

**KARAKTERISTIK KIMIA DAN SENSORI YOGURT TEPUNG PISANG
KEPOK (*Musa paradisiaca formatypica*) DENGAN PENAMBAHAN
BAKTERI PROBIOTIK *Lactobacillus casei***

(Skripsi)

Oleh

**Dzikri Hilal Annafi
1914051068**



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

ABSTRACT

CHEMICAL AND SENSORY CHARACTERISTICS OF KEPOK BANANA FLOUR YOGURT (*Musa paradisiaca formatypica*) WITH THE ADDITION OF PROBIOTIC BACTERIA *Lactobacillus casei*

By

DZIKRI HILAL ANNAFI

*Yoghurt is produced using lactic acid bacteria starters from the *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus* groups. The addition of the probiotic bacterium *Lactobacillus casei* and prebiotic banana flour (*Musa paradisiaca formatypica*) is intended to enhance its functional value and economic potential. This study aimed to determine the effect of different *L. casei* concentrations and to identify the best treatment on the chemical characteristics (pH and total acidity) and sensory properties (texture, aroma, color, taste, and overall acceptability) of banana flour yoghurt. The research was conducted using a Completely Randomized Block Design (CRBD) with one factor, consisting of five treatments (0%, 2.5%, 5%, 7.5%, and 10% *L. casei*) and four replications. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and continued with the Least Significant Difference (LSD) test at a 5% significance level. The results showed that the addition of *L. casei* to banana flour yoghurt significantly affected the reduction of pH, increased total acidity, and improved sensory preference scores compared to yogurt without *L. casei*. The best treatment was achieved at a 7.5% *L. casei* concentration (P3), resulting in a pH value of 4.16 and total acidity of 1.06%, meeting the Indonesian National Standard (SNI) requirements. This treatment also produced the highest average hedonic scores for texture (3.76), aroma (3.48), color (3.83), taste (3.03), and overall acceptability (3.53).*

Keywords: *banana flour, *L. casei*, yoghurt*

ABSTRAK

KARAKTERISTIK KIMIA DAN SENSORI YOGURT TEPUNG PISANG KEPOK (*Musa paradisiaca formatypica*) DENGAN PENAMBAHAN BAKTERI PROBIOTIK *Lactobacillus casei*

Oleh

DZIKRI HILAL ANNAFI

Yogurt dibuat dengan bantuan starter bakteri asam laktat dari golongan *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*. Penambahan bakteri probiotik *Lactobacillus casei* dan prebiotik tepung pisang kepok (*Musa paradisiaca formatypica*) digunakan untuk meningkatkan nilai fungsional serta nilai ekonomis produksinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi *L. casei* yang berbeda serta menentukan perlakuan terbaik terhadap karakteristik kimia (pH dan total asam) dan sifat sensori (tekstur, aroma, warna, rasa, dan penerimaan keseluruhan) yogurt tepung pisang kepok. Penelitian disusun dengan metode Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) satu faktor dengan lima perlakuan (0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% *L. casei*) dan empat ulangan. Data dianalisis menggunakan sidik ragam (ANARA) dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa yogurt tepung pisang kepok dengan penambahan *L. casei* berpengaruh nyata terhadap penurunan pH, peningkatan total asam, dan meningkatkan skor kesukaan sensori dibandingkan tanpa penambahan *L. casei*. Perlakuan terbaik diperoleh pada yogurt tepung pisang kepok konsentrasi *L. casei* 7,5% (P3) dengan nilai pH 4,16 dan total asam 1,06% sesuai syarat SNI, serta skor rata-rata hedonik tertinggi untuk tekstur (3,76), aroma (3,48), warna (3,83), rasa (3,03), dan penerimaan keseluruhan (3,53).

Kata Kunci: *L. casei*, tepung pisang kepok, yogurt

**KARAKTERISTIK KIMIA DAN SENSORI YOGURT TEPUNG PISANG
KEPOK (*Musa paradisiaca formatypica*) DENGAN PENAMBAHAN
BAKTERI PROBIOTIK *Lactobacillus casei***

Oleh

Dzikri Hilal Annafi

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**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi

: **KARAKTERISTIK KIMIA DAN SENSORI
YOGURT TEPUNG PISANG KEPOK (*Musa
paradisiaca formatypica*) DENGAN
PENAMBAHAN BAKTERI PROBIOTIK
*Lactobacillus casei***

Nama

: **Dzikri Hilal Annafi**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1914051068

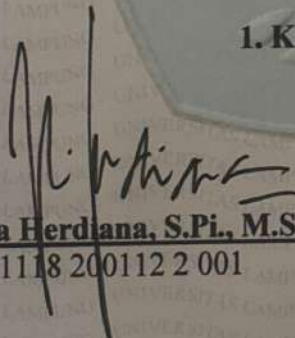
Jurusan/Program Studi : Teknologi Hasil Peranian

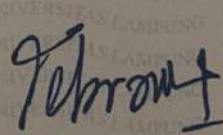
Fakultas : Pertanian



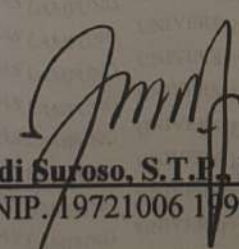
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Dr. Novita Herdiana, S.Pi., M.Si.
NIP. 19761118 200112 2 001


Ir. Fibra Nurainy, M.T.A.
NIP. 19680225 199603 2 001

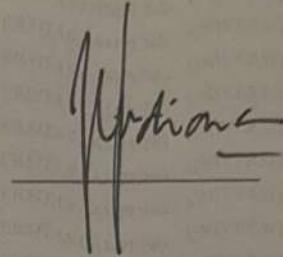
2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian


Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., C.EIA.
NIP. 19721006 19803 1 005

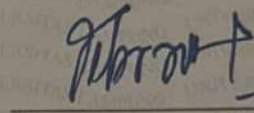
MENGESAHKAN

Tim Penguji

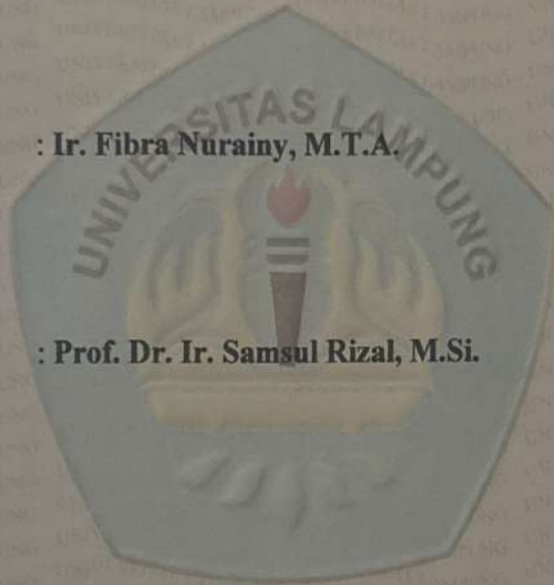
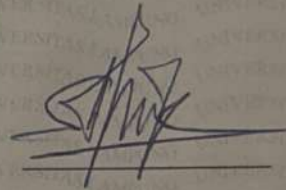
Ketua : **Dr. Novita Herdiana, S.Pi., M.Si.**



Sekretaris : **Ir. Fibra Nurainy, M.T.A.**



Anggota : **Prof. Dr. Ir. Samsul Rizal, M.Si.**



Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **Senin, 06 Oktober 2025**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dzikri Hilal Annafi

NPM : 1914051068

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya sendiri 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 plagiat karya orang lain.

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

Bandar Lampung, Senin, 06 Oktober 2025
Yang membuat pernyataan



Dzikri Hilal Annafi
NPM 1914051068

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung pada 13 Juni 2000. Lahir sebagai anak pertama dari 4 bersaudara, dari pasangan Bapak Surawan Edi Saptono dan Ibu Nenti Fona Martanti. Penulis memiliki satu adik perempuan bernama Faza Tazkia Maula serta dua adik laki-laki bernama Haziq Rafiqi Putra Aru dan Muhammad Faraz Abdilbar. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Muhammadiyah Pringsewu pada tahun 2013, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Pringsewu pada tahun 2016, dan Sekolah Menengah Atas di SMA Global Madani Bandar Lampung pada tahun 2019. Pada tahun 2019 penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN)

Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari dari bulan Januari-Februari 2022 di Desa Adi Luwih, Kecamatan Adi Luwih, Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung. Memasuki bulan Juli-Agustus 2022, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT Aneka Coklat Kakao (Kraakao) dengan judul **“MEMPELAJARI PROSES PRODUKSI 45% CACAO MILK CHOCOLATE BARS DI PT ANEKA COKLAT KAKAO (KRAKAKOA)”**. Selama menjadi mahasiswa, penulis pasif dalam kegiatan organisasi kampus yaitu sebagai anggota Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung (HMJ THP FP UNILA).

SANWACANA

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Swt. Karena berkah limpahan rahmat, hidayah, dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Skripsi berjudul **“KARAKTERISTIK KIMIA DAN SENSORI YOGURT TEPUNG PISANG KEPOK (*Musa paradisiaca formatypica*) DENGAN PENAMBAHAN BAKTERI PROBIOTIK *Lactobacillus casei* “**, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian di Universitas Lampung. Penulis menyadari bahwa laporan ini dapat diselesaikan karena bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas pertanian Universitas Lampung yang telah memfasilitasi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., C.EIA. selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah membimbing dan memberikan izin untuk menyelesaikan skripsi.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Samsul Rizal, M.Si. selaku Koordinator Program Studi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung sekaligus Dosen Pembahas Skripsi saya yang telah membimbing, memberikan banyak arahan, nasihat, saran serta masukan terhadap skripsi penulis.
4. Ibu Dr. Novita Herdiana, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Pembimbing Skripsi Pertama saya yang telah memberikan kesempatan, bimbingan, izin penelitian, saran, nasihat dan dukungan serta kesabaran yang tiada habisnya yang telah diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.

5. Ibu Fibra Nurainy, M.T.A. selaku Dosen Pembimbing Skripsi Kedua saya yang telah memberikan kesempatan, bimbingan, saran, nasihat dan dukungan serta kesabaran yang tiada habisnya yang telah diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi
6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen pengajar di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung, atas ilmu, kebaikan dan pengalaman yang diberikan selama menjalani perkuliahan.
7. Seluruh staf dan karyawan di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah membimbing dan membantu penulis dalam menyelesaikan administrasi akademik.
8. Kedua orang tua saya Bapak Surawan Edi Saptono dan Ibu Nenti Fona Martanti, yang telah memberikan dukungan spiritual, material, kasih sayang, semangat, motivasi dan kesabaran yang tiada habisnya kepada saya untuk menyelesaikan perkuliahan, serta dalam kehidupan sehari-hari.
9. Faza Tazkia Maula, Haziq Rafiqi Putra Aru dan Muhammad Faraz Abdilbar yang telah memberikan semangat, dukungan, tenaga dan waktu dalam kehidupan saya sebagai penulis skripsi.
10. Fina Arzakiyah atas dukungan, bantuan, semangat, motivasi, dan kesabaran yang tiada habisnya yang telah diberikan kepada saya sebagai penulis skripsi untuk menyelesaikan perkuliahan.
11. Semua pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah membantu penulis selama masa perkuliahan hingga penyelesaian skripsi.

