

**PENGARUH KONSENTRASI SARI KACANG HIJAU (*Vigna radiata L.*)
DAN SUSU SAPI TERHADAP KUALITAS YOGHURT NABATI**

SKRIPSI

Oleh:
MUHAMMAD ABDULLAH SYADIID
NIM. 200603110128



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

**PENGARUH KONSENTRASI SARI KACANG HIJAU (*Vigna radiata L.*)
DAN SUSU SAPI TERHADAP KUALITAS YOGHURT NABATI**

SKRIPSI

Oleh:
MUHAMMAD ABDULLAH SYADIID
NIM. 200603110128

Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

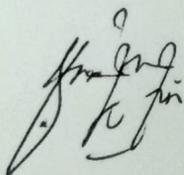
**PENGARUH KONSENTRASI SARI KACANG HIJAU (*Vigna radiata L.*)
DAN SUSU SAPI TERHADAP KUALITAS YOGHURT NABATI**

SKRIPSI

Oleh:
MUHAMMAD ABDULLAH SYADIID
NIM. 200603110128

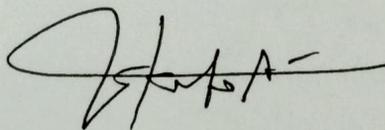
Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 10 Desember 2024

Pembimbing I



Dr. Anik Maunatin, M.P
NIP. 19760105 202321 2 012

Pembimbing II



Dr. Tri Kustono Adi, M.Sc
NIP. 19710311 200312 1 002

**Mengetahui,
Ketua Program Studi Kimia**



Rahmawati Ningsih, M.Si
NIP. 19810811 200801 2 010

**PENGARUH KONSENTRASI SARI KACANG HIJAU (*Vigna radiata L.*)
DAN SUSU SAPI TERHADAP KUALITAS YOGHURT NABATI**

SKRIPSI

Oleh:
MUHAMMAD ABDULLAH SYADIID
NIM. 200603110128

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 10 Desember 2024

Penguji Utama : Dr. Akyunul Jannah, M.P.
NIP. 19750410 200501 2 009

(.....)

Anggota Penguji I : Lulu'atul Hamidatu Ulya, M.Sc.
NIP. 19900906 202321 2 033

(.....)

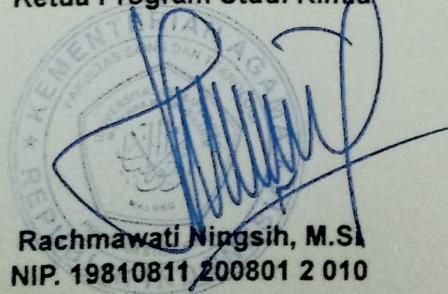
Anggota Penguji II : Dr. Anik Ma'unatin, S.T., M.P.
NIP. 19760105 202321 2 012

(.....)

Anggota Penguji III : Dr. Tri Kustono Adi, M.Sc.
NIP. 19710311 200312 1 002

(.....)

Mengetahui,
Ketua Program Studi Kimia


Rachmawati Ningsih, M.Si
NIP. 19810811 200801 2 010

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Abdullah Syadiid
NIM : 200603110128
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Pengaruh Konsentrasi Sari Kacang Hijau dan Susu Sapi terhadap Kualitas Yoghurt Nabati

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan, dan pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar Pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 23 Desember 2024
Yang membuat pernyataan,



Muhammad Abdullah Syadiid
NIM. 200603110128

HALAMAN PERSEMBAHAN

Keheningan malam menyaksikan kelahiran karya ini, dari abu pemikiran yang tak pernah padam. Perjalanan intelektual tanpa tujuan, hanya dengan satu misi: mencari kebenaran ilmiah. Karya ini adalah bayangan dari keraguan, kesabaran, dan ketekunan yang tak terlihat. Labirin pengetahuan membuka pintu bagi kebenaran yang tak pernah usai. Kebenaran yang membentuk, mengubah, dan membebaskan. Karya ini adalah perwujudan dari perjuangan intelektual, perjuangan untuk memahami dan mengeksplorasi pengaruh konsentrasi sari kacang hijau dan susu sapi terhadap kualitas yoghurt nabati.

Pertanyaan tanpa jawaban, teka-teki tanpa solusi. Namun, di dalam ketidakpastian itu, terdapat kebebasan untuk berpikir, kebebasan untuk mencari, dan kebebasan untuk menemukan. Karya ini adalah wujud dari kebebasan tersebut. Kegelapan malam menyala seperti bintang di langit tak terbatas. Karya ini adalah sumber inspirasi bagi mereka yang mencari kebenaran, kebijaksanaan, dan pengetahuan tentang potensi kacang hijau dan susu sapi dalam menciptakan yoghurt nabati berkualitas.

Perjalanan panjang ini tidak pernah usai. Karya ini menjadi saksi bisu perjuangan intelektual, kesabaran, dan ketekunan. Semoga karya ini membangkitkan rasa ingin tahu dan menumbuhkan semangat untuk terus menjelajahi. Karya ini adalah perwujudan dari kebenaran ilmiah yang tak pernah berhenti menantang, untuk waktu yang tak pernah menunggu, dan untuk impian yang tak pernah mati.

MOTTO

Berusahalah dalam kehidupan ini
Supaya tidak menyesal pada kehidupan berikutnya

Abdu

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur alhamdulillah penulis haturkan kehadiran Allah Swt. yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Malang sekaligus menyelesaikan tugas akhir/skripsi ini dengan baik.

Selanjutnya penulis haturkan ucapan terima kasih seiring do'a dan harapan kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini. Ucapan terima kasih ini saya sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A selaku Rektor Universitas Islam Negeri Mulana Malik Ibrahim Malang
2. Prof. Dr. Hj. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Rachmawati Ningsih, M.Si selaku Ketua Prodi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Anik Ma'unatin, M.P dan Dr. Tri Kustono Adi, M.Sc selaku dosen pembimbing skripsi, yang telah banyak memberikan pengarahan dan pengalaman yang berharga.
5. Lulu'atul Hamidatu Ulya, M.Sc selaku dosen wali yang memberikan motivasi kepada penulis untuk selalu berusaha dan berdoa dalam menyelesaikan pendidikan ini.
6. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik berupa materil maupun moril.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan penulis berharap semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat kepada para pembaca khususnya bagi penulis secara pribadi.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 23 Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	v
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ix
MOTTO.....	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
ABSTRAK.....	xxiii
ABSTRACT.....	xxv
المخلص.....	xxvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 Yoghurt	5
2.2 Kacang Hijau	7
2.3 Susu Sapi	10
2.4 Fermentasi	11
2.5 Bakteri Asam Laktat.....	13
2.6 Metode Titimetri	15
BAB III METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan	17
3.2.1 Alat	17
3.2.2 Bahan.....	17
3.3 Rancangan Penelitian.....	17
3.4 Tahapan Penelitian	17
3.4.1 Pembuatan Susu Kacang Hijau	17
3.4.2 Pembuatan Yoghurt	18
3.5 Analisis Kualitas Yoghurt.....	18
3.5.1 Pembuatan Media <i>deMann Rogosa Sharpe Agar</i> (MRSA)	18
3.5.2 Uji Total Bakteri Asam Laktat	18
3.5.3 Uji pH	19
3.5.4 Uji Total Asam.....	19
3.5.5 Analisis Organoleptik.....	19
3.6 Analisis Data.....	20
BAB IV PEMBAHASAN	21
4.1 Pembuatan Sari Kacang Hijau.....	21
4.2 Pembuatan Yoghurt Kacang Hijau	21
4.3 Analisis Kualitas Yoghurt.....	22
4.3.1 Total Bakteri Asam Laktat (BAL)	22
4.3.2 Nilai pH.....	23
4.3.3 Total Asam Titrasi.....	25

4.3.4 Organoleptik	26
BAB V PENUTUP.....	31
5.1 Kesimpulan.....	31
5.2 Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pertumbuhan Kebutuhan Yoghurt	5
Tabel 2. 2 Standart SNI Yoghurt	6
Tabel 2. 3 Komposisi Gizi Kacang Hijau per 100 Gram	9
Tabel 2. 4 Kandungan Asam Amino Kacang Hijau	10

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kacang Hijau	7
Gambar 2. 2 Metabolisme Bakteri Asam Laktat.....	15
Gambar 4. 1 Yoghurt Kacang Hijau	22
Gambar 4. 2 Rata-rata Nilai Total BAL	22
Gambar 4. 3 Rata-rata Nilai pH	24
Gambar 4. 4 Rata-rata Nilai Total Asam	25
Gambar 4. 5 Nilai Organoleptik	26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Penelitian	37
Lampiran 2. Skema Kerja Penelitian	38
Lampiran 3. Perhitungan	40
Lampiran 4. Data Hasil	46
Lampiran 5. Formulir Organoleptik.....	50
Lampiran 6. Data Anova	51
Lampiran 7. Dokumentasi	52

ABSTRAK

Syadiid, M. A. 2024. **Pengaruh Konsentrasi Sari Kacang Hijau (*Vigna radiata L.*) dan Susu Sapi Terhadap Kualitas Yoghurt Nabati**. Skripsi. Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Dr. Anik Maunatin, S.T., M.P; Pembimbing II: Dr. Tri Kustono Adi, M.Sc.

Kata Kunci: yoghurt nabati, kacang hijau, susu sapi, fermentasi, dan bakteri asam laktat

Yoghurt merupakan minuman probiotik yang populer di kalangan masyarakat karena manfaat kesehatannya yang beragam. Kacang hijau dikenal sebagai bahan nabati yang kaya protein dan nutrisi lainnya, sehingga memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi yoghurt nabati yang sehat dan bergizi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi sari kacang hijau dan susu sapi terhadap kualitas yoghurt nabati. Pembuatan yoghurt nabati dilakukan dengan memfermentasi campuran sari kacang hijau dengan susu sapi pada perbandingan tertentu. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang memvariasikan konsentrasi kacang hijau dan susu sapi, yakni 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, dan 0:100 (%). Fermentasi yoghurt dilakukan selama 18 jam. Kualitas yoghurt kacang hijau ditinjau melalui total bakteri asam laktat, pH, total asam, dan organoleptik. Hasil yoghurt kacang hijau dianalisis total bakteri asam laktat (BAL), uji pH, total asam, dan analisis organoleptik. Hasil terbaik uji total BAL pada perbandingan sari kacang hijau : susu sapi (70 : 30 %) yaitu $6,0 \times 10^7$ CFU/g, uji pH pada perbandingan sari kacang hijau : susu sapi (100 : 0 %) yaitu 4,3, uji total asam terbaik pada perlakuan sari kacang hijau : susu sapi (60 : 40 %) yaitu 0,33%, Hasil terbaik pada uji organoleptik terhadap rasa dan tekstur yaitu pada perbandingan sari kacang hijau : susu sapi (60 : 40 %), sedangkan aroma pada perlakuan perbandingan sari kacang hijau : susu sapi (70 : 30 %) dan warna yaitu pada perlakuan perbandingan sari kacang hijau : susu sapi (100 : 0 %). Hasil terbaik keseluruhan adalah perbandingan sari kacang hijau : susu sapi (60 : 40 %).

ABSTRACT

Syadiid, M. A. 2024. **The Effect of the Concentration of Green Bean Extract (*Vigna radiata L.*) and Cow's Milk on the Quality of Plant-based Yoghurt**. Thesis. Chemistry Study Program, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Supervisor I: Dr. Anik Maunatin, S.T., M.P.; Supervisor II: Dr. Tri Kustono Adi, M.Sc.

Key Word: plant-based yoghurt, green beans, cow's milk, fermented, and lactic acid bacteria

Yoghurt is a probiotic drink that is popular among the society because of its diverse health benefits. Green beans are known as a plant-based ingredient rich in protein and other nutrients, so they have the potential to be developed into a healthy and nutritious plant-based yoghurt. This study aims to determine the effect of the concentration of green bean extract and cow's milk on the quality of plant-based yoghurt. Making plant-based yoghurt is done by fermenting a mixture of green bean extract with cow's milk at a certain ratio. This study used the Complete Randoised Design (CRD) method, which varied the concentration of green beans and cow's milk, namely 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, and 0:100 (%). The fermentation of yoghurt is carried out for 18 hours. The quality of green bean yoghurt is reviewed through total lactic acid bacteria, pH, total acid, and organoleptic. The green bean yoghurt was analyzed for total lactic acid bacteria (LAB), pH, total acid, and organoleptic properties. The highest total LAB was found in the treatment with a green bean extract to cow's milk ratio of 70:30%, reaching 6.0×10^7 CFU/g. The lowest pH was observed in the treatment with a 100:0% ratio of green bean extract to cow's milk, with a value of 4.3. The highest total acid was found in the treatment with a 60:40% ratio, at 0.33%. The best results for taste and texture in the organoleptic test were observed in the 60:40% ratio treatment, while the best aroma was in the 70:30% ratio treatment and the best color was in the 100:0% ratio treatment. The best treatment was the 60:40% ratio of green bean extract to cow's milk.

الملخص

شديد، م. ع. 2024. تأثير الفاصوليا الخضراء (*Vigna radiata L.*) وتركيز حليب البقر على جودة اللبن النباتي. أطروحة. قسم الكيمياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف الأول: الدكتور أنيك معوناتين، ماجستير في العلوم والتكنولوجيا؛ المشرف الثاني: الدكتور تري كوستونو عدي، ماجستير في العلوم.

الكلمات المفتاحية: اللبن الزبادي النباتي، واللبن النباتي، وحليب البقر، والتخمير، وبكتيريا حمض اللاكتيك

الزبادي هو مشروب البروبيوتيك الذي يحظى بشعبية كبيرة بين الجمهور بسبب فوائده الصحية المختلفة. تُعرف حبوب الفاصوليا بأنها مكون نباتي غني بالبروتين والمواد المغذية الأخرى، لذا يمكن تطويرها إلى زبادي نباتي صحي ومغذٍ. تهدف هذه الدراسة إلى تحديد تأثير تركيز عصير الفاصوليا وحليب البقر على جودة الزبادي النباتي. يُصنع الزبادي النباتي عن طريق تخمير خليط من عصير الفاصوليا النباتية مع حليب البقر بنسبة معينة. استخدمت في هذه الدراسة طريقة التصميم العشوائي الكامل (CRD) التي تنوعت فيها تركيبات حبوب الفاصوليا وحليب البقر، وهي 100:0، و90:10، و80:20، و70:30، و60:40، و0:100 (%). تم تخمير الزبادي لمدة 18 ساعة. تم تقييم جودة زبادي الفاصوليا من خلال بكتيريا حمض اللاكتيك الكلية ودرجة الحموضة والحمض الكلي والحمض العضوي. تم تحليل نتائج لبن زبادي الفاصوليا من خلال اختبار بكتيريا حمض اللاكتيك الكلية واختبار الأس الهيدروجيني والحمض الكلي والتحليل الحسي. كانت أفضل النتائج في اختبار الحمض اللبني الكلي في نسبة عصير الفاصوليا: حليب البقر (70:30%) هي 6.0×10^7 وحدة حمض لبني لبنية/غرام، وكانت أفضل نتائج اختبار الأس الهيدروجيني في نسبة عصير الفاصوليا: حليب البقر (100:0%) هي 4.3، وكانت أفضل نتائج اختبار الحمض الكلي في نسبة عصير الفاصوليا: حليب البقر (60:40%) هي 0.33%، أفضل النتائج للطعم والملمس في الاختبار الحسي لوحظت في المعاملة بنسبة (60:40%)، بينما أفضل رائحة كانت في المعاملة بنسبة (70:30%) وأفضل لون في المعاملة بنسبة (100:0%). أفضل علاج هو نسبة (60:40%) من مستخلص الفاصوليا الخضراء إلى حليب البقر.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Allah Swt. berfirman dalam surat Qaf ayat 9:

وَنَزَّلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً مُّبْرَكًا فَأَنْبَتْنَا بِهِ جَنَّاتٍ وَحَبَّ الْحَصِيدِ

Terjemahannya: *"Kami turunkan dari langit air yang diberkahi, lalu Kami tumbuhkan dengannya kebun-kebun dan biji-bijian yang dapat dipanen."* (Qaf: 9)

Tafsir Ibnu Katsir menyebutkan bahwa: Firman Allah ﷻ: Dan Kami turunkan dari langit air yang banyak manfaatnya, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu pohon-pohon. (Qaf: 9) Yakni taman-taman, kebun-kebun, dan lain sebagainya. dan biji-biji tanaman yang diketam. (Qaf: 9) Maksudnya, tanaman yang menghasilkan biji-bijian yang dapat disimpan dalam waktu yang cukup lama. Sedangkan dinukil dari Tafsir Al-Azhar arti kalimat "Maka Kami tumbuhkan dengan dia kebun-kebun dan biji tanaman yang diketam."Ayat ini pun memperluas pikiran manusia untuk bertani, yang memberikan hasil berlipat ganda bagi penghidupan. Ayat tersebut menjelaskan bahwa turun air hujan dari langit itu penuh dengan berkah, membawa kesuburan dan kekayaan bagi hidup manusia. Sejak dari gandum, jagung, dan beras, padi. Semuanya itu membawa hasil sehingga dengan jelas diterangkan pula dalam Al-Qur'an sendiri tentang mana yang perlu dizakatkan, yaitu makanan yang memberi rasa kenyang bagi manusia seperti beras pada bagi bangsa kita dan gandum bagi bangsa-bangsa yang lain dijadikan roti.

