif banyak serta mahal (Inayah dkk., 2023).

2.6.4. Metode *Accelerated Storage Studies*

Pendugaan umur simpan secara akselerasi atau ASS (*Accelerated Storage Studies*) disebut metode ASLT (*Accelerated Self Life Testing*). Keuntungan dari metode ASLT yaitu waktu pengujian relatif singkat, ketepatan dan akurasinya tinggi (Anagari, 2011). Metode ini bekerja berdasarkan kondisi lingkungan yang dapat mempercepat reaksi penurunan mutu produk secara signifikan. Hal tersebut dikarenakan proses percepatan penurunan mutu pada metode ASLT didasarkan pada penurunan mutu parameter kritis produk (Arif, 2016).

Metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) dibagi menjadi 2 jenis model yaitu model kadar air kritis dan model Arrhenius. Pendekatan Arrhenius dapat diaplikasikan pada semua jenis produk pangan, terutama produk yang mengalami penurunan kualitas akibat efek deteriorasi kimiawi, sedangkan pendekatan kadar air kritis digunakan untuk kerusakan produk pangan yang disebabkan oleh adanya penyerapan air oleh produk selama penyimpanan (Nuraini dan Widanti, 2020). Model kadar air kritis bekerja dengan prinsip berdasarkan laju perubahan aktivitas kadar air produk. Pendekatan ini biasanya dilakukan dengan mengamati perubahan mutu seperti perubahan tekstur (hilangnya kerenyahan), perubahan warna, perubahan sifat bubuk (dari *free flowing* menjadi menggumpal, dan lain sebagainya (Hariyadi, 2019).

Metode ASLT dengan pendekatan Arrhenius sebagai persamaan untuk memperhitungkan perubahan energi aktivasi (Anagari, 2011). Persamaan Arrhenius dapat menunjukkan hubungan antara suhu dengan kecepatan penurunan mutu (Haryati dkk., 2015). Model Arrhenius dapat diaplikasikan pada semua jenis produk pangan, terutama produk yang mengalami penurunan kualitas akibat efek deteriorasi kimiawi (Hasany dkk., 2017). Pendugaan umur simpan menggunakan model Arrhenius dilakukan berdasarkan metode simulasi dan untuk menganalisa penurunan mutu. Penggunaan metode ini biasanya diterapkan pada produk yang mudah rusak akibat reaksi kimia (Maria dkk., 2017). Laju kerusakan kimia dapat ditentukan berdasarkan reaksi ordo nol dan ordo satu. Tipe kerusakan pangan yang mengikuti reaksi orde nol umumnya terjadi pada proses degradasi enzimatis, reaksi pencoklatan non enzimatis, dan oksidasi lemak, sedangkan tipe kerusakan yang termasuk dalam reaksi orde satu meliputi ketengikan, pertumbuhan mikroorganisme, produksi *off flavor* oleh mikroba, kerusakan vitamin dalam makanan kaleng dan makanan kering, kehilangan mutu protein pada makanan kering (Nuraini dan Widanti, 2020).

2.7. Kemasan

Kemasan pangan merupakan material yang digunakan untuk membungkus atau mewadahi produk, baik yang bersentuhan langsung maupun tidak langsung dengan produk tersebut (Budiningrum dkk., 2022). Cara mengemas produk agar tidak mudah rusak selama rantai penyimpanan, distribusi hingga ke tangan konsumen disebut pengemasan. Fungsi utama kemasan adalah sebagai penghalang terhadap segala bentuk perubahan yang berpotensi menurunkan kualitas produk maupun material kemasan itu sendiri (Pulungan dkk., 2018). Kemasan dirancang untuk mewadahi, melindungi, dan memperpanjang umur simpan produk melalui pemilihan bahan kemasan yang tepat. Syarat dari sebuah kemasan layak digunakan dalam mengemas produk pangan adalah harus dapat melindungi produk dari kerusakan fisik, mudah dibuka dan ditutup, efisien dan ekonomis (Sulaiman, 2021).

Kemasan berperan dalam memperpanjang umur simpan produk pangan.

Pengolahan produk pangan dengan penggunaan kemasan dilakukan agar produk bisa bertahan lama dan terlindung dari bahaya kerusakan biologi, fisik atau kimia sehingga menjaga mutu dan keamanan pangan. Jenis kemasan yang dipilih sangat bergantung pada karakteristik produk dan tujuan yang ingin dicapai dengan kemasan tersebut. Bahan baku kemasan pun beragam, mulai dari logam, kaca, kertas karton, kayu, tekstil hingga bahan-bahan modern seperti polimer (Ropikoh dkk., 2024). Menurut Setiarto (2020), karakteristik jenis bahan kemasan diantaranya meliputi : a) Kemasan kertas memiliki karakteristik fleksibel, tidak mudah robek, tidak dapat dipanaskan, dan tidak digunakan untuk mengemas produk cair. b) Kemasan gelas ciri khasnya berat, mudah pecah, mahal, non *biodegradable*, rigid, dapat dipanaskan, transparan, dan dapat didaur ulang. c) Kemasan logam (kaleng) memiliki bentuk tetap, ringan, dapat dipanaskan, tidak transparan, dapat bermigrasi ke dalam produk, non *biodegradable*, dan tidak dapat didaur ulang. d) Kemasan plastik memiliki bentuk fleksibel, transparan, mudah pecah, ada yang tahan panas, monomernya dapat mengkontaminasi produk, dan non *biodegradable*. e) Kemasan komposit (kertas/plastik), karakteristiknya tidak transparan, pengisian aseptis, non *biodegradable*, dan khusus produk cair.

Sulaiman (2021) mengklasifikasikan kemasan berdasarkan frekuensi pemakaian dibedakan menjadi kemasan sekali pakai (seperti kaleng hermentis) dan kemasan yang dapat dipakai berulang kali (seperti botol minuman). Berdasarkan struktur dan sistem kemasan terbagi menjadi kemasan primer, sekunder, tersier, dan kuarternier. Setiarto (2020), mengklasifikasikan berdasarkan kekakuan bahan kemasan, yaitu kemasan kaku (seperti gelas, kayu, dan logam), kemasan fleksibel (seperti plastik, kertas, dan aluminium foil), dan kemasan semi kaku/semi fleksibel (seperti botol plastik kecap/saus). Sementara berdasarkan tingkat kesiapan pakai dibedakan menjadi wadah siap pakai dan wadah siap rakit. Berdasarkan sifat perlindungan terhadap lingkungan terdiri dari kemasan hermentis (tahan uap dan gas), kemasan tahan cahaya, dan kemasan tahan suhu tinggi. Kemasan juga ada yang bersifat *edible* dan non *edible*.

Metode pengemasan juga penting guna memperpanjang umur simpan produk, teknik ini terbagi menjadi 4 yaitu : 1) Pengemasan dengan *sealer* adalah teknik menyegel produk menggunakan alat khusus untuk memberikan keamanan dan memperpanjang masa simpan (Syukri dkk., 2023). 2) Teknik pengemasan vakum adalah cara mengemas makanan dengan mengurangi jumlah udara yang bersentuhan dengan produk, sehingga dapat menekan proses respirasi dan metabolisme (Razie dan Widawati, 2018). Metode pengemasan vakum bekerja dengan cara menciptakan ruang hampa udara dengan prinsip mengeluarkan gas dan uap air dari produk yang dikemas, sehingga efektif mencegah perkembangbiakan mikroorganisme (Syukri dkk., 2023). 3) Teknik pengemasan termodifikasi (*Modified Atmosphere Packaging*/MAP) adalah pengemasan produk dengan atmosfer yang telah dirancang khusus agar udara di dalam kemasan berbeda dari atmosfer normal (Pardede, 2020). Proses modifikasi dilakukan dengan menggantikan gas di udara dengan nitrogen (udara di dalam kemasan 100% gas nitrogen) sebagai gas *inert* atau menggunakan campuran gas CO₂ 20% dan 80% gas nitrogen (Syukri dkk., 2023). Teknik memodifikasi komposisi udara di dalam kemasan biasanya diterapkan untuk menghambat proses fisiologis buah dan sayuran (Mulyawanti dan Suryana, 2024). 4) Pengemasan dengan atmosfer terkendali atau *Control Atmosphere Packaging* (CAP) merupakan cara pengemasan vakum yang memodifikasi lingkungan gas di sekitar produk dengan nitrogen atau CO₂. Cara ini dikenal sebagai kontrol atmosfer, lingkungan gas di sekitar produk dikontrol pada suhu rendah, dengan mengurangi oksigen dan menambah CO₂ agar kualitas produk terjaga (Syukri dkk., 2023).

2.7.1. Kemasan botol kaca

Kemasan botol kaca berasal dari bahan dasar gelas yang dihasilkan dari pengolahan tanah liat, soda abu, dan pasir silika. Botol kaca bersifat *inert* (tidak bereaksi dengan bahan kimia dan tidak mengontaminasi produk yang dikemas), transparan, dan bahan kemasannya kokoh. Kemasan ini dapat mencegah penguapan untuk produk pangan bersifat cair, padat, dan gas. Tahan tekanan sehingga cocok untuk pengemasan produk berakarbon dan beralkohol atau bersifat asam. Sifat kemasan botol kaca tahan terhadap suhu tinggi ideal

digunakan untuk produk yang perlu proses pasteurisasi dan sterilisasi, karena sifatnya tahan panas sehingga sangat tahan terhadap pengaruh dari luar (Yuyun dan Gunarsa, 2011). Sifat *inert* botol kaca menjadikan kemasan ini dapat digunakan sebagai kemasan primer dan dapat digunakan langsung tanpa diberi pelapis. Berdasarkan sifat *inert* dan *barriernya* kemasan ini termasuk tidak permeabel terhadap gas. Kelemahan botol kaca adalah bobotnya berat sehingga kurang praktis saat dibawa, terutama dalam jumlah banyak (Mustofa dkk., 2014).

2.7.2. Kemasan *standing pouch alufoil spout*

Kemasan *standing pouch* adalah kemasan dengan bentuk yang sangat simpel dan fleksibel karena bentuknya menyerupai kantong berdiri atau *pouch* yang dapat berdiri sendiri tanpa perlu disandarkan (Yusuf dan Matana, 2021). *Standing pouch* yang terbuat dari bahan aluminium foil tentu menjadi kemasan yang ideal karena mempunyai sifat *barrier* yang sempurna, baik terhadap uap air maupun gas oksigen. Oleh karena itu, beberapa film polimer diberi lapisan tipis aluminium (200 - 400 Å) untuk meningkatkan sifat *barrier* kemasan. Lapisan aluminium yang sangat tipis ini berfungsi sebagai penghalang yang sangat efektif untuk mencegah uap air, oksigen, atau gas lain masuk atau keluar dari kemasan (Mustofa dkk., 2014).