Bandar Lampung, Senin, 06 Oktober 2025

Dzikri Hilal Annafi
NPM 1914051068

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	11
DAFTAR TABEL	13
DAFTAR GAMBAR.....	15
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Kerangka Pikir	3
1.4 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Yogurt.....	6
2.2 Probiotik	7
2.3 Prebiotik.....	9
2.4 Pisang Kepok (<i>Musa paradisiaca formatypica</i>).....	10
2.5 Bakteri Asam Laktat (BAL)	11
2.5.1 <i>Streptococcus thermophilus</i>	13
2.5.2 <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	14
2.5.3 <i>Lactobacillus casei</i>	16
2.6 Nilai Derajat Keasaman (pH)	17
2.7 Total Asam	19
III. METODE PENELITIAN	21
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	21
3.2 Bahan dan Alat	21
3.3 Metode Penelitian	21
3.4 Pembuatan Yogurt	22
3.5 Pengamatan.....	21

3.5.1 Uji Kimia	23
3.5.1.1 Derajat Keasaman (pH)	23
3.5.1.2 Total Asam Laktat	24
3.5.2 Uji Sensori	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Sifat Kimia Yogurt	26
4.1.1 Derajat Keasaman (pH)	26
4.1.2 Total Asam	28
4.1.3 Sifat Hedonik	30
a. Skoring (Tekstur).....	30
b. Skoring (Aroma).....	31
c. Skoring (Warna)	32
d. Skoring (Rasa)	34
e. Skoring (Penerimaan Keseluruhan).....	35
4.2 Penentuan Perlakuan Terbaik	36
V. KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA.....	39

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Syarat Mutu Yogurt.....	7
2. Formulasi Pembuatan Yogurt	22
3. Hasil uji pada pH yogurt	26
4. Hasil uji pada total asam yogurt.....	28
5. Hasil uji sensori hedonik pada tekstur yogurt.....	30
6. Hasil uji sensori hedonik pada aroma yogurt.....	31
7. Hasil uji sensori hedonik pada warna yogurt	33
8. Hasil uji sensori hedonik pada rasa yogurt	34
9. Hasil uji sensori hedonik pada penerimaan keseluruhan yogurt.....	35
10. Penentuan perlakuan terbaik dengan metode bintang.....	37
11. Nilai hasil uji pada pH yogurt	48
12. ANARA hasil uji pada pH yogurt.....	48
13. Uji BNT pada pH Yogurt.....	48
14. Nilai hasil uji pada total asam yogurt.....	49
15. ANARA hasil uji pada total asam yogurt	49
16. Uji BNT pada total asam yogurt	49
17. Nilai Hasil uji organoleptik tekstur pada yogurt	50
18. ANARA hasil uji organoleptik pada tekstur yogurt.....	51
19. Uji BNT pada tekstur yogurt.....	51
20. Nilai Hasil uji organoleptik aroma pada yogurt.....	52
21. ANARA hasil uji organoleptik pada aroma yogurt.....	53
22. Uji BNT pada aroma yogurt.....	53
23. Nilai Hasil uji organoleptik aroma pada yogurt.....	54
24. ANARA hasil uji organoleptik pada warna yogurt.....	55

25. Uji BNT pada warna yogurt	55
26. Nilai Hasil uji organoleptik rasa pada yogurt	56
27. ANARA hasil uji organoleptik pada rasa yogurt	57
28. Uji BNT pada rasa yogurt	57
29. Nilai Hasil uji organoleptik penerimaan keseluruhan pada yogurt	58
30. ANARA hasil uji organoleptik pada rasa yogurt	59
31. Uji BNT pada penerimaan keseluruhan yogurt.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Proses pembuatan yogurt	23
2. Kuisisioner Uji Hedonik	25

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Salah satu produk fermentasi susu yang cukup populer saat ini adalah yogurt. Menurut Rusmiati *et al.* (2008) yogurt kaya akan gizi daripada susu dikarenakan meningkatnya total padatan/protein yang menggumpal sehingga kandungan zat-zat gizi lainnya meningkat. Yogurt kaya akan protein, kalsium, riboflavin, vitamin B6 dan vitamin B12 (Ashraf dan Shah, 2011). Yogurt juga dapat membantu proses pencernaan, meningkatkan kekebalan tubuh, mengurangi diare, dan melindungi dari kanker (Hassan dan Amjad, 2010). Yogurt berbentuk seperti bubur atau es krim serta rasa asam dan bau yang khas. Yogurt merupakan produk fermentasi susu yang diberi tambahan bakteri sebagai starter (Hendarto *et al.*, 2019).

Yogurt diperoleh dari hasil fermentasi susu oleh bakteri asam laktat (BAL). Yogurt dibuat dengan bantuan starter bakteri asam laktat dari golongan *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* (Legowo, 2002). Bakteri *S. thermophilus* bersifat memfermentasi laktosa, sukrosa, glukosa, fruktosa dan asam laktat. Peran utama *S. thermophilus* dalam pembuatan yogurt adalah menghasilkan suasana asam dengan laju pengasaman yang tinggi sehingga dapat merangsang pertumbuhan *L. bulgaricus*. Bakteri *L. bulgaricus* memiliki kemampuan menghasilkan senyawa yang bersifat bakteriostatik serta mampu menghasilkan senyawa flavor yang khas (Purkan *et al.*, 2017). Produk yogurt sudah banyak yang menggunakan kombinasi starter bakteri dengan kombinasi *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus*. Kedua kombinasi starter tersebut dapat menghasilkan karakteristik pH dan total asam yang baik jika digunakan dalam konsentrasi bakteri yang optimal. Namun menurut Gusnadi *et al.* (2022),

kedua bakteri tersebut tidak tahan pada tingkat keasaman pada pencernaan laktat manusia, untuk itu diperlukan probiotik agar manfaat bakteri asam dapat bertahan sampai di pencernaan. Salah satu bakteri asam laktat probiotik yang dapat digunakan dalam pembuatan yogurt yaitu *Lactobacillus casei*. Jannah *et al.* (2014) menyatakan bahwa bakteri probiotik berperan menjaga kesehatan saluran pencernaan dengan menjaga keseimbangan mikroflora usus. Rahayu (2009) menambahkan bahwa yogurt yang ditambah dengan bakteri probiotik dapat meningkatkan efek kesehatan. Mengonsumsi langsung makanan yang mengandung probiotik adalah salah satu cara untuk meningkatkan jumlah bakteri baik dalam usus, tapi seringkali cara ini juga dinilai kurang efektif. Cara lain yang dapat dilakukan adalah dengan memberikan nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bakteri baik dalam usus atau bakteri asam laktat (BAL) pada yogurt probiotik yang disebut prebiotik (Soeharsono, 2010).

Prebiotik secara alami dapat ditemukan pada biji-bijian, sayuran, buah-buahan, dan umbi-umbian. Secara umum prebiotik bermanfaat bagi kesehatan dengan cara memberi nutrisi khusus bagi bakteri yang menguntungkan, sehingga meningkatkan jumlah bakteri yang menguntungkan dan mengurangi jumlah bakteri merugikan di dalam usus manusia (Waspodo, 2002). Bahan makanan yang merupakan prebiotik dapat berasal dari sayur, umbi-umbian, maupun buah-buahan. Salah satu buah yang mudah ditemukan dan dapat digunakan sebagai prebiotik adalah pisang kepok. Pisang kepok (*Musa paradisiaca formatypica*) mempunyai kandungan gula yang tinggi yaitu mengandung senyawa Inulin dan Fruktooligosakarida (FOS) yang berperan sebagai prebiotik alami (Ide, 2008). Inulin mempunyai karakter tidak berasa, tidak berbau, dan berwarna putih serta tahan panas. Pisang kepok termasuk dalam jenis pisang plantain atau pisang olahan karena memiliki kadar pati yang tinggi dan kadar pati yang tinggi sangat cocok diolah menjadi tepung.

Tepung pisang memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan buah segar, diantaranya dapat disimpan lebih lama dan lebih mudah disuplementasi. Tepung pisang merupakan sumber pangan lokal. Jenis pisang yang lebih baik untuk

dijadikan tepung adalah pisang plantain atau pisang olahan karena memiliki kadar pati yang tinggi. Manfaat pengolahan pisang menjadi tepung antara lain yaitu lebih tahan disimpan, lebih mudah dalam pengemasan dan pengangkutan, lebih praktis untuk diversifikasi produk olahan, mampu memberikan nilai tambah buah pisang (Roberfroid, 2007).

Menurut Adrianto *et al.* (2020), semakin tinggi asam laktat yang dihasilkan oleh bakteri maka berpengaruh terhadap nilai pH dan total asam laktat serta sifat sensori yogurt. Untuk meningkatkan daya hidup bakteri probiotik serta karakteristik yogurt dapat dilakukan dengan mengkombinasikan manfaat dari bakteri probiotik *L. casei* dengan prebiotik dari tepung pisang kepok sebagai substrat pertumbuhan bakteri probiotik. Oleh karena itu, berdasarkan uraian diatas maka akan dilakukan penelitian tentang “karakteristik kimia dan sensori yogurt tepung pisang kepok (*Musa paradisiaca formatypica*) dengan penambahan bakteri probiotik *Lactobacillus casei*”.

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian adalah:

1. Mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi *L. casei* yang berbeda terhadap karakteristik kimia (pH dan total asam) dan sensori hedonik yogurt tepung pisang kepok;
2. Mengetahui perlakuan terbaik berdasarkan karakteristik kimia (pH dan total asam) dan sensori hedonik yogurt tepung pisang kepok dengan perbedaan konsentrasi *L. casei*.

1.3 Kerangka Pikir

Menurut Conway *et al.* (1987), *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus* dilaporkan tidak dapat bertahan hidup pada saluran pencernaan. Oleh karena itu, kedua bakteri ini dianggap sebagai agen probiotik yang kurang baik, dan hanya dianggap sebagai kultur starter serta memiliki peran penting dalam mengurai laktosa susu untuk menghasilkan asam laktat. Kemampuan bakteri *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus*

dapat ditingkatkan dengan penambahan bakteri probiotik. *L. casei* yang sudah terkenal sebagai bakteri probiotik yang dapat bertahan pada saluran pencernaan pada produk yakult. *L. casei* menghasilkan asam laktat yang diperoleh dari fermentasi glukosa dan membentuk asam laktat yang bersifat homofermentatif (fermentasi 6 dengan produk akhirnya berupa asam laktat) dengan membentuk laktat murni 85% (Farinde *et al.*, 2010). Semakin tinggi asam laktat yang dihasilkan oleh bakteri maka akan mempengaruhi nilai pH dan total asam laktat serta sifat sensori yogurt (Adrianto *et al.*, 2020). Hasil penelitian Widyanto (2004) yang menggunakan kombinasi tiga bakteri yaitu *S. thermophilus*, *L. bulgaricus*, dan *L. casei* nilai pH yaitu 4,9 dan total asam 0,59. Untuk meningkatkan daya hidup dari probiotik serta karakteristik yogurt dapat dilakukan dengan mengkombinasikan manfaat dari bakteri probiotik dengan prebiotik sebagai substrat pertumbuhan bakteri probiotik (Al Faridhi *et al.*, 2013).