Allah Swt. juga berfirman dalam surat An-Nahl ayat 66:

وَإِنَّ لَكُمْ فِي الْأَنْعَامِ لَعِبْرَةً ۚ نُسْقِيكُمْ مِمَّا فِي بُطُونِهِ ۖ مِنْ بَيْنِ فَرْثٍ وَدَمٍ لَبْنَا خَالِصًا سَائِعًا لِلشَّرِبِ

Terjemahnya: *"Sesungguhnya pada hewan ternak itu benar-benar terdapat pelajaran bagi kamu. Kami memberi kamu minum dari sebagian apa yang ada dalam perutnya, dari antara kotoran dan darah (berupa) susu murni yang mudah ditelan oleh orang-orang yang meminumnya."* (An-Nahl: 66)

Tafsir Ibnu Katsir menyebutkan bahwa Firman Allah ﷻ: Dan sesungguhnya bagi kalian, hai manusia. pada binatang ternak. Seperti unta, sapi, dan kambing. benar-benar terdapat pelajaran. Yaitu tanda dan bukti yang menunjukkan kebijaksanaan Penciptanya, kekuasaan-Nya, rahmat, dan kelembutan-Nya. Kami memberi kalian minum dari apa yang berada dalam perutnya. (An-Nahl: 66) Damir yang terdapat pada lafaz butunihi dalam bentuk tunggal, tetapi merujuknya kepada makna al-an'am (hewan-hewan ternak); atau damir kembali kepada hewan (makhluk hidup), karena sesungguhnya binatang ternak termasuk hewan yang bernyawa. Maksud ayat di atas, Kami memberi kalian minum dari apa yang terdapat di dalam perut binatang ini.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah membawa dampak yang signifikan di berbagai bidang, termasuk bidang pangan. Inovasi di sektor pangan kini tidak hanya bertujuan untuk memenuhi kebutuhan akan rasa kenyang, tetapi juga menyediakan sumber asupan gizi yang bermanfaat bagi masyarakat umum maupun kelompok dengan kebutuhan khusus. Pangan modern kini memiliki peran penting dalam meningkatkan kualitas hidup dan kesehatan masyarakat. Terus berkembangnya teknologi, sehingga masyarakat dapat mengakses berbagai produk pangan yang lebih berkualitas dan bernutrisi. Selain itu, teknologi juga memungkinkan penciptaan produk-produk pangan yang lebih aman dan higienis, mengurangi risiko kontaminasi. Oleh karena itu, perkembangan ini perlu didukung dengan edukasi yang baik agar masyarakat memahami manfaat dan risiko dari setiap produk pangan yang dikonsumsi.

Berdasarkan uraian kedua ayat Al-Qur'an di atas tentang biji-bijian dan susu sebagai karunia Allah Swt. yang memberikan manfaat besar bagi manusia, dilakukan penelitian pembuatan yoghurt nabati yang dimaksudkan untuk menggabungkan manfaat biji-bijian dan susu dalam satu produk yang sehat dan bergizi. Kacang hijau, sebagai sumber protein nabati yang kaya akan nutrisi, dipadukan dengan proses fermentasi susu untuk menghasilkan yoghurt yang lezat dan menyehatkan. Penelitian ini menunjukkan bagaimana karunia Allah dalam bentuk biji-bijian dan susu dapat diolah menjadi minuman yang bermanfaat bagi kesehatan manusia, sejalan dengan pesan Al-Qur'an untuk memanfaatkan rezeki yang Allah Swt. berikan dengan sebaik-baiknya.

Pengembangan minuman probiotik telah menjadi salah satu fokus utama dalam industri pangan. Probiotik adalah mikroorganisme hidup yang memberikan manfaat kesehatan bagi tubuh jika dikonsumsi dengan tepat (Fijan, 2014). Produk-produk probiotik, seperti yoghurt, telah banyak diadopsi oleh masyarakat karena manfaatnya yang beragam, mulai dari peningkatan kesehatan pencernaan hingga peningkatan sistem kekebalan tubuh. Konsumsi probiotik yang cukup dapat membantu menjaga keseimbangan mikrobiota usus dan mencegah berbagai masalah kesehatan. Selain yoghurt, produk probiotik lainnya seperti kefir dan minuman kombucha juga mulai populer di kalangan masyarakat. Masyarakat dapat menyesuaikan konsumsi probiotik sesuai preferensi dan kebutuhan dengan berbagai pilihan tersebut.

Yoghurt sebagai minuman probiotik semakin populer di kalangan masyarakat karena kesegarannya dan rasanya yang lezat. Selain itu, yoghurt juga dikenal memiliki manfaat kesehatan yang signifikan, seperti menjaga kesehatan pencernaan, mengatasi diare, serta mencegah osteoporosis. Yoghurt kaya akan kandungan kalsium dan protein, yang penting untuk kesehatan tulang dan otot. Di samping itu, yoghurt mengandung berbagai gizi lain yang dapat membantu mencegah kanker (Tanggapo, 2019). Yoghurt juga dapat dikombinasikan dengan berbagai bahan lain seperti buah-buahan segar atau madu, sehingga menjadi camilan yang lebih sehat dan menarik. Dengan semakin banyak variasi

rasa dan tekstur, yoghurt dapat menjadi pilihan yang menyenangkan bagi berbagai kalangan.

Persepsi umum tentang yoghurt seringkali mengarah pada produk hasil fermentasi susu hewani, seperti susu sapi atau kambing. Meskipun demikian, susu nabati juga dapat dijadikan bahan dasar yoghurt dengan manfaat gizi yang tidak kalah dari susu hewani. Misalnya, kacang hijau dapat diolah menjadi susu nabati yang memiliki kandungan protein tinggi dan gizi lainnya yang bermanfaat bagi tubuh. Ini menunjukkan bahwa sumber bahan nabati pun dapat memberikan alternatif nutrisi yang sebanding dengan produk hewani. Susu nabati dari sumber seperti kacang almond, kedelai, atau kelapa juga menjadi pilihan populer di pasar. Penggunaan susu nabati dapat mendukung keberlanjutan dan inklusivitas pangan, terutama bagi mereka yang alergi atau intoleran terhadap susu hewani. Oleh karena itu, diperlukan informasi tentang manfaat susu nabati dan penggunaannya dalam pembuatan yoghurt.

Susu nabati dari kacang hijau menunjukkan potensi besar dalam diversifikasi produk pangan. Kacang hijau adalah bahan yang sering dikonsumsi masyarakat Indonesia karena melimpah, mudah diperoleh, terjangkau, dan memiliki rasa yang enak. Kacang hijau di Indonesia mengalami peningkatan produksi 29,8% dari tahun 2021 ke tahun 2022 (Kementrian Pertanian, 2023). Kacang hijau dapat diolah menjadi susu nabati yang kaya protein dan gizi lainnya, menjadikannya pilihan yang baik sebagai alternatif susu hewani. Kacang hijau 100 gram mengandung 22,2 gram protein (Mustakim, 2014). Penggunaan susu nabati dari kacang hijau dalam pembuatan yoghurt juga dapat memberikan variasi rasa dan manfaat kesehatan yang berbeda. Proses pengolahan kacang hijau menjadi susu nabati dapat meningkatkan nilai tambah bagi petani lokal. Selain itu, konsumsi susu nabati dari kacang hijau dapat mendukung gaya hidup vegetarian atau vegan. Oleh karena itu, eksplorasi dan inovasi dalam produk susu nabati dari berbagai sumber perlu didukung untuk meningkatkan keberagaman pangan dan manfaat kesehatannya.

Menurut Rambu Nalu dkk., (2019), yoghurt kacang hijau dengan pengaruh susu skim dan jumlah starter yang digunakan memiliki total bakteri asam laktat terbesar yaitu $2933,33 \times 10^3$ CFU/mL pada perlakuan 15 gram susu skim dan 25 mL starter. Penelitian Abdul dkk., (2018), yoghurt jagung manis dengan pengaruh penambahan susu sapi menghasilkan peningkatan kadar asam laktat pada konsentrasi susu sapi 20% - 40% dan mengalami penurunan kadar asam laktat dari konsentrasi susu sapi 50%. Penelitian oleh Wardhani & Maharani (2015), pembuatan yoghurt jagung manis menghasilkan asam laktat terbesar pada waktu 15 jam dengan rasio air dan jagung (1:1), sedangkan penelitian Mahmudah (2022), yoghurt jagung manis memberikan data total BAL $6,1 \times 10^6$ CFU/mL dengan lama fermentasi 12 jam dan tanpa penambahan susu skim. Penelitian Suharyono & Kurniadi (2010), pembuatan minuman laktat bengkung terbaik diperoleh pada konsentrasi starter 5% dan lama fermentasi 18 jam, yaitu dengan total asam laktat 1,74%, pH 4,04, total bakteri asam

laktat 8,73 log koloni/ml. Berdasarkan uraian tersebut kami mencoba menggabungkan dua variasi yaitu penambahan susu sapi dan lama fermentasi terhadap yoghurt kacang hijau untuk mengetahui kualitas dari yoghurt kacang hijau. Kualitas yoghurt kacang hijau ini nantinya diketahui dari peninjauan total bakteri asam laktat, pH, total asam, dan organoleptik.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

Bagaimana pengaruh konsentrasi sari kacang hijau dan susu sapi terhadap kualitas yoghurt?

1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi sari kacang hijau dan susu sapi terhadap kualitas yoghurt.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Kacang hijau yang akan digunakan didapatkan dari Pasar Dinoyo Malang.
2. Susu yang akan digunakan adalah susu sapi.
3. Starter bakteri yang digunakan dari yoghurt komersial yang mengandung bakteri (*Lactobacillus delbrueckii sbsp bulgaricus* dan *Streptococcus thermophiles*).
4. Konsentrasi kacang hijau dan susu sapi yang digunakan adalah 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, dan 0:100 (%).
5. Lama waktu fermentasi yang digunakan adalah 18 jam.
6. Kualitas yoghurt kacang hijau ditinjau dari total bakteri asam laktat, nilai pH, total asam, dan organoleptik.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi ilmiah mengenai pengaruh konsentrasi kacang hijau dan susu sapi dalam pembuatan yoghurt nabati, memberikan informasi nilai tambah serta nilai jual lebih pada kacang hijau dan memberikan alternatif minuman kesehatan di pasar bebas.
2. Menyediakan informasi ilmiah yang dapat digunakan dalam upaya mentadabburi Al-Qur'an, khususnya surat Qaf ayat 9 dan surat An-Nahl ayat 66, serta memberikan pengetahuan dan informasi.

BAB II DASAR TEORI

2.1 Yoghurt

Yoghurt adalah salah satu produk fermentasi susu yang memiliki tekstur lembut seperti bubur. Istilah "yoghurt" berasal dari bahasa Turki, yaitu "jugurt" atau "yogurut," yang berarti susu asam. Proses pembuatan yoghurt dimulai dengan mempasteurisasi susu, kemudian difermentasi dengan bakteri tertentu. Proses fermentasi ini menghasilkan keasaman, aroma, dan rasa khas yoghurt. Yoghurt bisa dibuat dengan atau tanpa penambahan bahan lain yang diizinkan, seperti pemanis atau perasa tambahan. Secara tradisional, yoghurt menjadi bagian dari banyak budaya di seluruh dunia. Selain itu, yoghurt memiliki manfaat kesehatan yang beragam. Yoghurt sering digunakan sebagai makanan kesehatan atau sebagai bahan dalam berbagai hidangan kuliner (Sirajuddin dkk., 2005). Yoghurt di Indonesia terus mengalami peningkatan minat konsumsi oleh masyarakat. Berikut data produksi, import, dan kebutuhan yoghurt dari tahun 2016 - 2020:

Tabel 2. 1 Pertumbuhan Kebutuhan Yoghurt

Tahun	Produksi Yoghurt (Ton)	Import Yoghurt (Ton)	Kebutuhan Yoghurt (Ton)
2016	757,2029	1783,49	2540,6929
2017	1223,2314	1957,12	3180,3514
2018	1808,8418	1201,05	3009,8918
2019	1980,4343	911,28	2891,7143
2020	2078,3831	539,2	2617,5831

Sumber: Nurkholisha, 2022

Yoghurt mengandung bakteri menguntungkan seperti *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, dan *Streptococcus thermophilus*. Bakteri ini memiliki peran penting dalam meningkatkan kualitas gizi yoghurt dan memberikan manfaat kesehatan bagi tubuh. Meskipun secara nutrisi yoghurt tidak jauh berbeda dengan susu, proses fermentasi meningkatkan kandungan zat gizi tertentu. Contohnya, yoghurt memiliki kandungan gula (sukrosa) yang lebih tinggi dibandingkan dengan susu segar. Hal ini membuat yoghurt lebih mudah dicerna oleh orang yang memiliki masalah pencernaan, seperti intoleransi laktosa (Syainah dkk., 2014).

Proses pembuatan yoghurt melibatkan fermentasi susu oleh bakteri asam laktat. Fermentasi ini memiliki khasiat baik bagi tubuh dan dapat membantu orang dengan masalah pencernaan. Selama proses fermentasi, laktosa dalam susu diurai menjadi monosakarida. Hal ini membuat yoghurt lebih ramah bagi orang dengan intoleransi laktosa, karena mereka tidak akan mengalami diare saat mengonsumsi yoghurt. Selain itu, proses fermentasi

menghasilkan asam laktat yang memberikan rasa khas pada yoghurt dan juga bermanfaat bagi kesehatan pencernaan (Bangun, 2009). Berikut merupakan standart SNI yoghurt.

Tabel 2. 2 Standart SNI Yoghurt

No	Kriteria Uji	Satuan	Yoghurt tanpa perlakuan panas setelah fermentasi			Yoghurt dengan perlakuan panas setelah fermentasi		
			Yoghurt	Yoghurt rendah lemak	Yoghurt tanpa lemak	Yoghurt	Yoghurt rendah lemak	Yoghurt tanpa lemak
1	Keadaan							
1.1	Penampakan	-	cairan kental-padat			cairan kental-padat		
1.2	Bau	-	normal/khas			normal/khas		
1.2	Rasa	-	asam/khas			asam/khas		
1.4	Konsistensi	-	homogen			homogen		
2	Kadar lemak (b/b)	%	min. 3,0	0,6-2,9	maks. 0,5	min. 3,0	0,6-2,9	maks. 0,5
	Total padatan							
3	susu bukan lemak (b/b)	%		min. 8,2			min. 8,2	
4	Protein (Nx6,38) (b/b)	%		min. 2,7			min. 2,7	
5	Kadar abu (b/b)	%		maks. 1,0			maks. 1,0	
6	Keasaman (dihitung sebagai asam laktat) (b/b)	%		0,5-2,0			0,5-2,0	
7	Cemaran logam			maks. 0,3			maks. 0,3	
7.1	Timbal (Pb)	mg/kg		maks. 0,3			maks. 0,3	
7.2	Tembaga (Cu)	mg/kg		maks. 20,0			maks. 20,0	
7.3	Timah (Sn)	mg/kg		maks. 40,0			maks. 40,0	
7.4	Raksa (Hg)	mg/kg		maks. 0,03			maks. 0,03	
8	Arsen	mg/kg		maks. 0,1			maks. 0,1	
9	Cemaran mikroba							
9.1	Bakteri <i>coliform</i>	APM/g atau koloni/g		maks. 10			maks. 10	
9.2	Salmonella	-		negatif/25 g			negatif/25 g	
9.3	Listeria monocytogenes	-		negatif/25 g			negatif/25 g	
10	Jumlah bakteri starter	koloni/g		min. 10 ⁷			-	

Sumber: SNI 2981:2009

Proses fermentasi, susu harus dipanaskan terlebih dahulu untuk mengurangi jumlah mikroba dan menciptakan lingkungan yang ideal bagi pertumbuhan biakan yoghurt. Biakan atau starter berfungsi sebagai bahan pengawet alami. Setelah fermentasi laktosa, terbentuk asam laktat yang mencegah perkembangan beberapa bakteri, terutama bakteri putreaktif yang tidak tahan terhadap asam. Penggunaan bakteri asam laktat dalam fermentasi susu ini sangat penting untuk menjaga kualitas yoghurt yang dihasilkan. Dengan demikian, yoghurt yang dihasilkan aman untuk dikonsumsi dan memiliki manfaat kesehatan yang tinggi (Bangun, 2009).

Selama proses pembuatan yoghurt, kasein dan laktosa dalam susu berfungsi sebagai sumber karbon dan energi. Fermentasi laktosa menghasilkan asam laktat, yang

meningkatkan keasaman susu atau menurunkan pH-nya (Rukmana, 2001). Yoghurt memiliki kandungan protein yang lebih tinggi daripada susu segar karena proses pemanasan susu pada suhu 85–95°C. Pemanasan ini menghasilkan peningkatan padatan susu dan penurunan kadar air, sehingga meningkatkan kandungan protein dalam yoghurt. Proses fermentasi juga menghasilkan protein bakteri dari bakteri asam laktat, yang meningkatkan populasinya dalam yoghurt. Semua proses ini berkontribusi pada kualitas dan manfaat yoghurt yang tinggi bagi kesehatan (Zuriati & Maheswari, 2011). Berikut merupakan standart SNI yoghurt.

2.2 Kacang Hijau

Kacang hijau dikenal dengan berbagai nama, seperti mungo, mung bean, green bean, dan mung. Di berbagai daerah di Indonesia, kacang hijau memiliki sebutan berbeda, misalnya artak di Madura, kacang wilis di Bali, buwe di Flores, dan tibowang candi di Makassar (Astawan, 2009). Tanaman kacang hijau termasuk dalam keluarga polong-polongan (*Fabaceae*) yang menghasilkan biji dan tumbuh di daerah tropis. Kacang hijau menempati peringkat ketiga tanaman legum terpenting di Indonesia, setelah kedelai dan kacang tanah (Azhari, 2018). Popularitas kacang hijau disebabkan oleh tingginya tingkat konsumsi, terutama karena nilai gizi yang tinggi dan manfaat kesehatannya. Tanaman ini merupakan sumber protein nabati yang penting bagi masyarakat Indonesia dan sering digunakan dalam berbagai hidangan kuliner tradisional. Klasifikasi ilmiah tanaman kacang hijau adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Rosales
Famili	: Leguminosae
Genus	: Vigna
Spesies	: <i>Vigna radiata</i> L. (Purwono dkk., 2005)



Gambar 2. 1 Kacang Hijau

Kacang hijau adalah salah satu tanaman semusim yang berumur pendek. Tanaman kacang hijau membentuk polong dan berbentuk perdu atau semak (Purwono dkk., 2005). Tanaman kacang hijau menghasilkan akar tunggang. Ada dua jenis sistem perakaran: *mesophytes* dan *xerophytes*. Perakaran terjadi ketika tanaman kacang hijau bercabang banyak dan membentuk bintil akar (Rohmanah, 2016). Kacang hijau tumbuh tegak dengan batang bulat dan berbuku-buku. Batangnya kecil, berbulu, dan berwarna kecoklatan atau kemerahan. Tanaman ini memiliki banyak cabang. Ada warna hijau dan cokelat muda pada cabang dan batang (Balitkabi, 2005). Daunnya berseling dan terdiri dari tiga helaian. Daun berbentuk lonjong dengan runcing di ujungnya. Tangkainya lebih panjang dari daunnya. Warna daun berkisar dari hijau muda hingga hijau tua (Fitriani, 2014). Bunga sempurna (*Hermaphrodite*), yang menyerbuk sendiri berbentuk kupu-kupu dan tersusun dalam tandan berwarna kuning pucat atau kehijauan, adalah salah satu jenis bunga kacang hijau. Bunganya terdiri dari jenis hemaprodit atau berkelamin sempurna. Sebagai hasil dari proses penyerbukan yang terjadi pada malam hari, bunga akan mekar pada pagi hari dan sudah layu pada sore hari (Rukmini, 2017). Polong menyebar dan menggantung berbentuk silindris dengan panjang antara 6-15 cm dan biasanya berbulu pendek. Polong hijau saat muda, tetapi menjadi hitam atau coklat saat menjadi tua. Antara sepuluh dan lima belas biji ada dalam satu polong. Sampai 60-80 hari setelah tanam, polong akan matang dan sebagian besar bunga rontok (Fitriani, 2014). Biji kacang hijau terdiri dari beberapa bagian, yaitu lembaga, endosperma, dan kulit. Kulit biji melindungi bagian yang lebih dalam dari kerusakan, dan endosperma mengandung cadangan makanan untuk membantu pertumbuhan lembaga. Selama pertumbuhan biji, lembaga akan berkembang (Andrianto dkk., 2004).

