

**PENGARUH KONSENTRASI DAN JENIS BAKTERI ASAM LAKTAT
(BAL) TERHADAP KUALITAS YOGHURT PULP BUAH MANGGA**

(Mangifera indica L. var arumanis)

SKRIPSI

Oleh :

AULIA WULAN SAFITRI

NIM. 210602110145



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

2025

**PENGARUH KONSENTRASI DAN JENIS BAKTERI ASAM LAKTAT
(BAL) TERHADAP KUALITAS YOGHURT PULP BUAH MANGGA
(*Mangifera indica* L. var *arumanis*)**

SKRIPSI

**Oleh:
AULIA WULAN SAFITRI
NIM. 210602110145**

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

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025**

**PENGARUH KONSENTRASI DAN JENIS BAKTERI ASAM LAKTAT
(BAL) TERHADAP KUALITAS YOGURT PULP BUAH MANGGA
(*Mangifera indica* L. var *arumanis*)**

SKRIPSI

Oleh:
AULIA WULAN SAFITRI
NIM. 210602110145

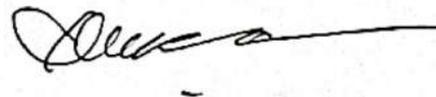
telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
tanggal: 18 Juni 2025

Pembimbing I



Prof. Dr. Hj. Ulfah Utami, M.Si
NIP. 19650509 199903 2 002

Pembimbing II



Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd
NIP. 19630114 199903 1 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi
DIN Madlana Malik Ibrahim Malang,



Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002

**PENGARUH KONSENTRASI DAN JENIS BAKTERI ASAM LAKTAT
(BAL) TERHADAP KUALITAS YOGURT PULP BUAH MANGGA
(*Mangifera indica L. var arumanis*)**

SKRIPSI

Oleh:
AULIA WULAN SAFITRI
NIM. 210602110145

Telah dipertahankan
Di depan Dewan penguji Skripsi dan dinyatakan diterima
sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains (S. Si)
Tanggal: ...18... Juni2025

Ketua Penguji : Tyas Nyonita Punjungsari, M.S (.....)
NIP. 19920507 201903 2 026
Anggota Penguji I : Prilya Dewi Fitriasai, M. Sc (.....)
NIP. 19900428 202321 2 037
Anggota Penguji II : Prof. Dr. Ulfah Utami, M. Si (.....)
NIP. 19650509 199903 2 002
Anggota Penguji III : Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd (.....)
NIP. 19630114 199903 1 001

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Biologi

Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas segala limpahan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat. Dengan rasa bangga, karya ini penulis persembahkan kepada:

1. Cinta pertama dan panutanku, Bapak Muhammad Poniman dan pintu surgaku, Ibu Yeni Rahmawati. Terima kasih penulis ucapkan yang sebesar-besarnya untuk setiap langkahnya dalam mendoakan, mendidik, menasihati, memotivasi, dan memberikan dukungan kasih sayang tanpa batas. Terima kasih kembali atas segala pengorbanan yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan studinya sampai mendapatkan gelar Sarjana Biologi. Terima kasih telah mengusahakan semua keinginan penulis. Semoga ayah dan ibu sehat selalu, panjang umur, dan bahagia selalu di manapun mereka berada.
2. Kepada adik penulis, Muhammad Gibran Al-Husain. Terima kasih sudah menjadi adik yang baik, bisa menghibur penulis, dan selalu membuat penulis termotivasi untuk bisa terus belajar menjadi sosok kakak yang baik.
3. Kepada kakek, nenek, om, dan tante penulis yang tidak dapat penulis ucapkan satu persatu. Terima kasih banyak atas segala dukungan dan motivasi yang diberikan kepada penulis.
4. Pembimbing skripsi, Ibu Prof. Dr. Ulfah Utami, M. Si dan Bapak. Dr. Budi Eko Minarno, M.Pd. Terima kasih karena telah membimbing penulis selama proses pengerjaan skripsi, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Kepada keluarga besar MSAA dan Musyrif/ah Biologi '21, terima kasih telah menemani dan menjadi keluarga penulis di perantauan.
6. Kepada keluarga KKN Grahita, terima kasih telah menjadi teman sekaligus keluarga dan pendengar yang baik bagi penulis
7. Kepada teman-teman grup 'Cireng Kalabendana', 'Jeding Squad', 'Gokies', 'Berangkat Kuliah', yang tidak bisa penulis sebutkan namanya satu-persatu, terimakasih atas doa, bantuan, dan dukungan bagi penulis.
8. Teman seperjuangan Newcleus'21, khususnya teman-teman dari kelas biologi D. Terima kasih atas segala pengalaman yang telah diberikan, serta menjadi rekan seperjuangan dalam mendapatkan gelar Sarjana Biologi.
9. Terakhir, kepada diri saya sendiri Aulia Wulan Safitri. Terima kasih karena telah berjuang dan bertahan sejauh ini melewati banyaknya rintangan yang tidak terduga-duga, walaupun sering banyak takutnya dan merasa putus asa atas apa yang diusahakan masih belum tercapai atau tidak sesuai dengan keinginan penulis. Terima kasih karena dapat mengendalikan diri dari berbagai tekanan di luar kendali dan tidak pernah memutuskan untuk menyerah sesulit apapun proses yang dihadapi. Berbahagialah di manapun kamu berada, semoga selalu dikelilingi oleh hal-hal yang baik.

MOTTO

وَأُفَوِّضُ أَمْرِي إِلَى اللَّهِ

“Dan aku menyerahkan urusanku kepada Allah”

[40 : 44]

وَعَسَىٰ أَنْ تَكْرَهُوا شَيْئًا وَهُوَ خَيْرٌ لَّكُمْ وَعَسَىٰ أَنْ تُحِبُّوا شَيْئًا وَهُوَ شَرٌّ لَّكُمْ وَاللَّهُ

يَعْلَمُ وَأَنْتُمْ لَا تَعْلَمُونَ ۝۱۱

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui.”

[1 : 216]

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aulia Wulan Safitri
NIM : 210602110145
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul : Pengaruh Konsentrasi dan Jenis Bakteri Asam Laktat
(BAL) Terhadap Kualitas Yogurt Pulp Buah Mangga
(*Mangifera indica* L. var *arumanis*)

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

Malang, 25 Juni 2025

Yang membuat pernyataan,



Aulia Wulan Safitri
NIM. 210602110145

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar Pustaka diperkenankan untuk dicatat, tapi pengutipan hanya dapat dilakukan dengan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.

Pengaruh Konsentrasi dan Jenis Bakteri Asam Laktat (BAL) Terhadap Kualitas Yogurt Pulp Buah Mangga (*Mangifera indica* L. var *arumanis*)

Aulia Wulan Safitri, Ulfah Utami, Eko Budi Minarno

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri
Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRAK

Yoghurt dapat dikatakan baik dan bagus untuk dikonsumsi, dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti konsentrasi starter dan jenis Bakteri Asam Laktat (BAL) yang digunakan. Penelitian ini fokus pada konsentrasi dan jenis BAL karena keduanya berpotensi berpengaruh signifikan terhadap kualitas yoghurt. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan jenis Bakteri Asam Laktat (BAL) terhadap pH, total titrasi asam, total Bakteri Asam Laktat dan karakteristik organoleptik yoghurt pulp buah Mangga (*Mangifera indica* L. var *arumanis*). Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor: konsentrasi starter (2%, 3%, dan 5%) dan jenis BAL (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus paracasei*, dan kombinasi keduanya). Pulp Mangga ditambahkan sebanyak 10% dengan lama fermentasi 12 jam pada suhu 37°C. Data hasil pH, total titrasi asam, total Bakteri Asam Laktat dianalisis menggunakan *two way* ANOVA dan jika berpengaruh dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* pada taraf signifikansi 5%. Data uji organoleptik dianalisis secara statistik non-parametrik *Kruskall Wallis* dan jika berpengaruh dilanjutkan dengan uji *Mann Whitney*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi dan jenis Bakteri Asam Laktat (BAL) berpengaruh nyata ($\text{Sig} < 0,05$) terhadap pH, total asam, dan total BAL. Nilai keseluruhan uji organoleptik terbaik adalah perlakuan K1J1 dengan total skor 428.

Kata Kunci: *Yoghurt, Pulp Mangga, Lactobacillus plantarum, Lactobacillus paracasei, Bakteri Asam Laktat.*

Effect of Concentration and Type of Lactic Acid Bacteria (LAB) on the Quality of Mango Pulp Yogurt (*Mangifera indica* L. var *arumanis*)

Aulia Wulan Safitri, Ulfah Utami, Eko Budi Minarno

Department of Biology, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang

ABSTRACT

Good and suitable yoghurt for consumption is influenced by several factors such as the starter concentration and the type of Lactic Acid Bacteria (LAB) used. This study focuses on the concentration and type of LAB, as both factors have the potential to significantly influence yoghurt quality. This research aims to determine the effect of LAB concentration and type on the pH, total titratable acidity, total LAB count, and organoleptic characteristics of mango pulp yoghurt (*Mangifera indica* L. var. *arumanis*). The study used a Completely Randomized Design (CRD) with two factors: starter culture concentration (2%, 3%, and 5%) and LAB type (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus paracasei*, and a combination of both). Mango pulp was added at 10%, and fermentation was carried out for 12 hours at 37°C. The data for pH, total titratable acidity, and total LAB count were analyzed using two-way ANOVA and, if significant, followed by Duncan's Multiple Range Test at a 5% significance level. Organoleptic test data were analyzed using the non-parametric Kruskal-Wallis test, and if significant, followed by the Mann-Whitney test. The results showed that the concentration and type of LAB had a significant effect (Sig < 0.05) on pH, total acidity, and total LAB count. The overall best organoleptic value was found in treatment K1J1 with a total score of 428.

Keywords: *Yogurt, Mango Pulp, Lactobacillus plantarum, Lactobacillus paracasei, Lactic Acid Bacteria.*

على جودة زبادي لب المانجو (LAB) تأثير تركيز ونوع بكتيريا حمض اللاكتيك (*Mangifera indica* L. var *arumanis*)

أوليا ولان سافيتري، أولفة أوتامي، إيكو بودي مينارنو

قسم علم الأحياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج

الملخص

يتأثر الزبادي الجيد والمناسب للاستهلاك بعدة عوامل مثل تركيز البادئ ونوع بكتيريا حمض اللاكتيك (LAB) المستخدمة. تركز هذه الدراسة على تركيز ونوع بكتيريا حمض اللاكتيك (BAL) لأن كليهما يحتملان أن يؤثر بشكل معنوي على جودة الزبادي. تهدف هذه الدراسة إلى معرفة تأثير تركيز ونوع بكتيريا حمض اللاكتيك (BAL) على قيمة الأس الهيدروجيني pH وإجمالي معايرة الحمض وإجمالي بكتيريا حمض اللاكتيك والخصائص الحسية لزبادي لب ثمار المانجو (*Mangifera indica* L. var *arumanis*). استخدمت الدراسة طريقة التصميم العشوائي الكامل (RAL) بعاملين: تركيز المزرعة البادئة (2%، 3%، و5%) ونوع بكتيريا حمض اللاكتيك (BAL) (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus paracasei*)، ومزيج من كليهما). تمت إضافة لب المانجو بمقدار 10% مع فترة تخمير 12 ساعة في درجة حرارة 37 °C. تم تحليل البيانات المتعلقة بقيمة الأس الهيدروجيني pH وإجمالي معايرة الحمض وإجمالي بكتيريا حمض اللاكتيك باستخدام تحليل التباين ثنائي الاتجاه وإذا كان له تأثير فيتابع باختبار دنكان متعدد المدى في مستوى معنوية 5%. تم تحليل بيانات الاختبار الحسي إحصائياً باستخدام اختبار كروسكال واليس غير البارامترى وإذا كان له تأثير فيتابع باختبار مان ويتني. أظهرت النتائج أن معاملة تركيز ونوع بكتيريا حمض اللاكتيك (BAL) كان لها تأثير كبير ($\text{Sig} > 0.05$) على قيمة الأس الهيدروجيني pH وإجمالي الحمض وإجمالي بكتيريا حمض اللاكتيك (BAL). كانت أفضل قيمة إجمالية للاختبار الحسي هي المعاملة K1J1 بمجموع نقاط 428.

الكلمات المفتاحية: زبادي، بكتيريا حمض *Lactobacillus plantarum*، *Lactobacillus paracasei* اللاكتيك، لب المانجو، الخصائص الحسية

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Bismillahirrohmanirrohiim, segala puji kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pengaruh Konsentrasi dan Jenis Bakteri Asam Laktat (BAL) Terhadap Kualitas Yogurt Pulp Buah Mangga (*Mangifera indica* L. var *arumanis*)”. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Sang Mahkota Alam Nabi Muhammad SAW, semoga kita termasuk umatnya di hari akhir kelak, aamiin.

Berkat bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak maka penulis ingin mengucapkan terimakasih yang tak terkira khususnya kepada:

1. Prof. Dr. Zainuddin, M.A, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maluana Malik Ibrahim Malang.
3. Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P. selaku Ketua Program Studi Biologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Prof. Dr. Ulfah Utami, M. Si dan Dr. Budi Eko Minarno, M.Pd. selaku dosen pembimbing I dan II, yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan keikhlasan dalam meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Ibu Azizatur Rahmah, M.Sc selaku dosen wali yang telah memberikan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
6. Seluruh bapak ibu dosen beserta staf Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah membantu penulis dalam proses perkuliahan dan penelitian.
7. Bapak Muhammad Poniman dan Ibu Yeni Rahmawati selaku ayah dan ibu yang senantiasa memberikan doa dan semangat kepada penulis.

Semoga amal baik yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari betul bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik, saran dan masukan yang membangun sangat diharapkan oleh penulis untuk laporan kepenulisan yang lebih baik. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 21 Mei 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	vi
HALAMAN PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	vii
MOTTO	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT.....	x
الملخص.....	xi
ABSTRAK	xxii
KATA PENGANTAR	xxv
DAFTAR ISI.....	xxvi
DAFTAR TABEL.....	xxviii
DAFTAR GAMBAR	i
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	9
1.3 Tujuan.....	9
1.4 Hipotesis	10
1.5 Batasan Masalah.....	11
1.6 Manfaat Penelitian.....	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	12
2.1. Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam Perspektif Al-Qur'an	12
2.2 Yoghurt.....	19
2.2.1 Pengertian Yoghurt	19
2.2.2 Mekanisme pada Fermentasi	22
2.2.3 Faktor-Faktor pada Fermentasi	23
2.2.4 Bakteri Asam Laktat pada Yoghurt	29
2.2.5 Sinergi Antar Bakteri Asam Laktat	35
2.3 Pulp Buah Mangga	40
2.4 Analisa pH/Derajat Keasaman	41
2.5 Total Titrasi Asam.....	43
2.6 Total Bakteri Asam Laktat	44
2.7 Uji Organoleptik.....	46
BAB III METODE PENELITIAN.....	50

3.1 Rancangan Penelitian	50
3.2 Waktu dan Tempat	51
3.3 Alat dan Bahan	51
3.3.1 Alat.....	51
3.3.2 Bahan	51
3.4 Cara Kerja.....	52
3.4.1 Pembuatan Media BAL	52
3.4.2 Sterilisasi Alat dan Bahan.....	52
3.4.3 Peremajaan Bakteri	53
3.4.4 Pembuatan Larutan Standar McFarland 0,5	53
3.4.5 Pembuatan Suspensi Bakteri.....	53
3.4.6 Pembuatan Starter Yoghurt.....	54
3.4.7 Persiapan Pulp Mangga	54
3.4.8 Pembuatan Yogurt	54
3.4.9 Pengukuran Nilai pH	55
3.4.10 Uji Total Titrasi Asam	55
3.4.11 Uji Total Bakteri Asam Laktat.....	56
3.5 Analisis Data	57
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	59
4.1 Pengaruh Konsentrasi Starter dan Jenis BAL terhadap pH, Total Titrasi Asam dan Total BAL Yoghurt Pulp Buah Mangga	59
4.1.2 Total Titrasi Asam.....	62
4.1.3 Total Bakteri Asam Laktat (BAL).....	66
4.2 Pengaruh Konsentrasi Starter dan Jenis BAL terhadap Karakteristik Organoleptik Yoghurt Pulp Buah Mangga.....	70
4.5 Tinjauan Hasil Penelitian dalam Perspektif Al-Qur'an.....	80
BAB V PENUTUP.....	86
5.1 Kesimpulan.....	86
5.2 Saran	86
DAFTAR PUSTAKA	87
LAMPIRAN.....	98

DAFTAR TABEL

2.1 SNI (2981:2009) Minuman yoghurt.....	21
2.2 Kandungan gizi mangga.....	38
3.1 Kombinasi perlakuan.....	50
4.1 Hasil pH yoghurt pulp buah mangga.....	59
4.1 Hasil total asam yoghurt pulp buah mangga.....	62
4.1 Hasil total BAL yoghurt pulp buah mangga.....	66

DAFTAR GAMBAR

2.1 <i>Lactobacillus plantarum</i>	31
2.2 <i>Lactobacillus paracasei</i>	33
2.3 Pohon mangga arumanis.....	37
4.1 Grafik hasil organoleptik.....	71

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Allah SWT menciptakan mikroorganisme sebagai makhluk yang tidak kasat mata, sebagaimana dalam Al-Qur'an Surat Al Baqarah ayat 26 :

إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَّا بَعُوضَةً فَمَا فَوْقَهَا ۚ فَأَمَّا الَّذِينَ آمَنُوا فَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ ۗ وَأَمَّا الَّذِينَ كَفَرُوا فَيَقُولُونَ مَاذَا أَرَادَ اللَّهُ بِهَذَا مَثَلًا ۗ يُضِلُّ بِهِ كَثِيرًا وَيَهْدِي بِهِ كَثِيرًا ۗ وَمَا يُضِلُّ بِهِ إِلَّا الْفَاسِقِينَ (٢٦)

Artinya: “*Sesungguhnya Allah tiada segan membuat perumpamaan berupa nyamuk atau yang lebih rendah dari itu. Adapun orang-orang yang beriman, maka mereka yakin bahwa perumpamaan itu benar dari Tuhan mereka, tetapi mereka yang kafir mengatakan: "Apakah maksud Allah menjadikan ini untuk perumpamaan?". Dengan perumpamaan itu banyak orang yang disesatkan Allah, dan dengan perumpamaan itu (pula) banyak orang yang diberi-Nya petunjuk. Dan tidak ada yang disesatkan Allah kecuali orang-orang yang fasik*” (Q.S Al-Baqarah: 26).