Aluminium foil umumnya terbuat dari lembaran padat dan tipis yang pada ketebalan tertentu masih bersifat permeabel terhadap molekul-molekul kecil seperti uap air dan gas (Yuyun dan Gunarsa, 2011). Aluminium foil tersedia dalam dua tingkat kekerasan yang berbeda, yaitu *soft temper* (lembut dan mudah dibentuk) dan *hard temper* (keras dan kokoh). Karakteristik aluminium foil diantaranya memiliki sisi kilap dan buram, memiliki sifat mekanis dan konduktor panas/listrik yang baik, tidak transparan, dan tidak rentan terlipat (Mustofa dkk., 2014). Berdasarkan sifat perlindungan terhadap lingkungan, kemasan aluminium foil tergolong ke dalam material yang tahan jika dipanaskan dengan suhu tinggi, baik pasteurisasi maupun sterilisasi. Aluminium foil cocok digunakan sebagai kemasan bahan pangan yang mengandung lemak dan vitamin yang tinggi, serta makanan hasil fermentasi (Jamrianti, 2021).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Laboratorium Mikrobiologi Hasil Pertanian, Laboratorium Analisis Kimia Biokimia Hasil Pertanian, dan Ruang Uji Sensori, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada Desember 2024 hingga Februari 2025.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah aquades dan tempe *Mosaccha* atau tempe hasil fermentasi dengan penambahan inokulum *Saccharomyces cerevisiae*. Tempe ini memiliki ciri khas harum yang menyamarkan aroma kedelai sehingga berbeda dengan tempe hasil fermentasi kapang *Rhizopus oligosporus*. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah gula pasir, inulin, kultur murni *Saccharomyces cerevisiae* kering (Fermipan), kultur *Lactobacillus casei* (Yakult), alkohol 70%, media MEA (*Malt Extract Agar*), media MRSA (*de Man Ragosa Sharpe Agar*), dan media NA (*Nutrient Agar*), yeast extract agar, pepton, dan KH_2PO_4 . Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis kimia adalah larutan buffer, H_2SO_4 , Na_2SO_4 , HgO , NaOH , Na_2SO_3 , H_3BO_3 , indikator metilen merah/metilen biru, 0,02 N HCl, dan aquades.

Peralatan yang digunakan pada pembuatan minuman sari tempe adalah pisau, talenan, wadah, timbangan digital, panci, alat peniris, blender, pengaduk, saringan 200 mesh, sendok dan *stopwatch*. Peralatan yang digunakan untuk persiapan

kultur adalah tabung reaksi, rak tabung reaksi, vortex, erlenmeyer, cawan petri, gelas beker, batang pengaduk, pipet tetes, jarum ose, bunsen, laminar air flow, autoklaf, serta inkubator. Alat-alat untuk penyimpanan minuman probiotik sari tempe adalah kemasan botol kaca 500 ml dan *standing pouch* alufoil *spout* 500 ml yang dibeli secara online, serta refrigerator. Alat-alat untuk analisis kimia adalah gelas ukur, gelas beker, pH meter, labu kjeldahl, kjeldahl trap, erlenmeyer, kondensor, buret, pipet volume, *rubber bulb*, labu destilasi, pemanas listrik, statif dan klem, perlengkapan uji sensori.

3.3. Metode Penelitian

Penelitian dirancang dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) 2 faktorial dengan 3 kali ulangan (Tabel 2). Faktor pertama adalah penggunaan jenis kemasan botol kaca (K1) dan *standing pouch* alufoil *spout* (K2). Faktor kedua adalah lama penyimpanan minuman probiotik sari tempe dalam refrigerator pada suhu (5°C) dalam 4 taraf yaitu : 0 hari (P0), 4 hari (P4), 8 hari (P8), dan 12 hari (P12). Dalam penelitian terdapat 8 kombinasi perlakuan dengan 3 kali ulangan sehingga diperoleh 24 satuan percobaan. Pengamatan yang dilakukan meliputi kadar protein, pH, dan sensori (warna, aroma, rasa, dan penerimaan keseluruhan).

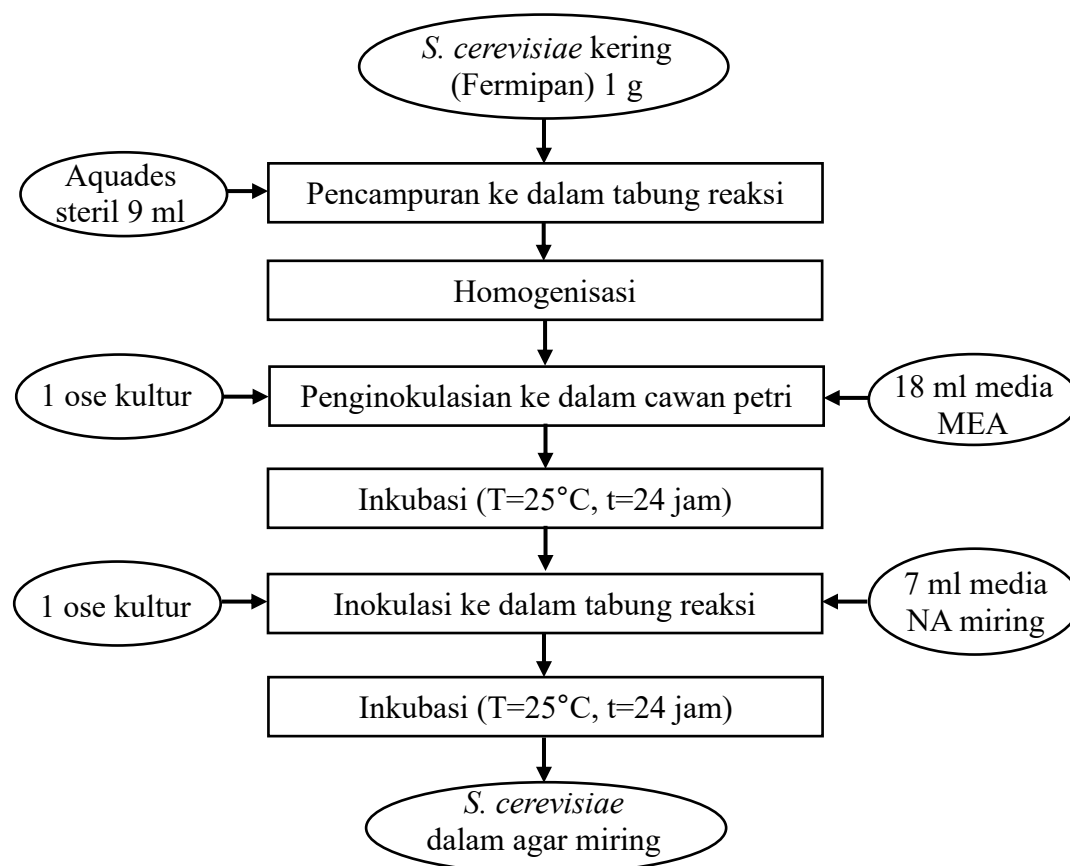
Tabel 2. Rancangan Acak Kelompok Lengkap 2 Faktorial

Faktor kemasan	Faktor lama penyimpanan	Ulangan		
		I	II	III
K1 (Botol kaca)	P0 (Penyimpanan 0 hari)	K1P0	K1P0	K1P0
	P4 (Penyimpanan 4 hari)	K1P4	K1P4	K1P4
	P8 (Penyimpanan 8 hari)	K1P8	K1P8	K1P8
	P12 (Penyimpanan 12 hari)	K1P12	K1P12	K1P12
K2 (<i>Standing pouch</i> alufoil <i>spout</i>)	P0 (Penyimpanan 0 hari)	K2P0	K2P0	K2P0
	P4 (Penyimpanan 4 hari)	K2P4	K2P4	K2P4
	P8 (Penyimpanan 8 hari)	K2P8	K2P8	K2P8
	P12 (Penyimpanan 12 hari)	K2P12	K2P12	K2P12

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Persiapan kultur *Saccharomyces cerevisiae*

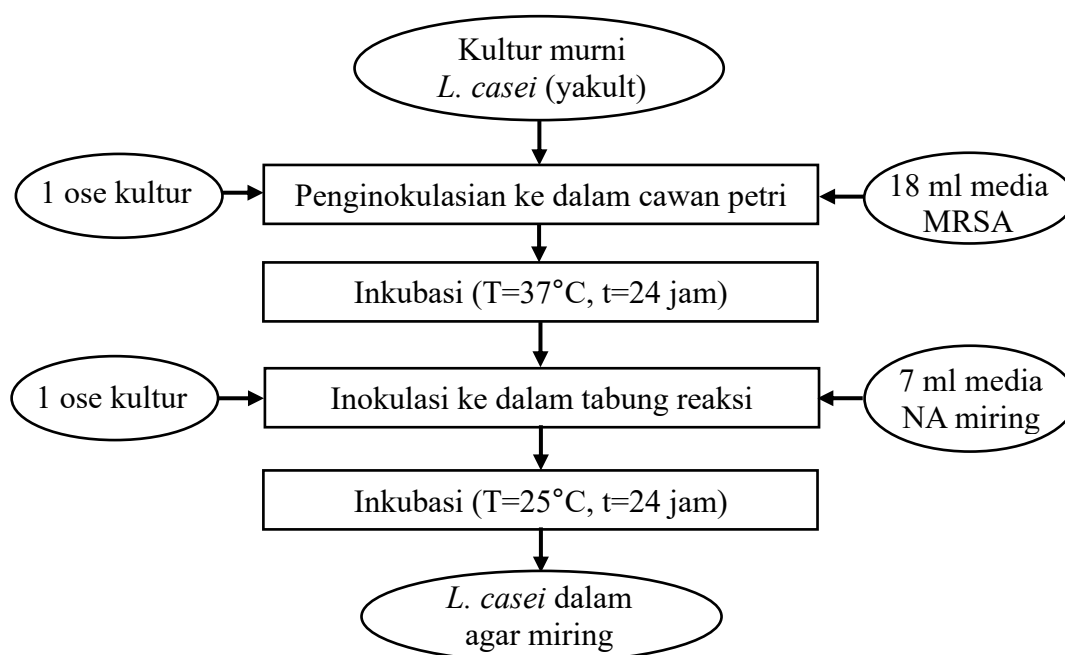
Tahap persiapan kultur *Saccharomyces cerevisiae* (Gambar 2) dimulai dengan mengambil 1 g ragi kering (Fermipan) yang mengandung *Saccharomyces cerevisiae*, kemudian dicampur 9 ml aquades steril dalam tabung reaksi. Campuran ragi dan aquades dihomogenkan menggunakan vortex. Setelah homogen, diambil 1 ose untuk diinokulasi ke dalam cawan petri yang berisi media pertumbuhan MEA (*Malt Extract Agar*) sebanyak 18 ml, lalu diinkubasi pada suhu 25°C selama 24 jam. Setelah inkubasi selama 24 jam, diambil 1 ose koloni kultur murni *Saccharomyces cerevisiae* untuk dipindahkan ke dalam tabung reaksi yang berisi media NA (*Nutrient Agar*) miring sebanyak 7 ml, kemudian diinkubasi kembali pada suhu 25°C selama 24 jam. Selanjutnya, diambil beberapa koloni *Saccharomyces cerevisiae* yang siap ditambahkan ke dalam kultur kerja atau starter media fermentasi minuman probiotik sari tempe.