Protein adalah bahan paling penting kedua dalam kacang hijau. Dibandingkan dengan jenis kacang lainnya, kacang hijau memiliki kandungan lemak yang rendah, tetapi memiliki kualitas protein yang baik dan banyak asam amino seperti leusin, arginin, isoleusin, valin, dan lisin. Namun, kacang hijau terbatas pada asam amino bersulfur seperti metionin dan sistein, tetapi kandungannya tetap lebih tinggi dari jenis kacang-kacangan lainnya. Keseimbangan asam amino kacang hijau dan kedelai hampir sama (Astawan, 2009). Kacang hijau tidak sekedar mengandung protein nabati yang cukup tinggi, tetapi juga memiliki kandungan fosfor yang baik untuk kesehatan tulang. Selain itu, kacang hijau adalah sumber bahan pangan yang rendah lemak, sehingga produk olahannya tidak mudah berbau. Secara umum, kacang hijau mengandung 27% asam lemak jenuh dan 73% asam lemak tak jenuh (Sari dkk., 2021).

Kacang hijau baik untuk jantung karena memiliki banyak asam lemak tak jenuh. Asam lemak tak jenuh juga menyebabkan kacang hijau aman dikonsumsi oleh orang dengan kondisi berat badan berlebih dan hiperkolesterolemia (Rambu Nalu dkk., 2019). Kandungan asam lemak tak jenuh ganda (PUFA) yang dominan pada kacang hijau sebesar 44,61%

dapat membantu mengontrol gula darah, menurunkan kadar kolesterol, dan mengurangi risiko stroke dan penyakit jantung (Diniyati, 2012). Kacang hijau juga dapat meningkatkan produksi air susu ibu (ASI), karena terdapat zat di dalamnya yang meningkatkan prolaktin dan oksitosin (Widyastuti, 2014). Selain bijinya, daun kacang hijau muda sering dimakan sebagai sayuran karena dapat membantu melancarkan buang air besar dan meningkatkan semangat. (Purwono dkk., 2005). Jika dibandingkan dengan kacang azuki, kedelai, dan mete, kacang hijau memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dan telah diketahui bahwa aktivitas antioksidan memberikan banyak manfaat bagi yang mengonsumsinya (Rambu Nalu dkk., 2019).

Tabel 2. 3 Komposisi Gizi Kacang Hijau per 100 Gram

Kandungan Gizi	Kacang Hijau
Kalori (kal)	345,00
Protein (g)	22,00
Lemak (g)	1,20
Karbohidrat (g)	62,90
Kalsium (mg)	125,00
Fosfor (mg)	320,00
Zat besi (mg)	6,70
Vitamin A (SI)	157,00
Vitamin B1 (mg)	0,64
Vitamin C (mg)	6,00
Air (g)	10,00
Bagian yang dapat dimakan (Bdd) %	100,00

Sumber: Direktorat Gizi Depkes RI (1981) dalam (J. R. Amelia dkk., 2016).

Sari kacang hijau adalah fraksi terlarut dari kacang hijau yang diekstrak dengan menggiling biji kacang hijau dengan air. Setelah proses penyaringan dan pemasakan, sari kacang hijau dapat diperoleh. Pada awal tahun 2000-an, banyak terobosan dalam pembuatan sari kacang hijau telah ditemukan hingga produk tersebut dapat diproduksi secara komersial. Sari kacang hijau murah dan bergizi tinggi, bebas laktosa dan tidak menyebabkan alergi, bebas kolesterol dan sedikit lemak, dan dapat divariasikan untuk vegetarian dan vegan, menjadikannya makanan alternatif yang bagus. Variasi kacang hijau, waktu dan kondisi penyimpanan, kehalusan gilingan, perlakuan panas, dan jumlah air yang ditambahkan semua memengaruhi kandungan ekstrak protein dalam sari kacang hijau. Karena jumlah air yang digunakan untuk menyaring berkorelasi negatif dengan jumlah protein yang diperoleh. (Hidayat dkk., 2006).

Penelitian Rambu Nalu dkk., (2019) membuat yoghurt susu kacang hijau dengan susu skim (15 dan 20 gram) dan pengaruh starter bakteri (15, 20, 25 mL). Susu skim berpengaruh sangat nyata terhadap Bakteri Asam Laktat (BAL), berpengaruh nyata terhadap Kadar Protein, Total Asam, Organoleptik (Aroma, Tekstur, Rasa) dan tidak berpengaruh nyata terhadap pH. Starter berpengaruh sangat nyata terhadap bakteri Asam Laktat, berpengaruh nyata terhadap pH, Total Asam, Viskositas, Kadar Protein, Organoleptik Aroma, Organoleptik Tekstur, Organoleptik Rasa. Yoghurt susu kacang hijau dengan bakteri asam

laktat tertinggi adalah pada 15 gram susu skim dan 25 ml starter sebesar $2933,33 \times 10^3$ CFU/mL, Viskositas sebesar 8,67 cP, Protein sebesar 0,94%, Organoleptik Rasa sebesar 5,02; dan perlakuan tertinggi pada pada 12 gram susu skim dan 25 mL starter Organoleptik Aroma sebesar 4,57, dan Organoleptik kekentalan sebesar 4,73.

Tabel 2. 4 Kandungan Asam Amino Kacang Hijau

Asam Amino	Jumlah (%)
Isoleusin	6,95
Leucin	12,90
Lysin	7,94
Methionin	0,84
Phenylalanin	7,07
Threonin	4,50
Valin	6,23
Alanin	4,15
Arganin	4,44
Asam Aspartat	12,10
Asam Glutamat	17,00
Glysin	4,03
Tryptophan	1,35
Tyrosin	3,86

Sumber: Direktorat Gizi Depkes RI (1981) dalam (J. R. Amelia dkk., 2016).

2.3 Susu Sapi

Susu adalah jenis makanan hewani yang mengandung protein, lemak, mineral, kalsium, vitamin, dan asam amino esensial. Melalui pemerahan ambing ternak susu dihasilkan (Munadiyan dkk., 2013). Menurut Badan Standarisasi Nasional (1998), Ada dua jenis definisi susu. Susu murni adalah cairan yang berasal dari ambing sapi yang sehat dan bersih yang diperoleh dengan cara pemerahan yang benar, yang memiliki kandungan alaminya tanpa dikurangi atau ditambahkan apa pun, dan belum mendapat perlakuan apa pun. Sebaliknya, susu segar adalah susu murni yang tidak mendapat perlakuan apa pun selain pendinginan, yang tetap murni. Susu segar merupakan cairan yang diperoleh dari pemerahan sapi sehat tanpa dikurangi atau ditambahkan sesuatu. Susu merupakan emulsi lemak di dalam larutan air gula dan garam-garam mineral dengan protein dalam keadaan koloid. Air susu merupakan salah satu minuman dengan nilai gizi tinggi yang dapat menunjang Kesehatan. Guna mempertahankan sifat-sifat baik dalam susu, perlu dilakukan Tindakan pencegahan terhadap kemungkinan kerusakan kualitas susu (Anjasari, 2010).

Susu sapi adalah bahan makanan yang sangat bergizi dan hampir memenuhi semua kebutuhan gizi tubuh. Menurut Keputusan Kepala Badan Karantina Pertanian No. 355.a/Kpts/PD.670.320/L/9/2008, susu sapi mudah dicerna dan diresorpsi oleh darah. Komponen utamanya adalah protein, lemak, karbohidrat, dan mineral dalam perbandingan yang sempurna. Ini membuat susu menjadi bahan pangan ideal untuk memenuhi kebutuhan gizi manusia, terutama untuk pertumbuhan anak-anak. Susu murni adalah cairan yang diperoleh dari pemerahan ternak sapi sehat dan tidak mengalami penambahan atau

pengurangan bahan lain. Sementara itu, susu segar adalah susu murni yang hanya mengalami proses pendinginan tanpa mengubah kemurniannya.

Komposisi susu meliputi lemak (komponen gizi terbesar). protein, laktosa, abu, air dan bahan lain dalam jumlah sedikit seperti sitrat, enzim-enzim, fosfolipid, vitamin A, vitamin B dan vitamin C. Komposisi susu dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor luar seperti pemasukan air atau bahan lain, kegiatan bakteri atau mikrobiologis (Tifauzah, 2013). Faktor yang mempengaruhi komposisi susu terutama spesies, variasi genetik dalam spesies, kesehatan, lingkungan. manajemen, stadium laktasi, pakan dan umur sapi. Normalnya, rata-rata komposisi susu adalah mengandung lemak 3,8%, protein 3.2%. laktosa 4.7%, air 87,25% dan abu 0,855 serta bahan kering 12.75%. Komposisi ini menunjukkan bahwa susu adalah sumber nutrisi yang sangat baik bagi manusia (Anjasari, 2010).

Penelitian (Abdul dkk., 2018) membuat yoghurt jagung manis dengan pengaruh penambahan susu sapi (0, 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 %). Berdasarkan hasil penelitian, rata-rata pH sari jagung manis sebelum fermentasi adalah 6 dan setelah fermentasi pHnya adalah 5. Penambahan susu sapi dengan konsentrasi 10% sampai konsentrasi 40% dapat meningkatkan total asam laktat dalam pembuatan yoghurt jagung manis, tetapi pada konsentrasi 50% dan 60% terjadi penurunan kadar asam laktat. Kadar asam laktat tertinggi adalah 0,20138 % pada konsentrasi susu sapi 40%

2.4 Fermentasi

Fermentasi adalah proses yang melibatkan aktivitas mikroba atau ekstrak dari aktivitas mikroba dalam kondisi terkendali, baik secara anaerob maupun aerob. Bakteri, kapang, dan khamir adalah tiga kategori mikroba yang berperan dalam proses fermentasi. Berkat kemajuan dalam teknologi fermentasi, manusia mampu menghasilkan berbagai produk makanan yang bermanfaat dan bernilai ekonomi tinggi. Proses fermentasi dapat melibatkan satu atau lebih jenis mikroba melalui teknik inokulum, tergantung pada kebutuhan. Penggunaan fermentasi dalam industri makanan telah menghasilkan berbagai produk yang lezat dan bernutrisi (Sari, 2016).

Proses fermentasi memanfaatkan kemampuan mikroorganisme untuk menghasilkan metabolit primer dan sekunder dalam kondisi terkendali. Tahap awal fermentasi melibatkan pertumbuhan mikroba yang dikendalikan, terutama dalam pengembangan inokulum untuk mendapatkan sel yang hidup. Pengaturan kondisi medium, suplai oksigen, dan agitasi merupakan cara untuk mengendalikan proses fermentasi. Pengendalian nutrisi dan produk fermentasi diperlukan karena kelebihan nutrisi atau produk metabolit dapat menyebabkan inhibisi dan represi. Karena faktor intraseluler dan ekstraseluler mempengaruhi pertumbuhan biomassa dalam medium fermentasi, pengendalian diperlukan. Kinetika pertumbuhan dinamis juga digunakan untuk memprediksi jumlah biomassa yang dihasilkan (Bangun, 2009).

Pertumbuhan mikroorganisme dalam bahan pangan dapat menghasilkan perubahan yang bermanfaat, seperti peningkatan kualitas bahan pangan dari segi gizi, daya cerna, dan daya simpan. Proses ini melibatkan mikroorganisme yang berbeda, seperti bakteri, khamir, dan kapang, yang memfermentasi bahan pangan. Contoh produk fermentasi meliputi keju dan yoghurt dari susu, tempe dari kedelai, dan tape dari ubi kayu. Jenis mikroorganisme yang terlibat dalam fermentasi dapat dibedakan dari mikroorganisme yang merusak atau menyebabkan penyakit melalui makanan. Bakteri pembentuk asam laktat dan asetat, serta khamir penghasil alkohol adalah mikroorganisme penting dalam proses fermentasi bahan pangan (Bangun, 2009).

Salah satu produk yang mengalami fermentasi adalah susu. Susu fermentasi telah menjadi sangat dikenal oleh masyarakat sehingga sekarang banyak produk yoghurt dengan berbagai merk di dalam dan luar negeri. Tubuh mendapatkan banyak manfaat dari susu fermentasi. Kita tahu bahwa beberapa orang dengan masalah pencernaan tidak dapat mencerna laktosa dalam susu. Oleh karena itu, produk ini menguraikan laktosa dalam susu menjadi monosakarida, sehingga orang dengan masalah pencernaan tidak akan mengalami diare saat mengonsumsinya (Bangun, 2009). Saat ini, teknik fermentasi banyak digunakan dalam teknologi pangan, terutama untuk fermentasi susu dengan menggunakan bakteri. Susu adalah media kultur yang ideal karena mengandung beberapa faktor yang diperlukan untuk pertumbuhan bakteri, terutama bakteri asam laktat. Beberapa bakteri asam laktat yang biasa digunakan dalam susu fermentasi adalah *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris*, *Streptococcus thermophilus*, dan *Lactobacillus bulgaricus* yang menghasilkan asam dan rasa (Sari, 2016).

Konsumsi susu fermentasi, seperti yoghurt, dapat membantu mereka yang tidak toleran laktosa mendapatkan manfaat dari susu tanpa mengalami gangguan pencernaan. Susu fermentasi lebih mudah diserap oleh dinding usus manusia, memungkinkan orang dengan intoleransi laktosa untuk mengonsumsinya tanpa masalah. Mikroorganisme yang aktif dalam fermentasi menurunkan kandungan laktosa dalam susu dan mengubahnya menjadi asam laktat, meningkatkan nilai gizi susu. Proses fermentasi juga memberikan perubahan fisik dan kimia yang menguntungkan pada makanan, seperti peningkatan aroma, tekstur, daya simpan, daya cerna, serta flavor (Sisriyenni dkk., 2004).

Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan fermentasi:

1. Jumlah Inokulum

Inokulum dalam substrat akan menimbulkan kompetisi dalam memperoleh makanan, sehingga kemampuan mikroorganisme untuk melakukan fermentasi terhadap substrat akan menjadi berkurang (Rahman, 1992).

2. Lama Fermentasi

Waktu inkubasi yang singkat mengakibatkan terbatasnya kesempatan mikroba untuk terus tumbuh dan berkembang biak sehingga jumlah komponen substrat yang dapat diubah menjadi massa sel juga sedikit (Aisyah, 1995).

3. Perlakuan awal substrat

Penggilingan substrat atau pengukuran substrat yang bertujuan untuk mempermudah penetrasi mikroba ke dalam substrat agar pertumbuhannya menjadi cepat dan diharapkan akan menjadi pembentukan protein mikrobial yang tinggi (Hardjo, 1989).

4. Penambahan air pada substrat

Air sangat diperlukan untuk pertumbuhan mikroorganisme dan mempengaruhi kandungan protein produk fermentasi (Sinurat, 1998).

5. Substrat

Substrat sebagai sumber energi dapat bersumber dari karbohidrat, protein, lemak, mineral dan zat gizi lainnya yang diperlukan oleh mikroba dalam fermentasi. Mikroba fermentasi harus mampu tumbuh pada substrat dan mudah beradaptasi dengan lingkungannya (Sinurat, 1998).

6. Suhu

Suhu sangat mempengaruhi laju pertumbuhan mikroorganisme, laju sintesis enzim dan laju inaktivasi enzim (Macfud, 1989).

2.5 Bakteri Asam Laktat

Bakteri adalah organisme mikroskopis bersel tunggal yang tidak dapat dilihat oleh mata manusia tanpa bantuan mikroskop. Ukuran bakteri berkisar antara 0,5 hingga 2,5 mikrometer, tergantung pada jenisnya. Bakteri ditemukan dalam berbagai lingkungan, seperti tanah, air, dan tubuh makhluk hidup, di mana mereka dapat berperan sebagai patogen atau organisme bermanfaat. Bentuk sel bakteri bervariasi, namun hanya ada beberapa ciri bentuk sel yang umum ditemukan, seperti bulat, batang, spiral, atau koma. Beberapa bakteri memiliki flagela yang memungkinkan mereka bergerak, sementara yang lain memiliki lapisan pelindung yang membantu mereka bertahan hidup di lingkungan yang sulit. Bakteri memiliki peran penting dalam siklus nutrisi dan proses biologis lainnya. Meskipun sebagian bakteri dapat menyebabkan penyakit, banyak bakteri yang bermanfaat bagi manusia, seperti dalam produksi makanan dan obat-obatan. Studi tentang bakteri memberikan wawasan penting untuk bidang ilmu pengetahuan dan kesehatan. Pengetahuan tentang bakteri sangat penting untuk memahami ekosistem dan menjaga kesehatan manusia (Bangun, 2009).