Menurut Tafsir Ibnu Katsir (2000), ayat ini menjelaskan bahwa Allah tidak segan atau keberatan untuk memberikan perumpamaan dengan sesuatu yang kecil sekalipun, seperti nyamuk atau bahkan yang lebih kecil darinya, untuk menjelaskan suatu hikmah atau pelajaran bagi manusia.

Kata *fama fauqaha* dalam ayat tersebut, Ahmad Mustafa al-Maraghi menjelaskan bahwa maknanya adalah yang lebih kecil daripada nyamuk, yakni sesuatu yang tampak lebih kecil dari nyamuk yang hanya bisa dilihat dengan alat pembesar atau mikroskop. Misalnya mikroorganisme yang tidak bisa dilihat dengan mata telanjang, dan hanya bisa dilihat dengan bantuan mikroskop (Saputra, 2021). Menurut Yuniastri *et al.*, (2018), mikroorganisme adalah makhluk hidup mikroskopis yang mencakup bakteri, virus, jamur mikroskopis, archaea, protozoa, dan alga mikroskopis. Salah satu kelompok mikroorganisme yang memiliki

hubungan erat dengan kehidupan manusia, baik yang bersifat menguntungkan maupun merugikan, adalah bakteri. Hasibuan dan Kolondam, (2017) menyebutkan bahwa bakteri terdiri dari lebih dari 30.000 spesies yang telah teridentifikasi, dan diperkirakan masih terdapat jutaan spesies lainnya yang belum ditemukan. Bakteri memiliki peran penting dalam ekosistem dan kehidupan manusia. Beberapa bakteri bermanfaat dalam proses fermentasi makanan, pengolahan limbah, dan membantu proses pencernaan (Hasibuan dan Kolondam, 2017).

Satu di antara ribuan spesies bakteri, adalah Bakteri Asam Laktat (BAL). Bakteri Asam Laktat adalah sekelompok bakteri gram positif yang tidak membentuk spora, berbentuk bulat atau batang, dan memproduksi asam laktat sebagai produk utama dalam metabolisme karbohidrat. Bakteri ini berperan dalam diversifikasi produk olahan susu, yakni mengolah susu menjadi yogurt (Sidhi dan Zulaikhah, 2021). Tanpa kekuasaan Allah SWT, BAL tidak akan mampu melakukan fermentasi susu menjadi yogurt. Di sisi lain, berbagai ciptaan Allah SWT termasuk BAL, dipastikan memiliki manfaat (hikmah) antara lain dalam bentuk kemampuan diversifikasi produk olahan susu. Allah SWT berfirman dalam Q.S. Al-Ankabut ayat 44 sebagai berikut:

خَلَقَ اللَّهُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ بِالْحَقِّ ۚ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّلْمُؤْمِنِينَ (٤٤)

Artinya : “Allah menciptakan langit dan bumi dengan hak. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda kekuasaan Allah bagi orang-orang mukmin.”. (Q.S. Al-Ankabut: 44).

Segala sesuatu yang diciptakan oleh Allah memiliki manfaat dan keistimewaan bagi makhluk di muka bumi ini. Hasil penelitian manusia bisa mengungkap rahasia-rahasia alam sehingga bisa mempertebal keimanan manusia kepada Allah sebagai pencipta alam semesta, serta akan menambah khazanah

pengetahuan tentang alam yang dimanfaatkan untuk kesejahteraan manusia, dengan demikian penelitian akan bermanfaat bagi kelangsungan hidup manusia (Permatasari dan Usan, 2021). Yoghurt salah satu produk fermentasi susu dengan bantuan Bakteri Asam Laktat sehingga menghasilkan produk dengan bentuk emulsi semisolid dengan rasa yang lebih asam. Bakteri Asam Laktat bermanfaat bagi tubuh karena menyeimbangkan bakteri dalam usus besar dan mengurangi resiko berkembangnya bakteri merugikan (Rasbawati *et al.*, 2019).

Yoghurt mengalami modifikasi untuk mendapatkan karakteristik dan efek nutrisi yang lebih baik (Routray dan Mishra, 2011). Pada penelitian ini, yoghurt yang dihasilkan tergolong kepada *fruit yogurt*. Hal ini dilandasi penelitian Rucita dan Rahayuningsih (2013) yang mengemukakan bahwa 10,6% - 21% konsumen menyukai plain yogurt, selebihnya 79% - 89,4% menyukai yoghurt dengan penambahan sari buah. *Fruit yogurt* dalam proses pembuatannya ditambahkan sari buah, daging buah, atau bagian buah lainnya sebagai penambah cita rasa, warna dan aroma sehingga meningkatkan sifat organoleptik yoghurt. Berbagai buah-buahan dapat ditambahkan dalam yoghurt berupa bubur buah untuk meningkatkan kualitas gizi dan tekstur yoghurt. Salah satu buah yang bisa ditambahkan dalam pembuatan *fruit yogurt* adalah mangga arumanis (*Mangifera indica* L. var *arumanis*) (Febrianti *et al.*, 2022). Mangga (*Mangifera indica*) mengandung vitamin A, B, C, niacin, dan riboflavin serta berbagai mineral penting seperti kalium dan magnesium. Buah yang berasal dari genus *Mangifera* ini juga mengandung antioksidan tinggi berupa karotenoid dan polifenol yang berperan dalam melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas. Konsumsi Mangga

secara teratur dapat membantu meningkatkan sistem kekebalan tubuh (Wulandari dan Wendry, 2010).

Buah mangga arumanis (*Mangifera indica* L. var *arumanis*) memiliki kadar gula sukrosa paling tinggi dan memiliki kandungan air yang tidak terlalu banyak dibanding varietas mangga lainnya (Kartikorini, 2016). Kandungan gula sukrosa yang tinggi dapat menjadi sumber energi tambahan bagi Bakteri Asam Laktat selama proses fermentasi, sehingga dapat mengoptimalkan pertumbuhan bakteri dan pembentukan asam laktat. Selain itu, mangga arumanis memiliki aroma yang khas dan rasa yang manis sehingga dapat meningkatkan penerimaan konsumen terhadap produk yoghurt yang dihasilkan. Karakteristik ini menjadikan mangga arumanis menjadi pilihan yang tepat sebagai bahan tambahan dalam pembuatan yoghurt untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang baik, tidak hanya meningkatkan profil nutrisi yogurt, tetapi juga berpotensi mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup bakteri probiotik (Afiyah *et al.*, 2020). Mangga mengandung gula monosakarida yang terdiri atas gula-gula sederhana berupa glukosa, dan fruktosa serta oligosakarida pada buah mangga diduga dapat menstimulasi pertumbuhan serta meningkatkan aktivitas BAL dalam menghasilkan asam laktat, sehingga mempengaruhi pH dan total titrasi asam pada yoghurt (Hidayat *et al.*, 2013).

Pulp mempertahankan sebagian besar nutrisi dari daging buah, termasuk vitamin, mineral, dan antioksidan (Atwaa *et al.*, 2020), sehingga pengolahan buah yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dalam bentuk pulp. Hasil penelitian Frilanda *et al.* (2022) tentang penambahan pulp buah naga merah pada set yogurt dan penelitian Sonia (2024) tentang penambahan pulp stroberi pada yoghurt dapat

menurunkan nilai pH serta meningkatkan total titrasi asam dan total koloni Bakteri Asam Laktat. Didukung dengan penelitian Blassy *et al* (2020) yang menunjukkan bahwa penambahan 10% pulp mangga pada yoghurt dapat menghasilkan produk yoghurt terbaik, sehingga dalam penelitian ini menggunakan pulp mangga dengan konsentrasi 10%, karena mampu meningkatkan kandungan nutrisi yoghurt serta menghasilkan yoghurt yang lebih baik dibandingkan yoghurt tanpa penambahan pulp Mangga (Blassy *et al.*, 2020).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Blassy *et al.* (2020) telah mengkaji penambahan pulp mangga pada yoghurt, namun hanya berfokus pada variasi konsentrasi pulp mangga tanpa memperhatikan faktor lain seperti konsentrasi starter dan jenis BAL yang digunakan. Yoghurt dapat dikatakan baik dan bagus untuk dikonsumsi, dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti konsentrasi starter dan jenis Bakteri Asam Laktat (BAL) yang digunakan (Hafsah dan Astriana, 2012). Konsentrasi starter semakin tinggi akan meningkatkan kadar asam, karena terjadi perombakan laktosa menjadi asam laktat yang meningkat. Kadar asam laktat yang telah terbentuk tersebut menyebabkan penurunan pH. Penelitian Darmajana (2011) menunjukkan bahwa konsentrasi starter berpengaruh nyata pada kadar asam laktat, semakin tinggi konsentrasi starter maka semakin tinggi pula kadar asam laktatnya. Pernyataan diatas diperkuat oleh hasil penelitian Mawarni dan Fithriyah (2015) pada yoghurt kulit buah semangka, juga menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi starter yang diberikan akan menghasilkan peningkatan total Bakteri Asam Laktat (Mawarni dan Fithriyah, 2015).

Jenis BAL atau starter yang digunakan juga memiliki peran penting dalam menentukan kualitas yoghurt. Setiap jenis BAL memiliki kemampuan yang

berbeda-beda dalam memfermentasi laktosa, menghasilkan asam laktat, serta membentuk cita rasa dan tekstur akhir yoghurt. Menurut Masriatini *et al.*, (2023), jenis BAL yang umum digunakan dalam produksi yoghurt adalah *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*, namun saat ini penggunaan jenis BAL lain seperti *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus paracasei* mulai banyak diteliti karena kemampuannya menghasilkan asam laktat yang cukup tinggi dan sifat probiotiknya yang baik bagi kesehatan saluran cerna. Penelitian yang dilakukan oleh Setiarto *et al.* (2017) menunjukkan bahwa perbedaan jenis BAL yang digunakan dalam fermentasi yoghurt berpengaruh nyata terhadap kadar asam, pH, dan total BAL dalam produk akhir. Oleh karena itu, kombinasi penggunaan konsentrasi starter dan jenis BAL yang tepat dapat menghasilkan yoghurt dengan kualitas optimal, baik dari segi aroma, rasa, tekstur, maupun nilai fungsionalnya (Setiarto *et al.*, 2017).

Bakteri *Lactobacillus plantarum* biasa digunakan pada produk susu, daging dan berbagai sayuran fermentasi. Bakteri ini merupakan bakteri gram positif yang memiliki kemampuan menurunkan pH secara efisien, menghasilkan asam laktat, dan mengoptimalkan proses fermentasi. Kelebihan utamanya terletak pada kapasitas metabolisme yang luas, dapat menggunakan berbagai sumber karbohidrat, dan mampu menghasilkan senyawa antimikroba yang berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen (Nugrahani *et al.*, 2020). Berdasarkan penelitian (Li *et al.*, 2017) *Lactobacillus plantarum* mampu bertahan dengan baik pada susu fermentasi maupun pasca fermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa media susu adalah media yang cocok untuk pertumbuhan bakteri *Lactobacillus plantarum*. Hasil penelitian Pramuditio (2013) menunjukkan bahwa yoghurt dari buah kersen

yang menggunakan starter *Lactobacillus plantarum* hasilnya diperoleh kondisi optimum asam laktat dari buah kersen pada konsentrasi 5% selama 12 jam yaitu sebesar 0,54% (Pramuditio, 2013).

Bakteri *Lactobacillus paracasei* termasuk bakteri probiotik yang menunjukkan kecocokan dengan starter yoghurt (Korbekandi *et al.*, 2015). *L. paracasei* memiliki kemampuan untuk memperbaiki mikrobioma usus dan meningkatkan sistem imun. Bakteri ini memiliki toleransi yang baik terhadap kondisi asam lambung dan mampu melekat pada sel epitel usus, sehingga berpotensi memberikan manfaat kesehatan yang signifikan. *L. Paracasei* dapat menghasilkan eksopolisakarida yang berkontribusi pada pembentukan tekstur yoghurt, serta memiliki aktivitas antagonis terhadap bakteri berbahaya. Berdasarkan penelitian Vitheejongjaroen *et al* (2024) *L. paracasei* berpotensi digunakan sebagai kultur probiotik untuk tujuan terapeutik serta kultur starter untuk produksi minuman yoghurt. Hasil penelitian Elida *et al* (2019) menunjukkan bahwa penambahan starter *Lactobacillus paracasei* 3% menghasilkan yogurt jambu biji yang memenuhi standar mutu sesuai SNI yoghurt tahun 2009, dimana total asam laktat yoghurt adalah 1.09%, pH 4.6, dan total Bakteri Asam Laktat 8.3 Log CFU/g (Elida *et al.*, 2019).

Lactobacillus plantarum dan *Lactobacillus paracasei* telah banyak diteliti sebagai starter tunggal dalam berbagai produk fermentasi, termasuk yoghurt. Masing-masing bakteri memiliki karakteristik probiotik yang unik dan telah terbukti mampu menghasilkan produk fermentasi dengan kualitas baik. Penelitian sebelumnya umumnya fokus pada penggunaan starter tunggal atau kombinasi dengan bakteri lain seperti *Streptococcus thermophilus*. Potensi sinergi antara *L.*

plantarum dan *L. paracasei* belum sepenuhnya diteliti, kombinasi keduanya diduga dapat menghasilkan produk dengan karakteristik yang lebih baik dibandingkan penggunaan starter tunggal, sehingga penelitian ini mengkaji aktivitas bakteri *L. plantarum* dan *L. paracasei* baik sebagai kultur tunggal maupun dalam bentuk kultur campuran pada fermentasi yoghurt. Penelitian Retnowati dan Kusnadi (2014) menggunakan bakteri campuran *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus plantarum* pada konsentrasi 2% merupakan perlakuan terbaik menurut parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi dikarenakan adanya lebih dari satu kultur dalam suatu produk akan meningkatkan kandungan total asam produk tersebut, menurunkan nilai pH, serta meningkatkan jumlah total bakteri asam laktat pada produk (Retnowati dan Kusnadi, 2014).

Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat sangat dipengaruhi oleh nutrisi yang terdapat di dalam substrat yang akan dimanfaatkan Bakteri Asam Laktat untuk pertumbuhannya (Jannah, 2020). Kemampuan hidup BAL dalam yogurt selain ditunjukkan dengan total BAL, juga dapat dilihat dari pH dan keasaman yogurt. Akibat kemampuan mencerna gula dari BAL menyebabkan turunnya pH, meningkatnya keasaman sebagai akibat diproduksinya asam laktat. Penurunan nilai pH diduga dapat menyebabkan timbulnya rasa asam yang dapat mempengaruhi karakter organoleptik dan penerimaan konsumen terhadap yogurt (Kumalasari *et al.*, 2013). pH, titrasi asam total, dan total Bakteri Asam Laktat (BAL) sangat penting dalam proses fermentasi. Pada saat BAL berkembang biak bisa menghasilkan asam laktat, yang bisa menurunkan pH dan meningkatkan keasaman, sehingga meningkatkan stabilitas mikrobiologis produk fermentasi (Nugroho *et al.*, 2023). Kemampuan pertumbuhan BAL menjadi salah satu parameter penting

dalam memilih jenis starter unggulan (Aini *et al.*, 2021). Perubahan nilai pH dan keasaman yang terjadi selama fermentasi juga berpengaruh terhadap tekstur, rasa, dan aroma yoghurt. Nilai pH yang terlalu rendah akibat kelebihan produksi asam laktat dapat menyebabkan yoghurt menjadi terlalu asam dan bertekstur pecah (Mawarni dan Fithriyah, 2015). Oleh karena itu, parameter total BAL, pH, titrasi asam total, dan organoleptik menjadi indikator penting dalam menentukan kualitas yoghurt baik dari segi keamanan, manfaat kesehatan, maupun penerimaan konsumen (Setyawardani *et al.*, 2017).

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan, maka penelitian tentang pengaruh konsentrasi dan jenis BAL terhadap pH, total titrasi asam, total Bakteri Asam Laktat dan karakteristik organoleptik yoghurt pulp buah mangga ini penting untuk dilakukan. Penambahan buah Mangga diharapkan mampu menambah energi untuk mendukung pertumbuhan Bakteri Asam Laktat selama proses fermentasi, konsentrasi dan jenis starter diharapkan mampu mempengaruhi kualitas yoghurt sesuai standar yang telah ditentukan. Dengan demikian perlu diketahui pada konsentrasi berapa dan jenis BAL apa yang akan menjadikan kualitas terbaik pada yogurt pulp buah mangga. Selain itu, penelitian ini juga dapat memberikan wawasan baru tentang potensi Mangga sebagai bahan tambahan dalam produk susu fermentasi, yang dapat meningkatkan nilai gizi dan karakteristik sensorik yogurt.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi dan jenis BAL terhadap total bakteri asam laktat, pH, total asam yoghurt pulp buah mangga (*Mangifera indica* L. var *arumanis*) ?

2. Bagaimana pengaruh konsentrasi dan jenis BAL terhadap karakteristik organoleptik yoghurt pulp buah mangga (*Mangifera indica* L. var *arumanis*) ?

1.3 Tujuan

Tujuan pada penelitian ini adalah

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi dan jenis Bakteri Asam Laktat (BAL) terhadap total bakteri asam laktat, pH, total asam yoghurt pulp buah mangga (*Mangifera indica* L. var *arumanis*).
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi dan jenis Bakteri Asam Laktat (BAL) terhadap karakteristik organoleptik yoghurt pulp buah mangga (*Mangifera indica* L. var *arumanis*).

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah :

1. Konsentrasi dan jenis Bakteri Asam Laktat (BAL) berpengaruh nyata terhadap total bakteri asam laktat, pH, total asam yoghurt pulp buah mangga (*Mangifera indica* L. var *arumanis*).
2. Konsentrasi dan jenis Bakteri Asam Laktat (BAL) berpengaruh nyata terhadap karakteristik organoleptik yoghurt pulp buah mangga (*Mangifera indica* L. var *arumanis*).