Gambar 2. Diagram alir pembiakkan dan peremajaan kultur *S. cerevisiae*

3.4.2. Persiapan kultur *Lactobacillus casei*

Tahap persiapan kultur *Lactobacillus casei* (Gambar 3) dilakukan dengan mengambil 1 ose kultur murni *Lactobacillus casei* dari yakult, kemudian dimasukkan ke dalam cawan petri yang berisi media pertumbuhan MRSA (*de Man Rogosa Sharpe Agar*) sebanyak 18 ml. Selanjutnya, diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah inkubasi selama 24 jam, diambil 1 ose koloni kultur murni *Lactobacillus casei* untuk dipindahkan ke dalam tabung reaksi yang berisi media NA (*Nutrient Agar*) miring sebanyak 7 ml, kemudian diinkubasi kembali pada suhu 37°C selama 24 jam. Selanjutnya, diambil beberapa koloni *Lactobacillus casei* yang siap ditambahkan ke dalam kultur kerja atau media fermentasi minuman probiotik sari tempe.tempe.

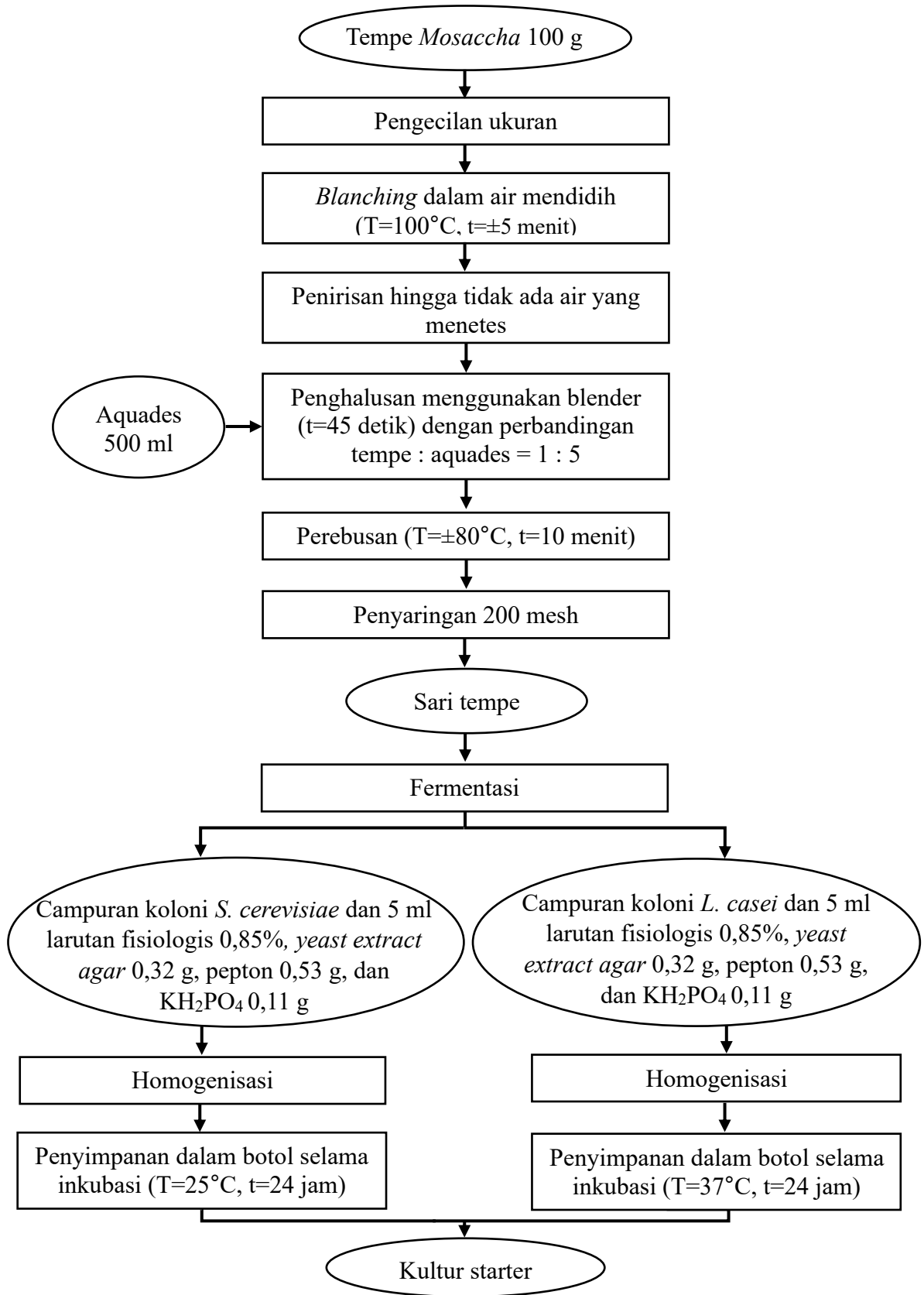


Gambar 3. Diagram alir persiapan dan peremajaan kultur *L. casei*

3.4.3. Pembuatan kultur kerja atau kultur starter

Kultur kerja *Saccharomyces cerevisiae* dan *Lactobacillus casei* sebagai media fermentasi pada minuman sari tempe dibuat dengan membuat minuman sari tempe murni tanpa penambahan gula dan inulin (Gambar 4). Tahap pembuatannya yaitu tempe *Mosaccha* sebanyak 100 g dikecilkan ukurannya menjadi bentuk kotak dengan menggunakan pisau. Tempe di-*blanching* dalam air mendidih (100°C)

selama 5 meni, kemudian ditiriskan menggunakan peniris hingga tidak ada air bekas *blanching*. Selanjutnya, tempe dihaluskan menggunakan blender selama 45 detik, pada tahap ini ditambahkan aquades dengan perbandingan tempe : aquades = 1 : 5, sehingga aquades yang dibutuhkan sebanyak 500 ml. Sari tempe direbus selama 10 menit dengan nyala api sedang. Sari tempe disaring dan dimasukkan ke dalam botol masing-masing sebanyak 100 ml, lalu dipasteurisasi selama 10 menit. Setelah dingin, minuman sari tempe ditambahkan beberapa koloni kultur *Saccharomyces cerevisiae* dan *Lactobacillus casei* dari hasil pemanenan agar miring yang telah dilarutkan dalam 5 ml larutan fisiologis 0,85%, ditambahkan juga 0,32 g *yeast extract agar*, 0,53 g pepton, dan 0,11 g KH_2PO_4 . Kultur kerja minuman sari tempe dihomogen lalu dimasukkan ke dalam botol kaca untuk diinkubasi selama 24 jam pada suhu 30°C.



Gambar 4. Diagram alir kultur kerja *S. cerevisiae* dan *L. casei*

3.4.4. Pembuatan minuman probiotik sari tempe

Minuman probiotik sari tempe dibuat melalui beberapa tahapan, yaitu pengecilan ukuran, *blanching*, penirisan, penghalusan, perebusan, penambahan prebiotik, penyaringan, pengemasan, dan penyimpanan (Gambar 5). Minuman probiotik sari tempe dibuat dengan formulasi penambahan gula, inulin, khamir *Saccharomyces cerevisiae*, dan bakteri asam laktat berupa *Lactobacillus casei* (Tabel 3). Penambahan prebiotik berupa inulin berguna untuk mendukung pertumbuhan mikroba probiotik. Berdasarkan formulasi, tempe *Mosaccha* sebanyak 200 g ditambah air 1.000 ml sehingga total tempe dan air sebanyak 1.200 ml. Penambahan bahan lain seperti gula 5% dan inulin 0,25% inulin dihitung berdasarkan jumlah total bahan utama minuman probiotik sari tempe yaitu 1.200 ml. Sementara itu, penambahan kultur kerja fermentasi dihitung berdasarkan jumlah minuman sari tempe tiap kemasan yakni 400 ml sehingga penambahan kultur *Saccharomyces cerevisiae* 0,5% dan *Lactobacillus casei* 1% masing-masing 2 ml dan 1 ml.