Penggabungan antara probiotik dengan prebiotik disebut sinbiotik. Bahan yang digunakan sebagai prebiotik adalah tepung pisang kepok (*Musa paradisiaca formatypica*). Menurut Ide (2008), pisang (*Musa paradisiaca*) mempunyai kandungan gula yang tinggi yaitu mengandung senyawa Inulin dan Fruktooligosakarida (FOS) yang berperan sebagai prebiotik alami. Inulin tergolong sebagai prebiotik karena mampu melewati saluran pencernaan atas dan mencapai usus besar, sehingga dianggap juga sebagai “colonic foods” bagi mikroflora usus. Pisang mengandung sekitar $\pm 1\text{g}/100\text{g}$ inulin. Menurut penelitian Hardisari dan Amaliawati (2016) secara in vitro, semakin banyak penambahan tepung pisang kepok, maka jumlah bakteri *L. casei* juga semakin tinggi. Dengan adanya kombinasi starter bakteri *S. thermophilus*, *L. bulgaricus* dan *L. casei* serta penambahan probiotik dari tepung pisang kepok diharapkan menghasilkan asam dengan cita rasa khas dan akan mempengaruhi karakteristik kimia seperti pH dan total asam laktat, serta sifat sensori yogurt.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh penambahan konsentrasi *L. casei* yang berbeda terhadap karakteristik kimia (pH dan total asam) dan pengujian sensori yogurt tepung pisang kepok.
2. Terdapat perlakuan terbaik berdasarkan karakteristik kimia (pH dan total asam) dan sensori hedonik yogurt tepung pisang kepok dengan perbedaan konsentrasi *L. casei*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Yogurt

Yogurt merupakan salah satu produk hasil peternakan yang dibuat dari bahan dasar susu segar yang dikenal sebagai minuman hasil fermentasi bakteri yang memiliki rasa yang asam. Yogurt diperoleh dari fermentasi susu atau susu rekonstitusi dengan menggunakan bakteri *L. bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* atau bakteri asam laktat lain yang sesuai, dengan atau tanpa penambahan bahan pangan lainnya dan bahan tambahan pangan yang diizinkan (SNI, 2009). Lama proses fermentasi pada yogurt akan berpengaruh pada turunnya pH sehingga menimbulkan rasa asam yang khas. Komposisi yogurt secara umum adalah protein 4-6%, lemak 0,1-1%, laktosa 2-3%, asam laktat 0,6-1,3%, pH 3,8-4,6% (Susilorini dan Sawitri, 2007).

Yogurt memiliki nilai gizi yang lebih tinggi dibandingkan susu segar serta memiliki kandungan kadar gula yang rendah. Susu yang telah diolah menjadi yogurt, total padatan dan zat-zat gizi lainnya yang ada di dalam yogurt menjadi meningkat. Yogurt merupakan minuman yang baik untuk pencernaan dan dapat meningkatkan kekebalan tubuh serta baik bagi orang yang intoleran terhadap laktosa (*Lactose Intolerance*) (Wahyudi, 2006). Menurut Surono (2004), yogurt memiliki tekstur yang agak kental sampai kental yang homogen akibat dari penggumpalan protein karena asam organik yang dihasilkan oleh kultur starter.

Untuk mengetahui mutu dari suatu yogurt dapat dinilai dari beberapa parameter yang meliputi pH, kekentalan, citarasa, dan kesukaan. Nilai pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Nilai pH dipengaruhi oleh pertumbuhan bakteri

asam laktat dalam proses fermentasi yogurt (Buckle *et al.*, 2010). Syarat mutu yogurt dapat diketahui pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat Mutu Yogurt

Kriteria Uji	Satuan	Spesifikasi
Keadaan		
Tekstur	-	cairan kental-padat
Aroma	-	normal/khas
Rasa	-	asam/khas
Konsistensi	-	Homogen
pH	-	3.80-4.50
Kadar lemak(b/b)	%	min. 3,0
Total padatan susu bukan lemak (b/b)	%	min. 8,2
Protein	%	min. 2,7
Kadar Abu	%	maks. 1,0
Total Asam (Asam laktat)	%	0,5-2,0
Cemaran logam		
- Timbal	mg/kg	maks. 0,3
- Tembaga	mg/kg	maks. 20,0
- Timah	mg/kg	maks. 40,0
- Raksa	mg/kg	maks. 0,03
- Arsen	mg/kg	maks. 0,1
Cemaran Mikroba		
- Bakteri koliform	APM/g atau koloni/g	maks. 10
- Salmonella	-	negatif/25 g
- <i>Listeria monocytogenes</i>	-	negatif/25 g
Jumlah bakteri starter	koloni/g	min. 10 ⁷

Sumber : SNI Yogurt 2981:2009

2.2 Probiotik

Probiotik adalah mikroorganisme hidup yang memberikan manfaat kesehatan pada inang jika diberikan dalam jumlah yang cukup (FAO/WHO, 2002). Definisi ini menekankan pentingnya viabilitas (kemampuan hidup) dan dosis yang efektif untuk mencapai efek terapeutik. Tidak semua mikroorganisme dapat diklasifikasikan sebagai probiotik. Berdasarkan konsensus ilmiah, suatu mikroorganisme harus memenuhi kriteria ketat untuk dianggap sebagai probiotik (Hill *et al.*, 2014). Probiotik harus diidentifikasi hingga tingkat strain (misalnya,

L. Casei, bukan hanya *Lactobacillus*) (Hill *et al.*, 2014). Identifikasi yang tepat ini krusial karena manfaat kesehatan seringkali bersifat spesifik strain (Hill *et al.*, 2014). Probiotik harus tetap hidup dalam jumlah yang cukup hingga akhir masa simpan produk dan mampu bertahan melewati kondisi ekstrem saluran pencernaan (asam lambung, garam empedu) untuk mencapai usus dalam keadaan hidup (Hill *et al.*, 2014).

Probiotik memberikan manfaat kesehatan melalui berbagai mekanisme kompleks yang saling terkait di dalam saluran pencernaan. Probiotik dapat memengaruhi komposisi dan aktivitas mikrobiota usus dengan cara menghambat pertumbuhan bakteri patogen (bakteri jahat) melalui kompetisi nutrisi dan tempat perlekatan pada sel epitel usus. Probiotik juga dapat menghasilkan senyawa antimikroba seperti asam laktat, hidrogen peroksida, dan bakteriosin yang secara langsung menekan patogen (Gibson *et al.*, 2017). Probiotik berkontribusi pada integritas lapisan mukosa usus (lapisan pelindung) dengan meningkatkan produksi protein tight junction (ikatan antar sel) dan musin (lapisan lendir). Hal ini mencegah translokasi (perpindahan) bakteri patogen dan toksin dari lumen usus ke aliran darah, yang dapat memicu respons inflamasi (Yan dan Polk, 2020). Probiotik berinteraksi langsung dengan sel-sel imun yang terdapat di usus (*Gut-Associated Lymphoid Tissue/GALT*). Mereka dapat memengaruhi produksi sitokin (protein pensinyalan imun) pro-inflamasi dan anti-inflamasi, serta meningkatkan aktivitas sel-sel imun tertentu seperti makrofag dan sel NK (*natural killer*). Ini mengarah pada peningkatan respons imun baik lokal maupun sistemik (Resta-Lenert dan Barrett, 2003). Beberapa probiotik, terutama yang dari genus *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*, mampu memfermentasi serat makanan yang tidak tercerna, menghasilkan asam lemak rantai pendek (*Short-Chain Fatty Acids/SCFAs*) seperti asetat, propionat, dan butirrat. SCFAs ini berfungsi sebagai sumber energi utama bagi sel-sel kolonosit (sel usus besar) dan memiliki efek anti-inflamasi serta imunomodulator (SCFAs, 2017).

Secara umum, probiotik dianggap aman untuk sebagian besar populasi sehat. Efek samping yang paling umum adalah ringan dan sementara, seperti kembung atau

gas, yang biasanya mereda seiring waktu. Namun, perlu dicatat bahwa pada individu dengan sistem kekebalan tubuh yang sangat terganggu (imunokompromais), pasien dengan kateter vena sentral, atau kondisi medis serius lainnya, risiko efek samping yang lebih serius (misalnya, bakteremia atau fungemia) dapat meningkat, meskipun sangat jarang (Doron dan Gorbach, 2006). Oleh karena itu, konsultasi dengan tenaga medis profesional disarankan sebelum memulai suplementasi probiotik pada kelompok rentan.

2.3 Prebiotik

Prebiotik merupakan bahan makanan tidak dapat dicerna saluran pencernaan manusia dan secara selektif dapat merangsang pertumbuhan dan aktivitas bakteri probiotik, seperti *Lactobacillus* yang bermanfaat bagi kesehatan manusia (Cikita, 2021). Syarat prebiotik yang baik bagi tubuh yaitu tidak dapat dihidrolisa di saluran gastrointestinal atas, dapat dicerna oleh bakteri baik yang ada di aluran pencernaan, dan mampu menekan pertumbuhan bakteri patogen (Hardisari, 2015). Zat makanan yang dapat digunakan oleh BAL untuk meningkatkan pertumbuhannya dikenal dengan nama prebiotik. Beberapa contoh prebiotik adalah inulin dan fruktooligosakarida (FOS) (Ide, 2008).

Agar suatu senyawa dapat diklasifikasikan sebagai prebiotik, ia harus memenuhi beberapa kriteria penting (Gibson *et al.*, 2017). Prebiotik harus mampu melewati bagian atas saluran pencernaan (lambung dan usus halus) tanpa tercerna atau terhidrolisis oleh asam lambung maupun enzim pencernaan manusia (Gibson *et al.*, 2017). Ini memastikan prebiotik mencapai usus besar dalam bentuk utuh. Setelah mencapai usus besar, prebiotik harus dapat difermentasi oleh bakteri usus tertentu, terutama bakteri yang menguntungkan seperti *Bifidobacteria* dan *Lactobacillus* (Gibson *et al.*, 2017). Hasil fermentasi prebiotik harus secara selektif menstimulasi pertumbuhan atau aktivitas satu atau sejumlah bakteri baik yang telah terbukti memberikan manfaat kesehatan bagi inang (Gibson *et al.*, 2017).