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini adalah:

1. Diperoleh informasi ilmiah mengenai pengaruh konsentrasi dan jenis BAL terbaik dalam pembuatan yoghurt mangga (*Mangifera indica* L. var *arumanis*).
2. Diperoleh informasi ilmiah mengenai formulasi terbaik untuk menghasilkan yoghurt mangga dengan kualitas organoleptik yang dapat diterima konsumen.
3. Diperoleh informasi ilmiah untuk penelitian yoghurt selanjutnya.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mangga yang digunakan adalah jenis mangga arum manis (*Mangifera indica* L. var *arumanis*) yang diperoleh dari *Hypermart* Malang *Town Square*.
2. Konsentrasi pulp mangga yang ditambahkan adalah 10%.
3. Konsentrasi starter yang digunakan adalah 2%, 3% dan 5%.
4. Jenis BAL yang digunakan yaitu *L. Plantarum*, *L. Paracasei*, dan kombinasi keduanya yang didapatkan dari stok isolat di Laboratorium Mikrobiologi, Biologi, UIN Malang.
5. Parameter kualitas yoghurt pulp buah mangga yang di uji yaitu total Bakteri Asam Laktat, pH, total asam, dan karakteristik organoleptik yoghurt.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam Perspektif Al-Qur'an

Seluruh makhluk hidup yang ada di muka bumi, baik yang kasat mata maupun yang tidak terlihat oleh mata manusia, merupakan ciptaan Allah SWT yang memiliki fungsi dan manfaat tertentu. Salah satu jenis makhluk hidup tersebut adalah Bakteri Asam Laktat (BAL). BAL merupakan kelompok bakteri gram positif, tidak membentuk spora, bersifat anaerob fakultatif, dan memiliki kemampuan menghasilkan asam laktat sebagai hasil utama dari metabolisme karbohidrat. BAL banyak dimanfaatkan dalam industri pangan karena perannya dalam proses fermentasi berbagai produk olahan susu, sayuran, dan daging. Bakteri Asam Laktat (BAL) adalah mikroorganisme ciptaan Allah SWT. Keberadaan makhluk-makhluk kecil yang tidak terlihat oleh mata ini telah Allah SWT firmankan di dalam Q.S. An-Nahl ayat 8 sebagai berikut:

(٨) وَالْخَيْلَ وَالْبِغَالَ وَالْحَمِيرَ لِتَرْكَبُوهَا وَزِينَةً ۗ وَيَخْلُقُ مَا لَا تَعْلَمُونَ

Artinya: “Dia telah menciptakan kuda, bagal, dan keledai untuk kamu tunggangi dan (menjadi) perhiasan. Allah menciptakan apa yang tidak kamu ketahui.” (QS. An-Nahl: 8)

Menurut penjelasan Quraish Shihab (2002) dalam *Tafsir Al-Misbah*, makna “dan Allah menciptakan apa yang tidak kamu ketahui” adalah Allah SWT menciptakan berbagai makhluk lain di luar pengetahuan manusia, baik yang terlihat maupun yang tidak terlihat oleh mata. Tafsir Al-Muyassar (2010) juga menjelaskan bahwa kalimat tersebut mencakup segala makhluk yang tidak diketahui manusia dari bentuk, manfaat, dan hakikatnya, termasuk makhluk kecil mikroskopis seperti mikroorganisme. Dalam konteks sains modern, mikroorganisme merupakan

mahluk hidup yang berukuran sangat kecil dan tidak dapat dilihat langsung oleh mata manusia tanpa bantuan alat seperti mikroskop. Firman Allah SWT ini merupakan isyarat tentang keberadaan bakteri. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan, manusia kini mengetahui bahwa bakteri memiliki berbagai macam jenis yang diciptakan Allah SWT dengan hikmah dan fungsi masing-masing. Salah satu contoh bakteri yang bermanfaat adalah Bakteri Asam Laktat (BAL). BAL berperan penting dalam proses fermentasi pangan, seperti pembuatan yoghurt, keju, mentega, dan minuman fermentasi lainnya. Selain itu, BAL juga berfungsi menjaga keseimbangan mikroflora saluran pencernaan manusia dengan menghambat pertumbuhan bakteri patogen penyebab penyakit, meningkatkan daya tahan tubuh, serta membantu penyerapan nutrisi dalam usus (Rahmiati dan Mumpuni, 2017). Bakteri Asam Laktat (BAL) merupakan bakteri yang menguntungkan bagi manusia, di samping ada pula bakteri yang merugikan bagi manusia. Keberagaman jenis bakteri ini sesuai dengan sunnatullah dalam penciptaan alam semesta yang serba berpasangan, Allah SWT berfirman dalam Q.S. Adz-Dzariyat 49 sebagai berikut:

وَمِنْ كُلِّ شَيْءٍ خَلَقْنَا زَوْجَيْنِ لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ (٤٩)

Artinya: “Segala sesuatu Kami ciptakan berpasang-pasangan agar kamu mengingat (kebesaran Allah).” (QS. Adz-Dzariyat: 49)

Menurut At-Tabari (2000) dalam *Tafsir Jami'ul Bayan*, makna “segala sesuatu berpasang-pasangan” mencakup bukan hanya jenis kelamin makhluk hidup, tetapi juga sifat-sifat di alam semesta: baik-buruk, sehat-sakit, bermanfaat-merugikan, termasuk bakteri. Adanya bakteri yang baik (probiotik) dan yang merugikan (patogen) merupakan bukti keseimbangan ciptaan Allah SWT yang berpasangan,

ada yang menguntungkan seperti BAL dan ada pula yang merugikan, seperti pada bakteri patogen. Hasbi *et al.* (2024) menyatakan bahwa dalam dunia mikroorganisme terdapat bakteri yang bermanfaat dalam fermentasi pangan dan kesehatan, serta ada yang bersifat patogenik atau penyebab penyakit.

Bakteri Asam Laktat (BAL) memiliki peran penting dalam berbagai proses fermentasi pangan, salah satunya dalam pembuatan yoghurt. Proses fermentasi ini terjadi akibat aktivitas BAL dalam mengubah laktosa (gula susu) menjadi asam laktat, yang kemudian menghasilkan karakteristik yoghurt seperti rasa asam, aroma khas, tekstur kental, serta sifat probiotik yang baik bagi kesehatan tubuh. Kemampuan BAL dalam melakukan fermentasi tersebut merupakan bentuk dari kekuasaan Allah SWT yang menciptakan berbagai makhluk di muka bumi dengan fungsi dan manfaat yang beragam, sebagaimana Q.S. Al Baqarah ayat 29 sebagai berikut:

هُوَ الَّذِي خَلَقَ لَكُمْ مَا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا ثُمَّ اسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ فَسَوَّاهُنَّ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ ۗ وَهُوَ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ (٢٩)

Artinya: “Dialah (Allah) yang menciptakan segala yang ada di bumi untukmu, kemudian Dia menuju ke langit, lalu Dia menyempurnakannya menjadi tujuh langit. Dia Maha Mengetahui segala sesuatu.” (QS. Al- Baqarah: 29)

Ayat diatas dijelaskan dalam tafsir Ibnu Katsir (2000) bahwa As-Saddi telah mengatakan di dalam kitab tafsirnya dengan makna firman-Nya: Dia-lah Allah, yang menjadikan segala yang ada di bumi untuk kalian dan Dia berkehendak (menciptakan) langit, lalu dijadikan-Nya tujuh langit. Dan Dia Maha Mengetahui segala sesuatu, dan Dia menciptakan semuanya termasuk segala sesuatu yang ada di bumi dengan benar dan tidak sia-sia. Sehingga menjadi bukti kesempurnaan kekuasaan Allah, seperti Bakteri Asam Laktat yang keberadaannya telah memberi

manfaat dalam kehidupan. Allah SWT. telah menciptakan jasad-jasad renik di dunia ini sesuai dengan fungsinya masing-masing yang termasuk di dalamnya adalah Bakteri Asam Laktat (BAL). Segala sesuatu yang dijadikan Tuhan diberinya perlengkapan-perengkapan dan persiapan-persiapan, sesuai dengan naluri, sifat-sifat dan fungsinya masing-masing dalam hidup. Seperti halnya Bakteri Asam Laktat yang memiliki fungsi menjaga sistem kekebalan tubuh (Utami *et al.*, 2021). Tanpa kekuasaan Allah SWT, BAL tidak akan mampu melakukan fermentasi susu menjadi yogurt. Di sisi lain, berbagai ciptaan Allah SWT termasuk BAL, dipastikan memiliki manfaat (hikmah) antara lain dalam bentuk kemampuan diversifikasi produk olahan susu. Allah SWT berfirman dalam Q.S. Al-Ankabut ayat 44 sebagai berikut:

خَلَقَ اللَّهُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ بِالْحَقِّ ۚ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّلْمُؤْمِنِينَ (٤٤)

Artinya: “Allah menciptakan langit dan bumi dengan hak. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda kekuasaan Allah bagi orang-orang mukmin.”

Allah SWT menciptakan semua yang disebutkan itu bukan dengan percuma, melainkan dengan penuh hikmah. At-Tabari (2000) dalam Tafsir Jami’ul Bayan menjelaskan bahwa segala sesuatu yang diciptakan Allah di alam semesta ini diciptakan bukan sia-sia, melainkan dengan ketentuan, ketelitian, dan manfaat tertentu, baik yang langsung disadari manusia maupun yang masih tersembunyi. Mikroorganisme seperti BAL merupakan salah satu bentuk kekuasaan Allah SWT dalam menciptakan sistem kehidupan yang saling berkaitan dan bermanfaat.

Dalam proses pembuatan yoghurt, faktor penting yang menentukan kualitas produk adalah konsentrasi dan jenis starter (Darmajana, 2011). Jenis bakteri yang berpengaruh dalam proses fermentasi yoghurt, khususnya *Lactobacillus plantarum*

dan *L. paracasei*, memiliki karakteristik dan mekanisme kerja yang unik dalam menghasilkan produk fermentasi berkualitas. *Lactobacillus plantarum* merupakan bakteri asam laktat yang memiliki kemampuan adaptasi tinggi terhadap lingkungan asam dan mampu menghasilkan berbagai enzim proteolitik yang membantu dalam proses fermentasi protein susu. Bakteri ini juga dikenal memiliki aktivitas antimikroba yang kuat melalui produksi bakteriosin, sehingga dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen dalam produk yoghurt. Sementara itu, *L. paracasei* memiliki karakteristik sebagai probiotik yang mampu bertahan dalam kondisi asam lambung dan memberikan manfaat kesehatan bagi konsumen, selain itu bakteri ini juga berkontribusi dalam pembentukan tekstur dan cita rasa yoghurt melalui produksi eksopolisakarida. Kedua bakteri ini bersinergi untuk menghasilkan produk yoghurt dengan kualitas lebih baik. Allah berfirman dalam Al-Qur'an surat Ar-Ra'd ayat 4 :

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُتَجَاوِرَاتٌ وَجَنَّاتٌ مِّنْ أَعْنَابٍ وَزُرْعٌ وَنَخِيلٌ صِنَوَانٌ وَغَيْرِ صِنَوَانٍ يُسْقَىٰ بِمَاءٍ
وَاحِدٍ وَنُفَضِّلُ بَعْضَهَا عَلَىٰ بَعْضٍ فِي الْأَكْلِ ۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ (٤)

Artinya : “Dan di bumi ini terdapat bagian-bagian yang berdampingan, dan kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman dan pohon korma yang bercabang dan yang tidak bercabang, disirami dengan air yang sama. Kami melebihkan sebahagian tanaman-tanaman itu atas sebahagian yang lain tentang rasanya. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berfikir.”

Ayat ini memberikan gambaran tentang keragaman makhluk hidup yang dapat hidup berdampingan dalam satu lingkungan yang sama namun menghasilkan karakteristik yang berbeda-beda. Dalam konteks fermentasi yoghurt, kedua bakteri *L. plantarum* dan *L. paracasei* bagaikan tanaman yang berdampingan, keduanya menggunakan substrat yang sama yaitu laktosa dalam susu, namun masing-masing memberikan kontribusi yang berbeda dalam menghasilkan produk akhir yang lebih

berkualitas. Hal ini menunjukkan hikmah Allah dalam menciptakan keragaman mikroorganisme yang dapat bekerja sama secara harmonis untuk menghasilkan produk yang bermanfaat bagi manusia.

Konsentrasi starter yang tepat akan menghasilkan yoghurt sesuai standar, baik dari segi tekstur, rasa, aroma, maupun penampilan. Jika konsentrasi starter terlalu rendah, fermentasi berjalan lambat dan produk akhir tidak optimal. Sebaliknya, jika konsentrasi terlalu tinggi, proses fermentasi bisa berjalan terlalu cepat, menghasilkan keasaman berlebih, pH terlalu rendah, dan kualitas organoleptik yang tidak sesuai (Mawarni dan Fithriyah, 2015). Oleh sebab itu, pemilihan takaran starter harus tepat, sesuai standar, dan seimbang, agar diperoleh produk yang optimal. Konsep keseimbangan dan takaran yang tepat ini sejalan dengan prinsip yang diajarkan Allah SWT dalam Al-Qur'an, bahwa segala sesuatu di alam ini diciptakan dan ditetapkan dengan ukuran yang pas. Allah SWT berfirman dalam Q.S. Al-Qamar ayat 49:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ (٤٩)

Artinya: “*Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran*”. (Q.S Al-Qamar: 49).

Dalam tafsir Ibnu Katsir (2000), segala ciptaan Allah baik besar maupun kecil, nyata maupun tersembunyi, diciptakan dengan ketentuan dan ukuran yang sempurna, tanpa kelebihan ataupun kekurangan. Termasuk dalam hal ini adalah keseimbangan jumlah mikroorganisme dalam fermentasi pangan seperti yoghurt. Jika konsentrasi BAL dalam starter sesuai takaran, maka yoghurt yang dihasilkan akan memiliki kualitas baik. Hal ini sekaligus menjadi bukti nyata bahwa ilmu sains yang mempelajari takaran dan keseimbangan dalam proses fermentasi merupakan bagian dari ketetapan Allah SWT yang bisa dipelajari oleh manusia. Dengan

memahami manfaat BAL dan kemampuannya dalam diversifikasi produk pangan, seorang ilmuwan muslim sepatutnya menyadari bahwa di balik proses-proses ilmiah tersebut terdapat kekuasaan Allah SWT yang mengatur dan menciptakan hukum-hukum alam. Segala proses biokimia yang terjadi dalam fermentasi mulai dari aktivitas enzimatik hingga terbentuknya asam laktat dalam wujud dari sunnatullah (hukum ketetapan Allah) yang berlaku di alam semesta. Sebagaimana disebutkan dalam Q.S. Al-Mulk ayat 3 bahwa ciptaan Allah itu sempurna dan sistematis, tidak ada cela di dalamnya:

الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ طِبَاقًا ۗ مَا تَرَىٰ فِي خَلْقِ الرَّحْمَنِ مِن تَفَوتٍ ۗ فَارْجِعِ الْبَصَرَ هَلْ تَرَىٰ
مِن فُطُورٍ (۳)

Artinya: “Yang telah menciptakan tujuh langit berlapis-lapis. Kamu sekali-kali tidak melihat pada ciptaan Tuhan Yang Maha Pemurah sesuatu yang tidak seimbang. Maka lihatlah berulang-ulang, adakah kamu lihat sesuatu yang tidak seimbang?” (Q.S. Al-Mulk: 3)

Ayat ini mengajarkan bahwa segala sesuatu yang ada di alam semesta ini termasuk mikroorganisme seperti BAL bekerja dalam sistem yang teratur sesuai ketetapan Allah, yang pada akhirnya memberikan manfaat bagi kehidupan manusia. Keberadaan Bakteri Asam Laktat (BAL) dan kemampuannya dalam memfermentasi susu menjadi yoghurt bukanlah semata hasil proses alam, melainkan bukti dari kekuasaan dan ketelitian ciptaan Allah SWT. Proses ilmiah yang terjadi menjadi bagian dari kuasa Allah yang harus diteliti, dimanfaatkan, dan disyukuri. Nilai-nilai keilmuan yang digali dari ciptaan Allah ini dapat menjadi sarana untuk semakin mendekatkan diri kepada-Nya serta membuktikan kemuliaan Al-Qur’an yang telah mengisyaratkan keberadaan makhluk-makhluk kecil yang penuh manfaat jauh sebelum ilmu pengetahuan modern mengenalnya.

2.2 Yoghurt

2.2.1 Pengertian Yoghurt

Yoghurt merupakan salah satu produk minuman olahan berbahan dasar susu yang difermentasikan dengan memanfaatkan Bakteri Asam Laktat (BAL) sehingga menghasilkan produk dengan bentuk emulsi semisolid dengan rasa yang lebih asam. Dalam proses pembuatannya, susu difermentasi dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* yang di dalamnya terdapat kultur aktif bakteri tersebut (Suliasih *et al.*, 2022). BAL akan memecah gula pada susu (laktosa) menjadi asam laktat sehingga berperan mengawetkan susu. Bakteri probiotik yang terdapat di dalam yoghurt diketahui dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh serta membunuh bakteri jahat yang terdapat di dalam saluran pencernaan (Widagdha dan Nisa, 2015).

Yoghurt dapat dibuat dari berbagai jenis susu, baik susu hewani maupun susu nabati (susu kacang-kacangan), tetapi pada saat ini produksi yoghurt didominasi dari susu sapi. Pada umumnya, yoghurt dibuat dari susu segar dan berwarna putih. Yoghurt juga dapat dibuat dari susu skim (susu tanpa lemak) dengan melarutkannya dalam air dengan perbandingan tertentu berdasarkan kekentalan produk yang diinginkan. Nilai gizi yoghurt lebih tinggi daripada susu segar yang menjadi bahan dasar dalam pembuatan yoghurt karena total padatan meningkat sehingga zat-zat gizi lainnya juga meningkat. Yoghurt memiliki aroma, tekstur, dan rasa yang khas, yaitu asam dan manis karena selama proses fermentasi akan terbentuk asam-asam organik yang akan menghasilkan cita rasa yang khas pada yoghurt (Hafsah dan Astriana, 2012). Suhu fermentasi dalam pembuatan yoghurt berkisar antara 37 – 45°C. Proses penguraian laktosa menjadi asam laktat

oleh enzim laktase mengakibatkan terjadinya penurunan pH yogurt, dalam kondisi pH rendah atau asam bakteri patogen tidak mampu tumbuh sehingga yogurt dapat bertahan lebih lama (Jannah *et al.*, 2014). Semakin lama proses fermentasi maka pH yoghurt akan semakin turun serta menghasilkan rasa asam yang khas. Proses fermentasi juga menghasilkan asam asetat, asetaldehid, dan bahan-bahan lain yang mudah menguap (Wijayanti, 2017).