Tabel 3. Formulasi pembuatan minuman probiotik sari tempe

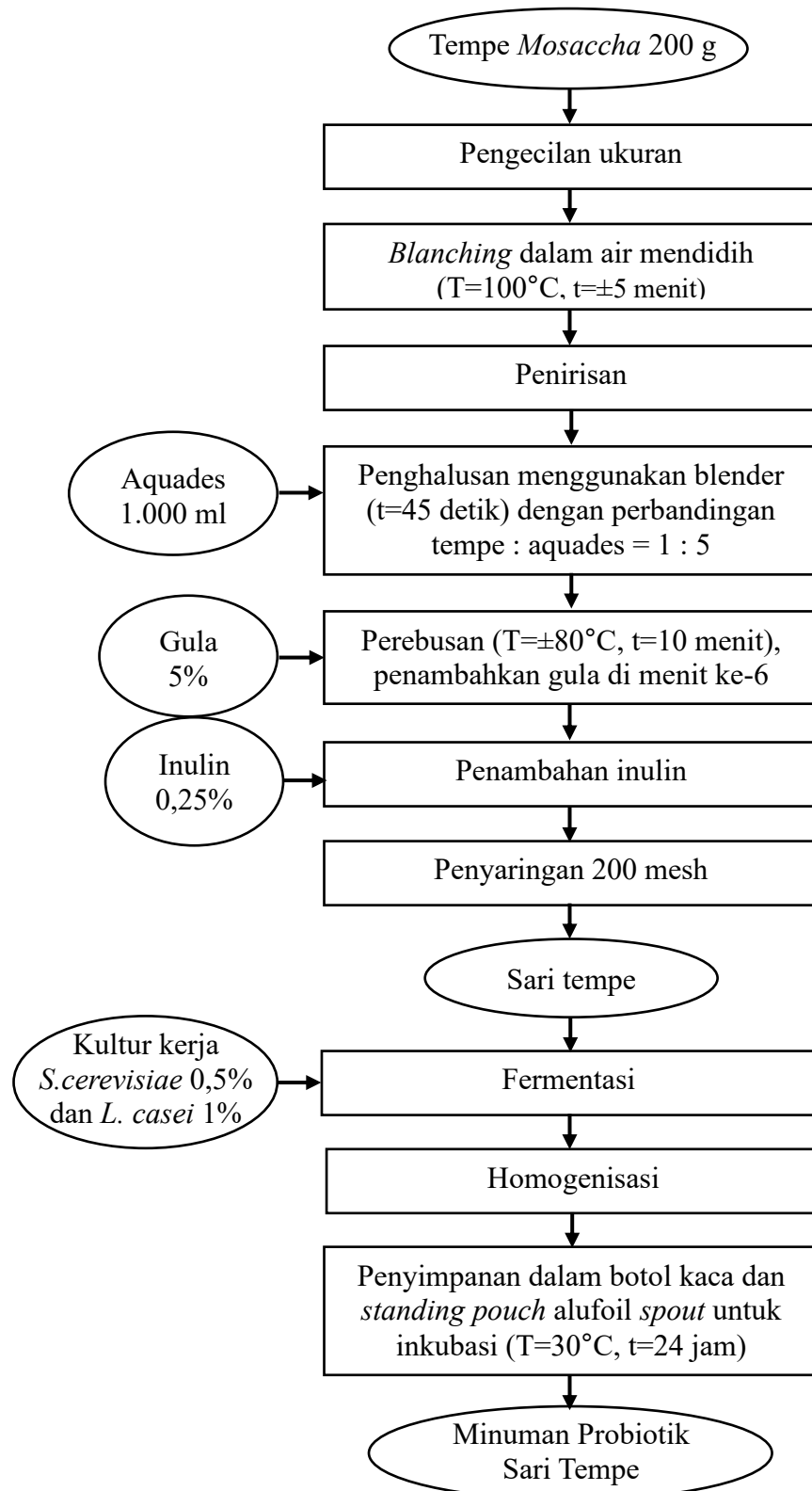
Bahan	Jumlah
Tempe <i>Mosaccha</i> (g)	200
Aquades (ml)	1.000
Gula 5% (g)	60
Inulin 0,25% (g)	3
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> 0,5% (ml)	2
<i>Lactobacillus casei</i> 1% (ml)	1

Sumber : Ridwan (2024) yang telah dimodifikasi

Catatan : - Total bahan utama (tempe dan air) sebanyak 1.200 ml
 - Bahan tambahan yang digunakan dihitung dari 1.200 ml
 - Penambahan kultur dihitung dari volume tiap kemasan yaitu 400 ml
 - Penelitian ini menggunakan 700 g tempe dan 3.500 ml aquades menyesuaikan perlakuan yang ada

Tempe *Mosaccha* sebanyak 200 g dikecilkan ukurannya menjadi kotak dengan menggunakan pisau. Tempe di-*blanching* dalam air mendidih (100°C) selama 5 menit, lalu ditiriskan. Selanjutnya, tempe dihaluskan untuk menghasilkan sari tempe. Penghalusan dilakukan menggunakan blender selama 45 detik, pada tahap ini ditambahkan aquades dengan perbandingan tempe : aquades = 1 : 5, sehingga aquades yang dibutuhkan sebanyak 1.000 ml. Sari tempe direbus ($\pm 80^{\circ}\text{C}$) selama

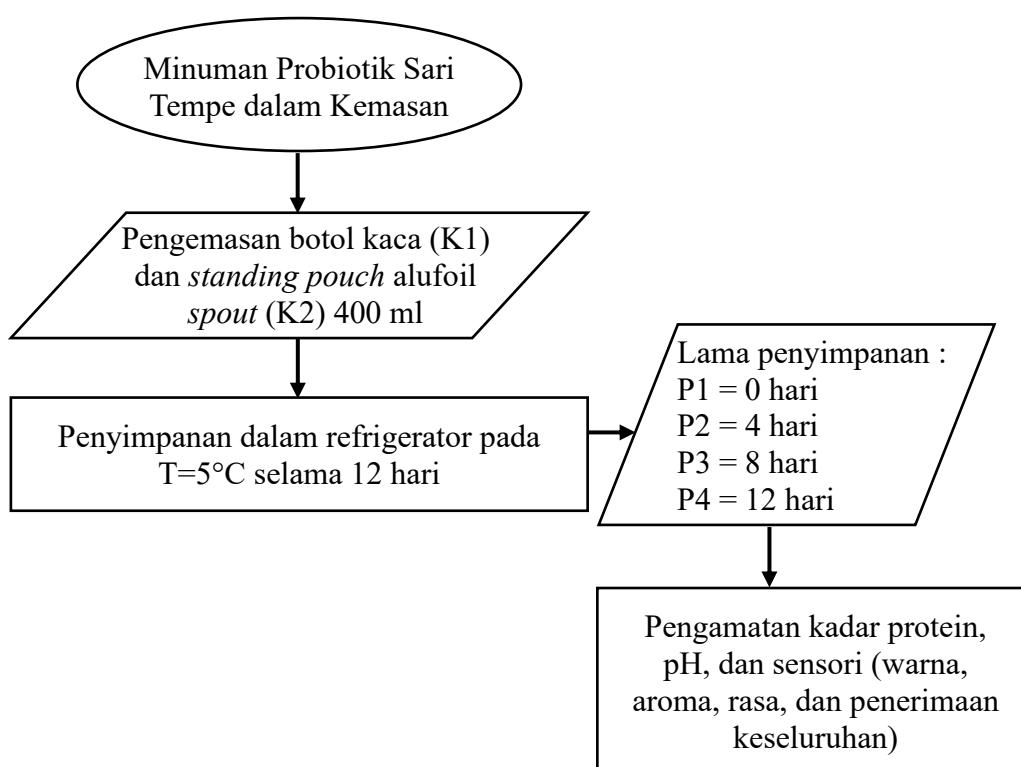
10 menit, dan setelah 5 menit ditambahkan gula sebanyak 60 g. Kemudian, sari tempe ditambahkan prebiotik berupa inulin sebanyak 3 g dan dilakukan penyaringan untuk memisahkan sari tempe dengan ampasnya. Setelah itu, sari tempe ditambahkan dengan kultur *Saccharomyces cerevisiae* dan *Lactobacillus casei* sesuai perlakuan yaitu masing-masing 2 ml dan 1 ml tiap botol yang berisi minuman sari tempe sebanyak 400 ml. Minuman sari tempe dhomogenkan lalu dimasukkan ke dalam botol kaca dan *standing pouch* alufoil *spout* yang kemudian disimpan dalam inkubator selama 24 jam pada suhu 30°C.



Gambar 5. Diagram alir pembuatan minuman probiotik sari tempe
Sumber : Ridwan (2024) yang dimodifikasi

3.4.5. Penyimpanan minuman probiotik sari tempe

Penyimpanan minuman probiotik sari tempe dilakukan setelah diperoleh minuman sari tempe, selanjutnya dikemas dalam kemasan botol kaca (K1) dan *standing pouch* alufoil *spout* (K2) masing-masing 400 ml (Gambar 6). Sampel disimpan dalam refrigerator pada suhu 5°C. Penyimpanan dilakukan selama 12 hari dengan interval pengamatan dilakukan sesuai perlakuan yaitu 0 hari (P0), 4 hari (P4), 8 hari (P8), dan 12 hari (P12). Selama penyimpanan diamati perubahan parameter kadar protein, pH, dan sensori (warna, aroma, rasa, dan penerimaan keseluruhan).



Gambar 6. Penyimpanan minuman probiotik sari tempe

3.5. Pengamatan

3.5.1. Kadar protein

Pengujian kadar protein minuman sari tempe dilakukan dengan metode semimikro Kjeldahl mengacu Sudarmadji (1997). Sampel sebanyak 10 ml dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml, lalu diencerkan dengan aquades sampai tanda. Larutan tersebut diambil 10 ml dan dimasukkan ke dalam labu kjeldahl 500 ml dan ditambahkan 10 ml H₂SO₄ (93 - 98% bebas N). Katalisator berupa campuran

$\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-HgO}$ (20 : 1) ditambahkan sebanyak 5 g. Selanjutnya, larutan dididihkan sampai jernih dan lanjutkan pendidihan 30 menit lagi. Setelah dingin, cucilah dinding dalam labu kjeldahl dengan aquades dan dididihkan lagi selama 30 menit. Setelah dingin, ditambahkan 140 ml aquades dan 35 ml larutan $\text{NaOH-Na}_2\text{SO}_3$ (500 g NaOH + 500 ml H_2O + 125 g $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$), lalu digojog hingga larut. Tahap berikutnya dilakukan distilasi, distilat ditampung hingga 100 ml dalam erlenmeyer yang berisi 25 ml larutan asam borat jenuh (H_3BO_3). Untuk indikasi, ditambahkan beberapa tetes indikator (metilen merah 100 mg + metilen biru 30 g + 60 ml alkohol 95% dan diencerkan dalam erlenmeyer hingga volume 100 ml dengan aquades yang telah dididihkan). Campuran dititrasi dengan 0,02 N HCl , kemudian dihitunglah total N atau % protein dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{N total} &= \text{ml HCl} \times \text{N HCl} \times 14,008 \times f \text{ mg/ml} \\ \% \text{ protein} &= \text{N total} \times \text{Fk} \end{aligned}$$

Keterangan :

N total	=	Nitrogen total
ml HCl	=	Jumlah HCl untuk titrasi sampel (ml)
N HCl	=	Normalitas HCl standar yang digunakan
14,008	=	Berat atom nitrogen
f	=	Faktor pengenceran
Fk	=	Faktor konversi

3.5.2. pH

Pengujian pH minuman probiotik sari tempe dilakukan menggunakan pH meter mengacu AOAC (2005). pH meter sebelum digunakan dikalibrasi dengan cara mencelupkan pH meter ke dalam larutan buffer pH 4 dan pH 7. Setelah dikalibrasi, pH meter dicelupkan pada sampel minuman probiotik sari tempe. Angka yang tertera pada pH meter ditunggu hingga stabil, dicatat hasilnya, kemudian elektroda dibilas dengan aquades.