Secara klinis, bakteri probiotik yang terkandung dalam susu fermentasi telah terbukti dapat memperbaiki kesehatan saluran pencernaan manusia. Bakteri probiotik adalah suplemen mikroba hidup yang membantu manusia dan hewan dengan mengembalikan keseimbangan mikrobiota usus. Habitat aslinya adalah usus hewan dan manusia. Sebagian

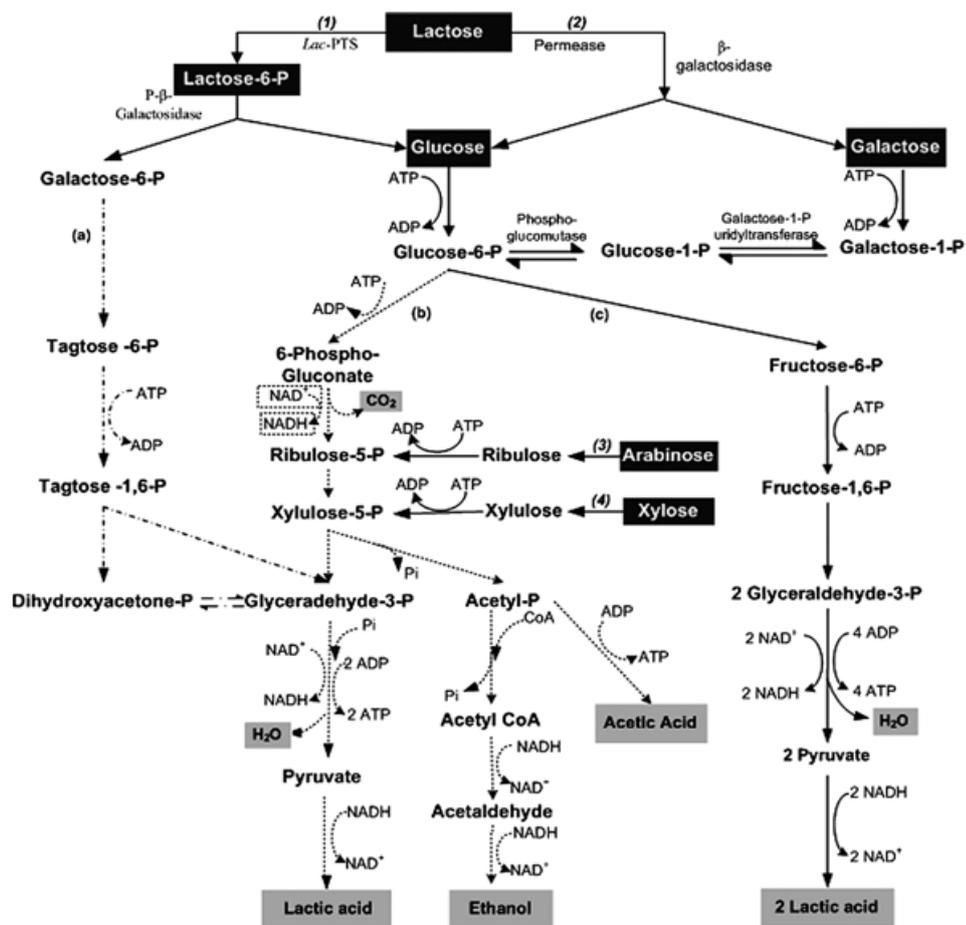
besar bakteri asam laktat adalah probiotik, tetapi tidak semua bakteri asam laktat adalah probiotik (Bangun, 2009). Ada sejumlah faktor yang diketahui yang mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup bakteri asam laktat pada makanan. Salah satu faktor tersebut adalah komposisi kimia dan nutrisi susu itu sendiri, seperti kebutuhan akan asam amino dan vitamin tertentu, kebutuhan akan karbohidrat yang dapat di fermentasi, karena bakteri tidak akan hidup pada medium yang memiliki karbohidrat sedikit, dan bahan pangan terkadang mengandung senyawa buatan yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri asam laktat (Sari, 2016).

Bakteri asam laktat biasanya terbagi menjadi dua jenis: *homofermentatif* (menghasilkan asam laktat sebanyak 90%) dan *heterofermentatif* (menghasilkan asam asetat, etanol, CO₂, dan sebagainya) (Winarno, 2004). Bakteri asam laktat telah digunakan untuk memulai fermentasi susu selama berabad-abad. Proses *proteolisis* yang dilakukan oleh BAL untuk menghancurkan protein susu memainkan peran penting dalam pembuatan peptida dan asam amino yang diperlukan untuk pertumbuhan bakteri. *Lactobacillus bulgaricus* menghasilkan rasa khas pada susu yang diasamkan dan mengurangi rasa pahit. Jadi bakteri ini sangat penting untuk pembuatan starter industri susu (Hou *et al.* 2015). *Lactobacillus bulgaricus* adalah bakteri gram positif yang tidak berbentuk dan non motile. Bakteri ini membutuhkan banyak nutrisi, termasuk kemampuan untuk memfermentasi berbagai jenis gula, seperti laktosa. Bakteri ini juga tahan asam dan tahan terhadap pH rendah (5,4-4,6) (Prasetyo, 2010).

Lactobacillus sp. menghasilkan beberapa metabolit, termasuk bakteriosin, asam laktat, dan hidrogen peroksida, yang dapat menghentikan atau membunuh bakteri patogen. Probiotik juga mampu melawan mikroba patogen karena mereka bertindak sebagai antagonis kompetitif melalui kompetisi adesi pada sel epitel, penggunaan nutrisi, dan meningkatkan sistem imun tubuh inang (Nelitong, 2015). *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, dan *Bifidobacterium* adalah beberapa bakteri yang memiliki kemampuan untuk mengubah glukosa menjadi asam laktat. Fermentasi asam laktat terbagi menjadi dua kategori: *homofermentatif* dan *heterofermentatif*. Proses *homofermentatif* menggunakan glikolisis melalui jalur *Embden Meyerhof Pathway* (EMP), sedangkan proses *heterofermentatif* menggunakan jalur *Hexosa Monophosphat Pathway* (HMP) (Purwoko, 2007).

Asam laktat adalah campuran dari asam laktat dan hibrida asam laktat dengan kadar asam laktat minimal 85% dan maksimum 92%. Laktosa dipecah menjadi monosakarida dengan bantuan enzim yang dibuat oleh *Lactobacillus sp.*, melalui proses fermentasi. Asam laktat murni tidak berbau, tidak berwarna, dan bersifat higroskopis pada suhu kamar. Karena mengandung pigmen karoten, asam laktat tidak murni berwarna kekuningan. Sifat fisik asam laktat termasuk berat jenis 1,249, berat molekul 90,08, titik beku 16,8 °C, dan titik didih 122 °C pada tekanan 14 mmHg. Sisi kimiawi, asam laktat tidak larut dalam kloroform, eter

disulfida, dan karbon disulfida, tetapi dapat larut dalam eter, alkohol, gliserin, dan air (Budiyanto, 2002). Bakteri asam laktat *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* fermentasi melalui penguraian protein susu. Laktosa dari susu digunakan oleh sel-sel bakteri untuk mendapatkan karbon dan energi. Mereka kemudian memecah laktosa menjadi glukosa dan galaktosa dengan bantuan enzim β -galaktosidase. Akhirnya, proses fermentasi menghasilkan produk akhir asam laktat (Sari, 2016). Berikut adalah proses metabolisme asam laktat (Li dan Cui, 2010):



Gambar 2. 2 Metabolisme Bakteri Asam Laktat

2.6 Metode Titimetri

Produk utama dari penelitian adalah asam laktat. Asam laktat diukur dengan titrasi. Total asam yang dapat dititrasi dinyatakan sebagai total asam laktat yang dihasilkan. Metode titrasi mengukur titik ekuivalen pH, ketika asam yang dihasilkan selama proses fermentasi dinetralkan dengan basa (NaOH). Metode ini mudah digunakan, murah, dan mudah ditemukan di laboratorium (Nurjannah et al., 2017). Indikator pp ditambahkan untuk memudahkan pengamatan terhadap pengukuran menggunakan metode titrasi. Titrasi dihentikan ketika warna larutan berubah menjadi merah muda (Failasufa, 2015).

Titrasi asam basa disebut juga titrasi netralisasi karena reaksi yang terjadi pada titrasi asam basa didasarkan pada reaksi netralisasi. Reaksi netralisasi terjadi antara ion hidrogen

dari larutan asam dan ion hidroksida dari larutan basa, membentuk air netral. Secara teknis titrasi dilakukan secara bertahap hingga larutan basa dalam buret bereaksi dengan asam dalam labu Erlenmeyer, hingga warna indikator yang digunakan berubah. Munculnya perubahan menandakan bahwa reaksi asam basa telah selesai (Wirawan, 2010). Indikator yang digunakan dalam titrasi asam basa adalah indikator fenolftalein yang biasa disebut indikator PP. Fenolftalein tidak berwarna dalam bentuk asam dan berwarna merah muda dalam bentuk basa (Nuryanti dkk, 2010). Asam laktat dititrasi dengan basa NaOH menghasilkan basa natrium laktat dan air. Reaksi yang terjadi antara asam laktat dengan NaOH adalah (Abidin, 2016):



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini memiliki judul “Pengaruh Konsentrasi Kacang Hijau (*Vigna Radiata L.*) dan Susu Sapi terhadap Kualitas Yoghurt Nabati” dilaksanakan pada bulan Agustus-Oktober Tahun 2024 di Laboratorium Biokimia Program Studi Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan yoghurt nabati susu kacang hijau adalah timbangan analitik, blender, baskom, panci, pengaduk, saringan, kompor, *thermometer*, plastik, botol kaca dan *incubator*.

Alat-alat yang digunakan dalam analisis adalah Erlenmeyer, *beaker glass*, batang pengaduk, spatula, labu ukur, pipet volume, pipet tetes, bola hisap, buret, statif, bunsen, *autoclave*, oven, *thermometer*, penangas, kertas saring, tabung reaksi, cawan petri, botol, sendok, korek api, *laminary air flow*, pH meter, *hot plate*, timbangan analitik, kapas, karet, *micropipet*, dan botol kaca.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kacang hijau yang diperoleh dari Pasar Dinoyo, susu sapi yang didapatkan dari, yoghurt plain (merk *greenflieds*) dengan kandungan bakteri *Lactobacillus delbrueckii sbsp bulgaricus* dan *Streptococcus thermophiles*, akuades, indikator PP, kertas saring, NaOH, NaCl, dan *deMann Rogosa Sharpe Agar* (MRSA).

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari faktor tunggal yaitu pengaruh kacang hijau dan susu sapi dengan variasi konsentrasi (%) 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, dan 0:100 (v/v). Pengulangan dilakukan sebanyak tiga kali. Analisis yang dilakukan pada produk yoghurt nabati meliputi analisis total bakteri asam laktat, nilai pH, dan analisis total asam tertitrasi, serta analisis organoleptik.

3.4 Tahapan Penelitian

3.4.1 Pembuatan Susu Kacang Hijau

Kacang hijau dibersihkan dari kotoran-kotoran seperti debu, kerikil, dan sisa bagian tanaman yang lain. Biji kacang hijau yang berkapang, rusak, dan hitam disortir dan dibuang.

Biji kacang hijau ditimbang sebanyak 300 gram, kemudian dicuci bersih dengan air dan direndam selama 12 jam agar mudah dilakukan pengupasan. Kacang hijau yang telah direndam dikupas kulitnya, kemudian dihancurkan dengan blender serta ditambah dengan 900 mL air matang. Kacang hijau yang telah diblender disaring dan dibuang ampasnya. Filtrat yang didapatkan ini disebut dengan susu atau sari kacang hijau (Zuhri, 2019).

3.4.2 Pembuatan Yoghurt

Yoghurt kacang hijau dibuat sebanyak 200 mL. Tahapan dimulai dengan memasukkan susu kacang hijau dan susu sapi ke dalam gelas kaca steril, dengan variasi konsentrasi (%) 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, dan 0:100 (v/v). Setelah bahan dicampur menjadi satu, dilakukan pemanasan diatas penangas pada suhu 82-85°C selama 10 menit. Setelah pasteurisasi 10 menit dibiarkan suhu susu turun sampai kira-kira 35-37°C. Susu yang telah hangat ditambahkan dengan kultur yoghurt 10% b/v kemudian dihomogenkan dan gelas ditutup kembali. Selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama 18 jam.

3.5 Analisis Kualitas Yoghurt

3.5.1 Pembuatan Media *deMann Rogosa Sharpe Agar* (MRSA)

MRSA sebanyak 13.64 gram ditimbang dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer, kemudian dilarutkan dengan 200 ml akuades. Larutan *deMann Rogosa Sharpe Agar* (MRSA) dipanaskan dan diaduk sampai mendidih. Erlenmeyer ditutup dengan kapas dan dibungkus dengan plastik wrap. Kemudian disterilisasi dengan *autoclave* pada suhu 121°C selama 20 menit. Setelah itu media MRSA dibiarkan dingin dan megeras pada suhu ruang (Zuhri, 2019).

3.5.2 Uji Total Bakteri Asam Laktat

Yoghurt nabati ditimbang sebanyak 5 gram dimasukkan ke dalam wadah steril. Tambahkan 45 mL NaCl steril dan dihomogenkan, larutan ini disebut pengenceran 10^{-1} . Pengenceran 10^{-1} diambil sebanyak 1 mL dan ditambahkan 9 mL NaCl kemudian tutup dan dihomogenkan, larutan ini adalah pengenceran 10^{-2} . Pengenceran dilakukan secara bertingkat sampai pengenceran keenam (10^{-6}) dengan cara 1 mL suspensi hasil pengenceran diambil dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi kedua, kemudian ditambahkan 9 mL NaCl. Perlakukan hal yang sama pada tabung ketiga sampai tabung keenam. Suspensi pada tiga tabung pengenceran terakhir diambil sebanyak 1 mL kemudian dimasukkan ke dalam cawan petri. *deMann Rogosa and Sharpe Agar* (MRSA) steril ditambahkan dalam cawan sampai kira-kira setengah cawan. Cawan petri digoyangkan supaya penyebaran sel-sel bakteri asam laktat terjadi secara merata dan dibiarkan media memadat. Inkubasi di dalam inkubator pada suhu 37°C dengan posisi cawan terbalik selama 48 jam. Koloni yang tumbuh dicatat dan dihitung (Masykur dkk., 2015).

Perhitungan jumlah koloni per ml dilakukan dengan rumus (Rukmi & Legowo, 2015):

$$\text{Jumlah koloni per ml (CFU / mL)} = \frac{\text{Jumlah koloni}}{\text{Faktor pengenceran} \times \text{vol. yang diinokulasikan}}$$

3.5.3 Uji pH

Pengukuran pH dilakukan menggunakan alat pH meter. Sebelum digunakan pH meter dikalibrasi dengan menggunakan buffer pH 4,01 dan pH 6,86. Sampel yoghurt nabati diambil sebanyak 20 mL, kemudian dimasukkan dalam gelas beaker 50 mL. pH sampel diukur dengan merendam elektroda pH meter yang telah dikalibrasi dengan buffer (Retnowati dkk., 2014).

3.5.4 Uji Total Asam

Yoghurt kacang hijau sebanyak 10 mL diambil dan dimasukkan ke dalam tabung Erlenmeyer, kemudian ditambahkan dengan 2 tetes indikator pp. Sampel yoghurt dititrasi dengan larutan NaOH 0.1 N yang telah terstandarisasi. Titrasi dilakukan sampai terbentuk warna merah muda pada sampel yang menandai titik akhir dari titrasi. Perhitungan total asam tertitrasi dapat dihitung dengan persamaan (Mustika & Yasni, 2019):

$$\text{Total Asam Laktat (\%)} = \frac{V \text{ titran} \times N \text{ titran} \times 0,09 \times fp}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

Keterangan:

V titran = Volume NaOH

N titran = normalitas NaOH

0,09 = berat equivalen asam laktat (g/mEq)

3.5.5 Analisis Organoleptik

Penelitian ini dilakukan uji organoleptik di mana sampel yoghurt nabati dalam hal ini adalah yoghurt kacang hijau yang telah dibuat diuji karakteristiknya oleh 20 orang panelis. Karakter yang dianalisis dari yoghurt kacang hijau adalah rasa, tekstur, aroma, dan warna (Dante dkk., 2016). Lima skala numerik dibuat, yaitu (1) sangat tidak suka, (2) tidak suka, (3) agak suka, (4) suka, (5) sangat suka dengan panelis sebanyak 20 orang untuk memberikan penilaian terhadap enam jenis sampel yakni formula A, B, C, D, E, dan F (Failasufa, 2015).

3.6 Analisis Data

Data yang didapatkan dari penelitian ini berupa total bakteri asam laktat, nilai pH, serta total asam tertitiasi. Data tersebut kemudian diolah dengan *software* pengolah SPSS versi 26 menggunakan metode *One Way ANOVA* pada taraf kepercayaan 95% dengan nilai $\alpha = 0,05$ dan jika terdapat perbedaan yang signifikan maka dilakukan uji *post hoc* Tukey. Data analisis organoleptik berupa taraf kesukaan panelis terhadap rasa, tekstur, aroma, dan warna diolah dengan *Software Hedonic Scalling Score*.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan Sari Kacang Hijau

Pembuatan sari kacang hijau merupakan langkah awal yang penting dalam menghasilkan yoghurt nabati yang berkualitas. Kacang hijau digunakan sebagai bahan utama karena kandungan protein nabatinya yang tinggi, yang berperan dalam meningkatkan nilai gizi yoghurt. Kacang hijau yang digunakan diperoleh dari pasar Dinoyo. Kacang hijau diseleksi untuk memastikan hanya biji kacang hijau yang utuh dan berkualitas yang digunakan. Setelah pencucian, kacang hijau direndam selama 12 jam untuk melunakkan tekstur dan mempermudah proses pengupasan kulit ari.

Proses penghalusan menggunakan blender dengan rasio 1:3 air matang bertujuan untuk memaksimalkan ekstraksi sari kacang. Filtrat yang diperoleh melalui proses penyaringan menjadi bahan dasar yoghurt nabati yang disebut sari kacang hijau (Zuhri, 2019). Ampas yang tersisa dapat dimanfaatkan sebagai produk sampingan, misalnya sebagai bahan makanan ternak atau kompos. Pendekatan ini tidak hanya menghasilkan produk utama berkualitas tinggi tetapi juga mendorong keberlanjutan dalam pengolahan bahan pangan.

4.2 Pembuatan Yoghurt Kacang Hijau

Yoghurt kacang hijau dibuat dalam volume 200 mL dengan mencampurkan sari kacang hijau dan susu sapi steril dalam gelas kaca, menggunakan variasi konsentrasi 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, dan 0:100 (% v/v). Susu sapi dipilih karena merupakan media ideal bagi pertumbuhan bakteri asam laktat, berkat kandungan laktosanya yang tinggi. Campuran ini kemudian dipasteurisasi pada suhu 82-85°C selama 10 menit untuk membunuh mikroorganisme patogen serta mikroba pembusuk tanpa merusak kandungan nutrisi penting. Setelah pasteurisasi, campuran didinginkan hingga suhu 35-37°C agar cocok untuk fermentasi bakteri asam laktat. Penurunan suhu ini sangat penting karena suhu tinggi dapat menyebabkan kematian bakteri starter, yang berperan utama dalam proses fermentasi.