Prinsip pembuatan yoghurt adalah fermentasi susu dengan menggunakan bakteri *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*. Kedua macam bakteri ini akan menguraikan laktosa (gula susu) menjadi asam laktat dan berbagai komponen aroma dan cita rasa. *Lactobacillus bulgaricus* lebih berperan pada pembentukan aroma sedangkan *Streptococcus thermophilus* lebih berperan pada pembentukan cita rasa. Menurut Sumarni (2021), yoghurt mempunyai nilai gizi yang tinggi dari pada susu segar sebagai bahan dasar dalam pembuatan yoghurt, terutama karena meningkatnya total padatan sehingga kandungan zat-zat gizi lainnya meningkat, selain itu yoghurt sesuai bagi penderita *lactose intolerance* atau yang tidak toleran terhadap laktosa (Sumarni, 2021).

Komposisi yoghurt dalam Susilorini dan Sawitri (2007) adalah protein 4 – 6%, lemak 0,1 – 1%, laktosa 2 – 3%, asam laktat 0,6 – 1,3%, pH 3,8 – 4,6. Yoghurt mengandung energi, mineral (kalsium, fosfor, natrium, dan kalium), vitamin (A, B kompleks, B1, B2, B6, B12, C, D, E), asam folat, asam nikotinat, asam pantotenat, biotin, dan kolin (Wijayanti, 2017). Adanya protein yang mudah dicerna dan asam laktat yang mengakibatkan peningkatan penyerapan mineral, membuat yoghurt baik dikonsumsi oleh anak-anak yang mempunyai gangguan penyerapan di saluran pencernaan (Wijayanti, 2017). Yoghurt juga bermanfaat untuk dikonsumsi oleh

penderita lactose intolerance, melawan pertumbuhan bakteri patogen yang sudah ada maupun yang baru masuk yang menginfeksi di dalam saluran pencernaan, mereduksi kanker atau tumor di dalam saluran pencernaan, mereduksi jumlah kolesterol dalam darah, dan memberi stimulasi sistem saraf (Harjiyanti *et al.*, 2013).

Proses pembuatan yogurt diperlukan acuan sebagai standar dalam proses pembuatan yogurt yaitu dengan syarat mutu. Menurut standar SNI 2981:2009 Minuman Yoghurt, mutu yoghurt adalah kemampuan produk untuk menggambarkan karakteristik fisik, kimia, mikrobiologi, dan organoleptik yang melekat serta mampu memenuhi kebutuhan dan harapan konsumen. Mutu yoghurt biasanya ditentukan oleh parameter fisik seperti tekstur, kekentalan, dan penampilan, serta parameter kimia dan mikrobiologi. Syarat mutu yoghurt berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 2981-2009 dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 SNI (2981:2009) Minuman yoghurt

No.	Kriteria Uji	Satuan	Spesifikasi
1	Keadaan		
1.1	Penampakan	-	Cairan normal-padat
1.2	Bau	-	Normal khas
1.3	Rasa	-	Asam khas
1.4	Konsistensi	-	Homogen
2	Uji Kimia		
2.1	Kadar lemak (b/b)	%	Min 3.0
2.2	Total padatan susu bukan lemak (b/b)	%	Min. 8.2
2.3	Protein (b/b)	%	Min. 2.7
2.4	Kadar abu (b/b)	%	Maks. 1.0
2.5	Keasaman (titrasi asam laktat)	%	0.5 – 2.0
2.6	Derajat keasaman (pH)	-	3.8 – 4.5
3	Cemaran Logam		
3.1	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0.3
3.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 20.0
3.3	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40.0

Tabel 2.1 Lanjutan

3.4	Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0.03
3.5	Arsen (As)	mg/kg	Maks. 0.1
4	Cemaran Mikroba		
4.1	Bakteri Coliform	APM/g atau Kol/g	Maks. 10
4.2	Salmonella	/25 g	Negatif
4.3	Listeria monocytogenes	/25 g	Negatif
4.4	Jumlah bakteri starter	Koloni/g	Min. 10 ⁷

(Badan Standarisasi Nasional, 2009)

2.2.3 Mekanisme pada Fermentasi

Energi seluler BAL diperoleh dari fermentasi karbohidrat untuk menghasilkan asam laktat sebagai produk utama. Perolehan energi seluler oleh BAL dilakukan melalui 2 jalur berbeda. Berdasarkan jalur metabolisme glukosa, BAL dibagi menjadi 2 kelompok yaitu BAL homofermenter dan heterofermenter. Homofermenter hanya menghasilkan laktat sebagai produk utama dari fermentasi glukosa. Bakteri homofermenter melakukan jalur glikolisis Emden Meyerhof-Parnas (EMP), pada molekul 6 karbon glukosa difosforilasi dan diisomerasi sebelum didegradasi oleh enzim aldolase menjadi gliseraldehid-3-fosfat, kemudian diubah menjadi piruvat. Selama proses fosforilasi, dihasilkan 2 molekul ATP untuk setiap molekul glukosa yang difermentasi. Sedangkan BAL heterofermenter menghasilkan kombinasi produk fermentasi yang lebih beragam yaitu laktat, ethanol atau asetat, dan karbondioksida dari glukosa (Boumba *et al.*, 2008).

Heterofermenter tidak mempunyai enzim aldolase dan mengubah heksosa, glukosa menjadi pentose melalui serangkaian reaksi. Jalur homofermentasi dan heterofermentasi terlibat dalam oksidasi dan dekarboksilasi karbohidrat. Pentosa diuraikan menjadi gliseraldehid fosfat dan asetil fosfat oleh enzim fosfoketolase. Selanjutnya, triosa fosfat dikonversi menjadi laktat seperti tahapan reaksi yang terjadi pada glikolisis untuk menghasilkan 2 molekul ATP (Sopandi dan Wardah,

2014). Hasil fermentasi BAL heterofermenter lebih beragam dibandingkan homofermenter, dengan produk utama berupa laktat, etanol atau asetat, dan CO₂. Produksi CO₂ oleh BAL heterofermenter dapat menguntungkan dalam beberapa aplikasi seperti pembuatan roti atau produk fermentasi yang memerlukan pembentukan gas (Maryanty *et al.*, 2020).

Mekanisme fermentasi BAL juga dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan seperti pH, suhu, ketersediaan nutrisi, dan tekanan osmotik. Pada pH rendah, aktivitas enzim-enzim glikolisis dapat menurun, yang mempengaruhi laju fermentasi dan efisiensi produksi asam laktat. Suhu fermentasi optimal untuk sebagian besar BAL berkisar antara 30-42°C, di mana aktivitas enzimatis mencapai maksimum tanpa menyebabkan denaturasi protein. Ketersediaan nutrisi tambahan seperti nitrogen organik, vitamin B kompleks, dan mineral tertentu dapat meningkatkan pertumbuhan BAL dan produksi asam laktat. Tekanan osmotik yang tinggi, misalnya akibat konsentrasi garam atau gula yang tinggi, dapat menghambat pertumbuhan BAL dan mengubah pola fermentasi (Aini *et al.*, 2021).

2.2.3 Faktor-Faktor pada Fermentasi

2.2.3.1 Proses fermentasi

Proses fermentasi merupakan tahapan penting yang harus diperhatikan untuk menghasilkan produk fermentasi yang optimal, meliputi persiapan bahan baku, pembuatan starter dan proses inkubasi (fermentasi). Tahap persiapan bahan baku yang meliputi pemilihan bahan baku berkualitas, pembersihan, dan pengolahan awal sesuai dengan jenis produk yang akan difermentasi. Bahan baku yang berkualitas akan mempengaruhi mutu produk akhir fermentasi (Rahman *et al.*, 2014). Tahap pembuatan starter atau inokulum harus dipersiapkan dalam kondisi

yang steril dan menggunakan kultur mikroorganisme yang sesuai. Pemilihan jenis starter sangat menentukan karakteristik produk akhir, termasuk rasa, aroma, dan tekstur. Jumlah starter yang ditambahkan juga harus tepat, karena akan mempengaruhi kecepatan fermentasi dan pembentukan metabolit (Tamime & Robinson, 2017).

Proses inkubasi atau fermentasi merupakan tahap terpenting dalam proses fermentasi. Pada tahap ini, mikroorganisme akan mengubah substrat menjadi produk yang diinginkan melalui serangkaian reaksi biokimia. Suhu dan waktu inkubasi harus dikontrol dengan cermat karena akan mempengaruhi aktivitas mikroorganisme. Suhu yang terlalu tinggi atau rendah dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme, sedangkan waktu inkubasi yang tidak tepat dapat menghasilkan produk dengan karakteristik yang tidak diinginkan (Lee *et al.*, 2015). Selama proses inkubasi, mikroorganisme akan menghasilkan berbagai metabolit primer dan sekunder. Metabolit primer seperti asam laktat pada fermentasi susu akan memberikan karakteristik khas pada produk, sementara metabolit sekunder dapat berkontribusi pada pembentukan flavor dan aroma (Hutkins, 2019). Kondisi lingkungan fermentasi seperti pH, kadar oksigen, dan kelembaban juga perlu dijaga agar proses metabolisme mikroorganisme dapat berjalan optimal. Keberhasilan proses fermentasi juga ditentukan oleh sanitasi dan kebersihan selama proses produksi. Kontaminasi mikroorganisme yang tidak diinginkan dapat menyebabkan kegagalan fermentasi atau menghasilkan produk yang tidak aman untuk dikonsumsi. Penerapan *Good Manufacturing Practice* (GMP) dan sanitasi yang ketat sangat penting dalam proses fermentasi (Todorov & Holzapfel, 2016).

2.2.3.2 Nutrisi

Unsur kimia untuk pertumbuhan sel yaitu karbon, nitrogen, oksigen, sulfur, fosfor, magnesium, zat besi, dan sejumlah kecil logam lainnya. Karbon dan sumber energi untuk mikroorganisme dapat diperoleh dari berbagai jenis gula karbohidrat sederhana. Sedangkan kebutuhan nitrogen dapat diperoleh dari sumber anorganik berupa garam amonium, atau garam fosfat. Batas konsentrasi untuk nutrisi yang diperbolehkan agar tidak menghambat pertumbuhan mikroorganisme adalah ion ammonium 5 gram/liter, garam fosfat 10 gram/liter, nitrat 5 gram/liter, ethanol 100 gram/liter, glukosa 100 gram/liter. Konsentrasi glukosa 10-18% karena apabila konsentrasi glukosa lebih besar maka kecepatan fermentasi akan menurun, dan akan menghambat aktivitas mikroorganisme, sehingga waktu fermentasi berjalan lebih lama. Hal ini terjadi karena apabila konsentrasi glukosa terlalu besar akan terjadi plasmolisis pada dinding sel pada dinding sel mikroorganisme yang mengakibatkan dinding selnya akan pecah. Jika konsentrasi lebih kecil 10%, produk yang dihasilkan akan lebih sedikit karena nutrisi dan medianya terlalu sedikit (Hermansyah, 2012).

Substrat atau medium fermentasi menyediakan zat gizi yang diperlukan oleh mikroba untuk memperoleh energi, pertumbuhan, bahan pembentuk sel dan biosintesa produk-produk metabolisme. Berbagai macam substrat dapat dipakai untuk melangsungkan fermentasi yaitu sereal, pati, laktosa, glukosa dan sukrosa sebagai sumber karbon, sedangkan asam amino, protein, nitrat, garam amonium, tepung kedelai dan sisa fermentasi sebagai sumber nitrogen (Kunaepah, 2008).

2.2.3.3 Derajat Keasaman (pH)

Setiap mikroorganisme memiliki karakteristik pH masing-masing didalam kisaran yang mampu untuk berkembang. Dua aspek yang menghubungkan mikroorganisme dengan pH adalah bahwa perubahan pH dari medianya disebabkan karena aktivitasnya mikroorganisme itu sendiri, beberapa mikroorganisme dapat memproduksi asam yang membuat keadaan pH yang demikian rendah sehingga dapat menghambat aktivitas dari mikroorganisme lainnya. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk yoghurt dengan nomor SNI 01-2981: 2009 adalah yoghurt dengan kualitas baik memiliki total asam laktat sekitar 0.5-2.0% dan derajat keasaman (pH) yang sebaiknya dicapai oleh yoghurt adalah 4,5 (Badan Standarisasi Nasional, 2009). Hasil penelitian Muslimah (2010), bahwa berdasarkan hasil uji organoleptik dari perlakuan fruitghurt limbah buah anggur dengan perlakuan kondisi pH 3,5 dan 7, didapatkan hasil paling baik yaitu pada pH 3,5.

2.2.3.4 Temperatur

Faktor fisika yang mempengaruhi dan dapat menyeleksi pertumbuhan mikroorganisme adalah temperatur. Mikroorganisme hanya dapat hidup pada kondisi temperatur yang spesifik. Temperatur optimum adalah temperatur dimana pertumbuhan mikroba paling cepat, pertumbuhan optimum mikroba lebih dekat dengan suhu maksimum dibandingkan minimum (Wei, 2021).

Suhu fermentasi menentukan jenis mikroba yang dominan selama fermentasi. Contohnya *Lactobacillus bulgaricus* yang termasuk kelompok Bakteri Asam Laktat yang pada umumnya suhu pertumbuhan optimum 40°C-30°C. Jika konsentrasi asam yang diinginkan telah tercapai, maka suhu dapat dinaikkan untuk menghentikan fermentasi (Kunaepah, 2008). Hasil penelitian Sumantri (2004),

bahwa kadar asam laktat yang dicapai paling maksimal pada pembuatan yoghurt Mangga dengan starter *Lactobacillus bulgaricus* terjadi pada suhu 40°C dengan waktu fermentasi 12 jam, sedangkan kadar asam laktat paling rendah terjadi pada suhu 30°C dengan waktu fermentasi 6 jam.

2.2.3.5 Konsentrasi starter

Bertambahnya konsentrasi starter akan meningkatkan jumlah mikroba sehingga semakin tinggi proses perombakan senyawa organik kompleks menjadi senyawa sederhana. Hasil penelitian Mawarni dan Fithriyah (2015) juga menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi starter yang diberikan yaitu sebesar 2%, 5%, 10%, 15% dan 20% menghasilkan peningkatan total asam berturut-turut sebesar 0,83%; 0,94%; 1,08%; 1,21% dan 1,30%. Semakin bertambahnya konsentrasi Bakteri Asam Laktat yang diberikan, maka aktivitas mikroba *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* meningkat serta jumlah Bakteri Asam Laktat semakin banyak, sehingga menyebabkan jumlah asam laktat yang dihasilkan semakin meningkat. Hasil penelitian Muslimah (2010), bahwa berdasarkan hasil uji organoleptik dari perlakuan fruitghurt limbah buah anggur dengan penambahan *Lactobacillus bulgaricus* 0%, 2%, 4% dan 6% didapatkan hasil fruitghurt limbah buah anggur yang paling baik pada yaitu konsentrasi *Lactobacillus bulgaricus* 2% dalam 300 ml fruitghurt. Secara umum, konsentrasi starter optimal untuk fermentasi pangan berada pada kisaran 6-8 log CFU/g. Konsentrasi yang lebih tinggi dapat menyebabkan keasaman berlebih, sementara konsentrasi yang lebih rendah dapat menghasilkan fermentasi yang lambat (Paramithiotis *et al.*, 2020).

2.2.3.6 Jenis Starter

Jenis starter merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi proses fermentasi. Pemilihan jenis bakteri starter yang tepat dapat meningkatkan kualitas dan karakteristik produk fermentasi. Beberapa jenis Bakteri Asam Laktat (BAL) yang sering digunakan sebagai starter fermentasi antara lain *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Masing-masing jenis BAL memiliki karakteristik metabolisme yang berbeda sehingga dapat mempengaruhi laju fermentasi, pembentukan senyawa antimikroba, dan profil sensoris produk akhir. Pemilihan konsentrasi starter juga menjadi faktor penting, karena dapat mempengaruhi kemampuan kompetitif BAL terhadap mikrobia lain serta kecepatan dan efisiensi fermentasi. Penelitian Leroy dan De Vuyst (2004) menunjukkan bahwa *L. plantarum* sebagai starter dapat meningkatkan profil flavor dan sifat antimikroba pada sosis fermentasi, karena kemampuannya bersaing dengan mikroba lain. Randazzo *et al.* (2017) juga menemukan bahwa konsentrasi starter *L. paracasei* yang lebih tinggi (6-8 log CFU/g) menghasilkan penurunan pH lebih cepat, produksi asam laktat yang lebih tinggi, dan meningkatkan total BAL pada yoghurt.

2.2.3.7 Waktu fermentasi

Waktu fermentasi dapat dipengaruhi oleh berbagai hal, yaitu jenis mikroba yang digunakan, kondisi media, kadar gula, komposisi media, dan lain sebagainya. Santono (2014) menjelaskan bahwa proses inkubasi yoghurt dapat dilakukan selama 4-6 jam pada suhu 38-44°C atau selama 12 jam pada suhu 37°C. Hasil penelitian Silalahi (2009), bahwa semakin lama waktu fermentasi yoghurt, maka

asam laktat yang dihasilkan semakin banyak sehingga kesempatan aktivitas mikroba dalam menghasilkan asam laktat semakin besar.

2.2.4 Bakteri Asam Laktat pada Yoghurt

Spesies yang digunakan sebagai Bakteri Asam Laktat diketahui berasal dari 12 genus bakteri, bakteri ini dimasukkan kedalam Bakteri Asam Laktat karena kemampuan bakteri untuk melakukan metabolisme karbohidrat dan menghasilkan asam laktat dalam jumlah relatif besar. Genus bakteri yang diketahui sebagai asam laktat meliputi *Lactococcus*, *Leustonoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Aerococcus*, *Vagococcus*, *Tetragenococcus*, *Carnobacterium*, *Weissela*, dan *Oenococcus*. Spesies dari 5 genus yang pertama, yaitu *Lactococcus*, *Leustonoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, dan *Lactobacillus* telah lama digunakan sebagai biakan pemula (*starter cultures*) dalam fermentasi pangan. Bakteri Asam Laktat (BAL) umumnya menunjukkan karakteristik yaitu antara lain merupakan bakteri gram positif, tidak membentuk spora, berbentuk batang atau bulat, kebanyakan aerob toleran terhadap udara, tidak mempunyai sitokrom dan porfirin, tetapi katalase dan oksidase positif (Sopandi dan Wardah, 2014).