3.5.3. Uji sensori

Uji sensori minuman probiotik sari tempe dilakukan melalui uji hedonik (SNI 01-2346-2006) atau metode uji yang dilakukan berdasarkan tingkat kesukaan panelis terhadap produk dengan menggunakan lembar penilaian. Sensori yang dilakukan oleh 40 panelis tidak terlatih terhadap parameter warna, aroma, rasa, dan penerimaan keseluruhan produk. Panelis yang sama digunakan untuk setiap waktu pengamatan (hari ke-0, 4, 8, dan 12) untuk memastikan homogenitas data. Pengamatan sifat sensori dilakukan panelis dengan mengisi lembar kuesioner (Tabel 4) berdasarkan tingkat kesukaan panelis terhadap atribut mutu produk dengan skala 7 = sangat suka, 6 = suka, 5 = agak suka, 4 = netral, 3 = agak tidak suka, 2 = tidak suka, dan 1 = sangat tidak suka.

Tabel 4. Lembar kuesioner uji hedonik minuman probiotik sari tempe

UJI HEDONIK		
Produk	: Minuman Probiotik Sari Tempe	
Nama panelis	:	
Tanggal	:	
Dihadapan Anda disajikan sampel produk minuman probiotik sari tempe yang diberi kode acak. Berikan penilaian Anda dan tulis skor nilai kesukaan terhadap warna, aroma, rasa, dan penerimaan keseluruhan sampel pada tabel penilaian berikut.		
Tabel penilaian uji hedonik		
Parameter	213	512
Warna		
Aroma		
Rasa		
Penerimaan keseluruhan		
Keterangan : 7 = Sangat suka 6 = Suka 5 = Agak suka 4 = Netral 3 = Agak tidak suka 2 = Tidak suka 1 = Sangat tidak suka		

3.6. Analisis Data

Data yang diperoleh diuji homogenitas varians dengan uji Bartlett, selanjutnya data dianalisis sidik ragam (Anova) taraf 5% untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Jika terdapat pengaruh yang nyata, maka dilakukan uji lanjut dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%. Uji DMRT dilakukan untuk mengetahui perbedaan faktor perlakuan dan interaksi faktor perlakuan, yang dalam konteks ini perlakuan kemasan dan lama penyimpanan berdasarkan parameter pengamatan yang dilakukan. Sementara data uji hedonik ditabulasi dan dianalisis ragam pada taraf 5%, kemudian diuji lanjut dengan DMRT taraf 5%.

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Hasil penelitian minuman probiotik sari tempe terdapat perbedaan kadar protein, pH, dan sensori antara kemasan botol kaca dan *standing pouch* alufoil *spout* selama penyimpanan dingin. Kadar protein berfluktuasi, menurun pada hari ke-8 dan meningkat pada hari ke-12, pH cenderung menurun selama penyimpanan, dan terjadi perubahan sensori (warna, aroma, rasa, dan penerimaan keseluruhan) minuman probiotik sari tempe.
2. Botol kaca (K1) terbukti lebih baik dalam mempertahankan kadar protein, pH, dan kualitas sensori minuman probiotik sari tempe dibandingkan *standing pouch* alufoil *spout* (K2) karena karakteristik kemasan yang *inert* dan permeabilitas rendah dengan umur simpan optimal selama 8 hari.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran pada penelitian ini terkait interval pengujian kadar protein, pH, dan sensori yang dilakukan hari ke-0, 4, 8, dan 12 kurang optimal. Penambahan titik pengamatan dengan interval yang lebih pendek (misalnya setiap 2 atau 3 hari) akan memberikan data perubahan kualitas yang lebih akurat untuk pendugaan umur simpan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, K., dan Asriati, D.W. 2016. Karakteristik minuman sari tempe dengan penambahan rasa vanila. *Journal of Agro-based Industry*. 33(1):1-8.
- Abdullah, M., Une, S., dan Lupito, S.A. 2024. Minuman probiotik air kelapa dengan starter *Lactobacillus casei* dan *Bifidobacterium bifidum*. *Journal of Agritech Science*. 8(1):58-72.
- Adawiyah, A., Apriningrum, N., dan Elvandari, M. 2024. Analisis uji organoleptik dalam pembuatan yoghurt dari tiga jenis susu kurma yang berbeda. *Journal of Social Science Research*. 4(5):265-277.
- Amelia, J.R., Azni, I.N., Basriman, I., dan Prasasti, F.N.W. 2021. Karakteristik kimia minuman sari tempe-jahe dengan penambahan *carboxy methyl cellulose* dan gom arab pada konsentrasi yang berbeda. *Chemica et Natural Acta*. 9(1):36-44.
- Aini, M., Rahayuni, S., Mardina, V., Quranayati, dan Asiah, N. 2021. Bakteri *Lactobacillus spp* dan peranannya bagi kehidupan. *Jurnal Jeumpa*. 8(2):614-624.
- Amelia, F.Y., Warkoyo, Manshur, H.A., dan Husna, A. 2022. Karakteristik organoleptik yoghurt sinbiotik dengan penambahan inulin *pure* pisang barangan (*Musa acuminata Colla*). *Food Technology and Halal Science Journal*. 05(01):32-44.
- Anagari, H., Mustaniroh, S.A., dan Wignyanto. 2011. Penentuan umur simpan minuman fungsional sari akar alang-alang dengan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) (studi kasus di UKM “R. Rovit” Batu - Malang. *Agrointek : Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 5(2):118-125.
- Andiniyati, F., Bintari, S.H., Dewi, P., dan Mustikaningtyas, D. 2023. Profil antioksidan minuman sari tempe berbahan dasar tepung tempe original dan tepung tempe kelor. *Life Science*. 12(1):62-76.

- Angeline, A.P. 2023. Peningkatan viabilitas probiotik dengan penambahan prebiotik pada yogurt sinbiotik. *Zigma*. 38(2):29-40
- Anggraini, O.R., Jannah, H., Fatdillah, H., dan Fajri, F. 2024. Analisis kualitas frozen yogurt dengan penambahan sari buah stroberi (*Fragaria ananassa L.*) terhadap nilai kadar air, kadar protein, kadar lemak, dan aktivitas antioksidan. *Jurnal Peternakan Borneo*. 3(1):6-13.
- Archadiya, M., Radiati, L.E., dan Sawitri, M.E. 2021. Pengaruh waktu penyimpanan *seasoning whey* kefir terhadap kualitas fisik, kimia dan mikrobiologis. *Jurnal Agripet*. 21(1):35-39.
- Arif, A.B. 2016. Metode *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT) dengan pendekatan Arrhenius dalam pendugaan umur simpan sari buah nanas, pepaya dan cempedak. *Informatika Pertanian*. 25(2):189-198.
- Asiah, N., Cempaka, L., dan David, W. 2018. *Panduan Praktis Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan*. Universitas Bakrie Press. Jakarta. 123 hlm.
- Astuti, E.S.Y., Indraswari, P.A., Astuti, N.P.W., dan Rahina, Y. 2024. The effect of probiotic yogurt and fermented skim milk beverages on the reduction of *Streptococcus mutans* in children's dental caries. *Interdental Jurnal Kedokteran Gigi*. 20(2):211-217.
- Ayun, Q., Muthiah, S.N., dan Sukmalara, D. 2023. Potensi bakteri asam laktat (BAL) dari jus tempe sebagai kandidat probiotik. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*. 8(2):171-177.
- Ayuni, M., Fitri, S.R., Putri, D.H., Fevria, R., dan Advinda, L. 2021. Manufacture and analysis of water levels yoghurt yakult. *Prosiding SEMNAS BIO*. hlm. 756-763.
- Ayuti, S.R., Nurliana, Yurliasni, Sugito, dan Darmawi. 2016. Dinamika pertumbuhan *Lactobacillus casei* dan karakteristik susu fermentasi berdasarkan suhu dan lama penyimpanan. *Jurnal Agripet*. 16(1):23-30.
- Azizah, N., Pramono, Y.B., dan Abduh, S.B.M. 2013. Sifat fisik, organoleptik, dan kesukaan yoghurt *drink* dengan penambahan ekstrak buah nangka. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 2(3):148-151.
- Bintari, S.H., Purnama, D.F.E., Saputro, D.D., Sunyoto, S., Dewi, P., and Mubarak, I. 2022. Microbiological and biochemical tests on tempe production using tempe mold innovation. *Journal of Biology & Biology Education*. 14(2):245-253.