Setelah campuran mencapai suhu optimal, kultur yoghurt sebanyak 10% b/v ditambahkan sebagai starter untuk memulai fermentasi. Starter ini bekerja dengan mengubah laktosa menjadi asam laktat, yang secara bertahap menurunkan pH dan menyebabkan protein susu menggumpal, membentuk tekstur yoghurt yang khas. Campuran kemudian dihomogenkan untuk memastikan distribusi kultur dan lemak susu merata, sehingga mencegah pemisahan antara bagian cair dan padat. Proses fermentasi dilanjutkan dengan inkubasi pada suhu 37°C selama 18 jam, memberikan waktu yang cukup bagi bakteri untuk menghasilkan asam laktat dalam jumlah signifikan. Proses ini tidak hanya

menentukan kualitas fisik yoghurt tetapi juga meningkatkan cita rasa asam khas yang dihasilkan oleh fermentasi. Selama fermentasi bakteri akan menggunakan laktosa untuk menghasilkan asam laktat yang akan menurunkan pH susu sampai dibawah 4,6 (Utami dkk., 2020). Yoghurt kacang hijau ditampilkan dalam Gambar berikut:

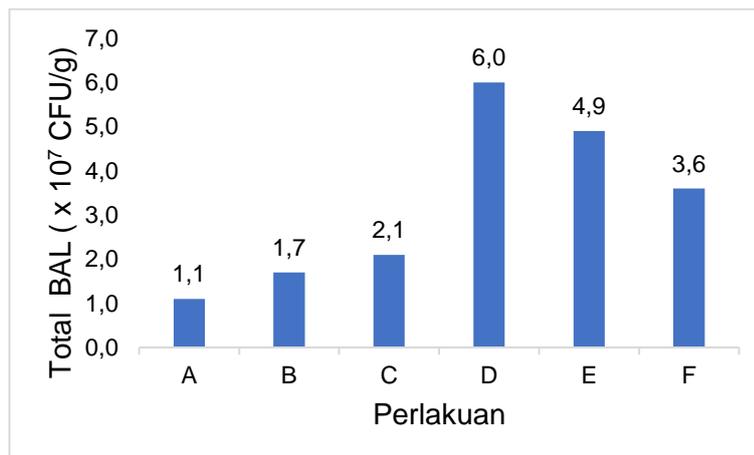


Gambar 4. 1 Yoghurt Kacang Hijau

4.3 Analisis Kualitas Yoghurt

4.3.1 Total Bakteri Asam Laktat (BAL)

Perhitungan menggunakan metode TPC dilakukan dengan menghitung koloni bakteri yang tumbuh pada media agar untuk menunjukkan jumlah mikroba hidup yang terdapat dalam suatu produk (Yunita, dkk, 2015). Perhitungan jumlah total bakteri asam laktat dilakukan untuk mengetahui kualitas secara mikrobiologis produk fermentasi susu seperti yoghurt. Hasil perhitungan akan dibandingkan dengan syarat total bakteri asam laktat pada minuman yoghurt probiotik sesuai SNI yaitu minimal $1,0 \times 10^7$ CFU/g. Rata-rata nilai total BAL dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Rata-rata Nilai Total BAL

Keterangan:

- A: Sari kacang hijau 100% : susu sapi 0%
- B: Sari kacang hijau 90% : susu sapi 10%
- C: Sari kacang hijau 80% : susu sapi 20%
- D: Sari kacang hijau 70% : susu sapi 30%
- E: Sari kacang hijau 60% : susu sapi 40%
- F: Sari kacang hijau 0% : susu sapi 100%

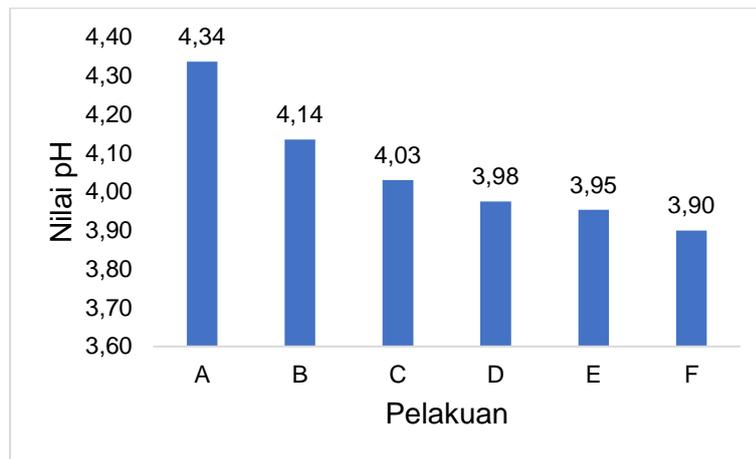
Berdasarkan Gambar 4.2 menunjukkan bahwa total BAL semua perlakuan memberikan nilai yang telah memenuhi standar minimal SNI yaitu 10^7 CFU/g. Nilai rata-rata total BAL yoghurt antara $1,1 \times 10^7$ sampai $6,0 \times 10^7$. Pembuatan yoghurt dengan 100% sari kacang hijau memberikan data total BAL terendah karena nutrisi pertumbuhan bakteri asam laktat hanya bergantung pada gula yang dimiliki oleh sari kacang, sedangkan nilai total BAL tertinggi pada perlakuan 70% sari kacang hijau dan 30% susu sapi karena terdapat kandungan susu yang merupakan habitat alami pertumbuhan bakteri asam laktat. Peningkatan konsentrasi susu sapi yang diberikan dalam komposisi bahan dasar yoghurt menyebabkan peningkatan nilai total bakteri asam laktat. Susu sapi berperan sebagai sumber energi yang menstimulasi pertumbuhan bakteri asam laktat.

Penelitian oleh Kumalaningsih dkk., (2016) tentang substitusi kacang merah dan susu sapi dalam pembuatan yoghurt dengan proporsi susu sapi dan sari kacang merah, yaitu 40:60, 50:50, dan 60:40 serta konsentrasi starter sebanyak 5, 15, dan 25%. Hasil total bakteri asam laktat sebanyak $0,74 \times 10^9$ CFU/mL pada perlakuan terbaik dengan proporsi susu sapi dan sari kacang merah yaitu 60:40 dengan konsentrasi starter 5%. Kacang merah mengandung jenis karbohidrat yang berbeda dengan susu sapi. Karbohidrat pada kacang merah terdiri dari golongan oligosakarida, yang dapat menggantikan laktosa yang terkandung dalam susu sapi.

Penelitian yoghurt nabati menggunakan kacang hijau mengandung karbohidrat yang berbeda dengan susu sapi. Jika kacang merah kaya akan oligosakarida, kacang hijau lebih banyak mengandung pati. Pati ini akan dipecah menjadi glukosa oleh bakteri asam laktat, sehingga menyediakan sumber energi yang cukup bagi pertumbuhan bakteri. Berdasarkan hasil ANOVA menunjukkan nilai P 0.637, sehingga nilai sig > 0.05 . Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan konsentrasi sari kacang hijau dan susu sapi tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kualitas yoghurt kacang hijau yang diukur melalui variabel BAL. Namun, karena semua variasi memenuhi standar minimal total bakteri, yoghurt yang lebih baik diproduksi adalah yoghurt dengan kandungan BAL lebih tinggi.

4.3.2 Nilai pH

Analisis nilai pH atau derajat keasaman pada yoghurt kacang hijau dilakukan setelah fermentasi. Uji tersebut dilakukan untuk mengetahui derajat keasaman minuman yoghurt setelah proses fermentasi. Derajat keasaman merupakan salah satu faktor penilaian sebuah bahan pangan dapat dikonsumsi. Oleh sebab itu, Uji pH ini penting dilakukan karena jika minuman yoghurt yang dihasilkan terlalu asam maka tidak baik untuk kesehatan lambung. Hasil penelitian diperoleh data rata-rata pH ditampilkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Rata-rata Nilai pH

Keterangan:

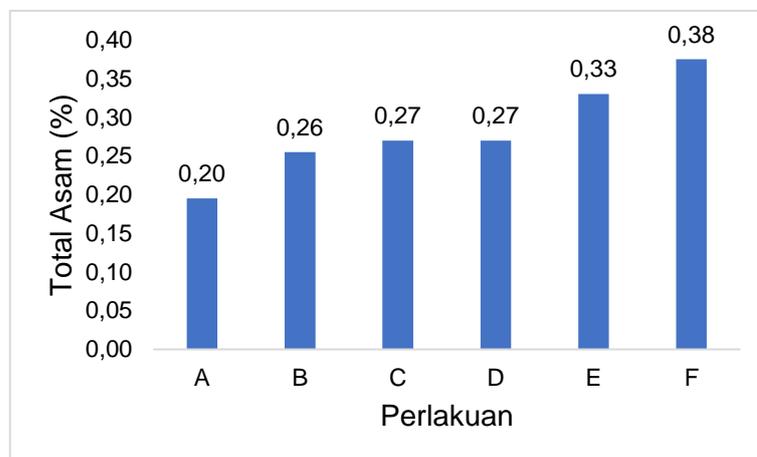
- A: Sari kacang hijau 100% : susu sapi 0%
- B: Sari kacang hijau 90% : susu sapi 10%
- C: Sari kacang hijau 80% : susu sapi 20%
- D: Sari kacang hijau 70% : susu sapi 30%
- E: Sari kacang hijau 60% : susu sapi 40%
- F: Sari kacang hijau 0% : susu sapi 100%

Berdasarkan Gambar 4.3 nilai pH ada diantara 3,9-4,3. Nilai pH semua perlakuan masuk dalam standar SNI yaitu 4-4,5. Nilai pH tertinggi terdapat pada perlakuan 100% sari kacang hijau. Penurunan pH merupakan salah satu akibat dari proses fermentasi yang terjadi karena adanya akumulasi asam laktat sebagai produk utama dari metabolisme gula oleh bakteri asam laktat. Rendahnya pH dan tingginya BAL yang dihasilkan disebabkan karena banyaknya susu sapi yang digunakan dalam pembuatan yoghurt karena susu sapi mengandung laktosa yang dapat disintesis menjadi asam laktat pada proses fermentasi (Kumalaningsih, 2016). Pernyataan tersebut sejalan dengan pembuatan yoghurt kacang hijau yaitu seiring dengan bertambahnya konsentrasi susu sapi nilai pH semakin rendah.

Penelitian Abdul dkk., (2018) pembuatan yoghurt jagung manis dengan variasi penambahan susu sapi 0,10, 20, 30, 40, 50, 60 %. Menghasilkan rata-rata pH sari jagung manis sebelum fermentasi adalah 6 dan setelah fermentasi pHnya adalah 5. Asam laktat yang dihasilkan dalam pembuatan sari jagung manis juga dapat mempengaruhi perubahan derajat keasaman (pH), semakin tinggi konsentrasi susu sapi maka derajat keasaman (pH) setelah fermentasi semakin rendah. Berdasarkan hasil ANOVA menunjukkan nilai sig 0.310, sehingga nilai sig > 0.05 dapat disimpulkan bahwa perubahan konsentrasi sari kacang hijau dan susu sapi tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kualitas yoghurt kacang hijau yang diukur dengan variabel nilai pH. Tetapi, karena semua variasi konsentrasi memenuhi standar SNI, yoghurt yang lebih baik diproduksi adalah yoghurt yang memiliki nilai pH paling optimal dan paling sesuai dengan parameter BAL, sehingga kedua variabel dapat saling berkorelasi dalam menentukan kualitas akhir yoghurt kacang hijau.

4.3.3 Total Asam Titrasi

Total asam laktat pada yoghurt kacang hijau berasal dari proses pemecahan laktosa oleh bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat akan menghidrolisis laktosa dengan hasil akhir asam laktat sehingga yoghurt kacang hijau menjadi lebih asam. Pengujian total asam dilakukan untuk mengetahui perubahan jumlah asam laktat pada yoghurt setelah proses fermentasi. Data rata-rata total asam tertitrasi ditampilkan dalam Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Rata-rata Nilai Total Asam

Keterangan:

- A: Sari kacang hijau 100% : susu sapi 0%
- B: Sari kacang hijau 90% : susu sapi 10%
- C: Sari kacang hijau 80% : susu sapi 20%
- D: Sari kacang hijau 70% : susu sapi 30%
- E: Sari kacang hijau 60% : susu sapi 40%
- F: Sari kacang hijau 0% : susu sapi 100%

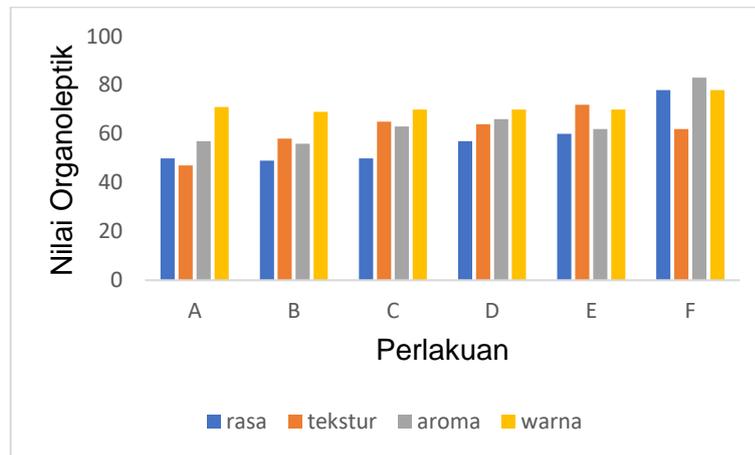
Berdasarkan Gambar 4.4 menunjukkan nilai total asam antara 0,2-0,4 %. Sehingga nilai total asam tidak ada yang masuk dalam standar SNI yaitu 0,5-2%. Perlakuan dengan konsentrasi 60% sari kacang hijau dan 40% susu sapi memberikan nilai total asam tertinggi dan paling mendekati standar SNI. Peningkatan total asam disebabkan oleh kumpulan asam organik dan asam asetat yang dihasilkan dari proses fermentasi bakteri asam laktat (Krisnaningsih, dkk 2018). Semakin lama waktu fermentasi yang digunakan, mikroba akan mempunyai kesempatan lebih lama untuk mengubah substrat atau karbohidrat pada kacang hijau menjadi asam.

Kadar total asam laktat yang tidak sesuai dengan SNI dimungkinkan karena bakteri harus beradaptasi terlebih dahulu dan memerlukan energi yang lebih banyak dalam mensintesis enzim yang diperlukan untuk menguraikan pati yang banyak terkandung pada sari kacang hijau menjadi glukosa yang nantinya digunakan dalam fermentasi asam laktat. Berdasarkan hasil ANOVA menunjukkan nilai sig sebesar 0.428, sehingga nilai sig > 0.05 dapat disimpulkan bahwa perubahan konsentrasi sari kacang hijau dan susu sapi tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kualitas yoghurt kacang hijau yang diukur dengan variabel total asam. Namun, karena tidak ada variasi yang memenuhi standar SNI, yoghurt yang dipilih adalah yoghurt dengan nilai total asam yang paling mendekati standar SNI dan

terkorelasi dengan dua parameter sebelumnya, yaitu nilai pH dan BAL, untuk menghasilkan kualitas yoghurt yang optimal.

4.3.4 Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan oleh 20 orang panelis. Panelis akan menetralkan rasa dengan meminum air mineral terlebih dahulu sebelum melakukan uji organoleptik untuk sampel berikutnya. Data hasil organoleptik dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Nilai Organoleptik

Keterangan:

- A: Sari kacang hijau 100% : susu sapi 0%
- B: Sari kacang hijau 90% : susu sapi 10%
- C: Sari kacang hijau 80% : susu sapi 20%
- D: Sari kacang hijau 70% : susu sapi 30%
- E: Sari kacang hijau 60% : susu sapi 40%
- F: Sari kacang hijau 0% : susu sapi 100%

4.3.4.1 Rasa

Berdasarkan Gambar 4.5 menunjukkan nilai parameter rasa berkisar antara 49-78. Rasa yang paling disukai menurut panelis yaitu pada perlakuan F dengan nilai tertinggi 78. Komposisi dari perlakuan F yaitu perbandingan sari kacang hijau dan susu sapi 0% : 100% yang merupakan kontrol perlakuan, diikuti oleh perlakuan E dengan nilai 60 dengan konsentrasi sari kacang hijau 60% : susu sapi 40%. Hal ini diduga semakin banyak penambahan susu sapi maka pembentukan asam laktat juga meningkat. Menurut Yanuar dan Sutrisno (2014) selama fermentasi terdapat pembentukan komponen rasa yaitu asetaldehida. Triyono, (2010) juga mengatakan bahwa selama proses fermentasi akan timbul senyawa-senyawa asam laktat, asetaldehida, diasetil, asam asetat dan senyawa-senyawa yang mudah menguap yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat. Selain itu selama fermentasi terjadi pembentukan asam laktat yang secara tidak langsung akan berdampak pada penurunan pH. Sehingga timbul rasa asam khas dari yoghurt.

4.3.4.2 Tekstur

Berdasarkan Gambar 4.5 tekstur yang paling disukai oleh panelis yaitu pada perlakuan E. Minuman probiotik yang telah dibuat memiliki tekstur khas yaitu kental.

Sedangkan tekstur yang paling kental diantara semua minuman probiotik yaitu pada perlakuan A. Menurut Pangestu, dkk (2017) juga menjelaskan bahwa semakin kental tekstur yoghurt dapat disebabkan bahan memiliki daya ikat yang lebih baik. Bahan mempunyai kemampuan membentuk matriks yang dapat menangkap air sehingga menyebabkan viskositas semakin kental. Nalu dkk., (2019) mengatakan terbentuknya asam laktat selama proses pembuatan yoghurt menyebabkan peningkatan asam dan koagulasi protein yang membentuk gel.

4.3.4.3 Aroma

Berdasarkan Gambar 4.5 aroma yang paling disukai oleh panelis adalah perlakuan F dengan nilai 83 yang merupakan kontrol perlakuan, diikuti oleh perlakuan D dengan nilai 66. Yoghurt memiliki karakteristik aroma yang khas seperti aroma asam. Aroma ini timbul karena selama proses fermentasi terjadi perubahan laktosa susu menjadi asam laktat oleh bakteri asam laktat. Asam laktat inilah yang menyebabkan yoghurt memiliki aroma khas asam. Aroma produk yoghurt disebabkan oleh senyawa-senyawa volatil yang terbentuk sehingga menimbulkan aroma asam yang khas. Selain berperan dalam pembentukan gel, asam laktat juga memberikan ketajaman rasa dan menentukan aroma khas dari yoghurt (Anindita, 2002). Menurut Kusumawati (2008) parameter aroma sangat berkaitan dengan parameter rasa.

4.3.4.4 Warna

Berdasarkan Gambar 4.5 warna yang paling disukai oleh panelis yaitu pada perlakuan F diikuti oleh perlakuan A. Komposisi sari kacang hijau yang ditambahkan memberikan corak warna kehijauan pada produk yoghurt. Tingkat warna hijau produk yoghurt tampak tidak terlalu berbeda, ditunjukkan juga dari pengamatan panelis yang memberikan data berturut-turut dari A-F yaitu: 71, 69, 70, 70, dan 78.