Genus *Lactobacillus* meliputi kelompok bakteri gram positif yang heterogen, biasanya non-motil, membentuk spora, dan merupakan spesies fakultatif anaerob. Bentuk selnya sangat bervariasi dari batang pendek atau hampir bulat hingga batang panjang, tipis atau agak tebal, dapat berbentuk sel tunggal atau rantai pendek hingga panjang. Pertumbuhan dan karakteristik metabolisme *Lactobacillus* sangat bervariasi. Jenis *Lactobacillus* dapat dibedakan menjadi kelompok yaitu bersifat homofermentatif dan heterofermentatif. Dilihat dari kemampuan fermentasinya, genus *Lactobacillus* diklasifikasikan menjadi (1) obligat

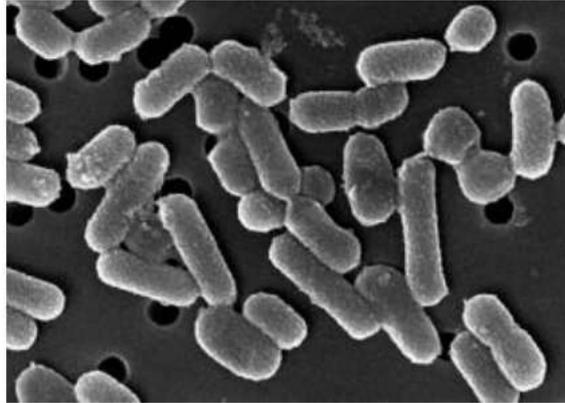
homofermentatif (*L. acidophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *delbrueckii*, *Lactobacillus helveticus*, *L. salivarius*), (2) fakultatif heterofermentatif (*L. casei*, *L. curvatus*, *L. plantarum*, dan *L. sakei*) dan (3) obligat heterofermentatif (*L. brevis*, *L. buchneri*, *L. fermentum*, *L. reuteri*) (Aini *et al.*, 2021).

Pertumbuhan bakteri ini dalam glukosa dapat menghasilkan asam laktat, ethanol, asam asetat dan CO₂, bergantung pada spesies. Banyak spesies bakteri ini memanfaatkan laktosa, sukrosa, fruktosa, atau galaktosa, dan beberapa spesies memfermentasi pentosa. Suhu pertumbuhan *Lactobacillus* sebagai biakan pemula dalam fermentasi pangan terkontrol dan tumbuh baik pada suhu 25-40°C. Pertumbuhan dalam karbohidrat dapat menurunkan pH media. *Lactobacillus* mempunyai sistem enzim eksoproteinase dan peptidase yang baik. Bakteri ini tumbuh baik pada suhu 45°C dan dapat memfermentasi laktosa untuk menghasilkan asam laktat dalam jumlah yang besar (Sopandi dan Wardah, 2014).

2.2.4.1 *Lactobacillus plantarum*

Klasifikasi bakteri *Lactobacillus plantarum* adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Bacteria
Divisi	: Firmicutes
Class	: Bacilli
Family	: Lactobacillaceae
Genus	: <i>Lactobacillus</i>
Species	: <i>Lactobacillus plantarum</i> (Puspadewi <i>et al.</i> , 2011)



Gambar 2.1 *L. plantarum* (Arasu *et al.*, 2016)

L. plantarum merupakan bakteri Gram positif, batang pendek, mikroaerofilik, toleran asam, tidak membentuk spora, fakultatif heterofermentatif, kelompok *Lactobacillus* dengan berbagai aplikasi dalam industri makanan sebagai kultur starter dan pengawet (Arasu *et al.*, 2016). Gambar 2.1 menunjukkan morfologi mikroskopis *Lactobacillus plantarum*. Pada gambar tersebut terlihat bahwa *L. plantarum* memiliki bentuk sel batang (rod-shaped) dengan ukuran yang relatif seragam dan tersusun dalam formasi rantai pendek maupun tunggal. Sel-sel bakteri tampak memiliki dinding sel yang tegas dan permukaan yang halus, yang merupakan karakteristik khas dari bakteri Gram positif. Struktur morfologi ini menunjukkan ciri-ciri yang konsisten dengan literatur yang menyebutkan bahwa *L. plantarum* berbentuk batang dengan panjang sekitar 0,9-1,2 μm dan lebar 0,5-1,0 μm (Arasu *et al.*, 2016).

Lactobacillus plantarum adalah salah satu Bakteri Asam Laktat (BAL) yang paling banyak dimanfaatkan untuk menghasilkan berbagai postmetabolit, dapat ditemukan di berbagai niches ekologi, seperti pada produk susu, sayuran dan sereal fermentasi, daging, ikan, silase, anggur, serta saluran pencernaan, urogenital, dan vagina (Filannin *et al.*, 2018). Bakteri ini merupakan bakteri yang tidak membentuk spora dan menghasilkan asam organik seperti asam asetat, asam suksinat, dan asam

laktat sebagai metabolit utamanya. *L. plantarum* memiliki genom yang lebih besar daripada spesies BAL lainnya, yang menunjukkan adaptabilitas yang kuat, keragaman fenotipik yang luas, kapasitas metabolik, dan aplikasi industri yang besar (Seddik *et al.*, 2017). *L. plantarum* dikenal karena keunggulannya dalam memanfaatkan berbagai substrat. Berbagai strain *L. plantarum* mampu memanfaatkan berbagai monosakarida, baik heksosa maupun pentosa, serta berbagai hidrolisat lignoselulosa dari jerami padi, tongkol jagung, ampas tebu, limbah *Opuntia ficus indica*, dan biomassa alga. Spesies ini dianggap paling menguntungkan di antara BAL dalam produksi asam laktat dari laktosa dan juga mampu memanfaatkan nutrisi lain yang terdapat dalam whey (Chen *et al.*, 2020). *L. plantarum* telah banyak digunakan sebagai spesies model untuk studi ekologi, genetik, dan metabolisme pada *Lactobacillus*. Penggunaan komersial utama *L. plantarum* adalah sebagai kultur starter untuk berbagai fermentasi makanan dan dalam beberapa tahun terakhir sebagai kultur probiotik (Zheng *et al.*, 2020).

L. plantarum dianggap termasuk dalam kelompok *Lactobacillus* heterofermentatif fakultatif. Melalui jalur Embden–Meyerhof–Parnas, heksosa hampir seluruhnya diubah menjadi asam laktat. Di sisi lain, pentosa diubah menjadi asam asetat dan laktat melalui jalur 6-fosfoglukonat/fosfoketolase dengan induksi fosfoketolase. *L. plantarum* seperti BAL lainnya, memiliki kebutuhan nutrisi yang spesifik dan dengan demikian diperlukan media pertumbuhan kompleks yang harus mengandung peptida, vitamin, dan asam nukleat, lemak, dan amino, selain sumber karbon (Krumova *et al.*, 2024). Karakteristik khusus lain dari proses produksi asam laktat adalah penghambatan produk akhir. Karena akumulasi asam laktat, pengasaman cepat media fermentasi menyebabkan pemanfaatan substrat yang

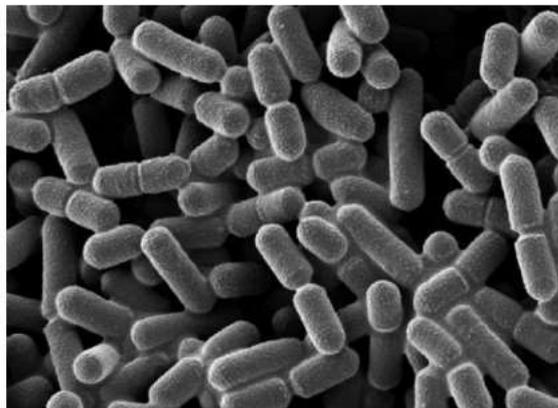
rendah, konversi yang rendah, dan konsentrasi produk akhir yang rendah (Filannin *et al.*, 2018).

2.2.4.2 *Lactobacillus paracasei*

Klasifikasi bakteri *Lactobacillus paracasei* adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Bacteria
Phylum	: Bacillota
Class	: Bacilli
Order	: Lactobacillales
Family	: Lactobacillaceae
Genus	: <i>Lactobacillus</i>

Species : *Lactobacillus paracasei* (Lee et al., 2013)



Gambar 2.2 *L. Paracasei* (Lee *et al.*, 2013)

Lactobacillus paracasei adalah jenis Bakteri Asam Laktat yang termasuk dalam kelompok bakteri gram positif yang tidak membentuk spora dan sangat aktif dalam proses fermentasi. *L. paracasei* berbentuk batang dengan dimensi panjang sekitar 2-4 μm dan lebar 0,8-1,0 μm . Gambar 2.2 memperlihatkan morfologi

mikroskopis *Lactobacillus paracasei*. Pada gambar tersebut dapat diamati bahwa *L. paracasei* memiliki bentuk sel batang (*bacillus*) dengan ukuran yang relatif konsisten dan cenderung membentuk rantai pendek atau berpasangan. Sel-sel bakteri menunjukkan struktur dinding sel yang jelas dan tegas, mencerminkan karakteristik bakteri Gram positif dengan lapisan peptidoglikan yang tebal. Meskipun bersifat non-aerobik (tidak membutuhkan oksigen), bakteri ini mampu bertahan dalam kondisi yang mengandung sedikit oksigen (aerotoleran). *L. paracasei* memiliki kemampuan mengubah gula (glukosa) menjadi asam laktat secara hampir sempurna. Hal ini menjadikannya bakteri yang sangat berguna dalam produksi produk fermentasi seperti yoghurt dan produk susu lainnya. Bakteri ini memiliki sifat yang sangat menguntungkan, di antaranya kemampuan untuk menempel pada lendir lambung dan jaringan tubuh, serta memiliki tingkat ketahanan yang tinggi terhadap kondisi asam (Cerbo dan Palmieri, 2013).

L. paracasei mampu bertahan hidup dalam kondisi ekstrem. Bakteri ini dapat bertahan pada tingkat keasaman (pH) yang sangat rendah (pH 2,5) selama satu jam dan mampu bertahan dalam cairan empedu selama dua jam. Sifat-sifat ini menjadikannya kandidat yang sangat baik untuk dikembangkan sebagai probiotik. Secara genetik, *L. paracasei* memiliki sejarah taksonomi yang kompleks. Sebelum diklasifikasikan sebagai bagian dari spesies *L. casei*, bakteri ini kemudian diakui sebagai spesies tersendiri pada tahun 1989. Bakteri ini memiliki dua subspecies yang berbeda dan telah menarik perhatian para peneliti karena potensi manfaatnya dalam bidang kesehatan dan industri makanan. Dengan kemampuan untuk memproduksi bakteriosin (zat antibakteri), aktivitas proteolitik (penguraian protein), dan kemampuan berinteraksi dengan sel-sel kekebalan tubuh, *L. paracasei*

menunjukkan potensi dalam pengembangan produk probiotik yang dapat memberikan manfaat kesehatan (Stolaki *et al.*, 2011).

2.2.5 Sinergi Antar Bakteri Asam Laktat

Bakteri Asam Laktat (BAL) merupakan kelompok mikroorganisme yang memainkan peran penting dalam berbagai proses fermentasi pangan. BAL yang sering dimanfaatkan dalam produk probiotik adalah *L. plantarum* dan *L. Paracasei* (Liu *et al.*, 2024). Kedua spesies ini memiliki karakteristik metabolik yang saling melengkapi. *L. plantarum* dikenal dengan kemampuannya untuk mendegradasi berbagai jenis karbohidrat, termasuk monosakarida, oligosakarida, dan polisakarida kompleks. Spesies ini mampu memanfaatkan laktosa, gula-gula sederhana, serta hidrolisat lignoselulosa sebagai sumber karbon untuk pertumbuhannya. Laktosa digunakan sebagai sumber energi dan sumber karbon selama pertumbuhan bakteri pada yoghurt. Sebagian laktosa diubah menjadi asam laktat yang menyebabkan penurunan pH sehingga menaikkan keasaman susu (Ayustaningwarno, 2014). Semakin tinggi kandungan laktosa pada produk fermentasi maka semakin cepat pertumbuhan Bakteri Asam Laktat (Afriani, 2010).

L. paracasei memiliki kemampuan yang lebih baik dalam memanfaatkan protein sebagai sumber nutrisi. Spesies ini dapat menghasilkan enzim proteolitik yang memungkinkannya untuk mendegradasi senyawa-senyawa protein kompleks menjadi peptida dan asam amino yang dapat digunakan untuk pertumbuhannya. Ketika *L. plantarum* dan *L. paracasei* bekerja secara sinergis, mereka dapat saling mendukung satu sama lain dalam proses fermentasi. *L. plantarum* akan mendegradasi karbohidrat untuk menghasilkan asam laktat sebagai produk utama (Puspawati *et al.*, 2011), sementara *L. paracasei* akan memecah protein untuk

menyediakan nutrisi bagi pertumbuhan kedua bakteri tersebut (Vitheejongjaroen *et al.*, 2024).

Kerjasama antar bakteri akan membentuk cita rasa dan karakteristik yoghurt dari hasil metabolisme yaitu asam laktat, asetaldehid, asam asetat, dan diasetil (Bahar, 2008). Efek sinergis yang terjadi berpengaruh terhadap pembentukan asetaldehid, laju pertumbuhan serta produksi asam. Pertumbuhan dua atau lebih jenis bakteri dalam susu menghasilkan asetaldehid sekitar 25 ppm atau lebih tinggi, dibandingkan pertumbuhan bakteri satu jenis yaitu 8-10 ppm (Sopandi dan Wardah, 2014). Lebih dari satu kultur dalam suatu produk dapat meningkatkan kandungan total asam produk tersebut, menurunkan nilai pH, serta meningkatkan jumlah total bakteri asam laktat pada produk. Interaksi sinergis antara spesies BAL dapat menghasilkan profil metabolit yang lebih kompleks dan beragam. Selain asam laktat, dapat dihasilkan senyawa-senyawa lain seperti asam asetat, diasetil, asetoin, dan senyawa antimikroba (bakteriosin) yang berkontribusi pada peningkatan kualitas, karakteristik, dan umur simpan produk fermentasi. Interaksi ini akan menghasilkan profil flavor, tekstur, dan karakteristik yogurt yang lebih baik dibandingkan penggunaan salah satu spesies secara terpisah (Retnowati dan Kusnadi, 2014).

2.3 Mangga (*Mangifera Indica L. var. arumanis*)

Mangga Arumanis merupakan salah satu jenis buah yang mempunyai sumber vitamin dan mineral yang banyak terdapat di Indonesia (Ademola *et al.*, 2013). Dalam tata nama atau taksonomi tumbuhan, tanaman mangga Arumanis diklasifikasikan sebagai berikut.

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Anacardiales
Famili : Anacardiaceae (Mangga-Mangga)

Genus : *Mangifera*

Spesies : *Mangifera indica* L var. *arumanis* (Shah et al., 2010).



Gambar 2.3 Pohon Mangga (*Mangifera indica* L var. *arumanis*) (Ayyun et al., 2023)

Mangga arumanis memiliki bentuk morfologi yang membedakan dari jenis varietas mangga yang lainnya baik dari segi ukuran batang, bentuk daun, bunga, serta buah. Pada gambar 2.3 menunjukkan mangga arum manis memiliki bentuk batang dengan percabangan banyak. Diameter batang berkisar antara 150-210 cm dengan rata – rata tinggi tanaman kurang lebih 10 m. Bentuk batang bulat serta berwarna kecoklatan (Ichsan & Wijaya, 2015). Buah berwarna mencolok daripada varietas buah yang lainnya. Bentuk buah Mangga ini jorong dengan kulit buah berwarna merah jingga ada pula yang berwarna hijau kemerahan. Ukuran buah tidak terlalu besar layaknya buah Mangga pada umumnya (sekitar 200-250 gram

per buah), rasa buah manis, aroma buah harum dan tajam serta banyak mengandung air (Ichsan & Wijaya, 2015).

Mangga Arumanis mengandung banyak nutrisi penting seperti serat, gula, karbohidrat, protein, lemak, beta karoten, vitamin C, vitamin A, B6, dan kalium (Leghari *et al.*, 2013). Buah Mangga mengandung vitamin C yang cukup tinggi dan dapat dikonsumsi dalam bentuk segar maupun sebagai olahan (Deptan, 2009). Nilai kandungan gizi Mangga secara umum per 100 g ditunjukkan oleh tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Kandungan Gizi mangga

Nutrisi	Jumlah
Energi	272 kJ (65 kcal)
Karbohidrat	17 g
Gula	14,8 g
Serat	1,8 g
Lemak	0,27 g
Protein	0,51 g
Vitamin A (equiv.)	38 mg
Beta-karoten	445 mg
Vitamin B1 (Thiamine)	0,058 mg
Vitamin B2 (Riboflavin)	0,057 mg
Vitamin B3 (Niacin)	0,584 mg
Vitamin B5 (Asam Pantotenat)	0,160 mg
Vitamin B6	0,134 mg
Vitamin B9 (Folat)	14 mg
Vitamin C	27,7 mg
Kalsium	10 mg
Besi	0,13 mg
Magnesium	9 mg
Fosfor	11 mg
Kalium	156 mg
Seng	0,04 mg

Banyaknya kandungan gizi yang terdapat pada tabel 2.2 menunjukkan bahwa mangga mengandung nutrisi yang sangat bermanfaat bagi kesehatan bagi manusia antara lain; kandungan zat besinya sangat baik bagi ibu hamil dan penderita anemia,

dapat melancarkan pencernaan, menurunkan tekanan darah, menurunkan kolesterol, menyehatkan serta menambah daya tahan tubuh, memperkecil risiko terkena pembentukan batu ginjal, meningkatkan kehidupan seks seseorang, pencegah kanker, peluruh urine, penyegar, penambah napsu makan, pencahar ringan, peluruh dahak dan antioksidan, baik untuk kesehatan mata, mulut, dan tenggorokan. Beta-karoten (dan vitamin C) pada buah mangga juga tergolong antioksidan, senyawa yang dapat memberikan perlindungan terhadap kanker karena dapat menetralkan radikal bebas (Novia *et al.*, 2015).