Mekanisme utama prebiotik dalam memberikan manfaat kesehatan adalah melalui fermentasinya oleh bakteri usus, yang menghasilkan berbagai metabolit bermanfaat (Roberfroid, 2007; Gibson et al., 2017). Fermentasi prebiotik oleh bakteri baik menghasilkan SCFAs, seperti asetat, propionat, dan butirat. Butirat, khususnya, adalah sumber energi utama bagi sel-sel epitel usus besar (kolonosit) dan sangat penting untuk menjaga integritas dan fungsi lapisan usus. SCFAs juga memiliki efek anti-inflamasi dan dapat memengaruhi metabolisme glukosa serta lemak. Produksi SCFAs menyebabkan penurunan pH di dalam usus besar, menciptakan lingkungan yang kurang menguntungkan bagi pertumbuhan bakteri patogen (bakteri jahat) yang seringkali lebih menyukai pH netral atau basa. Lingkungan asam ini juga dapat meningkatkan penyerapan mineral tertentu seperti kalsium dan magnesium. Dengan secara selektif "memberi makan" bakteri baik, prebiotik membantu meningkatkan populasi mereka, sehingga menekan pertumbuhan bakteri yang berpotensi berbahaya. Ini berkontribusi pada keseimbangan ekosistem mikrobiota usus yang sehat (eubiosis). Melalui produksi butirat dan modulasi mikrobiota, prebiotik dapat memperkuat ikatan antar sel (*tight junctions*) pada lapisan usus, sehingga mengurangi permeabilitas usus (*"leaky gut"*). Ini mencegah masuknya zat berbahaya dan patogen ke dalam aliran darah (Slavin, 2013).

2.4 Pisang Kepok (*Musa paradisiaca formatypica*)

Prebiotik alami berasal dari sayur, umbi-umbian, maupun buah-buahan. salah satunya yaitu Pisang (*Musa paradisiaca*) yang memiliki kandungan gula yang tinggi yaitu mengandung senyawa Inulin dan Fruktooligosakarida (FOS) yang berperan sebagai prebiotik alami (Ide, 2008). Pisang mengandung fruktooligosakarida sebesar 0,3% sebagai prebiotik dan mengandung serat yang tinggi (Umam *et.al.*, 2012). Salah satu serat larut air yang terkandung pada pisang adalah inulin. Kandungan inulin pada pisang adalah $\pm 1\text{g}/100\text{g}$ (Roberfroid, 2007). Inulin merupakan salah satu prebiotik yang baik untuk digunakan. Inulin merupakan polisakarida, mempunyai karakter tidak berasa, tidak berbau, dan berwarna putih serta tahan panas (Praja, 2010).

Dalam konteks pisang, kandungan prebiotik utamanya berasal dari serat pangan, terutama pati resisten (*Resistant Starch/RS*) dan fruktooligosakarida (FOS), yang jumlahnya bervariasi tergantung pada tingkat kematangan dan jenis pisang (Zhang *et al.*, 2021). Pisang mentah, terutama pisang kepok, memiliki kandungan pati resisten yang tinggi. Pati resisten adalah jenis pati yang tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan di usus halus manusia, sehingga mencapai usus besar dalam bentuk utuh untuk difermentasi oleh mikrobiota usus (Fuentes-Zaragoza *et al.*, 2010). Seiring dengan proses pematangan, pati resisten ini akan diubah menjadi gula sederhana, sehingga kandungan prebiotiknya cenderung berkurang pada pisang yang sangat matang. Selain pati resisten, pisang juga mengandung sejumlah kecil fruktooligosakarida (FOS). FOS merupakan karbohidrat rantai pendek yang telah lama dikenal sebagai prebiotik dan secara selektif menstimulasi pertumbuhan bakteri baik seperti *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus* (Gibson *et al.*, 2017).

2.5 Bakteri Asam Laktat (BAL)

Bakteri asam laktat (BAL) merupakan salah satu bakteri anaerob fakultatif yang dapat hidup pada habitat yang cukup luas, seperti di saluran pencernaan manusia dan hewan, produk susu, produk fermentasi, buah-buahan, sayur-sayuran, makanan kaleng dan probiotik karena mempunyai aktivitas antimikroba dan pembusuk makanan (Rahmiati dan Mumpuni, 2017). Dalam pembuatan yogurt, penggunaan bakteri asam laktat dalam pembuatan yogurt akan menghasilkan asam laktat dari hasil fermentasi laktosa susu (Insegrad, 2009).

Menurut Widodo (2002) starter bakteri pada yogurt membutuhkan suhu yang tepat untuk tumbuh dan berkembangbiak. Bakteri dapat berkembang dengan baik pada suhu hangat. Jika suhu terlalu dingin (rendah) bakteri akan berkembangbiak dengan lambat atau tidak sama sekali, dan jika suhu terlalu panas dapat menyebabkan bakteri menjadi rusak dan mati. Bakteri *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* dapat cepat tumbuh pada suhu sekitar 40-44°C. Penggunaan starter bakteri lebih dari satu macam pada pembuatan yogurt mempunyai kelebihan yaitu bakteri-bakteri tersebut dapat menimbulkan protokooperasi. Menurut Odum

(1991), protokooperasi yaitu interaksi antar dua atau lebih bakteri dalam kultur campuran, sehingga akan menghasilkan kadar asam yang lebih tinggi dibanding penggunaan kultur bakteri masing-masing (Adriani *et al.*, 2008).

Bakteri asam laktat yang dapat tumbuh secara optimum pada suhu 40-45 °C yaitu *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus*. *S. thermophilus* pada awal fermentasi dapat tumbuh dengan cepat dan dapat mengakibatkan akumulasi asam laktat dan asam asetat, asetaldehida, diacetyl serta asam format. Zat-zat tersebut dan perubahan potensial oksidasi-reduksi pada medium (yogurt) dapat merangsang pertumbuhan *L. bulgaricus*. Hingga pada akhir fermentasi, yogurt mempunyai pH 4,2-4,3 (Oberman, 1985). Bakteri asam laktat (BAL) hanya mampu bertahan pada pH 2,5-3. Hanya ada beberapa BAL yang mampu bertahan sampai dengan pH 2, seperti dari jenis bakteri *Lactobacillus* yang paling tahan berada dalam kondisi asam (Sunaryanto *et al.*, 2014). Duncan dan Flint (2013) menyatakan bahwa bakteri asam laktat *S. thermophilus* bertanggung jawab atas penurunan pH awal yogurt hingga 5,0. Kemudian penurunan pH dilanjutkan oleh bakteri *L. bulgaricus* hingga mencapai pH 4,5.

Pembuatan yogurt menggunakan bakteri *L. bulgaricus* dan bakteri *S. thermophilus*, kedua bakteri ini mengurai laktosa (gula susu) menjadi asam laktat dan berbagai aroma dan citarasa. *L. bulgaricus* berperan pada pembentukan aroma sedangkan *S. thermophilus* berperan pembentukan citarasa. Dalam pembuatan yogurt, proses fermentasi dapat terjadi karena kasein dan laktosa yang terdapat pada susu. Laktosa merupakan sumber karbon dan energi utama untuk pertumbuhan bakteri inokulan seperti *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus*. Selama proses fermentasi, laktosa berubah menjadi asam piruvat, dan selanjutnya diubah menjadi asam laktat (Yustendi *et al.*, 2021). *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* merupakan kombinasi kultur paling bagus untuk pembuatan yogurt, karena terjadi simbiosis mutualisme saat proses fermentasi yogurt berlangsung. *L. bulgaricus* akan menghasilkan asam amino dan peptide pendek yang dapat memicu pertumbuhan *S. thermophilus* dan *S. thermophilus* memproduksi asam format yang dapat membantu pertumbuhan *L. bulgaricus* (El-Abbassy dan Sitohy, 1993).

Penambahan bakteri *L. casei* dapat meningkatkan kandungan glukosa, protein dan lemak pada yogurt (Krisdianto, 2019). *L. casei* mampu mengurangi produksi senyawa galaktosa yang biasanya dihasilkan saat pembuatan yogurt, karena galaktosa dalam jumlah besar dapat mengganggu kesehatan (Qinglong Wu *et al.*, 2016). Yogurt yang ditambah dengan *L. casei* mengalami penurunan pH dari 4,2 menjadi 3,7 (Herdayanto *et al.*, 2020). Lamanya waktu fermentasi dalam pembuatan yogurt akan mempengaruhi bakteri *L. casei* menghasilkan produk-produk seperti asam laktat, asam asetat dan asam sitrat yang dapat menurunkan pH (Purnomo, 2020).

2.5.1 *Streptococcus thermophilus*

S. thermophilus adalah salah satu bakteri asam laktat (BAL) yang paling penting dan paling banyak digunakan dalam industri produk susu fermentasi, terutama dalam produksi yogurt dan beberapa jenis keju. Bersama dengan *L. bulgaricus*, *S. thermophilus* merupakan kultur starter wajib yang berkontribusi pada profil asam dan tekstur produk fermentasi ini (Tamime dan Robinson, 2007). *S. thermophilus* adalah bakteri gram-positif, non-motil, berbentuk kokus (bulat) yang tersusun dalam rantai, tidak mempunyai spora, bersifat nonmotil katalase negatif dan bersifat fakultatif anaerob. Bakteri ini diklasifikasikan sebagai bakteri termofilik, yang berarti ia tumbuh optimal pada suhu tinggi (sekitar 40-45°C) dan pH 6,8, sesuai dengan kondisi fermentasi yogurt (Klaenhammer *et al.*, 2005; Sneath 1986; Hendarto *et al.*, 2019).

S. thermophilus adalah pengguna laktosa yang sangat efisien, memfermentasinya menjadi asam laktat. Proses ini menurunkan pH susu, menyebabkan protein kasein menggumpal dan menghasilkan tekstur khas yogurt. Dalam produksi yogurt, *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus* menunjukkan hubungan sinergis (mutualistik). *S. thermophilus* tumbuh lebih cepat pada awal fermentasi, memproduksi asam format dan karbon dioksida yang merangsang pertumbuhan *L. bulgaricus*. Sebaliknya, *L. bulgaricus* memecah protein susu menjadi peptida dan asam amino yang kemudian dapat digunakan oleh *S. thermophilus* untuk pertumbuhannya (Tamime dan Robinson, 2007). Sebagian besar strain *S.*

thermophilus dianggap sebagai bakteri probiotik transien. Artinya, mereka dapat bertahan hidup sementara saat melewati saluran pencernaan (tahan terhadap asam lambung dan garam empedu dalam batas tertentu) namun tidak berkolonisasi secara permanen di usus (Morelli dan Capurso, 2012).

Meskipun *S. thermophilus* umumnya tidak dianggap sebagai probiotik yang berkolonisasi jangka panjang, kehadirannya dalam produk fermentasi dan aktivitasnya dalam tubuh tetap memberikan kontribusi kesehatan yang penting (Shah, 2007; Tamime dan Robinson, 2007). *S. thermophilus* adalah sumber laktase (enzim pemecah laktosa) yang efektif. Selama fermentasi, ia memecah sebagian besar laktosa dalam susu menjadi glukosa dan galaktosa. Selain itu, sel-sel hidup *S. thermophilus* dalam yogurt yang dikonsumsi akan melepaskan laktase di usus kecil, membantu individu dengan intoleransi laktosa mencerna laktosa dengan lebih baik (Mattila-Sandholm *et al.*, 2002). Selain peran vitalnya dalam fermentasi produk susu, asam laktat yang dihasilkan dapat menciptakan lingkungan asam di usus yang berpotensi menghambat pertumbuhan beberapa bakteri patogen. *S. thermophilus* dapat menghasilkan beberapa vitamin B (misalnya folat) selama fermentasi, yang meningkatkan nilai gizi produk susu fermentasi (Shah, 2007).