4.4 Tadabbur Ilmiah: Refleksi Teologis atas Hasil Penelitian

Semua yang ada di bumi diciptakan untuk memenuhi kebutuhan makhluk hidup. Sehingga yang diciptakan di bumi pasti memiliki manfaat bagi kelangsungan hidup makhluk-Nya. Hal ini dibuktikan pada penelitian pembuatan yoghurt nabati dengan pengaruh konsentrasi sari kacang hijau dan susu sapi menghasilkan total bakteri asam laktat, pH, total asam dan organoleptik. Allah SWT menciptakan kenikmatan makanan dan minuman tidak lain supaya kita bersyukur atas segala nikmat-Nya. Seperti dalam Surat Al-Maidah ayat 88, dikatakan:

وَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبَاتٍ وَأَقْبُوا اللَّهَ الَّذِي آتَاكُمْ بِهِ ۗ مُؤْمِنُونَ

Artinya: “Dan makanlah dari apa yang telah diberikan Allah kepadamu sebagai rezeki yang halal dan baik, dan bertakwalah kepada Allah yang kamu beriman kepada-Nya” (Al-Maidah: 88).

Allah menganjurkan manusia untuk memakan makanan yang halal dan baik. Halal berasal dari bahasa arab yang artinya membebaskan, memecahkan, membubarkan dan membolehkan. Makanan halal adalah makanan baik yang diperbolehkan memakannya menurut ajaran Islam sesuai Qur'an dan Hadits (Departemen Agama, 2003). Makna Tayyiban adalah lawan dari khabitsan atau jelek atau menjijikkan, perkara yang baik adalah perkara yang secara akal dan fitrah dianggap baik. Makanan yang baik adalah segala makanan yang membawa kesehatan bagi tubuh, serta mengharamkan segala sesuatu yang bisa menimbulkan bahaya baik dalam bentuk keracunan, timbulnya penyakit atau adanya efek samping (Bahdresy, 1981). Ayat diatas dapat diketahui bahwa manusia diberikan kenikmatan oleh Allah di dunia terutama untuk menikmati makanan yang halal dan tayyib yaitu makanan yang memiliki kandungan nutrisinya baik, menyehatkan, aman, dan yang paling utama yaitu halal.

Manusia dianjurkan untuk mengkonsumsi makanan yang baik, diantaranya adalah yoghurt nabati yang memiliki kandungan gizi layak untuk dikonsumsi. Umumnya, minuman fermentasi diketahui sebagai produk minuman beralkohol dan hukumnya haram menurut agama Islam. Tetapi, tidak semua minuman hasil fermentasi merupakan minuman yang memabukkan bahkan beberapa bahan pangan hasil fermentasi baik untuk kesehatan. Fermentasi yang terjadi dalam pembuatan yoghurt dapat meningkatkan nilai nutrisi dalam yoghurt serta meningkatkan aktivitas antioksidan yang bertugas menghambat radikal bebas sehingga sangat berguna sebagai pencegah kanker. Yoghurt ini baik bagi penderita *lactose intolerance*, yaitu mereka yang intoleran terhadap laktosa atau gula susu atau penderita yang tidak dapat mencerna laktosa pada sistem pencernaannya.

Surat Al-Qamar ayat 49 dikatakan:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ

Artinya: “Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu sesuai dengan ukuran” (Al-Qamar :49)

Tumbuhan diciptakan dalam berbagai jenis dan manfaat. Manfaat setiap tumbuhan dapat berbeda-beda meskipun ditanam ditanah sama. Kacang hijau (*Vigna radiata L.*) memiliki kandungan protein yang cukup tinggi yaitu 24% dan merupakan sumber mineral antara lain kalsium dan fosfor yang sangat diperlukan tubuh. Kandungan lemak kacang hijau merupakan asam lemak tak jenuh, sehingga aman dikonsumsi oleh orang yang memiliki masalah kelebihan berat badan dan hiperkolesterolemia. Kacang hijau memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan kacang kedelai, kacang mete dan kacang *azuki*.

Keajaiban ciptaan Allah Swt. sungguh begitu nyata di sekitar kita. Tidak ada satu pun yang diciptakan-Nya dengan sia-sia, termasuk bahan-bahan sederhana seperti kacang hijau dan susu sapi yang bisa diolah menjadi yoghurt nabati yang sehat dan bernutrisi. Proses fermentasi ini adalah bukti bahwa Allah memberikan manusia akal dan ilmu pengetahuan untuk memanfaatkan ciptaan-Nya demi kebaikan. Melalui penelitian ini, kita bisa melihat bahwa bahan pangan seperti kacang hijau tidak hanya memberi manfaat jasmani, tetapi juga mengingatkan kita pada kebesaran-Nya. Allah Swt. menciptakan tumbuhan dengan berbagai manfaat, seperti kandungan protein, mineral, dan antioksidan dalam kacang hijau yang baik untuk kesehatan tubuh. Hal ini menunjukkan betapa Allah begitu Maha Penyayang dengan menyediakan segala yang kita butuhkan. Semoga dengan pemahaman ini, kita semakin bersyukur atas nikmat-Nya, memanfaatkan apa yang ada di bumi dengan sebaik-baiknya, dan menjadikannya sarana untuk meningkatkan keimanan kita. Tidak ada yang sia-sia dalam ciptaan Allah, semua diciptakan untuk mendukung kehidupan kita, jika kita mau berpikir dan merenung.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pembuatan yoghurt nabati berbasis kacang hijau dengan penambahan susu sapi, dapat disimpulkan bahwa: variasi konsentrasi sari kacang hijau dengan susu sapi tidak berpengaruh signifikan terhadap kualitas yoghurt nabati. Nilai total bakteri asam laktat memenuhi standar SNI dengan nilai tertinggi pada komposisi 70% sari kacang hijau dan 30% susu sapi, nilai pH berada dalam rentang standar SNI dengan pH terendah pada komposisi 60% sari kacang hijau dan 40% susu sapi, nilai total asam tidak memenuhi standar SNI dengan nilai tertinggi pada perlakuan 60% sari kacang hijau dan 40% susu sapi, hasil organoleptik menunjukkan perlakuan dengan komposisi susu sapi yang lebih tinggi lebih disukai panelis.

5.2 Saran

Penelitian lebih lanjut disarankan untuk mengeksplorasi proses fermentasi yang lebih optimal, seperti penggunaan kultur starter atau durasi fermentasi yang berbeda, agar total asam tertitrasi sesuai dengan standar SNI. Pengujian toksikologi dan uji manfaat klinis terhadap yoghurt nabati berbasis sari kacang hijau disarankan untuk memperkuat klaim manfaat kesehatan. Penelitian lanjutan dapat mencoba variasi bahan nabati lain sebagai alternatif untuk menghasilkan produk fermentasi dengan karakteristik yang lebih beragam. Implementasi penelitian ini disarankan memperhatikan aspek keberlanjutan, termasuk pengelolaan limbah ampas kacang hijau.

DAFTAR PUSTAKA

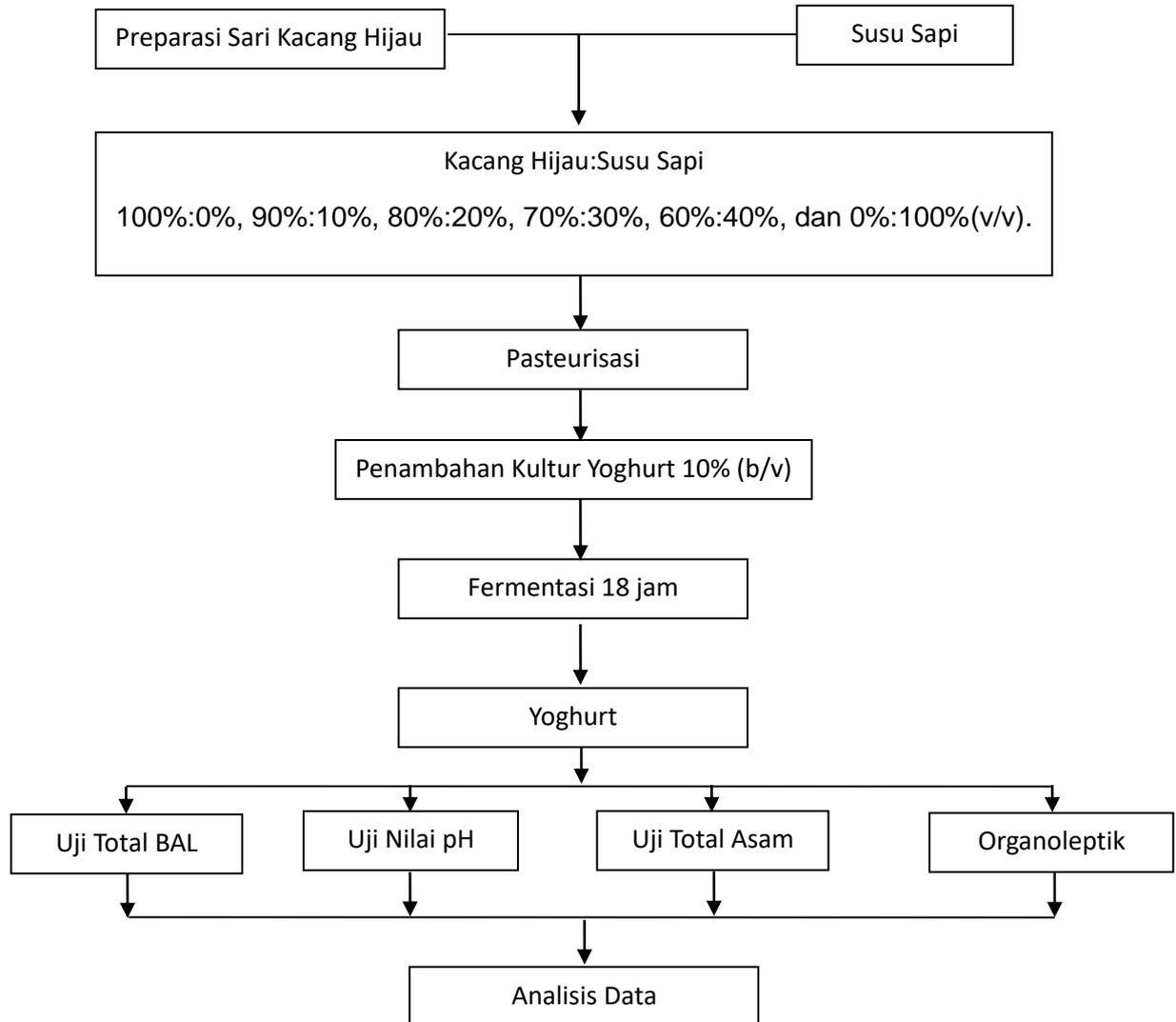
- Abidin, A. Z. (2016). *Pengaruh Konsentrasi Substrat dan Inokulum Lactobacillus plantarum terhadap Produksi Asam Laktat dari Tetes Tebu*. Malang : UIN Malang.
- Aisyah, T. (1995). *Biokonversi Limbah Umbi Singkong menjadi Bahan Pakan Sumber Protein oleh Jamur Rizhopus sp. Serta Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Ayam Pedaging*. Bandung: Universitas Padjajaran.
- Amelia, J. R., Maarif, S., & Arkeman, Y. (2016). Yoghurt Susu Jagung Manis Kacang Hijau Sebagai Strategi Inovasi Produk Alternatif Pangan Fungsional. *Jurnal Teknik Industri*.
- Amelia, M., Niha, D., Trisno, D., Trisno, A., Julyanti, S. W., & Rafika, F. (2015). PENETAPAN KADAR ABU (AOAC 2005).
- Andrianto, T. T., & Indarto, N. (2004). *Budidaya dan Analisis Usaha Tani Kedelai, Kacang Hijau, Kacang Panjang*. Yogyakarta: Absolut.
- Anindita. (2002). *Pembuatan Yakult Kacang Hijau Kajian Tingkat Pengenceran dan Konsentrasi Sukrosa*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Anjasari, B. (2010). *Pangan Hewani*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Astawan, M. (2009). *Sehat dengan Hidangan Kacang dan Biji-bijian*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Azhari, R., Soverda, N., & Alia, Y. (2018). Pengaruh Pupuk Kompos Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) . *Jurnal Agroecotania*.
- Balitkabi. (2005). *Teknologi Produksi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian*. Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian .
- Bangun, R. S. (2009). *Pengaruh Fermentasi Bakteri Asam Laktat Terhadap Kadar Protein Susu Kedelai*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- BSN. (t.thn.). SNI 2981:2009. Dalam *Teknis Perumusan SNI 67-04, Makanan dan Minuman*.
- Budyanto, A. K. (2002). *Mikrobiologi Terapan*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang Press.
- Dante, L. C., Suter, I., & Darmayanti, L. (2016). Pengaruh Konsentrasi Sukrosa terhadap Karakteristik Yoghurt dari Susu Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca formatypica*) dan Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*.
- Diniyati. (2012). *Kadar Betakaroten, Protein, Tingkat Kekerasan dan Mutu Organoleptik Mie Instan dengan Substitusi Tepung Ubi Jalar Merah (Ipomoea batatas) dan Kacang Hijau (Vigna radiata)*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Failasufa, M. K., Sunarto, W., & Pratjojo, W. (2015). Analisis Proksimat Yoghurt Probiotik Formulasi Susu Jagung Manis-Kedelai Dengan Penambahan Gula Kelapa (*Cocos nucifera*) Granul. *Indonesian Journal of Chemical Science*.
- Fijan, S. (2014). Microorganisms with Claimed Probiotic Properties: An Overview of Recent Literature . *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 4745-4767.
- Fitriani. (2014). *Pengaruh Pemberian Pupuk Cair Limbah Organik terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau (Phaseolus radiatus L.)*. Universitas Bengkulu.
- Hardjo, S., Indrasti, N. S., & Bantacut, T. (1989). *Biokonfersi Pemanfaatan Limbah Industri Pertanian*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Hidayat, N. I., & Dania, W. A. (2006). *Membuat Minuman Prebiotik dan Probiotik*. Surabaya: Trubus Agrisarana.
- Hou, J.-c., Liu, F., Ren, D.-x., Han, W.-w., & Du, Y.-o. (2015). Effect of Culturing Conditions on the Expression of Key Enzymes in the Proteolytic System of *Lactobacillus Bulgaricus*. *Journal of Zhejiang University* .
- Kementrian Pertanian. (2023). *Statistik Konsumsi Pangan Tahun 2023*.
- Koswara. (1995). *Jahe dan Hasil Olahannya*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Krisnanigsih, A. T., Rosyidi, D., Radiati, L. E., & Purwadi. (2018). Pengaruh Penambahan Stabilizer Pati Talas Lokal (*Colocasia esculenta*) terhadap Viskositas, Sineresis dan Keasaman Yogurt pada Inkubasi Suhu Ruang. *Jurnal Teknologi Peternakan Tropis*.

- Kumalaningsih, S., Pulungan, M. H., & Raisyah. (2016). Substitusi Sari Kacang Merah dengan Susu Sapi dalam Pembuatan Yogurt. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*.
- Kusumawati, R., Tazwir, & Wawasto, A. (2008). Pengaruh Perendaman dalam Asam Klorida terhadap Kualitas Gelatin Tulang Kakap Merah (*Lutjanus sp.*). *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*.
- Li, Y., & Cui, F. (2010). Microbial Lactic Acid Production from Renewable Resources. Dalam *Sustainable Biotechnology*. Dordrecht: Springer Netherlands.
- Machfud, E. G., Said, & Kismiati, S. (1989). *Fermentor*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Masykur, A., & Kusnadi, J. (2015). Karakteristik Kimia dan Mikrobiologi Yoghurt Bubuk Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata L.*) Metode Pengeringan Beku (Kajian Penambahan Starter dan Dekstrin). *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3 (3), 1171-1179.
- Munadiyan, & Izzat. (2013). *Kajian Jumlah Bakteri, Kadar Asam Laktat, Dan Daya Tahan Susu Kambing Sapera di Cilacap dan Bogor*. Purwokerto: Universitas Jendral Sudirman.
- Mustakim, M. (2014). *Budidaya Kacang Hijau*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Mustika, S., Yasni, S., & Suliantari. (2019). Pembuatan Yoghurt Susu Sapi Segar dengan Penambahan Puree Ubi Jalar Ungu. *Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan*, 97-101.
- Nelitong, N. (2015). *Aktivitas Antibakteri Susu Probiotik Lactobacilli Terhadap Bakteri Penyebab Diare (Escherichia coli, Salmonella typhimurium, Vibrio Bakteri Penyebab Diare (Escherichia coli, Salmonella typhimurium, Vibrio cholerae)*. Jakarta: Universitas Airlangga.
- Nurjannah, L., Suryani, S., Achmadi, S. S., & Azhari, A. (2017). Produksi Asam Laktat oleh *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* dengan Sumber Karbon Tebu Tetes. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*.
- Nurkholisha, A. (2022). *Pra Rencana Pabrik Yoghurt Bubuk dari Susu Sapi dengan Proses Spray Dryer Kapasitas 40.000 Ton/Tahun*. Jawa Timur: UPN Veteran.
- Nuryanti, Siti, Matsjeh, S., Chairil, A., & Raharjo, T. J. (2010). Indikator Titrasi Asam-Basa dari Ekstrak Bunga Sepatu. *Agritech*.
- Pangestu, R. F., Legowo, A. M., Al-Bari, A. N., & Pramono, Y. B. (2017). Aktivitas Antioksidan, pH, Viskositas, Viabilitas Bakteri Asam Laktat (BAL), Pada Yogurt Powder Daun Kopi Dengan Jumlah Karagenan Yang Berbeda. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*.
- Pargiyanti. (2019). Optimasi Waktu Ekstraksi Lemak dengan Metode Soxhlet Menggunakan Perangkat Alat Mikro Soxhlet. *Indonesian Journal of Laboratory*.
- Prasetyo, H. (2010). *Pengaruh Penggunaan Starter Yoghurt Pada Level Tertentu Terhadap Karakteristik Yoghurt yang Dihasilkan*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Purwantiningsih, T., Bria, M. A., & Kia, K. (2022). Levels Protein and Fat of Yoghurt Made of Different Types and Number of Cultures. *Journal of Tropical Animal Science and Technology*.
- Purwoko, T. (2007). *Fisiologi Mikroba*. Jakarta: Penerbit Bumi Aksara.
- Purwono, & Hartono. (2005). *Kacang Hijau*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rahman, A. (1992). *Pengantar Teknologi Fermentasi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Rambu Nalu, A., Yudiono, K., & Susilowati, S. (2019). Pengaruh Penambahan Starter Yoghurt dan Susu Skim Terhadap Kualitas Yoghurt Susu Kacang Hijau (*Vigna radiata L.*). *Jurnal BisTek Pertanian*.
- Retnowati, P. A., & Kusnadi, J. (2014). Pembuatan Minuman Probiotik Sari Buah Kurma (*Phoenix dactylifera*) dengan Isolat *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus plantarum*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 70-81.
- Rohmanah, S. (2016). *Pengaruh Variasi Dosis dan Frekuensi Pupuk Hayati (Biofertilizer) terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Kacang Hijau (Vigna radiata L.)*. Surabaya: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.
- Rukmana, R. (2001). *Yoghurt dan Karamel Susu*. Yogyakarta: Kanisius.
- Rukmi, D. L., Legowo, M. A., & Dwiloka, B. (2015). Total Bakteri Asam Laktat, pH, dan Kadar Laktosa Yoghurt dengan Penambahan Tepung Jewawut. *Jurnal Agromeida* 33(2), 46-54.