Tanaman mangga termasuk dalam tanaman obat karena banyak mengandung manfaat. Bagian tanaman mangga banyak mengandung manfaat baik pada bagian akar, kulit, daun, bunga, buah maupun biji (Leghari *et al.*, 2013). Keberagaman manfaat tersebut menunjukkan bahwa buah Mangga merupakan salah satu karunia Allah SWT yang diciptakan untuk kebaikan manusia. Dalam Al-Qur'an, Allah telah menegaskan bahwa segala sesuatu yang tumbuh di bumi termasuk buah-buahan adalah rezeki yang baik dan penuh hikmah. Sebagaimana firman-Nya dalam Q.S. Al-An'am ayat 99:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ ۗ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ۗ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ (٩٩)

Artinya: “Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman.” (Q.S Al-An'am: 99).

Ayat ini mengisyaratkan bahwa segala jenis buah-buahan, termasuk Mangga, diciptakan Allah sebagai tanda kekuasaan-Nya serta sebagai sumber kebaikan untuk manusia. Allah menciptakan berbagai buah dengan bentuk, rasa, warna, dan manfaat yang berbeda, meskipun berasal dari tanah dan air yang sama. Dalam tafsir Ibnu Katsir (2000), dijelaskan bahwa ayat ini menjadi dalil bahwa ragam buah-buahan yang tumbuh di bumi merupakan tanda kekuasaan dan hikmah Allah, meskipun dari satu tanah dan satu air yang sama, namun hasilnya bisa berbeda jenis, rasa, warna, dan manfaat. Keberagaman buah-buahan ini adalah bukti kebesaran Allah dan rahmat-Nya kepada makhluk-Nya.

2.4 Pulp Buah Mangga

Pulp adalah bagian daging buah yang lunak dan basah, biasanya diproses dengan cara penghancuran atau penghancuran sebagian. Menurut Etwaa *et al.* (2020), pulp mempertahankan sebagian besar nutrisi dari daging buah, termasuk vitamin, mineral, dan antioksidan. Selain itu, pulp juga mengandung serat yang dapat memberikan manfaat kesehatan bagi konsumen. Pulp didefinisikan sebagai bagian lunak dari buah yang diperoleh melalui proses penggilingan, pemblenderan, atau penghancuran daging buah (Hui, 2006). Proses ini bertujuan untuk mengekstraksi dan memisahkan komponen daging buah dari kulit, biji, atau bagian lainnya. Pulp buah mengandung berbagai macam nutrisi esensial seperti karbohidrat, protein, vitamin, mineral, serta senyawa bioaktif seperti polifenol dan karotenoid (Kumar & Sinha, 2021). Komposisi nutrisi pulp buah dapat bervariasi tergantung pada jenis buah, varietas, tingkat kematangan, dan teknik pengolahan yang digunakan. Penggunaan pulp buah dalam produk pangan seperti yoghurt dapat

memberikan manfaat tambahan karena kandungan nutrisinya yang tinggi. Penambahan pulp buah dapat meningkatkan nilai gizi, memperbaiki karakteristik organoleptik, serta mendukung pertumbuhan mikroba yang terlibat dalam proses fermentasi (Etwaa *et al.*, 2020).

Pulp Mangga adalah hasil pengolahan daging buah Mangga melalui beberapa tahap proses. Buah Mangga (*Mangifera indica* L. var *arumanis*) dicuci, dikupas kulitnya, bijinya dipisahkan, lalu dipotong-potong yang bertujuan untuk membersihkan buah dari kotoran agar tidak tercampur dalam pulp yang akan diolah. Potongan buah Mangga tersebut kemudian diblender selama 5 menit hingga menjadi pasta halus. Selanjutnya, pasta pulp Mangga dipanaskan pada suhu 85°C selama 3 menit, berfungsi untuk menginaktifkan enzim dan mengurangi jumlah mikroorganisme, lalu didinginkan hingga mencapai suhu 5±1°C hingga siap digunakan (Blassy *et al.*, 2020).

2.5 Analisa pH/Derajat Keasaman

Derajat keasaman adalah metode yang digunakan untuk menentukan sifat asam atau basa suatu larutan dengan menggunakan pengukuran pH, nilai pH berkisar dari 0 hingga 14. Sampel dikatakan netral jika memiliki pH =7, sedangkan sampel dikatakan asam jika pH <7 dan dikatakan basa jika pH >7 (Pratiwi *et al.*, 2018). Tujuan dari pengujian nilai pH adalah untuk mengetahui tingkat keasaman yoghurt sehingga dapat menentukan tingkat kualitas dan keamanan yoghurt yang akan dikonsumsi (Laksito, *et al.*, 2020). Bagi mikroba, pH bahan pangan memiliki pengaruh yang besar terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya. Nilai pH, akan berpengaruh pada dua aspek pertumbuhan mikroba, yaitu mempengaruhi

fungsi enzim dan proses transpor nutrisi dari luar ke dalam sel (Pratiwi *et al.*, 2018). Umumnya indikator sederhana yang digunakan adalah kertas lakmus yang berubah menjadi merah bila keasamannya tinggi dan biru bila keasamannya rendah. Selain menggunakan kertas lakmus, indikator asam basa dapat diukur dengan pH meter yang bekerja berdasarkan prinsip elektrolit/konduktivitas suatu larutan (Fitratullah, 2017).

Pengukuran pH dilakukan dengan cara sampel diukur menggunakan pH meter yang dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan larutan penyangga pH 4, 7 dan 10. Elektroda pH meter kemudian dikeringkan menggunakan kertas tisu dan dibilas dengan akuades. Setelah itu pH sampel diukur dengan cara elektroda pH meter dimasukkan ke dalam botol yang berisi sampel hingga skala atau angka di pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap, kemudian hasilnya dicatat (Laksito *et al.*, 2020).

Kadar pH pada susu segar berdasarkan Badan Standarisasi Nasional (2011) adalah 6,3 – 6,8. Nilai pH dapat berubah diantaranya disebabkan oleh masa penyimpanan susu, serta proses fermentasi pada susu seperti yogurt. Susu yang disimpan pada suhu ruang akan mengalami penurunan nilai pH yang mana penurunan tersebut merupakan akibat dari fermentasi laktosa menjadi asam laktat sehingga derajat keasaman susu bertambah (Amami, 2021). Menurut Badan Standarisasi Nasional (2009), syarat mutu yogurt yang baik memiliki nilai pH berkisar antara 3,80 – 4,50. Uji nilai pH suatu produk pangan dimaksudkan untuk mengetahui derajat keasamaan produk (Legowo *et al.*, 2009).

2.6 Total Titrasi Asam

Nilai total titrasi asam (TTA) meliputi pengukuran total asam yang terdisosiasi dan tidak terdisosiasi, sedangkan pH hanya mengukur total asam dalam kondisi terdisosiasi (Harris, 2000). Afriani (2010) mengemukakan bahwa tinggi rendahnya kadar keasaman produk berhubungan dengan jenis starter, jumlah serta kemampuan starter dalam menghasilkan asam laktat. Hal ini juga dikemukakan oleh Djali *et al.* (2016) bahwa penurunan total titrasi asam terjadi seiring dengan meningkatnya jumlah bahan pengisi yang ditambahkan pada produk susu fermentasi dan total asam menunjukkan hubungan berbanding terbalik dengan pH, sehingga penurunan total asam tertitrasi dapat meningkatkan nilai pH (Djali *et al.*, 2016).

Produk utama yang dihasilkan dalam penelitian yang dilakukan adalah asam laktat yang dapat diukur melalui metode titrasi dan kemudian direpresentasikan sebagai total asam laktat. Titrasi merupakan suatu prosedur yang bertujuan untuk menentukan banyaknya suatu larutan dengan konsentrasi yang telah diketahui agar tepat bereaksi dengan sejumlah larutan yang ingin diketahui kadarnya. Titik akhir titrasi biasanya ditentukan dengan perubahan warna suatu zat indikator namun ada juga yang ditentukan dengan adanya pengendapan reaktan secara tiba-tiba. Salah satu jenis titrasi adalah titrasi asam basa. Titrasi asam basa melibatkan asam maupun basa sebagai titer maupun titran (Setiawati, 2013).

Reaksi yang terjadi pada titrasi asam basa adalah berdasarkan reaksi penetralan sehingga titrasi asam basa sering disebut juga dengan titrasi netralisasi. Reaksi netralisasi terjadi antara ion hidrogen dari larutan asam dengan ion hidroksida dari larutan basa dan membentuk air yang bersifat netral. Secara teknis

titrasi dilakukan sedikit demi sedikit hingga larutan basa yang ada dalam buret habis bereaksi dengan asam yang ada dalam Erlenmeyer hingga terjadi perubahan warna dari indikator yang dipakai. Terjadinya perubahan menunjukkan bahwa asam dan basa habis bereaksi (Wirawan, 2010). Indikator adalah suatu asam atau basa organik lemah yang menunjukkan warna berbeda antara bentuk molekular atau tidak terionisasi dan bentuk terionisasinya. Indikator yang digunakan untuk titrasi asam basa umumnya adalah indikator fenolftalein yang biasa disebut indikator PP. Fenolftalein tidak berwarna dalam bentuk asam dan berwarna merah jambu dalam bentuk basa (Nuryanti *et al*, 2010).

2.7 Total Bakteri Asam Laktat

Bakteri Asam Laktat (BAL) adalah salah satu jenis bakteri probiotik (Salminen *et al.*, 2004). Bakteri Asam Laktat merupakan bakteri gram-positif, non spora, berbentuk bulat atau batang dan menghasilkan asam laktat sebagai produk akhir dari fermentasi karbohidrat. Penggunaan Bakteri Asam Laktat ini memiliki fungsi mengawetkan produk pangan karena asam laktat yang dihasilkan dapat menurunkan nilai pH. Pada proses fermentasi susu, Bakteri Asam Laktat memanfaatkan kandungan laktosa pada susu untuk menghasilkan asam laktat (Chandan, 2006). Selain itu BAL memiliki sifat proteolitik dengan kebutuhan asam amino yang spesifik (Widodo, 2017). Mekanisme kerja BAL tidak merusak protein, melainkan bekerja dengan cara metabolisme berbagai jenis karbohidrat secara fermentatif menjadi asam-asam organik (Nasution, 2012).

BAL termasuk dalam kelompok bakteri yang memenuhi status GRAS (*Generally Recognized as Safe*), yaitu bakteri baik yang aman bagi manusia. Mekanisme kerja BAL tidak membusukkan protein, melainkan bekerja dengan

memetabolisme berbagai jenis karbohidrat secara fermentatif menjadi asam-asam organik. Disebut sebagai BAL karena salah satu produk yang dihasilkan dari fermentasi tersebut adalah asam laktat. Bakteri Asam Laktat (BAL) adalah kelompok bakteri gram positif, tidak berspora (endospora negatif), termasuk katalase negatif, nonmotil dan dapat mengubah karbohidrat menjadi asam laktat. Karakterisasi Bakteri Asam Laktat (BAL) diperlukan pula uji tipe fermentasi, uji suhu dan uji toleransi garam (NaCl) (Zotta, 2009). BAL diklasifikasikan berdasarkan produk akhir metabolisme menjadi dua, yaitu homofermentatif dan heterofermentatif. BAL golongan heterofermentatif tidak hanya menghasilkan asam laktat akan tetapi juga menghasilkan asam asetat, etanol, karbondioksida, dan lainnya. Sedangkan homofermentatif hanya menghasilkan asam laktat. Genus BAL yang bersifat homofermentatif diantaranya adalah *Pediococcus*, *Streptococcus*, beberapa strain pada genus *Lactococcus* dan *Lactobacillus*. Sedangkan genus BAL yang bersifat heterofermentatif diantaranya adalah *Weisella*, *Leuconostoc*, dan beberapa strain dari genus *Lactobacillus* (Widodo, 2017).

BAL banyak dimanfaatkan untuk kultur starter dalam industri bidang pangan, terutama dalam proses fermentasi. BAL memiliki kemampuan untuk memproduksi asam laktat dari berbagai sumber karbon sehingga dapat mempercepat pengasaman dalam makanan yang dapat memperpanjang daya simpan atau sebagai metode pengawetan. Selain menghasilkan asam laktat, BAL yang digunakan pada produk fermentasi dapat menghasilkan senyawa antibakteri diantaranya adalah asam organik, hidrogen peroksida dan bakteriosin (Widodo, 2017). Peranan BAL dalam bidang pangan adalah memperbaiki citra rasa dan pengawetan produk dari hasil fermentasi (Fitria, 2017). Menurut Amudi (2007),

Bakteri Asam Laktat (BAL) yang digunakan dalam fermentasi perlu diseleksi untuk memperoleh isolat yang memiliki kemampuan unggul, sehingga memiliki kelebihan-kelebihan diantaranya:

1. Memiliki kemampuan adaptasi tinggi terhadap kondisi lingkungan sehingga memiliki tingkat efisiensi yang tinggi.
2. Ketersediaan mikroba terjamin, sebab bersumber dari lingkungan alam Indonesia yang dapat diisolasi dari banyak sumber.
3. Memungkinkan dimanfaatkan secara luas oleh masyarakat dengan biaya yang relatif murah untuk industri besar, maupun industri kecil.

Total Bakteri Asam Laktat menjadi salah satu indikator kualitas mikrobiologis produk susu fermentasi. Pertumbuhan bakteri akan optimal ketika jumlah nutrisi yang tersedia dalam produk atau media mendukung, ketika jumlah nutrisi berkurang maka akan terjadi kompetisi antar mikroba sehingga mengakibatkan jumlah mikroba menurun (Buckle *et al.*, 2009). Menurut Badan Standarisasi Nasional (2009), standar total asam laktat pada produk yogurt minimal 1×10^7 CFU/ml.

2.8 Uji Organoleptik

Kualitas organoleptik dari suatu bahan pangan akan mempengaruhi diterima atau tidaknya bahan pangan tersebut oleh masyarakat. Penilaian organoleptik dari suatu bahan pangan dapat dilakukan dengan menggunakan indra pengecap, pembau dan peraba pada waktu bahan pangan tersebut dikonsumsi. Hasil pengolahan bahan pangan harus sesuai dengan yang dikehendaki oleh kesukaan konsumen. Kesukaan ini dapat menyangkut sifat-sifat bahan pangan dan penilaiannya menggunakan indera. Preferensi dan keinginan konsumen untuk bisa menerima dapat diperoleh

dengan menggunakan metode pengujian yang orientasinya pada panelis sensori yang tidak terlatih (Sakti, 2018).

Uji organoleptik merupakan uji yang dapat dilakukan oleh konsumen atau sering disebut dengan panelis. Menurut Betty dan Tjutju (2008), panelis adalah orang-orang yang memiliki kelebihan sensorik yang dapat digunakan untuk menganalisa dan menilai karakteristik bahan pangan yang akan diteliti. Betty dan Tjutju (2008), mengelompokkan panelis menjadi beberapa kelompok berdasarkan berdasarkan tingkat sensitivitas dan tujuan dari setiap pengujian, yaitu :

- 1) Panelis ahli adalah panelis yang mempunyai kepekaan yang tinggi dan mempunyai pengalaman dan latihan yang lama dalam mengukur dan menilai sifat karakteristik secara tepat.
- 2) Panelis terlatih adalah panelis yang memiliki kepekaan yang tidak setinggi panelis ahli tetapi panelis ini merupakan panelis pilihan dan telah lulus seleksi pada tes kemampuan menilai makanan.
- 3) Panelis tidak terlatih merupakan panelis yang tidak berdasarkan kepekaan namun hanya untuk menguji tingkat kesenangan pada suatu produk atau tingkat kemauan untuk menggunakan suatu produk. Jumlah panelis dalam uji organoleptik pada umumnya dipertimbangkan berdasarkan kemauan dan kepekaan panelis untuk membedakan sampel yang akan diuji.

Dalam satu kali pengujian organoleptik, minimal dibutuhkan 6 panelis standar atau 30 panelis non-standar. Ini sesuai dengan SNI 01-2346 Tahun 2009. Adapun uji organoleptik meliputi:

- a. Warna

Warna pada makanan memiliki peranan yang sangat penting karena enak atau tidaknya makanan itu dapat dilihat dari penampilannya saat disajikan. Penampilan inilah yang akan berpengaruh pada selera orang yang akan memakannya (Soeparno, 2005). Warna adalah komponen penglihatan yang paling berpengaruh terutama bagi anak-anak sekolah yang biasanya menyenangi warnawarna yang menarik. Penglihatan juga dipengaruhi oleh proses penyajian dilakukan (Maritz, 2005). Nafsu makan juga secara tidak langsung dipengaruhi oleh kombinasi warna yang menarik (Sinaga, 2007). Suatu bahan yang dinilai bergizi, enak, dan teksturnya sangat baik tidak akan dimakan apabila memiliki warna yang tidak sedap dipandang atau memberi kesan telah menyimpang dari warna yang seharusnya. Warna makanan yang menarik dan tampak alamiah dapat meningkatkan cita rasa (Akmal, 2014).

b. Uji Aroma

Aroma makanan dapat berasal dari makanan itu sendiri dan dapat berasal dari lingkungan. Aroma atau bau yang terdapat pada produk fermentasi susu sebagian besar dihasilkan oleh perubahan laktosa oleh Bakteri Asam Laktat dan juga dihasilkan dari metabolisme zat penyusun yang lain (Sinaga, 2007). Produk susu fermentasi memiliki aroma yang khas dan menyenangkan akibat asam volatil yang dihasilkan setelah proses fermentasi. Flavor khas yoghurt disebabkan karena asam laktat dan sisa-sisa asetaldehid, diasetil asam asetat dan bahan yang mudah menguap lainnya yang dihasilkan oleh fermentasi bakteri (Sakti, 2018).

c. Uji Rasa

Rasa dalam suatu bahan pangan dapat berasal dari bahan pangan itu sendiri, tetapi setelah mendapat perlakuan dan pengolahan maka rasanya dapat dipengaruhi oleh bahan-bahan yang ditambahkan selama proses pengolahan (Winarno, 2007). Rasa sebagian besar bahan pangan biasanya tidak stabil yaitu dapat mengalami perubahan selama penyimpanan dan pengolahan, selain itu perubahan tekstur atau viskositas bahan pangan dapat mengubah rasa yang timbul (Sinaga, 2007).

d. Uji Tekstur

Tekstur adalah salah satu aspek dari kualitas bahan pangan dan merupakan bagian dari beberapa parameter yaitu konsistensi, viskositas, elastisitas dan daya rekat. Tekstur suatu bahan pangan dipengaruhi oleh bentuk dan susunan strukturnya, dimana bentuk dan susunan struktur ini tergantung penanganan dan pengolahan bahan pangan tersebut (Winarno, 2007).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari dua pola faktorial, faktor satu adalah konsentrasi starter (K) yaitu K1 (2%), K2 (3%) dan K3 (5%) dan faktor dua adalah jenis BAL yaitu J1 (*L. Plantarum*), J2 (*L. Paracasei*), J3 (*L. Plantarum* dan *L. Paracasei*), dengan kontrol yoghurt komersial. Penelitian dilakukan dengan tiga kali ulangan. Adapun kombinasi perlakuan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.1 Kombinasi Perlakuan

Konsentrasi Starter	Jenis BAL		
	J1 (<i>L. Plantarum</i>)	J2 (<i>L. Paracasei</i>)	J3 (<i>L. Plantarum</i> dan <i>L. Paracasei</i>)
K1 (2%)	K1J1	K1J2	K1J3
K2 (3%)	K2J1	K2J2	K2J3
K3 (5%)	K3J1	K3J2	K3J3
K+ (Kontrol)			

Keterangan :

K1J1: Konsentrasi starter 2% dan jenis BAL *L. Plantarum*

K1J2: Konsentrasi starter 2% dan jenis BAL *L. Paracasei*.