Peran *S. thermophilus* dalam industri pangan sangat krusial, Sebagai tarter kultur yogurt, ini adalah aplikasi paling dominan dan esensial. *S. thermophilus* adalah salah satu dari dua spesies bakteri yang harus ada dalam kultur starter yogurt, memastikan fermentasi yang efisien dan menghasilkan karakteristik produk yang diinginkan (Tamime dan Robinson, 2007). *S. thermophilus* juga digunakan dalam produksi berbagai jenis keju, seperti mozzarella, swiss, dan provolone, karena kemampuannya memproduksi asam laktat dengan cepat dan toleransi terhadap suhu tinggi (Law dan Tamime, 2003)..

2.5.2 *Lactobacillus bulgaricus*

Bersama dengan *S. thermophilus*, *L. bulgaricus* adalah kultur starter wajib dalam pembuatan yogurt, bertanggung jawab atas karakteristik tekstur dan rasa asam

yang khas (Tamime dan Robinson, 2007). *L. bulgaricus* adalah bakteri Gram-positif, non-motil, berbentuk batang, dan bersifat obligat homofermentatif, artinya ia secara eksklusif memproduksi asam laktat sebagai produk utama dari fermentasi karbohidrat (Klaenhammer *et al.*, 2005). Bakteri ini optimal tumbuh pada suhu yang relatif tinggi (sekitar 40-45°C) dan dalam kondisi asam, yang membuatnya sangat cocok untuk proses fermentasi susu. Bakteri ini bersifat *acidophylic* atau memiliki kondisi yang agak asam yakni pH 5,5. Meskipun *L. bulgaricus* adalah komponen vital dalam yogurt, ia umumnya tidak dianggap sebagai bakteri probiotik transien yang mampu berkolonisasi permanen di usus manusia. Sebagian besar strain *L. bulgaricus* tidak dapat bertahan hidup di lingkungan usus yang keras (asam lambung dan garam empedu) dalam jangka panjang (Morelli dan Capurso, 2012). Namun, kehadirannya dalam produk fermentasi dan kemampuannya untuk bertahan sementara di saluran pencernaan tetap memberikan kontribusi kesehatan.

Meskipun *L. bulgaricus* mungkin tidak berkolonisasi secara permanen, ia tetap memberikan manfaat melalui beberapa mekanisme (Shah, 2007; Morelli dan Capurso, 2012). Peran utamanya adalah memfermentasi laktosa menjadi asam laktat. Asam laktat ini menyebabkan koagulasi protein susu, menghasilkan tekstur kental yogurt, dan menurunkan pH. Lingkungan asam ini menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk dan patogen dalam produk yogurt itu sendiri, serta membantu pencernaan laktosa bagi individu yang intoleran laktosa (Mattila-Sandholm *et al.*, 2002). *L. bulgaricus* membantu memecah protein susu menjadi peptida dan asam amino yang lebih kecil, sehingga meningkatkan pencernaan dan penyerapan nutrisi. Ini juga berkontribusi pada profil rasa dan aroma yogurt.

Peran utama *L. bulgaricus* terletak pada produksinya di industri makanan. Dalam pembuatan yogurt, ini adalah aplikasi paling esensial. *L. bulgaricus* bekerja secara sinergis dengan *S. thermophilus* dalam proses fermentasi yogurt. *S. thermophilus* tumbuh lebih cepat pada awalnya, menghasilkan asam format dan karbon dioksida yang merangsang pertumbuhan *L. bulgaricus*. Sebaliknya, *L. bulgaricus* memecah protein susu menjadi peptida dan asam amino yang dibutuhkan oleh *S.*

thermophilus (Tamime dan Robinson, 2007). Sebagai produsen asam laktat yang efisien, *L. bulgaricus* juga digunakan dalam produksi asam laktat secara komersial untuk berbagai keperluan industri.

2.5.3 *Lactobacillus casei*

L. casei adalah bakteri Gram-positif, non-spora, berbentuk batang, dan bersifat fakultatif anaerob (dapat tumbuh dengan atau tanpa oksigen). Bakteri ini merupakan bagian alami dari mikrobiota usus manusia dan juga ditemukan di berbagai produk susu fermentasi. Kemampuannya untuk memfermentasi laktosa dan menghasilkan asam laktat menjadikannya agen penting dalam industri makanan, khususnya dalam produksi yogurt dan keju (Shi *et al.*, 2017). Berdasarkan suhu pertumbuhannya, bakteri ini termasuk bakteri mesofil yang dapat hidup pada suhu 15-41°C dan pada pH 3,5 atau lebih, sedangkan kondisi optimum pertumbuhannya adalah pada suhu 37°C dan pH 6,8 (Mutai, 1981). Bakteri ini berbentuk batang pendek dalam koloni tunggal maupun berantai dengan ukuran panjang 1,5 - 5,0 mm dan lebar 0,6 - 0,7 mm. Menurut pangestu (2021) *L. casei* memiliki pertumbuhan optimum pada suhu 30-37°C dan pH 5,4-6,4.

L. casei berkompetisi dengan bakteri patogen (bakteri jahat) untuk nutrisi dan tempat perlekatan pada dinding usus. Dengan menempati lokasi-lokasi ini, *L. casei* secara fisik menghambat kolonisasi patogen (Shi *et al.*, 2017). Bakteri ini memproduksi asam laktat yang menurunkan pH lumen usus, menciptakan lingkungan yang tidak menguntungkan bagi sebagian besar patogen. Selain itu, beberapa strain *L. casei* menghasilkan bakteriosin, yaitu peptida antimikroba yang secara langsung dapat menghambat pertumbuhan atau membunuh bakteri pesaing (De Vuyst dan Leroy, 2007). *L. casei* berinteraksi dengan sel-sel imun di usus, khususnya *Gut-Associated Lymphoid Tissue* (GALT). Interaksi ini dapat memengaruhi produksi sitokin (protein pensinyalan imun) dan sel imun tertentu, seperti meningkatkan respons imun bawaan dan adaptif. Ini dapat berkontribusi pada peningkatan daya tahan tubuh terhadap infeksi (Resta-Lenert dan Barrett, 2003). *L. casei* dapat membantu memperkuat ikatan antar sel (tight junctions)

pada lapisan epitel usus. Hal ini mengurangi permeabilitas usus, mencegah masuknya zat berbahaya dan patogen ke dalam aliran darah, serta menjaga integritas "dinding" usus (Anderson *et al.*, 2010).

2.6 Nilai Derajat Keasaman (pH)

Nilai derajat keasaman (pH) adalah suatu satuan ukuran yang menguraikan derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan (Rachmawati *et al.*, 2009). Bakteri Asam Laktat (BAL) selama fermentasi akan memanfaatkan karbohidrat menjadi asam laktat, sehingga terjadi kecenderungan penurunan nilai pH dengan penggunaan pektin. BAL mendegradasi laktosa menjadi asam laktat, sehingga menurunkan nilai pH, nilai pH yang terukur adalah konsentrasi ion H^+ yang menunjukkan jumlah asam terdisosiasi (Zakaria *et al.*, 2013). Derajat keasaman (pH) yogurt dipengaruhi oleh jumlah asam laktat yang terbentuk selama proses inokulasi bakteri (Putro *et al.*, 2020). Penurunan nilai pH disebabkan karena adanya aktivitas dan pertumbuhan bakteri asam laktat yang mengubah laktosa menjadi asam laktat (Innocente *et al.*, 2016). Sunarlim *et al.*, (2007) menyatakan bahwa *L. bulgaricus* dapat menurunkan pH atau menaikkan keasaman begitu pula dalam mensintesa asam piruvat yang dapat merangsang pertumbuhan bakteri *Streptococcus thermophilus* sehingga nilai keasaman juga akan meningkat lebih cepat.

Penambahan starter *L. bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* pada pembuatan yogurt menyebabkan penurunan pH setelah disimpan selama 14 hari (Fatmawati *et al.*, 2013). Derajat keasaman (pH) yang sebaiknya dicapai yogurt adalah sekitar 4,5 (Widodo, 2002). Nilai pH menunjukkan derajat keasaman yogurt, nilai pH yogurt berkaitan asam yang dihasilkan (Prastujati, 2018). Farinde *et al.*, (2010) menyatakan bahwa yogurt yang baik mempunyai nilai pH berkisar 3,8-4,6. Yogurt yang difermentasi selama 48 jam memiliki pH yang lebih rendah daripada yogurt yang difermentasi selama 24 jam, hal ini dipengaruhi oleh lamanya fermentasi pada yogurt (Purnomo, 2020).

Berdasarkan hasil penelitian Setiarto *et al.*, (2017), nilai pH yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat (BAL) single selama fermentasi 24 jam memiliki nilai pH pada masing-masing bakteri yaitu 4,0 (*L. bulgaricus*), dan 4,0 (*S. thermophilus*). Hasil penelitian Pangestu *et al.*, (2021), nilai pH yang dihasilkan oleh bakteri *L. casei* 4,17-4,81.

Lambung manusia dalam keadaan istirahat (*fasting state*) merupakan lingkungan yang sangat asam dengan pH berkisar antara 1,5 hingga 3,5. Lingkungan ini berfungsi sebagai barrier kimia yang sangat efektif dan bersifat bakterisidal, yang bertujuan untuk mensterilkan makanan yang masuk dan memulai proses pencernaan protein. Mayoritas mikroorganisme tidak mampu bertahan dalam kondisi seekstrem ini. Meskipun pH lambung dapat meningkat sementara hingga di atas 4,0 setelah konsumsi makanan, pH akan kembali turun secara progresif. Oleh karena itu, kemampuan bakteri untuk bertahan pada pH di bawah 3,0 merupakan faktor kritis untuk dapat mencapai usus dalam keadaan hidup.

Lactobacillus casei strain Shirota (LcS) telah terbukti memiliki resistensi yang tinggi terhadap stres asam. Berbagai studi in vitro menunjukkan bahwa LcS mampu mempertahankan integritas membran sel dan homeostasis pH internalnya saat terpapar pada kondisi yang mensimulasikan cairan lambung (Simadibrata *et al.*, 2013). Kemampuan ini memastikan bahwa sebagian besar populasi LcS yang dikonsumsi dapat melewati lambung dalam keadaan hidup (*viable*) dan mencapai usus halus. Hal ini berkontras dengan strain bakteri asam laktat lain yang tidak diseleksi secara khusus untuk ketahanan asam, di mana terjadi penurunan populasi yang signifikan setelah melewati lambung (Ishibashi dan Yamazaki, 2001).