- Rukmini, A. (2017). *Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Sapi terhadap Pertumbuhan Kacang Hijau (Vigna radiata L.) pada Kondisi Kadar Air Tanah yang Berbeda*. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Sari, A. P. (2016). *Karakteristik Mikrobiologis dan Keasaman Susu Fermentasi dengan Menggunakan Perbandingan Starter Yang Berbeda*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Sari, S. M., Ningsih, A. W., Anwari, F., & Nurrosyidah, I. H. (2021). Karakterisasi Yogurt Kacang Hijau Dan Kacang Merah yang Diperkaya Madu Dan Aktivitasnya Terhadap Methicillin-Resistant Staphylococcus Aureus. *Jurnal Berkala Ilmiah Kimia Farmasi*.
- Sinurat, A., Supriyati, P., & Hamid, H. (1998). Fermentasi bungkil inti sawit secara substrat padat dengan menggunakan Aspergillus niger. *Jurnal Ilmu Peternakan dan Veteriner*.
- Sirajuddin, Kusuma, F. R., & Purnomo, D. (2005). *Yoghurt Susu Fermentasi Menyejahtakan*. Jakarta Selatan: Agromedia Pustaka.
- Sisriyenni, D., & Zurriyanti, Y. (2004). *Kajian Kualitas Dadih Susu Kerbau di Dalam Tabung Bambu dan Tabung Plastik*. Riau: Balai Pengkajian dan Peternakan Riau.
- Suharyono, A. S., & Kurniadi, M. (2010). Pengaruh Konsentrasi Starter Streptococcus thermophilus dan Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Minuman Laktat dari Bengkuang (Pachyrrhizus erosus). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*.
- Syainah, Erminda, & dkk. (2014). Kajian Pembuatan Yoghurt dari Berbagai Jenis Susu dan Inkubasi yang Berbeda Terhadap Mutu dan Daya Terima. *Jurnal Skala Kesehatan*.
- Tangapo, A. M., & Mambu, S. M. (2019). Edukasi Mengenai Pentingnya Konsumsi Probiotik Untuk Peningkatan Kesehatan Pada Kelompok Wanita di Kelurahan Banjer Kecamatan Tikala Kota Manado. *VIVABIO Jurnal Pengabdian Multidisiplin*, 13-17.
- Tifaazah. (2013). *Buku Panduan Ilmu Pangan Dasar*. Yogyakarta: Politeknik Kesehatan Kemkes.
- Triyono, A. (2010). Mempelajari Pengaruh Penambahan Beberapa Asam Pada Proses Isolasi Protein Terhadap Tepung Protein Isolat Kacang Hijau (Phaseolus radiatus L.). *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*.
- Utami, M., Panatya, D., Subagja, H., Ningsih, N., & Dewi, A. C. (t.thn.). Teknologi Pengolahan Yoghurt Sebagai Diversifikasi Produk Susu Kambing pada Kelompok Ternak Desa Wonoasri Kecamatan Tempurejo Kabupaten Jember. *PRIMA: Journal of Community Empowering and Services*, 2020.
- Widyastuti, K. (2014). *Pengaruh Konsumsi Sari Kacang Hijau Terhadap Produksi Air Susu Ibu (ASI) pada Ibu Menyusui*. Malang: Doctoral disertation, University of Muhammadiyah Malang.
- Winarno, F. G. (2004). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama.
- Wirawan, J. S. (2010). *Super Kimia SMA*. Jakarta: Wahyumedia.
- Yanuar, S. E., & Sutrisno. (2014). Minuman Probiotik dari Air Kelapa Muda dengan Starter Bakteri Asam Laktat Lactobacillus casei. *Jurnal Pangan Dan Industri*.
- Yunita, M., Hendrawan, Y., & Yulianingsih, R. (2015). Analisis kuantitatif mikrobiologi pada makanan penerbangan (aerofood ACS) Garuda Indonesia mikrobiologi pada makanan penerbangan (aerofood ACS) Garuda Indonesia. *Jurnal Keteknikaan Pertanian Trop Dan Biosist.*
- Zuhri, R. (2019). Pengaruh Jenis Starter Bakteri Asam Laktat terhadap Produksi Asam Laktat dan Kadar Protein dalam Pembuatan Yoghurt Kacang Hijau (Phaseolus radiatus L.). *Eduscience Development Journal*, 171-179.
- Zuriati, Y., Maheswari, R. R., & Susanty, H. (2011). Karakteristik Kualitas Susu Segar dan Yoghurt dari Tiga Bangsa Kambing Perah dalam Mendukung Program Ketahanan dan Diversifikasi Pangan. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Padang: Universitas Andalas Padang.

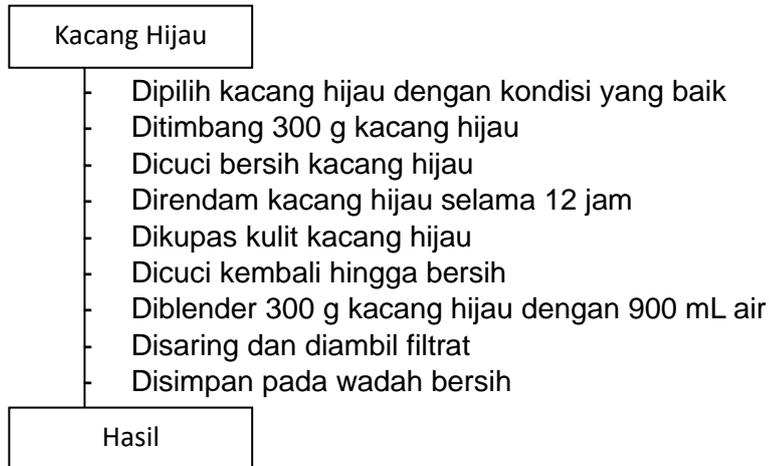
LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Penelitian

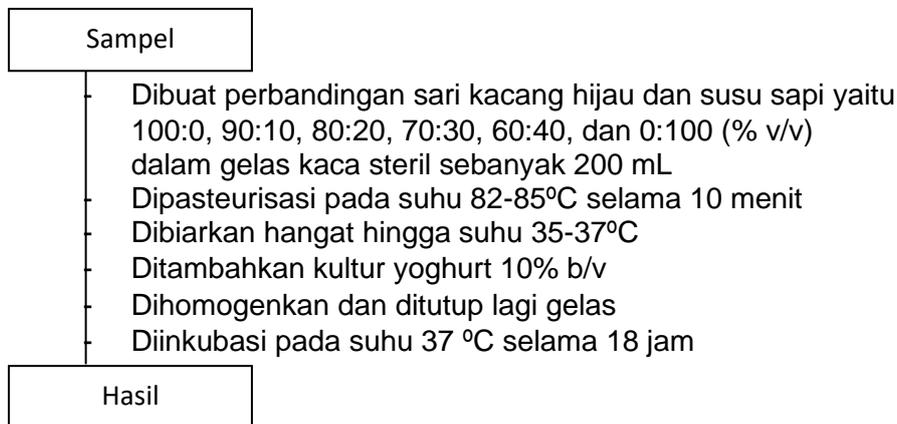


Lampiran 2. Skema Kerja Penelitian

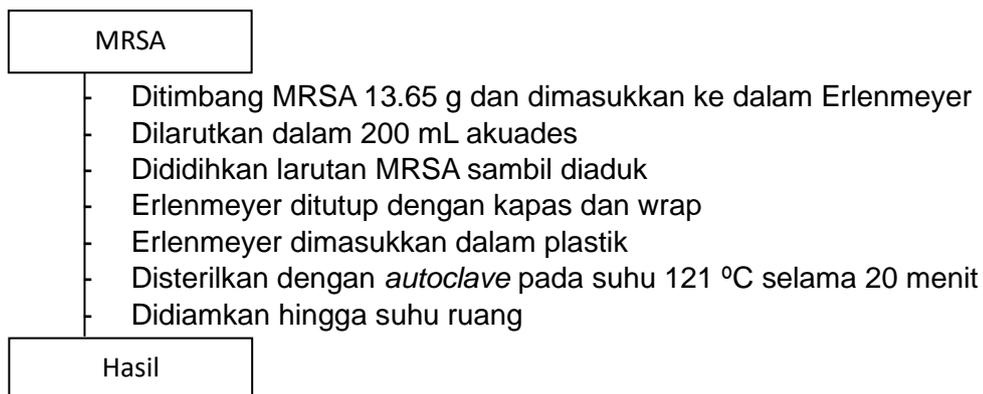
1. Pembuatan Sari Kacang Hijau



2. Pembuatan Yoghurt Nabati



3. Pembuatan Media MRSA



4. Analisis Kualitas Yoghurt Nabati

a. Uji Total Bakteri Asam Laktat

Sampel

- Ditimbang 5 g yoghurt nabati dan disimpan dalam wadah steril
- Ditambahkan 45 mL NaCl dan dihomogenkan (Pengenceran 10^{-1})
- Diambil pengenceran 10^{-1} sebanyak 1 mL
- Ditambahkan 9 mL akuades dan dihomogenkan (Pengenceran 10^{-2})
- Dilanjutkan hingga pengenceran 10^{-6}
- Diambil suspensi sebanyak 1 mL pada tabung 10^{-4} , 10^{-5} , dan 10^{-6}
- Dimasukkan dalam cawan petri
- Dituang media MRSA dan diratakan sampai dasar cawan tertutup media
- Dibiarkan media memadat
- Diinkubasi pada suhu $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ dengan posisi cawan terbalik selama 48 jam

Hasil

b. Uji Nilai pH

Sampel

- Dikalibrasi pH meter dengan buffer
- Diambil sampel sebanyak 20 mL
- Ditempatkan dalam beaker glass 50 mL
- Diukur pH sampel dengan pH meter

Hasil

c. Uji Total Asam

Sampel

- Yoghurt nabati sebanyak 10 mL diencerkan dalam labu ukur 100 mL
- Disaring dan diambil 10 mL filtrat dalam Erlenmeyer
- Ditambahkan 2 tetes indikator pp
- Dititrasi sampel dengan larutan NaOH 0.1 N
- Dihitung banyak NaOH yang ditambahkan

Hasil

d. Uji Organoleptik

Sampel

- Dibuat parameter uji rasa, tekstur, aroma, dan warna
- Dibuat skala numerik penilaian
- Dipilih 20 panelis untuk melakukan uji organoleptik
- Dinilai yoghurt nabati oleh 20 orang panelis

Hasil

Lampiran 3. Perhitungan

1. Pembuatan Larutan NaOH 0.1 N

$$M = \frac{mol}{V}$$

$$N = \frac{m}{Mr \times V}$$

$$0.1 N = \frac{m}{40 \times 0,25 L}$$

$$0.1 N = \frac{m}{10}$$

$$m = 0.1 N \times 10$$

$$m = 1 \text{ gram}$$

Pembuatan: 1 gram NaOH dimasukkan dalam gelas beaker dan ditambahkan air secukupnya, kemudian diaduk hingga larut. Dimasukkan larutan ke dalam labu ukur 250 mL, kemudian ditanda bataskan dan dihomogenkan.

2. Total BAL

- Jika hasil bagi dari jumlah koloni pengenceran tertinggi dan terendah ≤ 2 , maka jumlah yang dilaporkan adalah nilai rata-rata
- Jika hasil bagi dari jumlah koloni pengenceran tertinggi dan terendah > 2 , maka jumlah yang dilaporkan adalah pengenceran terendah

a. Konsentrasi 100 : 0

• Ulangan 1

$$a = \frac{56 \times 10^5}{181 \times 10^4} = 3,1 > 2$$

$$b = \frac{59 \times 10^5}{246 \times 10^4} = 2,4 > 2$$

$$\text{rata - rata} = \frac{181 \times 10^4 + 246 \times 10^4}{2} = 2,1 \times 10^6 \text{ CFU/g}$$

• Ulangan 2

$$a = 26 \times 10^4 = 2,6 \times 10^5$$

$$b = 20 \times 10^4 = 2,0 \times 10^5$$

$$\text{rata - rata} = \frac{2,6 \times 10^5 + 2,0 \times 10^5}{2} = 2,3 \times 10^5 \text{ CFU/g}$$

• Ulangan 3

$$a = \frac{53 \times 10^6}{224 \times 10^5} = 2,4 > 2$$

$$b = \frac{42 \times 10^6}{211 \times 10^5} = 2,0 = 2$$

$$= \frac{211 \times 10^5 + 42 \times 10^6}{2} = 3,2 \times 10^7$$

$$\text{rata - rata} = \frac{2,24 \times 10^7 + 3,2 \times 10^7}{2} = 2,7 \times 10^7 \text{ CFU/g}$$

b. Konsentrasi 90 : 10

• Ulangan 1

$$a = \frac{57 \times 10^6}{179 \times 10^5} = 3,2 > 2$$

$$b = \frac{86 \times 10^6}{183 \times 10^5} = 4,7 > 2$$

$$\text{rata - rata} = \frac{179 \times 10^5 + 183 \times 10^5}{2} = 1,8 \times 10^7 \text{ CFU/g}$$

- **Ulangan 2**

$$a = \frac{40 \times 10^6}{123 \times 10^5} = 3,3 > 2$$

$$b = \frac{32 \times 10^6}{114 \times 10^5} = 2,8 > 2$$

$$\text{rata - rata} = \frac{123 \times 10^5 + 114 \times 10^5}{2} = 1,2 \times 10^7 \text{ CFU/g}$$

- **Ulangan 3**

$$a = \frac{65 \times 10^6}{215 \times 10^5} = 3,0 > 2$$

$$b = \frac{52 \times 10^6}{177 \times 10^5} = 2,9 > 2$$

$$\text{rata - rata} = \frac{215 \times 10^5 + 177 \times 10^5}{2} = 2,0 \times 10^7 \text{ CFU/g}$$

2.3 Konsentrasi 80 : 20

- **Ulangan 1**

$$a = \frac{49 \times 10^6}{182 \times 10^5} = 2,7 > 2$$

$$b = \frac{59 \times 10^6}{207 \times 10^5} = 2,9 > 2$$

$$\text{rata - rata} = \frac{182 \times 10^5 + 207 \times 10^5}{2} = 1,9 \times 10^7 \text{ CFU/g}$$

- **Ulangan 2**

$$a = \frac{58 \times 10^6}{44 \times 10^5} = 13,2 > 2$$

$$b = \frac{55 \times 10^6}{97 \times 10^5} = 5,7 > 2$$

$$\text{rata - rata} = \frac{44 \times 10^5 + 97 \times 10^5}{2} = 7,1 \times 10^6 \text{ CFU/g}$$

- **Ulangan 3**

$$a = 40 \times 10^6 = 4,0 \times 10^7$$

$$b = 32 \times 10^6 = 3,2 \times 10^7$$

$$\text{rata - rata} = \frac{4,0 \times 10^7 + 3,2 \times 10^7}{2} = 3,6 \times 10^7 \text{ CFU/g}$$

2.4 Konsentrasi 70 : 30

- **Ulangan 1**

$$a = \frac{79 \times 10^6}{123 \times 10^5} = 6,4 > 2$$

$$b = \frac{77 \times 10^6}{146 \times 10^5} = 5,3 > 2$$

$$\text{rata - rata} = \frac{123 \times 10^5 + 146 \times 10^5}{2} = 1,3 \times 10^7 \text{ CFU/g}$$

- **Ulangan 2**

$$a = 61 \times 10^6 = 6,1 \times 10^7$$

$$b = 54 \times 10^6 = 5,4 \times 10^7$$

$$\text{rata - rata} = \frac{6,1 \times 10^7 + 5,4 \times 10^7}{2} = 5,8 \times 10^7 \text{ CFU/g}$$

- **Ulangan 3**

$$a = 104 \times 10^6 = 1,0 \times 10^8$$

$$b = 109 \times 10^6 = 1,1 \times 10^8$$

$$\text{rata - rata} = \frac{1,0 \times 10^8 + 1,1 \times 10^8}{2} = 1,1 \times 10^8 \text{ CFU/g}$$

2.5 Konsentrasi 60 : 40• **Ulangan 1**

$$a = 92 \times 10^5 = 9,2 \times 10^6$$

$$b = 96 \times 10^5 = 9,6 \times 10^6$$

$$\text{rata - rata} = \frac{9,2 \times 10^6 + 9,6 \times 10^6}{2} = 9,4 \times 10^6 \text{ CFU/g}$$

• **Ulangan 2**

$$a = 218 \times 10^5 = 2,2 \times 10^7$$

$$b = 101 \times 10^5 = 1,0 \times 10^7$$

$$\text{rata - rata} = \frac{2,2 \times 10^7 + 1,0 \times 10^7}{2} = 1,6 \times 10^7 \text{ CFU/g}$$

• **Ulangan 3**

$$a = 106 \times 10^6 = 1,1 \times 10^8$$

$$b = 139 \times 10^6 = 1,4 \times 10^8$$

$$\text{rata - rata} = \frac{1,1 \times 10^8 + 1,4 \times 10^8}{2} = 1,2 \times 10^8 \text{ CFU/g}$$

2.6 Konsentrasi 0 : 100• **Ulangan 1**

$$a = 235 \times 10^4 = 2,4 \times 10^6$$

$$b = 256 \times 10^4 = 2,6 \times 10^6$$

$$\text{rata - rata} = \frac{2,4 \times 10^6 + 2,6 \times 10^6}{2} = 2,5 \times 10^6 \text{ CFU/g}$$

• **Ulangan 2**

$$a = 99 \times 10^6 = 9,9 \times 10^7$$

$$b = 72 \times 10^6 = 7,2 \times 10^7$$

$$\text{rata - rata} = \frac{9,9 \times 10^7 + 7,2 \times 10^7}{2} = 8,6 \times 10^7 \text{ CFU/g}$$

• **Ulangan 3**

$$a = 195 \times 10^5 = 2,0 \times 10^7$$

$$b = 188 \times 10^5 = 1,9 \times 10^7$$

$$\text{rata - rata} = \frac{2,0 \times 10^7 + 1,9 \times 10^7}{2} = 1,9 \times 10^7 \text{ CFU/g}$$