K1J3: Konsentrasi starter 2% dan jenis BAL *L. Plantarum* dan *L. Paracasei*.

K2J1: Konsentrasi starter 3% dan jenis BAL *L. Plantarum*.

K2J2: Konsentrasi starter 3% dan jenis BAL *L. Paracasei*.

K2J3: Konsentrasi starter 3% dan jenis BAL *L. Plantarum* dan *L. Paracasei*.

K3J1: Konsentrasi starter 5% dan jenis BAL *L. Plantarum*.

K3J2: Konsentrasi starter 5% dan jenis BAL *L. Paracasei*.

K3J3: Konsentrasi starter 5% dan jenis BAL *L. Plantarum* dan *L. Paracasei*.

K+ : Yoghurt komersial.

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian mengenai “Pengaruh Konsentrasi dan Jenis BAL Terhadap Kualitas Yoghurt Pulp Buah Mangga (*Mangifera indica* L. var *arumanis*)” dilaksanakan pada bulan Maret-April 2025 di Laboratorium Mikrobiologi, Universitas Islam Malang.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mesin blender, botol kaca, pH meter, gelas piala, gelas ukur, erlenmeyer, buret, *hot plate*, autoklaf, inkubator, cawan petri, tabung reaksi, tabung reaksi tutup ulir, pipet mikro dengan *blue tip* dan *yellow tip*, termometer, stopwatch, bunsen burner, dan *plastic wrap*.

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu buah Mangga arumanis, susu sapi segar merk *Cimory*, starter yogurt *L. Plantarum* dan *L. Paracasei*, aquades, *buffer* pH, *phenolphthalein*, BaCl₂ 1 %, H₂SO₄ 1 %, NaOH 0,1 N, NaCl, MRS Broth, MRS Agar, dan alkohol.

3.4 Cara Kerja

3.4.1 Pembuatan Media BAL

Pembuatan Media BAL Isolat *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus paracasei* ditumbuhkan pada media MRSA dan MRSB. Pembuatan media MRSA dilakukan dengan cara ditimbang serbuk MRSA sebanyak 47,74 gr dan dilarutkan dengan 700 mL aquades. Pembuatan media MRSB dilakukan dengan menimbang sebanyak 13,05 gr dan dilarutkan dengan aquades 250 ml. Selanjutnya semua media dipanaskan diatas *hotplate* hingga mendidih dan dihomogenkan menggunakan stirer. Setelah homogen, media dituang kedalam erlenmeyer dan ditutup dengan kapas yang dibungkus kasa kemudian disterilisasi pada suhu 121°C selama 15 menit.

3.4.2 Sterilisasi Alat dan Bahan

Semua alat dan bahan disterilisasi terlebih dahulu sebelum digunakan. Peralatan yang akan digunakan dicuci dengan detergen sampai bersih, kemudian dilakukan pengeringan dan dihindarkan dari debu atau kotoran lain. Tabung reaksi terlebih dahulu ditutup dengan menggunakan kapas dan aluminium foil. Untuk gelas piala, gelas ukur, spatula, pipet tetes, dan cawan petri dibungkus menggunakan koran dan plastik, sedangkan erlemeyer ditutup menggunakan aluminium foil dan plastik. Langkah-langkah sterilisasi dengan autoklaf yaitu dicek banyaknya air (*aqua destilata*) pada autoklaf, air harus berada pada batas yang ditentukan. Jika kurang dituangkan aquades secukupnya kedalam autoklaf, kemudian dimasukkan semua alat dan bahan yang akan disterilkan, tutup autoklaf dengan rapat agar uap tidak keluar, autoklaf dihubungkan dengan stop kontak dan pastikan tombol power pada posisi ON, pastikan suhu mencapai 121°C (2 atm) dan

pertahankan sampai 15 menit. Ditunggu tekanan dalam kompartemen turun sampai sama dengan tekanan udara di lingkungan (jarum pada pressure gauge menunjuk ke angka nol). Kemudian dibuka klep pengaman dan keluarkan isi autoklaf dan posisikan tombol power ke OFF lalu lepas stop kontak.

3.4.3 Peremajaan Bakteri

Peremajaan isolat Bakteri Asam Laktat (*Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus paracasei*) dilakukan secara aseptis dalam Laminar Air Flow (LAF). Isolat bakteri diinokulasikan ke media padat MRSA menggunakan metode streak plate dengan satu ose. Kultur kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.

3.4.4 Pembuatan Larutan Standar McFarland 0,5 (Rosmania & Yanti, 2020)

Pembuatan Larutan McFarland 0,5. Dipipet larutan BaCl₂ 1 % sebanyak 0,05 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi tutup ulir. Kemudian dipipet juga larutan H₂SO₄ 1 % sebanyak 9,95 ml. Dicampurkan kedalam tabung reaksi tutup ulir yang sudah berisi larutan BaCl₂ 1 %. Larutan ini di vortex sampai tercampur sempurna. Penyimpanan larutan di dalam kulkas.

3.4.5 Pembuatan Suspensi Bakteri

Bakteri hasil peremajaan yang terbentuk diambil sebanyak dua ose dan diinokulasikan ke dalam media MRSB sebanyak 100 ml. Kultur ini kemudian dimasukkan ke dalam inkubator pada suhu 37°C selama 24 jam sampai didapatkan kekeruhan yang disesuaikan dengan standar kekeruhan Mc Farland 0,5 untuk mendapatkan bakteri sebanyak 10⁸ CFU/ml. Cara menyesuaikan suspensi bakteri agar sama dengan kekeruhan Mc Farland adalah dengan memegangnya secara berdampingan, satu tabung standar dan satu tabung suspensi bakteri. Kekeruhan

dilihat dan dibandingkan secara langsung dengan meletakkan tabung reaksi yang berisi suspensi bakteri dan kekeruhan McFarland didepan kertas putih yang diberi garis tebal dengan spidol berwarna. Jika kurang keruh, suspensi ditambahkan koloni sedangkan jika lebih keruh ditambahkan media MRSB.

3.4.6 Pembuatan Starter Yoghurt

Susu segar sebanyak 200 ml dipasteurisasi pada suhu 85°C lalu didinginkan hingga suhu 43°C, kemudian dimasukkan ke dalam 2 botol jar yang telah disterilisasi masing-masing 100 ml. Kemudian masing-masing susu segar diinokulasi dengan isolat BAL (*L. plantarum* dan *L. paracasei*) sebanyak 5% (5 ml). Setelah itu dilakukan inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam (Nizori *et al.*, 2007).

3.4.7 Persiapan Pulp Mangga

Sebanyak 150 gr buah Mangga dicuci bersih dan dipotong menjadi ukuran kecil. Potongan buah Mangga tersebut kemudian diblender selama 5 menit hingga menjadi pasta halus. Selanjutnya, pasta pulp Mangga dipanaskan pada suhu 85°C selama 3 menit, lalu didinginkan hingga mencapai suhu $5\pm 1^{\circ}\text{C}$. Pulp Mangga siap untuk digunakan (Blassy *et al.*, 2020).

3.4.8 Pembuatan Yogurt

Pembuatan yoghurt mengacu pada Yansyah *et al* (2016). Dipasteurisasi 1.500 ml susu segar sampai suhu 85°C. Didinginkan suhu susu hingga suhu 43°C, kemudian dimasukkan ke dalam 10 botol jar yang telah disterilisasi masing-masing 150 ml. Ditambahkan starter yogurt dengan konsentrasi (0% (0 ml), 2% (3 ml), 3% (4,5 ml) dan 5% (7,5 ml)). Masing-masing botol ditambahkan 10% (15 ml) pulp

buah Mangga lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 12 jam. Selanjutnya produk yogurt sebagai sampel dilakukan analisa laboratorium meliputi pH, total titrasi asam, total Bakteri Asam Laktat, dan analisis organoleptik. Prosedur diulang kembali dengan 3 kali ulangan.

3.4.9 Pengukuran Nilai pH

Dimasukkan sampel yogurt sebanyak 10 ml ke dalam gelas piala ukuran 50 ml. Dikalibrasi alat pH meter ke dalam aquades hingga menunjukkan pH 7. Dikeringkan pH meter menggunakan tisu. Dichelupkan pH meter ke dalam sampel yogurt dan dibiarkan hingga muncul angka yang konstan. Angka tersebut menunjukkan nilai pH pada sampel yogurt. Dibersihkan pH meter menggunakan aquades dan tisu serta kalibrasi sebelum digunakan kembali (AOAC, 2005).

3.4.10 Uji Total Titrasi Asam

Dimasukkan sampel yogurt sebanyak 10 ml ke dalam erlenmeyer ukuran 50 ml. Ditambahkan aquades ke dalam sampel sebanyak 10 ml sebagai pengencer. Ditambahkan 3 tetes phenolphthalein ke dalam sampel. Dititrasi sampel dengan cara meneteskan 0,1 N NaOH ke dalam sampel sambil dikocok. Titrasi hingga terjadi perubahan warna yang konstan, yaitu menjadi warna merah muda. Dicatat jumlah larutan NaOH yang terpakai dan selanjutnya dihitung total keasaman yogurt dengan rumus sebagai berikut Yenrina (2015):

$$\text{TTA (\%)} = (V \times N \times \text{BE} \times \text{fp} \times 100) / \text{Volume Sampel}$$

Keterangan:

- V = volume NaOH (mL)
- N = normalitas NaOH (0,1 N)
- BE = berat ekuivalen asam laktat (0,09 g/mEq)
- fp = faktor pengenceran (2)

3.4.11 Uji Total Bakteri Asam Laktat

Diambil sampel yogurt sebanyak 1 ml menggunakan *blue tip* kemudian dilarutkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml NaCl steril dan dihomogenkan. Hasil ini disebut pengenceran 10^{-1} . Diambil 1 ml dari hasil pengenceran 10^{-1} dan dilarutkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml NaCl, lalu dihomogenkan. Hasil ini disebut pengenceran 10^{-2} dan dilakukan seterusnya sampai pengenceran 10^{-8} . Diambil 1 ml dari hasil pengenceran ke 10^{-7} dan 10^{-8} kemudian masing-masing dituang dalam cawan petri steril. Setelah itu dituangi media MRS Agar steril (hangat) sampai dasar cawan tertutup media, lalu cawan petri diputar atau digoyangkan secara perlahan dengan gerakan melingkar (rotasi) agar sampel dan media tercampur, lalu ditutup dengan *plastic wrap* sampai keadaan anaerob dan diberikan kode sampel pada masing-masing cawan petri. Diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam di dalam inkubator. Setelah 48 jam, koloni BAL yang tumbuh tersebut dilihat dan dihitung. Jumlah bakteri hidup dihitung menggunakan metode Total Plate Count (TPC) dengan standar *American Standart Testing and Methode* (ASTM) dimana rentang bakteri yang dijumlahkan adalah 30- 300 koloni bakteri. Jumlah koloni yang dijumlahkan memiliki satuan Colony Forming Unit/mL (CFU/mL) dengan rumus perhitungan jumlah bakteri hidup adalah sebagai berikut (Retnowati dan Kusnadi., 2014):

$$\text{Jumlah bakteri hidup} = \text{jumlah koloni} \times \text{faktor pengenceran (Fp)}$$

3.4.12 Uji Organoleptik

Sampel dilakukan uji kesukaan untuk menunjukkan hasil pengukuran objektif panelis terhadap atribut sensori suatu produk. Atribut sensori yang dianalisa pada uji organoleptik menggunakan sistem indera manusia meliputi rasa

(pengecap), warna (penglihatan), aroma (penciuman) dan tekstur (peraba) yang dilakukan oleh 30 orang panelis tidak terlatih. Kriteria panelis yang diperbolehkan untuk melakukan uji organoleptik ialah mempunyai kepekaan yang normal (tidak buta warna), panelis tidak dalam keadaan lapar, serta panelis tidak dalam keadaan merokok, sakit atau tidak dalam kondisi yang dapat mengganggu kepekaan panelis. Yoghurt dimasukkan ke dalam cup plastik dan diberi label, diambil 1 sendok yoghurt dilihat warnanya, dinilai teksturnya, dihidu, dan dirasakan, kemudian panelis memberi nilai pada lembar penilaian. Skala hedonik ditransformasi kedalam skala numerik menurut tingkat kesukaan panelis mulai dari angka terkecil hingga angka terbesar. Penelitian ini menggunakan 5 skala hedonik mulai dari sangat tidak suka (skor = 1), tidak suka (skor = 2), netral (skor = 3), suka (skor = 4), sangat suka (skor = 5).

3.5 Analisis Data

Analisis data untuk mengetahui pengaruh perlakuan yaitu konsentrasi starter dan jenis BAL terhadap pH, total asam, total BAL yoghurt pulp buah Mangga dianalisis dengan Rancangan Acak Lengkap. Data yang diperoleh dari penelitian ini meliputi data total Bakteri Asam Laktat, total asam, pH. Data tersebut kemudian dilakukan pengolahan data dengan *two way* Anova yang dianalisis menggunakan SPSS 22, jika hasil berbeda nyata, maka akan dilanjutkan dengan uji *Duncan* dengan taraf signifikan $\alpha=0,05$. Daya terima organoleptik yang dilihat dari segi rasa, warna, aroma dan tekstur oleh para panelis dilakukan pengolahan data dengan *Hedonic Scalling Score* dan analisis statistik nonparametrik dengan uji *Kurskal Wallis* menggunakan SPSS 22. Apabila data terdapat pengaruh berbeda

nyata, maka akan dilanjutkan dengan uji lanjut *Mann Whitney* dengan taraf signifikan $\alpha=0,05$.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Konsentrasi Starter dan Jenis BAL terhadap pH, Total Titrasi Asam dan Total BAL Yoghurt Pulp Buah Mangga

4.1.1 pH

Pengukuran nilai pH atau derajat keasaman pada yoghurt pulp buah Mangga dilakukan setelah fermentasi. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data rata-rata pH dengan perlakuan konsentrasi starter dan jenis BAL pada yoghurt pulp buah Mangga (*Mangifera indica* L. var *arumanis*) yang dijelaskan pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Hasil Pengaruh Konsentrasi dan Jenis BAL Terhadap pH Yoghurt Pulp Buah Mangga (*Mangifera indica* L. var *arumanis*)

Perlakuan	pH
K+	4.38 (g)
K1J1	4.41 (g)
K2J1	4.33 (f)
K3J1	4.21 (e)
K1J2	4.15 (d)
K2J2	4.13 (d)
K3J2	4.05 (c)
K1J3	3.93 (b)
K2J3	3.91 (b)
K3J3	3.85 (a)

Ket : notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan pH berdasarkan uji Duncan pada $\alpha = 0,05$

Hasil pengukuran pH pada tabel 4.1, diketahui bahwa nilai pH yoghurt pulp buah mangga mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh aktivitas fermentasi Bakteri Asam Laktat yang menghasilkan asam laktat, sehingga menurunkan nilai pH selama proses fermentasi berlangsung. Pada perlakuan konsentrasi dan jenis bakteri diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi dan jenis bakteri yang digunakan, maka semakin rendah nilai pH sampel, pada K3J3 (konsentrasi bakteri

5% dengan kombinasi *L. plantarum* dan *L. paracasei*) memiliki nilai pH paling rendah atau paling asam yaitu dengan pH sebesar 3,85. Sedangkan nilai pH tertinggi dengan penambahan BAL diperoleh K1J1 (konsentrasi bakteri 2% dengan *L. plantarum*) yaitu sebesar 4,41. Nilai pH tersebut sesuai dengan standar SNI yaitu antara 3,80-4,50. Menurut Sirait (2012) derajat keasaman (pH) yang sebaiknya dicapai oleh yoghurt yaitu sebesar 3,65-4,45 memasuki rentang yang dapat dikonsumsi dan baik bagi mikroflora usus.

Hasil analisis statistik uji normalitas dan homogenitas (**Lampiran 1.2**) menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dan data homogen, yaitu nilai signifikansi di atas 0,05 ($\text{Sig} > 0,05$). Data nilai derajat keasaman (pH) yang berdistribusi normal dan homogen dapat dilanjutkan uji *two way* ANOVA (*Analysis of Variance*). Hasil analisis pH dengan *two way* ANOVA (**Lampiran 1.3**) diketahui memiliki nilai signifikansi di bawah 0,05 ($\text{Sig} < 0,05$), artinya peningkatan konsentrasi starter dan perbedaan jenis Bakteri Asam Laktat berpengaruh nyata terhadap pH yoghurt pulp buah Mangga. Hal tersebut juga berpengaruh pada interaksi antara konsentrasi starter dan jenis bakteri yang memberikan pengaruh nyata dengan hasil signifikan. Hasil ini mengindikasikan bahwa kedua faktor berpengaruh terhadap nilai pH. Karena terdapat perbedaan yang nyata maka dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

Hasil uji lanjut duncan pada tabel 4.1 menunjukkan bahwa K+ (yoghurt komersial) tidak berbeda nyata dengan perlakuan K1J1, namun berbeda nyata dengan sebagian besar perlakuan lainnya. Perlakuan K1J1 berbeda nyata dengan K2J1 dan K3J1. Peningkatan konsentrasi BAL *L. plantarum* dari K1 ke K3 secara konsisten menurunkan pH yoghurt. Hal ini disebabkan oleh semakin tingginya

konsentrasi BAL yang menghasilkan lebih banyak asam laktat selama proses fermentasi. Akan tetapi pada perlakuan K1J2 dan K2J2 serta perlakuan K1J3 dan K2J3 tidak berbeda nyata, dengan pemberian konsentrasi starter 2% ataupun 3% memberikan nilai notasi yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa dengan pemberian konsentrasi 2% pada *L. paracasei* dan kultur campuran telah memberikan nilai pH yang optimal. Selain itu, perlakuan K1J3 menghasilkan pH lebih rendah dibandingkan K1J1 dan K1J2, mengindikasikan bahwa kombinasi bakteri *L. plantarum* dan *L. paracasei* (J3) memiliki aktivitas fermentasi yang lebih tinggi dalam menurunkan pH. Hasil ini menunjukkan bahwa baik konsentrasi maupun jenis BAL berpengaruh nyata terhadap nilai pH yoghurt pulp buah Mangga.