Perbedaan fundamental antara ketahanan LcS dan bakteri asam laktat pada umumnya terletak pada tujuan seleksi strain. *L. casei* strain Shirota merupakan strain yang secara sengaja diisolasi dan diperkuat oleh Dr. Minoru Shirota dengan tujuan utama sebagai agen probiotik. Artinya, kriteria seleksi primernya adalah kemampuan untuk bertahan hidup dalam saluran gastro intestinal manusia dan memberikan efek kesehatan. Sebaliknya, strain seperti *L. bulgaricus* dan *S.*

thermophilus dipilih berdasarkan kapabilitas teknologinya dalam fermentasi susu. Kriteria utamanya adalah kemampuan untuk menghasilkan asam laktat secara efisien, membentuk tekstur, dan menciptakan profil rasa yang diinginkan pada produk akhir seperti yogurt. Karakteristik resistensi terhadap asam dan empedu bukanlah prioritas dalam proses seleksi mereka. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa viabilitas superior dari *L. casei* strain Shirota bukan merupakan sifat umum dari genus *Lactobacillus*, melainkan atribut spesifik dari strain itu sendiri. Atribut ini merupakan hasil dari proses seleksi dan penelitian yang terarah untuk mengoptimalkan fungsinya sebagai probiotik yang efektif di dalam tubuh manusia. (Simadibrata *et al.*, 2013)

2.7 Total Asam

Nilai total asam tertitrasi pada yogurt dinyatakan dalam satuan persen (%) asam laktat yang merupakan komponen asam terbesar dari fermentasi yogurt. Total asam tertitrasi merupakan pengukuran untuk semua komponen asam baik yang terdisosiasi maupun tidak terdisosiasi (Sah *et al.*, 2016). Yogurt yang baik memiliki total asam laktat sekitar 0,85%-0,95% (Widodo, 2002). Keasaman atau jumlah asam laktat yogurt berdasarkan SNI syarat mutu yogurt berkisar antara 0,5-2,0% (SNI, 2009). Yogurt mempunyai total asam tertitrasi yang dapat diukur berdasarkan persentase total asam laktat sebesar 0,729% (Colakoglu dan Gursoy, 2011). Menurut Wahyudi (2006) menyatakan bahwa hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan kadar total asam pada pengamatan hari ke-0 sampai hari ke-15 berkisar 1,55-1,71%.

Aktivitas bakteri yang mendegradasi laktosa akan mempengaruhi total asam tertitrasi yogurt menjadi asam laktat. Laktosa susu yang diubah menjadi asam laktat sekitar 30% dan sisanya diubah dalam bentuk laktosa. Proses fermentasi susu akan mengakibatkan suasana asam, yaitu perubahan laktosa menjadi asam laktat oleh aktivitas enzim yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat (BAL) serta senyawa yang terkandung dalam susu seperti albumin, kasein sitrat, dan fosfat (Afriani, 2010). Menurut Yansyah *et al.*, (2016) asam laktat yang dihasilkan oleh BAL akan disekresikan keluar sel dan asam laktat akan terakumulasi dalam

substrat, sehingga akan meningkatkan keasaman, aktivitas BAL yang menyebabkan peningkatan total asam yang memecah laktosa dan gula-gula lain menjadi asam laktat.

Kadar asam laktat selama masa penyimpanan mengalami perubahan yang juga sebanding dengan perubahan pada jumlah mikroba dalam yogurt. Perubahan tersebut dikarenakan adanya peningkatan jumlah sel bakteri asam laktat (BAL) akan menyesuaikan produksi asam laktat (Taufik, 2004). Tingginya kadar asam laktat pada yogurt berarti menunjukkan bahwa kadar laktosa pada susu yang digunakan rendah (Prayitno, 2006). Semakin lama waktu fermentasi pada yogurt maka jumlah bakteri asam laktat (BAL) akan lebih banyak mengubah laktosa yang ada pada susu menjadi banyak asam laktat, sehingga total asam laktat yang didapat akan memiliki nilai yang tinggi (Zakaria *et al.*, 2013).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Pengujian sampel yogurt meliputi uji pH dan total asam dilakukan di Laboratorium Analisis Kimia dan Biokimia Hasil pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung, pada Februari 2024.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan untuk membuat yogurt adalah susu UHT, tepung pisang kepok komersil, dan starter yogurt komersil (*L. bulgaricus*, *S. thermophilus*, dan *L. casei*). Bahan analisis yogurt adalah larutan NaOH 0,1 N dan indikator PP 1% .

Alat untuk membuat yogurt adalah, sendok, panci, kompor, pengaduk, gelas ukur termometer, timbangan, autoklaf dan wadah kemasan. Alat analisis yogurt adalah inkubator, pipet tetes, penjepit, erlenmeyer, dan pH meter.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini disusun dengan metode Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan satu faktor tunggal yang terdiri dari lima perlakuan dan empat ulangan. Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini adalah konsentrasi *L. casei* yaitu 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10%. Setelah sampel melalui tahap pengujian, data yang diperoleh kemudian dianalisis sidik ragam (ANARA). Apabila dari hasil ANARA menunjukkan pengaruh berbeda nyata, maka analisis akan dilanjutkan

dengan uji lanjut BNT pada taraf 5%. Data perlakuan terbaik dianalisa dengan metode bintang. Formulasi pembuatan yogurt dapat diketahui pada Tabel 2.

Tabel 2. Formulasi Pembuatan Yogurt

Bahan	Formula				
	A	B	C	D	E
Susu	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml
Tepung Pisang Kepok (b/v)	10 g	10 g	10 g	10 g	10 g
<i>S.thermophilus</i> + <i>L. Bulgaricus</i> (b/v)	5%	5%	5%	5%	5%
<i>L. casei</i> (b/v)	0%	2,5%	5%	7,5%	10%

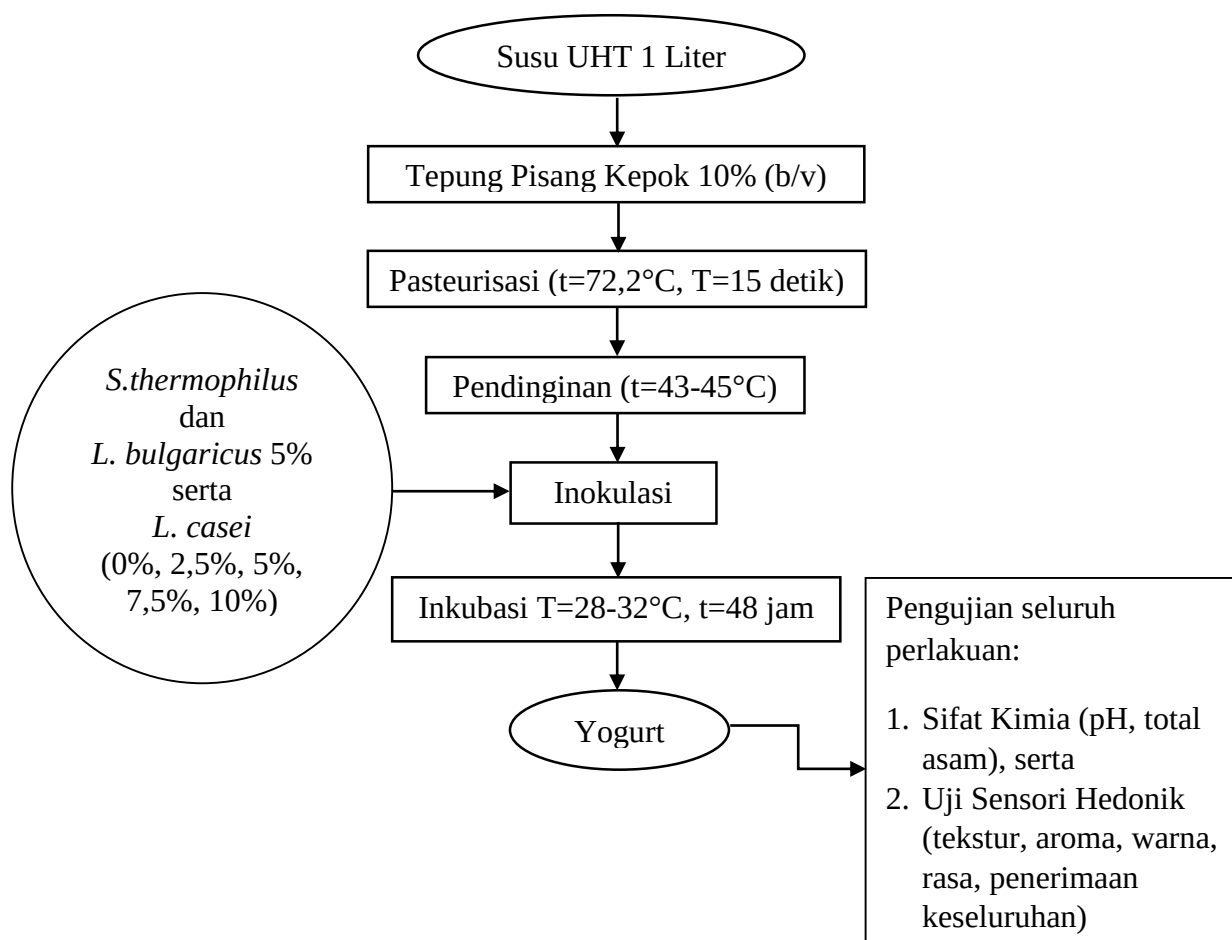
Sumber: Harisma *et.al* (2017) yang telah dimodifikasi

3.4 Pembuatan Yogurt

Susu UHT sebanyak 1 liter dicampur dengan tepung pisang kepok sebanyak 100g atau 10% kemudian diaduk hingga homogen. Kemudian susu UHT yang sudah dicampur tepung pisang kepok dipasteurisasi dengan menggunakan metode *high temperature short time* (HTST) pada suhu 72°C selama 15 detik dan diaduk beberapa kali. Setelah itu, tuangkan susu kedalam 5 wadah yang telah di sterilisasi, masing-masing sebanyak 200 ml lalu dinginkan hingga suhunya turun menjadi 43-45°C. Setelah suhunya turun tambahkan starter bakteri *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus* sebanyak 5% (b/v) dan *L. casei* 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% pada masing-masing wadah. Kemudian tutup wadah dan lapiasi wadah dengan aluminium foil, lalu susu diinkubasi pada suhu ruang 28-32°C selama 48 jam. Setelah 48 jam dilakukan pengujian terhadap total asam dan pH pada yogurt. Proses pembuatan yogurt disajikan pada Gambar 1.

3.5 Pengamatan

Parameter yang diamati pada penelitian pembuatan yogurt tepung pisang kepok dengan penambahan bakteri probiotik yaitu pengujian sifat kimia yang meliputi pH dan total asam. Selain itu, dilakukan juga pengujian sifat sensori yang meliputi tekstur, aroma, warna, rasa dan penerimaan keseluruhan.



Gambar 1. Proses pembuatan yogurt
Sumber: Harisma *et.al* (2017) yang telah dimodifikasi

3.5.1 Uji Kimia

3.5.1.1 pH

Pengukuran pH yogurt berdasarkan AOAC (1984), dengan menggunakan alat pH meter. pH meter dikalibrasi terlebih dahulu dengan menggunakan buffer pH 4 dan pH 7 sebelum digunakan untuk mengukur pH. Sampel sebanyak 10 gram ditambah dengan 50 ml aquades kemudian dihomogenkan. Nilai pH diukur dengan menempatkan elektroda pada sampel dan nilai pH sampel akan terbaca pada layar.