3. Nilai pH

$$\text{Nilai pH} = \frac{\left(\frac{U1a + U1b}{2}\right) + \left(\frac{U2a + U2b}{2}\right) + \left(\frac{U3a + U3b}{2}\right)}{3}$$

Keterangan:

U1a: Nilai pH pertama ulangan 1

U1b: Nilai pH kedua ulangan 1

U2a: Nilai pH pertama ulangan 2

U2b: Nilai pH kedua ulangan 2

U3a: Nilai pH pertama ulangan 3

U3b: Nilai pH kedua ulangan 3

3.1 Konsentrasi 100 : 0

$$= \frac{\left(\frac{4,03 + 4,04}{2}\right) + \left(\frac{4,55 + 4,57}{2}\right) + \left(\frac{4,43 + 4,40}{2}\right)}{3}$$

$$= \frac{4,04 + 4,56 + 4,42}{3} = 4,34$$

3.2 Konsentrasi 90 : 10

$$= \frac{\left(\frac{3,86 + 3,88}{2}\right) + \left(\frac{4,25 + 4,25}{2}\right) + \left(\frac{4,28 + 4,29}{2}\right)}{3}$$

$$= \frac{3,87 + 4,25 + 4,29}{3} = 4,14$$

3.3 Konsentrasi 80 : 20

$$= \frac{\left(\frac{3,78 + 3,81}{2}\right) + \left(\frac{4,08 + 4,07}{2}\right) + \left(\frac{4,22 + 4,22}{2}\right)}{3}$$

$$= \frac{3,80 + 4,08 + 4,22}{3} = 4,03$$

3.4 Konsentrasi 70 : 30

$$= \frac{\left(\frac{3,78 + 3,78}{2}\right) + \left(\frac{3,92 + 3,92}{2}\right) + \left(\frac{4,22 + 4,23}{2}\right)}{3}$$

$$= \frac{3,78 + 3,92 + 4,23}{3} = 3,98$$

3.5 Konsentrasi 60 : 40

$$= \frac{\left(\frac{3,78 + 3,77}{2}\right) + \left(\frac{3,83 + 3,84}{2}\right) + \left(\frac{4,25 + 4,25}{2}\right)}{3}$$

$$= \frac{3,78 + 3,84 + 4,25}{3} = 3,95$$

3.6 Konsentrasi 0 : 100

$$= \frac{\left(\frac{3,88 + 3,86}{2}\right) + \left(\frac{3,70 + 3,69}{2}\right) + \left(\frac{4,15 + 4,16}{2}\right)}{3}$$

$$= \frac{3,87 + 3,70 + 4,14}{3} = 3,90$$

4. Nilai Total Asam

$$\text{Volume NaOH} = \frac{a + b}{2}$$

$$\text{Total Asam (\%)} = \frac{\text{Volume NaOH} \times N \text{ NaOH} \times 0,09 \times fp}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

Keterangan:

a : volume titrasi pertama

b : volume titrasi kedua

Volume NaOH: nilai rata-rata titrasi

N NaOH : normalitas NaOH

0,09 : berat equivalen asam laktat (g/mEq)

Fp : $\frac{100 \text{ mL}}{10 \text{ mL}}$

4.1 Konsentrasi 100 : 0

- Ulangan 1

$$= \frac{0,1 + 0,1}{2} = 0,10$$

$$= \frac{0,1 \times 0,1 \times 0,09 \times 10}{10} \times 100\% = 0,09\%$$
 - Ulangan 2

$$= \frac{0,2 + 0,2}{2} = 0,20$$

$$= \frac{0,2 \times 0,1 \times 0,09 \times 10}{10} \times 100\% = 0,18\%$$
 - Ulangan 3

$$= \frac{0,3 + 0,4}{2} = 0,35$$

$$= \frac{0,35 \times 0,1 \times 0,09 \times 10}{10} \times 100\% = 0,315\%$$
- $$\text{Rata - rata} = \frac{0,09 + 0,18 + 0,32}{3} = 0,20\%$$

4.2 Konsentrasi 90 : 10

- Ulangan 1

$$= \frac{0,2 + 0,2}{2} = 0,20$$

$$= \frac{0,2 \times 0,1 \times 0,09 \times 10}{10} \times 100\% = 0,18\%$$
 - Ulangan 2

$$= \frac{0,2 + 0,3}{2} = 0,25$$

$$= \frac{0,25 \times 0,1 \times 0,09 \times 10}{10} \times 100\% = 0,23\%$$
 - Ulangan 3

$$= \frac{0,4 + 0,4}{2} = 0,40$$

$$= \frac{0,4 \times 0,1 \times 0,09 \times 10}{10} \times 100\% = 0,36\%$$
- $$\text{Rata - rata} = \frac{0,18 + 0,23 + 0,36}{3} = 0,26\%$$

4.3 Konsentrasi 80 : 20

- Ulangan 1

$$= \frac{0,2 + 0,2}{2} = 0,20$$

$$= \frac{0,2 \times 0,1 \times 0,09 \times 10}{10} \times 100\% = 0,18\%$$
 - Ulangan 2

$$= \frac{0,2 + 0,3}{2} = 0,25$$

$$= \frac{0,25 \times 0,1 \times 0,09 \times 10}{10} \times 100\% = 0,23\%$$
 - Ulangan 3

$$= \frac{0,5 + 0,4}{2} = 0,45$$

$$= \frac{0,45 \times 0,1 \times 0,09 \times 10}{10} \times 100\% = 0,41\%$$
- $$\text{Rata - rata} = \frac{0,18 + 0,23 + 0,41}{3} = 0,27\%$$

4.4 Konsentrasi 70 : 30

- Ulangan 1

$$= \frac{0,2 + 0,2}{2} = 0,20$$

$$= \frac{0,2 \times 0,1 \times 0,09 \times 10}{10} \times 100\% = 0,18\%$$
 - Ulangan 2

$$= \frac{0,3 + 0,3}{2} = 0,30$$

$$= \frac{0,3 \times 0,1 \times 0,09 \times 10}{10} \times 100\% = 0,27\%$$
 - Ulangan 3

$$= \frac{0,4 + 0,4}{2} = 0,40$$

$$= \frac{0,4 \times 0,1 \times 0,09 \times 10}{10} \times 100\% = 0,36\%$$
- $$\text{Rata - rata} = \frac{0,18 + 0,27 + 0,36}{3} = 0,27\%$$

4.5 Konsentrasi 60 : 40

- Ulangan 1

$$= \frac{0,2 + 0,2}{2} = 0,20$$

$$= \frac{0,2 \times 0,1 \times 0,09 \times 10}{10} \times 100\% = 0,18\%$$
 - Ulangan 2

$$= \frac{0,5 + 0,4}{2} = 0,45$$

$$= \frac{0,45 \times 0,1 \times 0,09 \times 10}{10} \times 100\% = 0,41\%$$
 - Ulangan 3

$$= \frac{0,4 + 0,5}{2} = 0,45$$

$$= \frac{0,45 \times 0,1 \times 0,09 \times 10}{10} \times 100\% = 0,41\%$$
- $$\text{Rata - rata} = \frac{0,18 + 0,41 + 0,41}{3} = 0,33\%$$

4.6 Konsentrasi 0 : 100

- Ulangan 1

$$= \frac{0,3 + 0,4}{2} = 0,35$$

$$= \frac{0,35 \times 0,1 \times 0,09 \times 10}{10} \times 100\% = 0,32\%$$
 - Ulangan 2

$$= \frac{0,5 + 0,5}{2} = 0,50$$

$$= \frac{0,5 \times 0,1 \times 0,09 \times 10}{10} \times 100\% = 0,45\%$$
 - Ulangan 3

$$= \frac{0,3 + 0,5}{2} = 0,40$$

$$= \frac{0,4 \times 0,1 \times 0,09 \times 10}{10} \times 100\% = 0,36\%$$
- $$\text{Rata - rata} = \frac{0,32 + 0,45 + 0,36}{3} = 0,38\%$$

Lampiran 4. Data Hasil

1. Hasil Total BAL

Ulangan 1					
Perlakuan	Pengenceran			Hasil	Rata-rata
	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}		
100 : 0	181	56	21	$1,8 \cdot 10^6$	$2,1 \cdot 10^6$
	246	59	22	$2,5 \cdot 10^6$	
90 : 10	294	179	57	$1,8 \cdot 10^7$	$1,8 \cdot 10^7$
	322	183	86	$1,8 \cdot 10^7$	
80 : 20	435	182	49	$1,8 \cdot 10^7$	$1,9 \cdot 10^7$
	437	207	59	$2,1 \cdot 10^7$	
70 : 30	439	123	79	$1,2 \cdot 10^7$	$1,3 \cdot 10^7$
	455	146	77	$1,5 \cdot 10^7$	
60 : 40	318	92	28	$9,2 \cdot 10^6$	$9,4 \cdot 10^6$
	361	96	28	$9,6 \cdot 10^6$	
0 : 100	235	10	3	$2,4 \cdot 10^6$	$2,5 \cdot 10^6$
	256	8	3	$2,6 \cdot 10^6$	

Ulangan 2					
Perlakuan	Pengenceran			Hasil	Rata-rata
	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}		
100 : 0	26	0	0	$2,6 \cdot 10^5$	$2,3 \cdot 10^6$
	20	0	0	$2,0 \cdot 10^5$	
90 : 10	473	123	40	$1,2 \cdot 10^7$	$1,2 \cdot 10^7$
	564	114	32	$1,1 \cdot 10^7$	
80 : 20	310	44	58	$4,4 \cdot 10^6$	$7,1 \cdot 10^6$
	257	97	55	$9,7 \cdot 10^6$	
70 : 30	544	494	61	$6,1 \cdot 10^7$	$5,8 \cdot 10^7$
	540	390	54	$5,4 \cdot 10^7$	
60 : 40	415	218	45	$2,2 \cdot 10^7$	$1,6 \cdot 10^7$
	407	101	29	$1,0 \cdot 10^7$	
0 : 100	525	475	99	$9,9 \cdot 10^7$	$8,6 \cdot 10^7$
	543	493	72	$7,2 \cdot 10^7$	

Ulangan 3					
Perlakuan	Pengenceran			Hasil	Rata-rata
	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}		
100 : 0	648	224	53	$2,2 \cdot 10^7$	$2,7 \cdot 10^7$
	614	211	42	$3,2 \cdot 10^7$	
90 : 10	803	215	65	$2,2 \cdot 10^7$	$2,0 \cdot 10^7$
	746	177	52	$1,8 \cdot 10^7$	
80 : 20	681	348	40	$4,0 \cdot 10^7$	$3,6 \cdot 10^7$
	633	322	32	$3,2 \cdot 10^7$	
70 : 30	932	355	104	$1,0 \cdot 10^8$	$1,1 \cdot 10^8$
	989	342	109	$1,1 \cdot 10^8$	
60 : 40	1184	683	106	$1,1 \cdot 10^8$	$1,2 \cdot 10^8$
	1109	602	139	$1,4 \cdot 10^8$	
0 : 100	620	195	28	$2,0 \cdot 10^7$	$1,9 \cdot 10^7$
	596	188	26	$1,9 \cdot 10^7$	

Komposisi	Total Plate Count (TPC) BAL			Rata-rata (CFU/g)
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
A	2,1.10 ⁶	2,3.10 ⁶	2,7.10 ⁷	1,1.10 ⁷
B	1,8.10 ⁷	1,2.10 ⁷	2,0.10 ⁷	1,7.10 ⁷
C	1,9.10 ⁷	7,1.10 ⁶	3,6.10 ⁷	2,1.10 ⁷
D	1,3.10 ⁷	5,8.10 ⁷	1,1.10 ⁸	6,0.10 ⁷
E	9,4.10 ⁶	1,6.10 ⁷	1,2.10 ⁸	4,9.10 ⁷
F	2,5.10 ⁶	8,6.10 ⁷	1,9.10 ⁷	3,6.10 ⁷

2. Hasil Total pH

Komposisi	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rata-rata
A	4,035	4,56	4,415	4,34
B	3,87	4,25	4,285	4,14
C	3,795	4,075	4,22	4,03
D	3,78	3,92	4,225	3,98
E	3,775	3,835	4,25	3,95
F	3,87	3,695	4,135	3,90

3. Hasil Total Asam

Komposisi	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rata-rata
A	0,09	0,18	0,315	0,20
B	0,18	0,225	0,36	0,26
C	0,18	0,225	0,405	0,27
D	0,18	0,27	0,36	0,27
E	0,18	0,405	0,405	0,33
F	0,315	0,45	0,36	0,38

4. Hasil Organoleptik

Panelis	Aspek	A	B	C	D	E	F
1	Rasa	2	3	2	2	2	2
	Tekstur	2	3	3	3	4	3
	Aroma	2	3	3	3	1	3
	Warna	3	3	3	3	4	3
2	Rasa	2	2	3	4	3	5
	Tekstur	1	2	3	4	5	5
	Aroma	2	2	2	4	3	5
	Warna	5	5	3	4	3	5
3	Rasa	4	3	4	4	2	3
	Tekstur	3	3	3	4	3	1
	Aroma	4	4	3	4	2	3
	Warna	4	4	4	3	3	3
4	Rasa	2	1	1	1	1	3
	Tekstur	3	3	4	3	3	3
	Aroma	3	4	3	3	3	3
	Warna	3	3	4	3	3	3
5	Rasa	4	4	4	3	4	3
	Tekstur	2	3	3	5	4	5
	Aroma	3	3	5	3	4	3
	Warna	4	3	3	3	3	3

Panelis	Aspek	A	B	C	D	E	F
6	Rasa	2	2	1	1	1	3
	Tekstur	2	3	3	4	5	2
	Aroma	2	2	2	3	3	4
	Warna	2	3	3	3	3	3
7	Rasa	3	2	2	2	1	3
	Tekstur	3	3	2	3	2	2
	Aroma	2	2	3	3	3	4
	Warna	3	3	3	3	3	3
8	Rasa	2	2	2	2	2	3
	Tekstur	2	3	3	3	3	3
	Aroma	4	4	4	2	2	3
	Warna	5	4	3	3	3	3
9	Rasa	1	2	2	3	4	5
	Tekstur	1	2	2	2	4	5
	Aroma	1	1	3	3	4	5
	Warna	3	3	3	3	4	5
10	Rasa	4	2	4	4	3	5
	Tekstur	2	2	3	3	3	5
	Aroma	4	4	4	4	3	5
	Warna	3	3	3	3	3	5
11	Rasa	2	4	2	4	4	3
	Tekstur	2	4	4	3	3	4
	Aroma	4	3	2	4	4	3
	Warna	3	3	3	3	4	3
12	Rasa	2	2	2	2	4	3
	Tekstur	1	2	3	3	5	2
	Aroma	2	3	3	5	5	5
	Warna	5	5	5	5	5	5
13	Rasa	1	2	2	3	4	5
	Tekstur	3	3	4	3	4	3
	Aroma	2	2	3	3	3	5
	Warna	3	4	4	4	3	5
14	Rasa	2	2	3	3	3	4
	Tekstur	2	2	4	4	4	4
	Aroma	3	3	3	4	4	5
	Warna	3	3	4	4	4	5
15	Rasa	3	3	3	1	3	5
	Tekstur	3	3	4	2	2	1
	Aroma	1	1	1	2	1	5
	Warna	5	5	5	5	5	5
16	Rasa	4	2	2	4	4	3
	Tekstur	2	4	4	2	4	2
	Aroma	3	3	3	3	3	5
	Warna	4	3	3	3	3	5
17	Rasa	2	2	2	2	3	5
	Tekstur	3	3	3	2	4	2
	Aroma	4	3	4	3	5	5
	Warna	3	3	3	4	4	3
18	Rasa	3	3	2	4	3	5
	Tekstur	4	4	2	3	3	2
	Aroma	4	4	5	4	3	5
	Warna	3	3	4	3	3	3

Panelis	Aspek	A	B	C	D	E	F
19	Rasa	2	3	3	4	4	5
	Tekstur	2	3	4	4	3	4
	Aroma	3	2	3	2	2	3
	Warna	3	3	3	4	3	4
20	Rasa	3	3	4	4	5	5
	Tekstur	4	3	4	4	4	4
	Aroma	4	3	4	4	4	4
	Warna	4	3	4	4	4	4

Perlakuan	Rasa	Tekstur	Aroma	warna	Jumlah
A	50	47	57	71	225
B	49	58	56	69	232
C	50	65	63	70	248
D	57	64	66	70	257
E	60	72	62	70	264
F	78	62	83	78	301

Lampiran 5. Formulir Organoleptik**FORMULIR UJI MUTU HEDONIK****Nama** :**Tanggal** :**Sampel** :**Petunjuk** : Nyatakan penilaian Anda dan berikan tanda (√) pada pernyataan yang sesuai dengan penilaian Anda.

Sampel	Skor	Penilaian	Aspek Penilaian			
			Rasa	Tekstur	Aroma	Warna
A	1	Sangat Tidak Suka				
	2	Tidak Suka				
	3	Agak Suka				
	4	Suka				
	5	Sangat Suka				
B	1	Sangat Tidak Suka				
	2	Tidak Suka				
	3	Agak Suka				
	4	Suka				
	5	Sangat Suka				
C	1	Sangat Tidak Suka				
	2	Tidak Suka				
	3	Agak Suka				
	4	Suka				
	5	Sangat Suka				
D	1	Sangat Tidak Suka				
	2	Tidak Suka				
	3	Agak Suka				
	4	Suka				
	5	Sangat Suka				
E	1	Sangat Tidak Suka				
	2	Tidak Suka				
	3	Agak Suka				
	4	Suka				
	5	Sangat Suka				
F	1	Sangat Tidak Suka				
	2	Tidak Suka				
	3	Agak Suka				
	4	Suka				
	5	Sangat Suka				

Lampiran 6. Data Anova

Bakteri Asam Laktat

ANOVA

Nilai BAL

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4969542777777 77920.000	5	9939085555555 5584.000	.696	.637
Within Groups	1713535333333 333250.000	12	1427946111111 1104.000		
Total	2210489611111 11170.000	17			

Nilai pH

ANOVA

Nilai pH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3813.778	5	762.756	1.348	.310
Within Groups	6791.333	12	565.944		
Total	10605.111	17			

Total Asam

ANOVA

Nilai Titrasi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	591.111	5	118.222	1.061	.428
Within Groups	1337.333	12	111.444		
Total	1928.444	17			

Lampiran 7. Dokumentasi

1. Pembuatan Yoghurt



2. Uji Total BAL



3. Uji pH



4. Uji Total Asam



5. Uji Organoleptik