- Bintari, S.H., Putri, M.F., Saputro, D.D., Suwahyo, Parman, S., dan Sunyoto. 2019. The potential effect of high flavonoid soybean diversification products through tempeh flour substitution. *Journal of Physics : Conference Series*. 1567(03):2-5.
- Budiandari, R.U., Azara, R., Adawiyah, R., dan Prihatiningrum, A.E. 2023. Studi karakteristik kimia minuman probiotik kombucha sari kulit nanas (*Ananas comosus*). *Teknologi Pangan : Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*. 14(2):181-188.
- Budiningrum, E.W., Wahyudiyono, dan Murdapa, P.A. 2022. Kemasan untuk meningkatkan kualitas dan penjualan produk. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 1(2):58-67.
- Chairunnissa, H., Balia, R.L., Pratama, A., dan Hadiat, D. 2017. Karakteristik kimia set yoghurt dengan bahan baku tepung dengan penambahan jus bit (*Beta vulgaris L.*). *Jurnal Ilmu Ternak*. 17(1):35-39.
- Christian dan Yuliani. 2017. Pengaruh jenis kedelai (*Glycine max L.*) dan waktu blanching terhadap sifat fisiko-kimia dan sifat sensoris susu kedelai bubuk. *Jurnal Teknologi Pertanian Universitas Mulawarman*. 12(2):45-52.
- Damayanti, B.A., Saputri, M.A., Alfian, R.N., Susilaningrum, D.F., and Ujilestari, T. 2021. The benefit and the content of lactic acid bacteria “*Lactobacillus casei* Shirota strain” in yakult. *Indonesian Journal of Biology Education*. 1(1):1-5.
- Danah, I., Akhdiat, T., dan Sumarni, S. 2019. Lama penyimpanan pada suhu rendah terhadap jumlah bakteri dan pH susu hasil pasteurisasi dalam kemasan. *Composite*. 1(1):49-54.
- Darmawan, A., Suliasih, dan Malianti, L. 2023. Pengaruh sari buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus.L*) terhadap kandungan protein, karbohidrat, dan pH pada yoghurt *drink* dengan starter komersil. *Jurnal Inspirasi Peternakan*. 3(2):64-72.
- Devianti, V.A., dan Arifiyana, D. 2022. Pengaruh bahan kemasan penyimpanan minuman *infused water* jeruk nipis terhadap kadar vitamin C. *Journal Pharmasci (Journal of Pharmacy and Science)*. 7(2):91-94.
- Dhahana, U., Pato, dan Rahmayuni. 2021. Pengaruh lama fermentasi terhadap karakteristik *soyghurt drink* dengan penambahan *Lactobacillus rhamnosus* SKG 34. *Jurnal Ilmu dan Teknologi*. 10(4):146-156.

- Emmawati, A., Salman, dan Rachmawati, M. 2021. Pengaruh suhu dan waktu pengeringan terhadap karakteristik kimia *chip* yoghurt durian (*Durio zibethius*). *Journal of Tropical Agrifood*. 3(2):86-92.
- Erlando, M., Suliasih, dan Malianti. 2023. Pengaruh penambahan buah mangga terhadap kadar lemak, kadar protein, dan pH pada yoghurt *drink* menggunakan starter komersil. *Jurnal Inspirasi Peternakan*. 3(1):33-43.
- Fiana, K.A.P., Nocianitri, K.A., dan Duniaji, A.S. 2021. Pendugaan umur simpan minuman instan teh kombucha menggunakan pendekatan kadar air kritis dengan metode *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT). *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*. 22(2):150-156.
- Fikriyah, H., Habibi, N.A., Ismanilda, Darningsih, S., Zulkifli, Andrafikar, dan Edmon. 2024. pengaruh penambahan inulin terhadap mutu sensori, kandungan serat dan daya terima yoghurt. *Jurnal Sehat Mandiri*. 19(1):369-379.
- Griana, T.P., dan Kinasih, L.S. 2020. Potensi makanan fermentasi khas indonesia sebagai imunomodulator. *Prosiding Seminar Nasional Biologi di Era Pandemi COVID-19*. hlm. 401-412.
- Handayani, I., dan Nuraini. 2022. Pengaruh konsentrasi tepung pisang ambon dan penambahan *Lactobacillus casei* terhadap karakteristik kimia yogurt sinbiotik. *Jurnal Agrotek UMMAT*. 9(3):198-208.
- Haris, M.I., Wahyuningtyas, A.N., Fadhlurrohman, I., Lumbessy, A.S., Nurmasythya, C.A.A., Imanullah, M.M.S.A.S., dan Arkan, D.N.C.N.D. 2025. *Produk Olahan Hasil Ternak Fermentasi*. Azzia Karya Bersama. Padang.
- Hariyadi, P. 2019. *Masa Simpan dan Batas Kadaluwarsa Produk Pangan : Pendugaan, Pengelolaan, dan Penanganannya*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 176 hlm.
- Harti, A.S., Irdianty, M.S., Muhlishoh, A., Sutanto, Y.S. 2023. Potensi soygurt ekstrak tempe prebiotik sebagai minuman fungsional. *UNNESCO (UNAIC National Conference)*. 1(1):151-160.
- Haryati, Estiasih, T., Heppy, F., dan Ahmady, K. 2015. Pendugaan umur simpan menggunakan metode *Accelerated Shelf-Life Testing* (ASLT) dengan pendekatan Arrhenius pada produk tape ketan hitam khas Mojokerto hasil sterilisasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(1):156-165.

- Hasany, M.Q., Afriyanto, E., dan Pratama, R.I. 2017. Pendugaan umur simpan menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT) model Arrhenius pada *fruit nori*. *Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan*. 8(1):48-55.
- Haskito, A.E.P., Fatra, I.M., Mahdi, c., Noviantri, A., Adrenalin, S.L. 2024. Kadar keasaman dan alkohol yoghurt susu kambing dengan penambahan tepung bekatul beras hitam selama masa penyimpanan suhu dingin. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*. 12(3):354-366.
- Ijayanti, N., Listanti, R., dan Ediati, R. 2020. Pendugaan umur simpan serbuk wedang uwuh menggunakan metode ASLT (*Accelerated Shelf Life Testing*) dengan pendekatan Arrhenius. *Journal of Agricultural and Biosystem Engineering Research*. 1(1):46-60.
- Inayah, A.F., Hartati, Y., Siregar, A., Rotua, M., dan Terati. 2023. Penentuan umur simpan minuman sereal berbasis tepung mocaf dan tepung ikan. *Jurnal Pusat Akses Kajian Pangan dan Gizi*. 2(2):53-57.
- Isnaeni, Sugiyartono, Kusumawati, I., dan Rijal, M.A.S. 2016. Efek imunomodulator kombinasi susu probiotik dan ekstrak daun jambu biji. *Jurnal Farmasi Indonesia*. 8(1):277-282.
- Jamrianti, R. 2021. *Pengemasan dan Pelabelan Pangan*. AE Publishing. Malang. 120 hlm.
- Kartika, D.P., Permana, I.D.G.M., dan Nocianitri, K.A. 2019. Pengaruh penambahan sari buah sirsak (*Annona muricata L.*) terhadap karakteristik yoghurt edamame (*Glycine max L.*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 8(4): 378-389.
- Kartika, I.R. 2011. Studi pendahuluan pembuatan minuman fermentasi-yoghurt berbahan dasar biji durian dan analisis kimianya. *Jurnal Jurnal Riset Sains dan Kimia Terapan*. 1(2):86-97.
- Kieliszek, M., Pobiega, K., Puwowarek, K., and Kot, A.M. Characteristics of the Proteolytic Enzymes Produced by Lactic Acid Bacteria. *Molecules*. 26(7):2-15.
- Khairunnisa, A., Viogenta, P., Kartinah, N., Arnida, Sutomo, dan Fadlilaturrahmah. 2024. Edukasi penerapan teknologi fermentasi melalui pembuatan kefir dan yoghurt. *Jurnal Nusantara Berbakti*. 2(4):1-9.

- Khazalina, T. 2020. *Saccharomyces cerevisiae* dalam pembuatan produk halal berbasis bioteknologi konvensional dan rekayasa genetika. *Journal of Halal Product and Research*. 3(2):88-94.
- Khotimah, K., dan Kusnadi, J. 2014. Aktivitas antibakteri minuman probiotik sari kurma (*Phoenix dactylifera L.*) menggunakan *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus casei*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(3):110-120.
- Komalasari, H., Manurung, N.E.P., dan Yoga, W.K. 2024. Karakteristik mutu produk susu kedelai tanpa merek yang beredar di kota Mataram. *Food Scientia Journal of Food Science and Technology*. 4(1):14-31.
- Kusmanto dan Hidayati, A.M. 2011. Total bakteri dan sifat organoleptik minuman sari tempe dengan variasi waktu penyimpanan. *Jurnal Pangan dan Gizi*. 02(03):75-87.
- Kusmiyati, N., Kusnadi, J., Denta, A.O. 2023. Sosialisasi dan pelatihan pembuatan roti dengan ragi khamir lokal *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*. 2(3):182-187.
- Kustyawati, M.E., Nawansih, O., dan Nurdjanah, S. 2017. Profile of aroma compounds and acceptability of modified tempeh. *International Food Research Journal*. 24(2):734-740.
- Kustyawati, M.E., Nurlita, M.E., Fadhallah, E.G., and Rizal, S. 2022. Prebiotic activity of *Lactobacillus casei* grown on medium containing of *hylocereus undatus* extract and its use in the fermentation of goat's milk kefir. *Biodiversitas*. 23(12):6513-6519.
- Labiba, N.M., Marjan, A.Q., dan Nasrullah, N. 2020. Pengembangan *soyghurt* (yoghurt susu kacang kedelai) sebagai minuman probiotik tinggi isoflavon. *Nutrisi Amerta*. 4(3):244-249.
- Lailia, R.P., Kentjonowaty, I., dan Dinasari, I. 2023. Pengaruh lama simpan yoghurt susu kambing dengan penambahan sari jambu merah (*Psidium guajava L.*) terhadap total mikroba dan uji organoleptik. *Jurnal Dinamika Rekasatwa*. 6(1):177-184.
- Larassati, D.P., Kustyawati, M.E., Subeki, Sartika, D., dan Suharyono. 2021. Efek fermentasi basah menggunakan kultur *Saccharomyces cerevisiae* terhadap sifat kimia dan sensori kopi robusta (*Coffea canephora*). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 10(4): 449-458.