3.5.1.2 Total Asam Laktat

Pengujian keasaman dilakukan dengan menghitung jumlah asam laktat menggunakan metode titrasi berdasarkan SNI Yogurt (2009) yaitu menggunakan larutan NaOH 0,1 N, dan indikator phenolphthalein (PP) 1% . Cara yang dilakukan dengan menimbang sampel yogurt sebanyak 20 ml, kemudian memasukkannya kedalam Erlenmeyer, kemudian melarutkan sampel kedalam CO₂ sebanyak 2 kali volume, setelah itu menambahkan 2 ml indikator PP 1%, lalu mentitrasi dengan larutan NaOH 0,1 N sampai terbentuk warna merah muda, kemudian hitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Total Asam (\%)} = \frac{V \times N \times 90}{W} \times 100\%$$

Keterangan:

V = Volume NaOH (ml)

N = Normalitas NaOH 0,1 N

W = Bobot sampel (mg)

3.5.2 Uji Sensori

Yogurt yang dibuat sebanyak lima botol yang masing-masing botol terdiri dari 600 ml dengan lima perlakuan. Pengamatan terhadap tekstur, aroma, warna, rasa dan penerimaan keseluruhan menggunakan uji hedonik. Persiapan panel, sampel penyajian dan pengujian diuraikan sebagai berikut.

Persiapan Panelis

Panel untuk uji hedonik dilakukan oleh panelis tidak terlatih sebanyak 30 panelis. Sebelum melakukan pengujian, panelis diberikan arahan mengenai mekanisme pengujian untuk membandingkan dan memberikan penilaian terhadap tekstur, aroma, warna, rasa dan penerimaan keseluruhan pada sampel dengan memberi nilai berdasarkan tingkat kesukaannya atau dengan penilaian yang subyektif.

Persiapan Sampel

Sampel yogurt sebanyak 5 ml dimasukkan ke dalam thinwall sauce cup kemudian diberikan kode tiga angka acak. Data yang diperoleh selanjutnya dilakukan uji ANARA dan uji lanjut BNT taraf 5% untuk mendapat perlakuan terbaik. Contoh kuisioner disajikan pada Gambar 2.

Gambar 2. Kuisioner Uji Hedonik

LEMBAR PENILAIAN PANELIS					
Tanggal Uji : Nama : Nama Produk : Yogurt TTD :					
Petunjuk Uji Hedonik: Seluruh analisa dilakukan penilaian 1-5 dengan keterangan, 1=Sangat tidak suka, 2=Tidak suka, 3=Netral, 4=Suka, 5=Sangat Suka.					
Sampel	Uji Hedonik				
	Tekstur	Aroma	Warna	Rasa	Penerimaan Keseluruhan
501					
334					
250					
474					
100					

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan tujuan dari penelitian, hasil penelitian menghasilkan dua kesimpulan yaitu:

1. Konsentrasi *L. casei* mempengaruhi pH, total asam dan sifat sensori yogurt tepung pisang kepok. pH dan total asam yogurt tepung pisang kepok dengan penambahan *L. casei* cenderung menghasilkan pH yang lebih rendah serta total asam yang tinggi sesuai dengan syarat SNI. Selain itu yogurt tepung pisang kepok dengan penambahan konsentrasi *L. casei* cenderung menghasilkan skor kesukaan sensori hedonik yang lebih tinggi daripada tanpa penambahan konsentrasi *L. Casei*.
2. Perlakuan terbaik terdapat pada yogurt tepung pisang kepok perlakuan P3 (Konsentrasi *L. casei* 7,5%), menghasilkan yogurt tepung pisang kepok dengan nilai pH 4,16 dan total asam 1,06 yang sesuai dengan syarat SNI serta memperoleh skor rata-rata tertinggi terhadap uji sensori hedonik dengan rincian skor rata-rata tekstur: 3,76; aroma: 3,48; warna: 3,83; rasa: 3,03 dan penerimaan keseluruhan: 3,53.

5.2 Saran

Sebaiknya penggunaan bahan tambahan pada produk yogurt seperti tepung pisang kepok tidak lebih dari 10%

DAFTAR PUSTAKA

- Adriani, L. 2005. *Bakteri probiotik sebagai starter dan implikasi efeknya terhadap karakteristik yogurt, Ekosistem Saluran Pencernaan dan Biokimia Darah Mencit*. Disertasi Program Pasca Sarjana. Bandung: Universitas Padjajaran. 21.
- Adriani, L., N. Indrayati, U. H. Tanuwiria, dan N. Mayasari. 2008. Aktivitas *Lactobacillus acidophilus* dan *Bifidobacterium* terhadap karaktersitik yogurt dan penghambatannya pada *Helicobacter pylori*. *Bionatura*, 10(2): 218-406.
- Adrianto, R., D. Wiraputra, M. D Jyoti, dan A. Z Andaningrum. 2020. Total bakteri asam laktat, total asam, nilai pH, sineresis, total padatan terlarut dan sifat organoleptik yogurt metode *back slooping*. *Jurnal Agritechno*, 13(2): 105-111.
- Al Faridhi, K. K., A. T. Lunggani dan E. Kusdiyantini. 2013. Penambahan filtrat tepung umbi dahlia (*Dahlia variabilis Willd.*) sebagai prebiotik dalam pembuatan yogurt sinbiotik. *Bioma*, 15(2): 64-72.
- Andarilla W., R. Sari, dan P. Aprimayanti. 2018. Optimasi aktivitas bakteriosin yang dihasilkan oleh *Lactobacillus casei* dari sotong kering. *Jurnal Pendidikan Informatika dan Sains*, 7(2):187-196.
- Anderson, R. C., Cookson, A. L., McNabb, W. C., Park, Z. Y., McCann, M. J., Kelly, D., dan Roy, N. C. 2010. *Humoral immune response to a probiotic Lactobacillus plantarum strain in Balb/c mice. FEMS Microbiology Letters*, 307(1), 53-58.
- Ashraf, R., dan Shah, N. P. 2011. International Journal of Food Microbiology Selective and differential enumerations of *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* and *Bifidobacterium sp.* in yogurt. A review. *International Journal of Food Microbiology*, 149(3): 194-208.
- Badan Standardisasi Nasional. 2009. SNI 2981:2009. *Yogurt*. Jakarta: BSN.
- Buckle K.A., R.A. Edward, W.R. Day, G.H. Fleet dan, M. Wootton. 2010. *Ilmu Pangan*. Jakarta: Universitas Indonesia Press. 55-57

- Charteris, W. P., Kelly, P. M., Morelli, L., & Collins, J. K. 1998. Development and application of an in vitro methodology to determine the transit tolerance of potentially probiotic *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* species in the upper human gastrointestinal tract. *Journal of Applied Microbiology*, 84(5), 759–768.
- Cikita, R. C., Y. Petrika, dan E. Waliyo. 2021. Pengaruh tepung pisang kepok (*Musa paradisiaca*) yang ditambahkan pada makanan anak stunting terhadap penurunan bakteri *E. coli*. *Pontianak Nutrition Journal*, 4(2): 100-104.
- De Vuyst, L., dan Leroy, F. 2007. Bacteriocins from lactic acid bacteria: production, purification, and food applications. *Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology*, 12(3-4), 187-200.
- Duncan, S.H., and H.J. Flint. 2013. Probiotics and prebiotics and health in ageing populations. *Maturitas Journal*, 75(1): 44-50.
- Doron, S., dan Gorbach, S. L. 2006. Probiotics: mechanisms of action and clinical applications. *Infectious Disease Clinics of North America*, 20(2), 275-292.
- El-Abbassy, M.Z. dan Sitohy, M. 1993. Metabolic interaction between *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus* in single and mixed starter yogurt. *Food / Nahrung*, 37(1): 53-58.
- FAO/WHO. 2002. *Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food*. London: Report of a Joint FAO/WHO Working Group on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. 24.
- Farinde, E. O. 2010. Physical and microbial properties of fruit flavoured fermented cowmilk and soy milk (yogurt-like) under different temperature of storage. *African Journal of Food Science and Technology*, 1(5): 120-127.
- Farrow, J.A., and Collins, M.D. 1984. DNA base composition, DNA-DNA homology and long-chain fatty acid studies on *Streptococcus thermophilus* and *Streptococcus salivarius*." *J. Gen. Microbiol*, 130(1): 357-362.
- Fatmawati, Umi., F.I. Prasetyo, T.A.M. Supia, dan A.N. Utami. 2013. Karakteristik yogurt yang terbuat dari berbagai jenis susu dengan penambahan kultur campuran *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. *Bioedukasi*, 6(2):1-9.
- Fuentes-Zaragoza, E., Riquelme-Navarro, R., Sanchez-Zapata, E., Perez-Alvarez, J. A., dan Fernandez-Lopez, J. 2010. Resistant starch from banana flour as a functional ingredient: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50(8), 701-713.

- Gusnadi, B., Ananda, C., Aulia, N., dan Advinda, L. 2022. *Pengaruh penambahan ekstrak belimbing dalam pembuatan yogurt dengan uji organoleptik*. Prosiding Semnas Bio. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah. 35-38
- Gibson, G. R., Hutkins, R. W., Sanders, M. E., Prescott, S. L., Reimer, R. A., Salminen, S. J., dan Reid, G. 2017. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology dan Hepatology*, 14(8), 491-502.
- Hardisari, R. dan N. Amaliawati. 2016. Manfaat prebiotik tepung pisang kepok (*Musa paradisiaca formatypica*) terhadap pertumbuhan probiotik *Lactobacillus casei* secara in vitro. *Jurnal Teknologi Laboratorium*, 5(2): 64-67.
- Harismah, K., S. 'Azizah, M. Sarisdiyanti, R. N. Fauziyah. 2017. Pembuatan yogurt susu sapi dengan pemanis stevia sebagai sumber kalsium untuk mencegah osteoporosis. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*, 1(1): 29-34
- Hariyanti, M. D., Y.B. Pranomo., dan S. Mulyani. 2013. Total asam, viskositas, dan kesukaan pada yogurt drink dengan sari buah mangga (*Mangifera indica*) sebagai perisa alami. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(2): 104-107.
- Hasruddin dan R. Husna. 2014. *Mini Riset Mikrobiologi Terapan*. Yogyakarta: Graha Ilmu. 58.
- Hassan, A., dan Amjad, I. 2010. Nutritional evaluation of yogurt prepared by different starter cultures and their physiochemical analysis during storage, *Nutrition*, 9(20): 2913-2917.
- Hendarto, D. R., A. P. Handayani, E. Esterelita, dan Y. A. Handoko. 2019. Mekanisme biokimiawi dan optimalisasi *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* dalam pengolahan yogurt yang berkualitas. *Jurnal Sains Dasar*, 8(1): 13-19.
- Herdayanto, S. P., F. L Rara, Abharina, dan N. Refidinal. 2020. Pengaruh penambahan bakteri *Lactobacillus casei* dan bakteri *Zymomonas mobilis* terhadap aktivitas antioksidan pada yogurt. *Akta Kimindo*, 5(1): 22-32.
- Ide, P. 2008. *Health Secret of Kefir*. Yogyakarta: Elex Media Komputindo. 32.
- Ishibashi, N., & Yamazaki, S. (2001). Probiotics and safety. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 73(2), 465–470.
- Jannah, A. M., A. M. Legowo, Y. B. Pramono, dan A. N. Al-barari. 2014. Total bakteri asam laktat, pH, keasaman, citarasa dan kesukaan yogurt drink

dengan penggunaan ekstrak buah belimbing. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 3(1): 7-11.

- Klaenhammer, T. R., Altermann, B., Caparon, E., Azcarate-Peril, A., Cano, L., dan Hymes, R. B. 2005. Discovering the genetic basis of probiotic functionality. *Nature Reviews Microbiology*, 3(8), 643-652.
- Krisdianto, B. C. 2019. Pengaruh penambahan bakteri *Lactobacillus casei* dan *Zymomonas mobilis* terhadap kandungan nutrisi (glukosa, protein, dan lemak) yogurt. Surabaya: ITS Press. 44.
- Law, B. A., & Tamime, A. Y. 2003. *Technology of Cheese-Making*. Blackwell Science. 20.
- Mahdian, E., dan Tehrani, M. 2007. Evaluation the effect of milk total solids on the relationship between growth and activity of starter cultures and quality of concentrated yogurt. *Journal Agric. and Environ. Sci*, 2(5): 587-592.
- Mattila-Sandholm, T., Myllärinen, P., Crittenden, R., Mogensen, G., Fondén, R., dan Saarela, M. 2000. Technological challenges for new probiotic applications. *International Dairy Journal*, 12(2-3), 173-182.
- Moeenfar, M and M.M. Tehrani. 2008. Effect of some stabilizer on the physicochemical and sensory properties of ice cream type frozen yogurt. *Journal Agric. and Environ. Sci*, 4(5): 584-589.
- Morelli, L., dan Capurso, L. 2012. Probiotics and prebiotics in irritable bowel syndrome. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 46(Suppl), S134-S140.
- Nurjannah, L., Suryani, Achmadi, S. S., dan Azhari, A. 2017. Produksi Asam Laktat oleh *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* dengan Sumber Karbon Tetes Tebu. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 9(1): 33-36.
- Nurdyansyah, F. dan Umar H, A, H. 2018. Optimasi Fermentasi Asam Laktat Oleh *Lactobacillus Casei* pada media fermentasi yang disubstitusi Tepung Kulit Pisang. *Journal of Biology*, 11(1): 64-71.
- Oberman, H. 1985. *Fermented Milk, Microbiology of Fermented Foods*. London: Elsevier Applied Science Publisher. 59.
- Pangestu, A.D., Kurniawan, dan Supriyadi. 2021. Pengaruh variasi suhu dan lama penyimpanan terhadap viabilitas bakteri asam laktat (BAL) dan nilai pH yogurt. *Borneo Journal of Medical Laboratory Technology*, 3(2): 231-236.
- Praja, P. R. 2010. *Pati Resisten dan Sifat Fungsional Tepung Pisang Tanduk (Musa paradisiaca formatypica) yang Dimodifikasi Melalui Fermentasi*

Bakteri Asam Laktat dan Pemanasan Autoklaf. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 33.

- Prayitno. 2006. Kadar asam laktat dan laktosa yogurt hasil fermentasi menggunakan berbagai rasio jumlah sel bakteri dan persentase starter. *Journal Animal Production*, 8(2): 131-136.
- Pratiwi, W. M., Firda N., Jelita Z. A., Ghea D. S., dan Ismi N. K. 2020. Sensory evaluation of yogurt in various sugar concentration. *Food ScienTech Journal*, 2(1): 11-14.
- Purkan, Laila, N. N., dan Sumarsih S. 2017. *Lactobacillus Bulgaricus* sebagai probiotik guna peningkatan kualitas ampas tahu untuk pakan cacing tanah. *Jurnal Kimia Riset*, 2(1): 1-9.
- Purnomo, D. 2020. Uji aktivitas antibakteri minuman yogurt dengan starter *Lactobacillus casei* terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Mahasiswa Farmasi Fakultas Kedokteran UNTAN*, 4(1): 18-20.
- Putro, H. S., F. L. Rara, Abharina, dan N. Refdinal. 2020. Pengaruh penambahan bakteri *Lactobacillus casei* dan bakteri *Zymomonas mobilis* terhadap aktivitas antioksidan pada yogurt. *Akta Kimia Indonesia*, 5(1): 22-32.
- Qinglong Wu, Nagendra P. Shah. 2016. *The potential of species-specific tagatose-6-phosphate (T6P) pathway in Lactobacillus casei group for galactose reduction in fermented dairy foods*. Food and Nutritional Science. Hong Kong: The University of Hong Kong. 27.
- Rahmiati dan M. Mumpuni. 2017. Eksplorasi bakteri asam laktat kandidat probiotik dan potensinya dalam menghambat bakteri patogen. *Elkwanie*, 3(2): 141-150.
- Resta-Lenert, A., dan Barrett, K. E. 2003. Probiotics and commensals: broadening the scope of mucosal immunology. *Gastroenterology*, 124(3), 856-869.
- Roberfroid, M. B. 2007. Inulin-Type Fructans: Functional Food Ingredients. *The Journal of Nutrition*, 137(11): 2493-2502.
- Rusmiati, D., Sulistyaningsih, T. Milanda, dan S.A.F. Kusuma. 2008. *Penyuluhan pentingnya konsumsi yogurt dan metode pembuatannya dengan cara sederhana dalam rangka peningkatan derajat kesehatan*. Laporan Akhir Pengabdian Masyarakat. Bandung: Universitas Padjajaran. 29.
- Sah, B.N.P., T. Vasiljevik, S. McKenchnie and O.N. Donkron. 2016. Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt

fortified with fibre rich pineapple peel powder during refrigerated storage. *LWT Food Science and Technology*, 65: 978-986.

SCFAs (Short-Chain Fatty Acids). 2017. The Role of Short-Chain Fatty Acids in Gut Health and Beyond. *Gastroenterology dan Hepatology*, 13(10), 629-637.

Setiarto, R.H.B., N. Widhyastuti, N.A. Rikmawati. 2017. Optimasi konsentrasi fruktooligosakarida untuk meningkatkan pertumbuhan bakteri asam laktat starter yogurt. *Jurnal Veteriner*, 18(3): 428-440.

Shah, N. P. 2007. Functional cultures and health benefits. *International Dairy Journal*, 17(11), 1262-1277.

Shi, L. H., Shi, Z. T., dan Tong, J. H. 2017. Probiotics and intestinal health. *Gastroenterology Report*, 5(2), 85-92.

Simadibrata, M., Ndraha, S., Tedjasaputra, R., & Syam, A. F. (2013). The effect of *Lactobacillus casei* strain Shirota-fermented milk on the risks of diarrhea and constipation in healthy adults. *Indonesian Journal of Gastroenterology, Hepatology, and Digestive Endoscopy*, 14(2), 81-86.

Soeharsono, D. 2010. *Probiotik*. Bandung: Widya Padjadjaran Press. 135.

Sunarlim, R., H. Setiyanto, dan M. Poeloengan, 2007. Pengaruh kombinasi starter bakteri *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus plantarum* terhadap sifat mutu susu fermentasi. *Seminar nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*, 270-278.

Sunaryanto, R., E. Martius dan B. Marwoto. 2014. Uji kemampuan *Lactobacillus casei* sebagai agensia probiotik. *Bioteknologi dan Biosains Indonesia*, 1(1): 9-14.

Surono, I.S. 2004. *Probiotik: Susu Fermentasi dan Kesehatan*. Jakarta: PT. Tri Cipta Karya. 56.

Suprihana. 2012. Pengaruh lama penundaan dan suhu inkubasi terhadap sifat fisik dan kimia yogurt dari susu sapi kadaluarsa. *Agrika*, 6: 94-102.

Susilorini, T. E. dan M. E. Sawitri. 2007. *Produk olahan susu*. Jakarta: Penebar Swadaya. 49.

Taufik, E. 2004. Dadih susu sapi hasil fermentasi berbagai starter bakteri probiotik yang disimpan pada suhu rendah: karakteristik kimiawi. *Media Peternakan*, 27(3): 88-100.

- Triyono, A. 2010. *Mempelajari Pengaruh Maltodekstrin dan Susu Skim terhadap Karakteristik Yogurt Kacang Hijau*. Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna. Teknik Kimia. Semarang: Universitas Diponegoro. 22.
- Umam M. F., R. Utami , dan E. Widowati. 2012. Kajian karakteristik minuman sinbiotik pisang kepok (*musa paradisiacal forma typical*) dengan menggunakan strater *lactobacillus acidophilus* ifo 13951 dan *bifidobacterium longum* atcc 15707. *Jurnal Teknosains Pangan*, 1(1): 11-12.
- Utami, C. R. 2018. Karakteristik minuman probiotik fermentasi *lactobacillus casei* dari buah salak. *Jurnal Teknologi Pangan*, 9(1): 1-9.
- Varady, K. A., dan Jones, P. J. H. 2005. Combination diet and exercise interventions for the treatment of dyslipidemia: An effective preliminary strategy to lower cholesterol levels *Journal of Nutrition*, 135(8), 1829-1835.
- Wahyudi, M. 2006. Proses pembuatan dan analisis mutu yogurt. *Jurnal Buletin Teknik Pertanian*, 11(1): 7-10.
- Widodo, W. 2002. *Bioteknologi fermentasi susu*. Pusat Pengembangan Bioteknologi. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang. 30-31.
- Yan, F., dan Polk, D. B. 2020. Probiotics and immune health. *Seminars in Immunopathology*, 42(1), 115-126.
- Yansyah, N. dan E. Rossi. 2016. Evaluasi jumlah BAL dan mutu sensori dari yogurt yang difermentasi dengan isolat *Lactobacillus plantarum* 1 . *Doctoral dissertation*. Riau University. Riau.38.
- Yustendi, D., S. Wardani, dan M. Mulyadi. 2021. Pengaruh lama penyimpanan yogurt susu kambing dengan penambahan bakteri *Streptococcus thermophilus* dan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* terhadap ph, protein dan bakteri asam laktat. *Jurnal Agriflora*, 5(1):47-51.
- Zakaria, Y., Y. Yurliasni, M. Delima, dan E. Diana. 2013. Analisa keasaman dan total bakteri asam laktat yogurt akibat bahan baku dan persentase *Lactobacillus casei* yang berbeda. *Jurnal Agripet*, 13(2): 31-35.
- Zhang, Y., Li, S., Wang, T., Zhang, P., Ma, X., Qu, Y., dan Gao, D. 2021. Nutritional composition and health benefits of bananas: a review. *Food Science and Human Wellness*, 10(3), 295-305.
- Zheng, J., Wittouck, S., Salvetti, E., Franz, C.M.A.P., Harris, H.M.B., Mattarelli, P., O'Toole, P.W., Pot, B., Vandamme, P., Walter, J., Watanabe, K., Wuyts, S., Felis, G.E., Gänzle, M.G., and Lebeer, S. 2020. A taxonomic note on the genus description of 23 novel genera, emended description of

the genus *Lactobacillus* Beijerinck 1901, and union of Lactobacillaceae and Leuconostocaceae. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol*, 70(4): 2782-2858.

Zulaikhah, S.R., dan R. Fitria. 2020. Total asam, viskositas dan kesukaan yogurt buah pisang ambon (*Musa paradisiaca*). *Jurnal Sains Peternakan*, 8(2): 77-83.