- Lestari, L.A., dan Helmyati, S. 2018. *Peran Probiotik di Bidang Gizi dan Kesehatan*. UGM Press. Yogyakarta. 189 hlm.
- Lestari, Y.N., Amin, N., Ananda, D., dan Rengganis, N.A. 2021. Identifikasi karakteristik kimiawi dan daya simpan kefir susu jagung (*Zea mays L. Saccharata*). *Jurnal Gizi*. 10(2):20-32.
- Lianto, A., Tritisari, A., dan Suhana. 2024. Pengaruh variasi konsentrasi natrium benzoat terhadap kualitas dan daya simpan sirup nanas. *Jurnal Teknologi Pangan dan Agroindustri Perkebunan*. 4(2):41-50.
- Lozancic, M., Zunar, B., Hrestak, D., Lopandic, K., Teparic, R., and Mrsa, V. 2021. Systematic comparison of cell wall-related proteins of different yeasts. *Journal of Fungi*. 7(27):2-19.
- Mahdi, S.A., Astawan, A., Wulandari, N., Muhandri, T., dan Halim, M. 2023. Sifat fisikokimia dan mikrobiologi serbuk minuman berbasis konsentrat protein tempe pada berbagai suhu penyimpanan. *Jurnal Pangan*. 32(2):141-152.
- Majdiyyah, M., dan Farida, E. 2023. Pengaruh masa simpan terhadap karakteristik fisik dan mikrobiologi yoghurt sinbiotik ubi jalar kuning (*Ipomoea batatas L.*). *Indonesian Journal of Public Health and Nutrition*. 3(1):80-87.
- Manurung, N.E.P., Hermialingga, S., Prasetyo, T., Yahya, M.A., dan Utami, A.S. 2023. Uji sensoris es krim susu kambing dan sari kedelai hitam. *Sains dan Sains Terapan Journal*. 1(2):11-16.
- Maria, S., Budaraga, I.K., dan Hermalena, L. 2017. Pendugaan umur simpan minuman *corens* dengan metode Arrhenius. *UNES Journal Mahasiswa Pertanian*. 1(1):34-42.
- Masurkar, S., Terale, P.N., dan Ruikar, S. 2024. Produksi, karakterisasi, dan studi nilai gizi yoghurt dan yakult: wawasan tentang manfaat kesehatan. *Buletin Ilmu Zoologi Murni dan Terapan (Ilmu Hewani)*. 43B(1):54-70.
- Meutia, Y.R. 2017. Perbaikan proses minuman *jelly luo han guo* (*Siraitia grosvenorii*) untuk peningkatan umur simpan. *Journal of Agro-based Industry*. 34(2):81-88.

- Minarni, I.T., Hersoelistyorini, W., dan Suyanto, A. 2021. Evaluasi mutu fisik, total bakteri, dan sensori minuman sari tempe dengan penambahan bunga kecombrang. *Jurnal Pangan dan Gizi*. 11(2):151-162.
- Miranda, J.F.D., Ruiz, L.F., Silva, C.B., Uekane, T.M., Silva, K.A., Gonzalez, A.G., Fernandes, F.F., dan Lima, A.R. 2022. Kombucha : a review of substrates, regulations, composition, and biological properties. *Journal of Food Science*. 87(2):503-527.
- Mukhoiyaroh, S., Nurdyansyah, F., Ujianti, R.M.D., dan Affandi, A.R. 2022. Pengaruh penggunaan berbagai sumber prebiotik terhadap karakteristik kimia yoghurt sinbiotik. *Jurnal Teknologi Pangan*. 16(1):124-140.
- Mulyawanti, I., dan Suryana, E.A. 2024. Strategi pengurangan kehilangan pascapanen produk hortikultura. *Analisis Kebijakan Pertanian*. 22(2):183-194.
- Musoffin, A., Kentjonowaty, I., dan Puspitarini, O.R. 2024. Pengaruh berbagai jenis gula terhadap nilai pH, sineresis dan kualitas organoleptik yoghurt. *Jurnal Dinamika Rekastwa*. 7(1):118-126.
- Mustofa, Rohmaniyati, A., Gani, I.A., Sampurno, B., Ardi, B.N., Limbu, Y.S., Fatima, F., dan Hasanah, H. 2014. *Pedoman Pemilihan Jenis Kemasan Pangan*. Badan POM RI. Jakarta Pusat. 80 hlm.
- Nabilah, F.V., Listiyowati, S., dan Astuti, R.I. 2022. Diversitas pangan fermentasi berbasis susu di Indonesia dan kandungan gizinya. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 27(4):552-561.
- Nilakrisna, N., Patang, dan Fadilah, R. 2024. Pengaruh jenis kemasan dan lama penyimpanan terhadap kualitas minuman pangan fungsional berbahan dasar jahe (*Zingiber officinale*). *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*. 7(3):6607-6616.
- Norrahmah, M., Nirmalasari, R., dan Septiana, N. 2023. Pengaruh suhu penyimpanan terhadap kualitas organoleptik minuman probiotik susu biji nangka (*Artocarpus heterophyllus*). *Jurnal Ilmiah Biosaintropis*. 9(1):70-80.
- Nuraida, I., Hasanah, U., Athaya, D.R., dan Refita, K. 2022. *Teknologi Fermentasi Pangan*. IPB Press. Bogor. 228 hlm.

- Nuraini, V., dan Widanti, Y.A. 2020. Pendugaan umur simpan makanan tradisional berbahan dasar beras dengan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) melalui pendekatan Arrhenius dan kadar air kritis. *Jurnal Agroteknologi*. 14(2):189-198.
- Nurainy, F., Rizal, S., Suharyono, S., dan Umami, E. 2018. Karakteristik minuman probiotik jambu biji (*Psidium guajava*) pada berbagai variasi penambahan sukrosa dan susu skim. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 7(2):47-54.
- Nurhayati, Yuwanti, S., dan Urbahillah, A. 2020. Karakteristik fisikokimia dan sensori kombucha cassara (kulit kopi ranum). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 31(1):38-49.
- Nurman, M.N., Azhar, M., Amelia, F., dan Oktavia, B. 2020. Pengaruh penambahan ekstrak inulin umbi dahlia terhadap karakteristik organoleptik sinbiotik set yoghurt. *Chemistry Journal of Universitas Negeri Padang*. 9(2):55-59.
- Nya, E., and Etukudo. 2023. Industrial Potentials of *Saccharomyces cerevisiae*. *British Journal of Multidisciplinary and Advanced Studies: Health and Medical Sciences*. 4(2):23-46.
- Oktavia, H.M., Kusumawati, N., Kuswardani, I. 2015. Pengaruh lama penyimpanan selama distribusi dan pemasaran terhadap viabilitas bakteri asam laktat dan tingkat keasaman pada yogurt murbei hitam (*Morus nigra* L.). *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*. 14(1):22-30.
- Pamela, V.Y., Riyanto, R.A., Kusumasari, S., Meindrawan, B., Diwan, A.M., dan Istihamsyah. 2022. Karakteristik sifat organoleptik yoghurt dengan variasi susu skim dan lama inkubasi. *Nutriology : Jurnal Pangan, Gizi, Kesehatan*. 3(1):18-24.
- Pangestu, A.D., Kurniawan, dan Supriyadi. 2021. Pengaruh variasi suhu dan lama penyimpanan terhadap viabilitas bakteri asam laktat (BAL) dan nilai pH yoghurt. *Borneo Journal of Medical Laboratory Technology* (BJMLT). 3(2):231-236.
- Pardede, E. 2020. Pengemasan buah dan sayur dengan atmosfer termodifikasi. *Jurnal Visi Eksakta*. 1(1):11-20.

- Pradana, A.S., Srijuliani, E., dan Risnantoko, W. 2018. Karakteristik kimia dan organoleptik yoghurt tempe dengan penambahan ekstrak buah bit (*Beta vulgaris*). *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian Universitas Veteran Bangun Nusantara*. hlm. 1-8.
- Pujiastuti, V.I., dan Maria, R.F. 2023. Effect of types of packaging and duration of cold storage on the wedang uwuh ready to drink. *Jurnal Gizi Kesehatan*. 15(1):119-130.
- Pulungan, M.H., Dewi, I.A., Rahmah, N.L., Perdani, C.G., Wardina, K., dan Pujiana, D. 2018. *Teknologi Pengemasan dan Penyimpanan*. UB Press. Malang. 146 hlm.
- Purnama, R.C., Retnaningsih, A., dan Aprianti, I. 2019. Perbandingan kadar protein susu cair UHT *full cream* pada penyimpanan suhu kamar dan suhu lemari pendingin dengan variasi lama penyimpanan dengan metode Kjeldhal. *Jurnal Analisis Farmasi*. 4(1):50-58.
- Purry, A.P.K., dan Rafiony, A. 2018. Pembuatan minuman sari tempe dengan ekstrak jeruk siam (*Citrus nobilis*) ditinjau dari mutu organoleptik kadar vitamin C dan kadar aktivitas antioksidan isoflavon. *Pontianak Nutritional Journal*. 1(2):60-65.
- Purwanto, Y.A., dan Weliana. 2018. Kualitas tempe kedelai pada berbagai suhu penyimpanan. *Journal of Agro-based Industry*. 35(2):106-112.
- Purwatiningsih, T.I., Bria, M.A.B., dan Kia, K.W. 2022. Kadar protein dan lemak yoghurt yang terbuat dari jenis dan jumlah kultur yang berbeda. *Journal of Tropical Animal Science and Technology*. 4(1):66-73.
- Putri, D.C.L.A., Putra, I.N.K., dan Suparthana, I.P. 2019. Pengaruh penambahan sari buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) terhadap karakteristik yoghurt campuran susu sapi dan kacang merah (*Phaseolus vulgaris*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 8(1):8-17.
- Rahimi, V., Nurwantoro, dan Setiani, B.E. 2023. Sifat fisikokimia dan organoleptik minuman *soygurt* sari kedelai yang disubstitusi dengan sari kapri. *Jurnal Teknologi Pangan*. 7(1):6-11.
- Rahmawati, D., dan Kusnadi, J. 2017. Penambahan sari buah murbei (*Morus alba L.*) dan gelatin terhadap karakteristik fisiko-kimia dan mikrobiologi yoghurt susu kedelai. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 5(3):83-94.

- Rahmawati, F.D.N., Swasti, Y.R., dan Purwijatiningsih, E. 2020. Kajian pustaka: kualitas minuman probiotik berbahan dasar nabati dengan variasi sukrosa dan bakteri asam laktat. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*. 4(2):112-128.
- Ramadhan, B., dan Wikandari, P.R. 2021. Aktivitas enzim amilase dari bakteri asam laktat (karakteristik dan aplikasi). *UNESA Journal of Chemistry*. 10(2):109-120.
- Razie, F., dan Widawati, L. 2018. Kombinasi pengemasan vakum dan ketebalan kemasan untuk memperpanjang umur simpan tempe. *Agritepa*. 4(2):94-107.
- Ridwan, F.A. 2024. Kajian minuman sari tempe *Saccharomyces cerevisiae* sebagai pangan fungsional probiotik. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 57 hlm.
- Riswanto, D., dan Setiawan, U. 2022. Minuman probiotik kombucha dengan ekstrak daun teh hijau sebagai herbal alternatif untuk meningkatkan sistem kekebalan imun tubuh. *Jurnal Lentera : Kajian Keagamaan, Keilmuan dan Teknologi*. 21(2):200-208.
- Rizal, S., Kustyawati, M.E., Nurainy, F., dan Tambunan, A.R. 2016. Karakteristik probiotik minuman fermentasi laktat sari buah nanas dengan variasi jenis bakteri asam laktat. *Indonesian Journal of Applied Chemistry*. 18(1):63-71.
- Rizal, S., Kustyawati, M.E., Murhadi., Hasanudin, U., dan Marniza. 2018. Pengaruh konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* terhadap kadar abu, kadar protein, kadar lemak dan kandungan beta-glukan tempe. *Seminar Nasional dalam Rangka Dies Natalis UNS Ke 42*. hlm. 96-103.
- Rizal, S., dan Kustyawati, M.E. 2019. Karakteristik organoleptik dan kandungan beta-glukan tempe kedelai dengan penambahan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 20(2):127-138.
- Rizal, S., Suharyono, Nurainy, F., dan Merliyanisa. 2020. Pengaruh glukosa dan jahe merah terhadap karakteristik minuman probiotik dari kulit nanas madu. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian*. 25(2):110-118.
- Rizqiati, H., Susanti, S., Nurwantoro, Albarri, A.N., dan Slamet, Y.B. 2021. Pengaruh waktu fermentasi terhadap sifat fisiko kimia kefir whey dari susu kambing. *Journal of Agro-based Industry*. 38(1):54-60.

- Ropikoh, S., Widjayanti, Idris, M., Nuh, G.M., dan Fanani, M.Z. 2024. Perkembangan teknologi pengemasan dan penyimpanan produk pangan. *Jurnal Ilmu Pangan Halal*. 6(1):30-38.
- Rosmawati, Syam, H., dan Sukainah, A. 2021. Pengaruh jenis kemasan dan lama penyimpanan terhadap kualitas minuman khas Sinjai (Ires). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 7(1):79-92.
- Rossi, E., Hamzah, F., dan Febriyani. 2016. Perbandingan susu kambing dan susu kedelai dalam pembuatan kefir. *Jurnal Peternakan Indonesia*. 18(1):13-20.
- Sabil, S., Amin, M., Maruddin, F., Husnaeni, dan Taggo, S. 2023. Sifat fisiko-kimia dan fungsional susu kurma fermentasi menggunakan *Lactobacillus casei* pada level berbeda. *Jurnal Ilmu dan Industri Peternakan*. 9(2):203-213.
- Salim, R., Zebua, E.T., dan Taslim, T. 2017. Analisis jenis kemasan terhadap kadar protein dan kadar air pada tempe. *Jurnal Katalisator*. 2(2):106-111.
- Saolan, Sukinah, A., dan Wijaya, M. 2020. Pengaruh jenis kemasan dan lama waktu penyimpanan terhadap mutu bubuk kopi robusta (*Coffea robusta*). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 6(2):337-348.
- Sari, A.E. 2021. Edukasi manfaat probiotik dan prebiotik pada masyarakat. *Jurnal Mitra Masyarakat (JMM)*. 2(1):39-43.
- Sari, M.F.Y., dan Catarina, R.H.S. 2020. Perbandingan karakteristik minuman probiotik semangka (*Citrullus lanatus*) dengan variasi jenis semangka merah dan kuning menggunakan starter *Lactobacillus casei* Strain Shirota. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*. 5 (1): 25-33.
- Saumi, N., Yulia, N., dan Rubiyanti, R. 2023. Pengaruh waktu penyimpanan dalam suhu ruang terhadap karakteristik minuman probiotik ubi jalar oranye (*Ipomea batatas L.*). *Prosiding Seminar Nasional Diseminasi Penelitian*. hlm. 208-214.
- Setiarto, R.H.B. 2020. *Teknologi Fermentasi Pangan Tradisional dan Produk Olahannya*. Guepedia. Bogor. 284 hlm.
- Sihite, N.W., dan Hutasoit, M.S. 2023. Potensi bahan pangan lokal indonesia sebagai pangan fungsional dan manfaatnya bagi kesehatan. *Jurnal Riset Gizi*. 11(2):133-138.

- Suharto, E.L.S., Kurnia, Y.F., dan Purwati, E. 2021. Total bakteri asam laktat, *total plate count*, dan total asam tertitrasi pada susu kambing fermentasi dengan penambahan sari wortel selama penyimpanan dingin. *Jurnal Peternakan Indonesia*. 23(2):102-107.
- Sukmaningrum, H., Darmayanti, L.P.T., dan Puspawati, A.K. 2021. Perubahan karakteristik minuman susu fermentasi selama penyimpanan suhu ruang. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 10(1):119-130.
- Sulaiman, I. 2021. *Pengemasan dan Penyimpanan Produk Bahan Pangan*. Syiah Kuala University Press. Banda Aceh. 114 hlm.
- Susanti, R., dan Hidayat, E. 2016. Profil protein susu dan produk olahannya. *Jurnal MIPA*. 39(2):98-106.
- Susanti, Y., A'yun, A.Q., Ansori, A., Sekaringgalih, R., Rachmach, A.N.L., dan Hanum, N.S. 2023. Pelatihan pembuatan minuman probiotik teh kombucha dengan varian tanaman herbal di Desa Bagorejo - Banyuwangi. *Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*. 8(2):410-420.
- Susilo, A., Rosyadi, D., Jaya, F., dan Apriliyani, M.W. 2019. *Dasar Teknologi Hasil Ternak*. UB Press. Malang. 46 hlm.
- Swadana, A.W., dan Yuwono, S.S. 2014. Pendugaan umur simpan minuman berperisa apel menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) dengan pendekatan Arrhenius. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(3):203-213.
- Syukri, D., Yenrina, R., Rini, Anggraini, T., Rahmi, A. 2023. Penerapan kemasan atmosfer termodifikasi (*Modified Atmosphere Packaging*). Uwais Inspirasi Indonesia. Jawa Timur.
- Tarwendah, I.V. 2017. Studi komparasi atribut sensoris dan kesadaran merek produk pangan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 5(2):66-73.
- Teame, T., Wang, A., Xie, M., Zhang, Z., Yang, Y., Ding, Q., Gao, C., Olsen, R.E., Ran, C., and Zhou, Z. 2020. Paraprobiotics and Postbiotics of Probiotic *Lactobacilli*, Their Positive Effects on the Host and Action Mechanisms. *Frontiers in Nutrition*. 7:1-16.
- Tefa, P., Ledo, M.E.S., dan Nitsae, M. 2022. Variasi konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* dalam pembuatan wine buah dilak (*Limonia acidissima*). *Sciscitatio*. 4(1):32-38.

- Tursina, Irfan, dan Haryani, S. 2019. Tingkat penerimaan panelis terhadap yoghurt dengan perlakuan lama fermentasi, jenis susu dan lama penyimpanan yang berbeda. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 4(3):65-74.
- Udin, J., Nurlaelah, I., dan Priyanto, A. 2020. Pengaruh kadar konsentrasi *Saccharomyces cereviciae* terhadap sifat organoleptik dan sifat kimia (alkohol dan gula) pada brem cair *Ipomea batatas L.* *Edubiologica: Jurnal Penelitian Ilmu dan Pendidikan Biologi*. 8(1):25-34.
- Usman, M., Tarigan, B.Y., Aprilia, M., Zalvi, A.P., Sari, F.I., Romauli, N.D.M., dan Sinaga, H. 2023. Pengujian daya terima (uji hedonik) pada empat merek produk yoghurt yang dijual pada pasar modern (supermarket) di kecamatan Medan Kota. *Jurnal Pangan Agroindustri*. 2(2):1-16.
- Utami, R., Widowati, E., dan Dewati, A.D.A.R. 2013. Kajian penggunaan tepung gembili (*Dioscorea esculenta*) dalam pembuatan minuman sinbiotik terhadap total bakteri probiotik, karakter mutu, dan karakter sensoris. *Jurnal Teknosains Pangan*. 2(3):3-8.
- Utami, C.R. 2018. Karakteristik minuman probiotik fermentasi *Lactobacillus casei* dari sari buah salak. *Jurnal Teknologi Pangan*. 9(1):1-9.
- Walker, G.M., and Stewart, G.G. 2016. *Saccharomyces cerevisiae* in the production of fermented beverages. *Beverages*. 2(4):1-12.
- Wardhani, S.A., Haris, H., dan Fanani, M.Z. 2023. Kajian produk olahan susu fermentasi. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*. 5(1):33-37.
- Wegh, C.A.M., Geerlings, S.Y., Knol, J., Roesolers, G., and Belzer, C. 2019. Postbiotics and their potential applications in early life nutrition and beyond. *International Journal of Molecular Sciences*. 20(19):2-23.
- Wening, D.K., Purbowati, dan Nafisah., 2022. Optimasi yoghurt sari kedelai (*Glycine Max L.*) tinggi serat dan protein. *Amerta Nutrition*. 6(1):194-199.
- Winarti, S., Sarofa, U., dan Rodiyah, K.F. 2018. Karakteristik *jelly drink* sinbiotik dari susu kedelai dan ekstrak buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Agrotek*. 12(1):61-72.

- Yulianawati, T.A., dan Ismoro, J.T. 2012. Perubahan kandungan beta karoten, total asam, dan sifat sensorik yoghurt labu kuning berdasarkan lama simpan dan pencahayaan. *Jurnal Pangan dan Gizi*. 03(06):37-47.
- Yuniani, D.R., Anam, C., Khusniati, T., dan Utami, R. 2017. Peranan jus buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) dalam mempertahankan kualitas susu pasteurisasi kambing “peranakan etawa” selama penyimpanan. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 10(1):67-78.
- Yuniastri, R., Isnawati dan Fajarianingtyas, A. 2019. Umur simpan kopi lengkuas instan menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) dengan pendekatan persamaan Arrhenius. *Buana Sains*. 19(2):31-40.
- Yusuf, G.R., dan Matana, T.R. 2021. Pengaruh persepsi dan kemasan *standing pouch* terhadap keputusan pembelian minuman *mocktail* pada *Outlet Box* Kuning. *Jurnal Ekomen*. 21(1):29-38.
- Yuyun dan Gunarsa, D. 2011. *Cerdas Mengemas Produk Makanan dan Minuman*. PT AgroMedia Pustaka. Jakarta Selatan. 252 hlm.