Hasil menunjukkan pola penurunan nilai pH seiring dengan peningkatan konsentrasi bakteri yang digunakan, karena semakin tinggi konsentrasi starter yang diberikan pada sampel maka semakin tinggi perombakan laktosa menjadi asam laktat yang menyebabkan tingkat keasaman meningkat, sehingga nilai pH menjadi menurun atau semakin asam. Semakin banyak laktosa yang telah dirombak bakteri probiotik, maka akan semakin banyak asam laktat yang dihasilkan, menyebabkan nilai pH tersebut menurun seiring peningkatan konsentrasi starter. Anwar dan Pato *et al.*, (2018) menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi starter mempercepat proses fermentasi laktosa menjadi asam laktat, sehingga pH media fermentasi akan semakin menurun seiring dengan meningkatnya kadar asam.

Hasil berdasarkan jenis bakteri, kombinasi *L. plantarum* dan *L. paracasei* (J3) menghasilkan nilai pH terendah pada semua tingkat konsentrasi. Hal ini disebabkan oleh interaksi antara kedua jenis bakteri tersebut. Menurut Tamime dan Robinson (2017), kombinasi starter dalam yoghurt menghasilkan kadar asam lebih tinggi

dibandingkan starter tunggal karena variasi kemampuan fermentasi substrat. Afriani (2010) dalam penelitiannya menyatakan kombinasi BAL dalam interaksinya selama fermentasi dapat meningkatkan laju pertumbuhan total BAL lebih tinggi dibandingkan fermentasi menggunakan starter tunggal. Hubungan yang saling menguntungkan tersebut mengakibatkan meningkatnya laju produksi total BAL dan juga produksi asam laktat, sehingga lebih efektif dalam menurunkan nilai pH.

4.1.2 Total Titrasi Asam

Pengujian total titrasi asam dilakukan untuk mengetahui perubahan jumlah asam pada yoghurt setelah proses fermentasi. Kombinasi konsentrasi starter dan jenis BAL menyebabkan terjadinya perubahan total titrasi asam yoghurt, hal ini ditandai dengan meningkatnya nilai total asam yoghurt pulp buah mangga. Hasil penelitian diperoleh data rata-rata total asam yang dijelaskan dalam tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Pengaruh Konsentrasi dan Jenis BAL Terhadap Total Asam Laktat Yoghurt Pulp Buah Mangga

Perlakuan	Total Titrasi Asam (%)
K+	0.67 (a)
K1J1	0.65 (a)
K2J1	0.76 (b)
K3J1	0.92 (c)
K1J2	0.99 (d)
K2J2	1.04 (d)
K3J2	1.16 (e)
K1J3	1.33 (f)
K2J3	1.38 (f)
K3J3	1.57 (g)

Ket : notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan total titrasi asam berdasarkan uji Duncan pada $\alpha = 0,05$

Data tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi starter dan perbedaan jenis bakteri akan meningkatkan persen total titrasi asam. Data menunjukkan bahwa K3J3 dapat menghasilkan total titrasi asam tertinggi yaitu sebesar 1,57%, sedangkan total asam yang dihasilkan paling rendah adalah sampel K1J1 yang menghasilkan asam laktat sebesar 0,65%. Menurut SNI (2981:2009) syarat keasaman yoghurt yaitu 0,5%-2,0%. Sehingga yoghurt pulp buah mangga ini memenuhi syarat total asam karena pada semua perlakuan menunjukkan total asam antara 0,5% - 2,0%.

Hasil analisis statistik uji normalitas dan homogenitas (**Lampiran 2.3**) menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dan data homogen, yaitu nilai signifikansi di atas 0,05 (Sig > 0,05). Data nilai Total Titrasi Asam (TTA) yang berdistribusi normal dan homogen dapat dilanjutkan uji *two way* ANOVA (*Analysis of Variance*). Hasil analisis TTA dengan *two way* ANOVA (**Lampiran 2.4**) diketahui memiliki nilai signifikansi di bawah 0,05 (Sig < 0,05), artinya peningkatan konsentrasi starter dan perbedaan jenis Bakteri Asam Laktat berpengaruh nyata terhadap total titrasi asam yoghurt pulp buah mangga. Hal tersebut juga berpengaruh pada interaksi antara konsentrasi starter dan jenis bakteri yang memberikan pengaruh nyata dengan hasil signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi starter serta jenis Bakteri Asam Laktat memberikan pengaruh terhadap peningkatan kadar asam pada yoghurt pulp buah mangga. Karena terdapat perbedaan yang nyata maka dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

Hasil uji lanjut Duncan pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa K+ (yoghurt komersial) tidak berbeda nyata dengan perlakuan K1J1, namun berbeda nyata

dengan sebagian besar perlakuan lainnya. Perlakuan K1J1 dan K1J2 memiliki nilai total asam yang berbeda nyata dengan perlakuan K1J3, dimana perlakuan kombinasi bakteri (J3) pada semua konsentrasi menghasilkan nilai total titrasi asam yang lebih tinggi dibanding dengan perlakuan J1 dan J2. Perlakuan K1J1 berbeda nyata dengan perlakuan K2J1 dan K3J1, peningkatan konsentrasi BAL dari K1 ke K3 secara konsisten menurunkan total asam pada *L. plantarum*, akan tetapi pada perlakuan K1J2 dan K2J2 serta perlakuan K1J3 dan K2J3 tidak berbeda nyata, dengan pemberian konsentrasi starter 2% ataupun 3% memberikan nilai notasi yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa dengan pemberian konsentrasi 2% pada *L. paracasei* dan kultur campuran telah memberikan nilai total asam yang optimal Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi starter serta jenis Bakteri Asam Laktat memberikan pengaruh terhadap peningkatan kadar asam pada yoghurt pulp buah mangga.

Hasil uji Duncan antara nilai pH dan Total Titrasi Asam menunjukkan pola notasi sama, menunjukkan bahwa nilai pH dan Total Titrasi Asam memiliki hubungan yang erat, dimana penurunan pH diikuti dengan peningkatan TTA. Semakin rendah pH yoghurt, semakin tinggi nilai TTA-nya, yang menunjukkan bahwa proses fermentasi telah berlangsung dengan baik dan menghasilkan yoghurt dengan kualitas yang sesuai standar (Soukoulis *et al.*, 2007). Ketika bakteri asam laktat mengkonversi laktosa menjadi asam laktat, terjadi akumulasi ion H⁺ yang menyebabkan penurunan pH dan peningkatan TTA secara bersamaan. Hal ini sesuai dengan prinsip fermentasi yoghurt, dimana bakteri asam laktat mengubah laktosa menjadi asam laktat sehingga meningkatkan keasaman produk (Ayivi *et al.*, 2022).

Peningkatan nilai total titrasi asam disebabkan oleh aktivitas Bakteri Asam Laktat selama proses fermentasi yang semakin tinggi seiring dengan peningkatan konsentrasi starter dan penggunaan jenis bakteri. Selama proses fermentasi, Bakteri Asam Laktat memfermentasi laktosa yang terdapat dalam susu menjadi asam laktat. Proses ini diawali dengan pemecahan laktosa menjadi glukosa dan galaktosa, kemudian glukosa dimetabolisme melalui jalur Emden-Meyerhof-Parnas (EMP) menjadi piruvat, dan akhirnya piruvat direduksi menjadi asam laktat oleh enzim laktat dehidrogenase. Sesuai dengan pernyataan Pratama *et al* (2013), melalui jalur EMP, glukosa akan diubah menjadi piruvat dan kemudian piruvat dikonversi menjadi asam laktat oleh aktivitas enzim laktat dehidrogenase. Semakin banyak jumlah Bakteri Asam Laktat yang aktif akibat peningkatan konsentrasi starter maupun penggunaan kombinasi bakteri, maka produksi asam laktat akan semakin tinggi, sehingga meningkatkan nilai total titrasi asam yoghurt.

Kadar asam laktat yang tinggi ataupun rendah dalam produk dipengaruhi oleh kemampuan starter dalam merombak laktosa menjadi asam laktat, atau ditentukan oleh jumlah dan jenis starter yang digunakan dalam produk. Peningkatan nilai total asam laktat dalam yoghurt ini sesuai pada hasil penelitian Mawarni dan Fithriyah (2015) yang menunjukkan bahwa semakin meningkatnya konsentrasi starter maka semakin meningkat total asam laktat yang dihasilkan pada fruitghurt kulit buah semangka. Asam laktat yang telah dihasilkan pada proses fermentasi dalam produk akan meningkatkan citarasa serta meningkatkan keasaman (Winarno, 2007). Perbedaan kemampuan produksi asam antar jenis bakteri disebabkan oleh variasi aktivitas enzim metabolik yang dimiliki masing-masing jenis bakteri. Rizal (2011) menyatakan bahwa jenis Bakteri Asam Laktat yang berbeda menghasilkan

karakteristik kimia yang bervariasi, termasuk total asam. Penelitian Pratama *et al.* (2013) juga menunjukkan bahwa *Lactobacillus plantarum* menghasilkan total asam laktat yang berbeda dibandingkan dengan mikroorganisme lain seperti ragi roti dan ragi tempe dalam fermentasi (Pratama *et al.*, 2013).

4.1.3 Total Bakteri Asam Laktat (BAL)

Kombinasi konsentrasi starter dan jenis bakteri menyebabkan terjadinya perubahan jumlah total Bakteri Asam Laktat pada yoghurt. Hal ini ditandai dengan meningkatnya jumlah Bakteri Asam Laktat pada yoghurt pulp buah mangga. Hasil penelitian diperoleh rata-rata total Bakteri Asam Laktat (BAL) dengan perlakuan konsentrasi starter dan jenis bakteri terhadap total Bakteri Asam Laktat pada yoghurt pulp buah mangga yang dicantumkan pada tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Pengaruh Konsentrasi dan Jenis BAL Terhadap Total BAL Yoghurt Pulp Buah Mangga

Perlakuan	Total Plate Count (TPC) (CFU/mL)
K+	6.6 x 10 ⁸ (a)
K1J1	6.0 x 10 ⁸ (a)
K2J1	7.7 x 10 ⁸ (b)
K3J1	9.7 x 10 ⁸ (c)
K1J2	11.7 x 10 ⁸ (d)
K2J2	12.1 x 10 ⁸ (d)
K3J2	15.0 x 10 ⁸ (e)
K1J3	16.6 x 10 ⁸ (f)
K2J3	17.4 x 10 ⁸ (f)
K3J3	21.2 x 10 ⁸ (g)

Ket : notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan total BAL berdasarkan uji Duncan pada $\alpha = 0,05$

Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan jumlah Bakteri Asam Laktat (BAL) pada yoghurt pulp buah mangga. Berdasarkan tabel 4.3, jumlah BAL

terendah terdapat pada perlakuan K1J1 (konsentrasi starter 2% dengan *L. plantarum*) sebesar $6,0 \times 10^8$ CFU/ml, sedangkan jumlah BAL tertinggi terdapat pada perlakuan K3J3 (konsentrasi starter 5% dengan kombinasi *L. plantarum* dan *L. paracasei*) yaitu $21,2 \times 10^8$ CFU/ml. Jumlah mikroba dalam produk fermentasi ditentukan dengan menghitung jumlah koloni bakteri yang tumbuh pada media MRS agar dan dikalikan dengan faktor pengenceran. SNI 2981-2009 menetapkan bahwa batas minimum jumlah Bakteri Asam Laktat pada produk yoghurt adalah 10^7 CFU/mL atau setara 7 log CFU/mL. Semakin tinggi nilai total BAL menunjukkan bahwa aktivitas Bakteri Asam Laktat selama fermentasi berlangsung optimal. Hal ini sejalan dengan pernyataan Pratama *et al.* (2013) bahwa Bakteri Asam Laktat akan memanfaatkan karbohidrat selama fermentasi untuk menghasilkan asam laktat dan senyawa metabolit lain, yang disertai dengan pertumbuhan jumlah koloni bakteri.

Hasil analisis statistik uji normalitas dan homogenitas (**Lampiran 3.2**) menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dan data homogen, yaitu nilai signifikansi di atas 0,05 (Sig > 0,05). Data nilai Total Bakteri Asam Laktat yang berdistribusi normal dan homogen dapat dilanjutkan uji *two way* ANOVA (*Analysis of Variance*). Hasil analisis total BAL dengan *two way* ANOVA (**Lampiran 3.3**) diketahui memiliki nilai signifikansi di bawah 0,05 (Sig < 0,05), artinya peningkatan konsentrasi starter dan perbedaan jenis Bakteri Asam Laktat berpengaruh nyata terhadap total BAL yoghurt pulp buah Mangga. Hal tersebut juga berpengaruh pada interaksi antara konsentrasi starter dan jenis bakteri yang memberikan pengaruh nyata dengan hasil signifikan. Karena terdapat perbedaan yang nyata maka dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

Hasil uji lanjut Duncan pada tabel 4.3 menunjukkan bahwa K+ (yoghurt komersial) tidak berbeda nyata dengan perlakuan K1J1, namun berbeda nyata dengan sebagian besar perlakuan lainnya. Perlakuan K1J1 berbeda nyata dengan K2J1 dan K3J1. Peningkatan konsentrasi BAL *L. plantarum* dari K1 ke K3 secara konsisten meningkatkan total BAL. Hal ini disebabkan oleh semakin tingginya konsentrasi BAL yang menghasilkan lebih banyak Bakteri Asam Laktat selama proses fermentasi. Akan tetapi pada perlakuan K1J2 dan K2J2 serta perlakuan K1J3 dan K2J3 tidak berbeda nyata, dengan pemberian konsentrasi starter 2% ataupun 3% memberikan nilai notasi yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa dengan pemberian konsentrasi 2% pada *L. paracasei* dan kultur campuran telah memberikan nilai pH yang optimal. Selain itu, perlakuan K1J3 menghasilkan total BAL lebih tinggi dibandingkan K1J1 dan K1J2, mengindikasikan bahwa kombinasi bakteri *L. plantarum* dan *L. paracasei* (J3) memiliki aktivitas fermentasi yang lebih tinggi dalam meningkatkan total BAL. Peningkatan total BAL seiring dengan peningkatan konsentrasi starter dan jenis Bakteri Asam Laktat disebabkan oleh semakin tingginya aktivitas metabolisme Bakteri Asam Laktat selama proses fermentasi. Semakin tinggi jumlah konsentrasi bakteri dan jenis bakteri yang digunakan, semakin cepat pula proses fermentasi terjadi sehingga menghasilkan jumlah bakteri yang lebih tinggi.

Hasil uji Duncan antara nilai pH, Total Titrasi Asam, dan total BAL menunjukkan pola notasi sama. Ketiga parameter ini saling berkaitan dan menunjukkan pola yang konsisten berdasarkan notasi Duncan yang dihasilkan. Perlakuan yang memiliki notasi huruf yang sama pada ketiga parameter tersebut mengindikasikan bahwa aktivitas fermentasi berlangsung secara seimbang dan

terkontrol, dimana peningkatan jumlah BAL berbanding lurus dengan peningkatan keasaman dan penurunan pH, semakin tinggi jumlah BAL dan total asam maka semakin rendah nilai pH yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena bakteri asam laktat melakukan fermentasi laktosa menjadi asam laktat sebagai metabolit utama. Proses metabolisme ini mengakibatkan akumulasi ion H⁺ dalam medium fermentasi yang menyebabkan penurunan pH (Ayivi *et al.*, 2022). Hal ini sesuai dengan pernyataan Widodo (2017) bahwa peningkatan jumlah BAL berbanding lurus dengan peningkatan nilai total asam karena semakin banyak bakteri yang aktif melakukan fermentasi, semakin banyak pula asam laktat yang diproduksi, yang menunjukkan bahwa proses fermentasi menghasilkan keseimbangan asam yang stabil, dimana produksi asam laktat tidak hanya meningkatkan total BAL dan keasaman total tetapi juga secara efektif menurunkan pH (Widodo, 2017).

Terdapat peningkatan jumlah BAL seiring dengan peningkatan konsentrasi starter, dimana pada jenis bakteri yang sama, perlakuan dengan konsentrasi starter 5% menghasilkan jumlah BAL lebih tinggi dibandingkan konsentrasi 3% dan 2%. Konsentrasi berpengaruh nyata karena penambahan jumlah bakteri pada substrat menyebabkan aktivitas metabolisme bakteri menjadi lebih cepat dan jumlah bakteri berkembang lebih banyak selama proses fermentasi. Hal tersebut mengindikasikan bahwa ketersediaan starter dalam jumlah yang lebih besar memberikan peluang pertumbuhan populasi bakteri yang lebih optimal selama fermentasi. Hasil ini sesuai dengan pernyataan Mawarni dan Fithriyah (2015), bahwa semakin tinggi konsentrasi starter yang digunakan akan mempercepat laju pertumbuhan Bakteri Asam Laktat dan meningkatkan jumlah total bakteri.

Jenis bakteri berpengaruh nyata terhadap kualitas yoghurt pulp buah Mangga. Hasil total Bakteri Asam Laktat menunjukkan perbedaan signifikan antara perlakuan dengan jenis bakteri yang berbeda. Berdasarkan hasil yang diperoleh, bakteri *L. paracasei* menghasilkan total BAL yang lebih tinggi dibandingkan dengan *L. plantarum* pada yoghurt pulp buah Mangga. Menurut penelitian oleh Aini *et al.*, (2021), jenis BAL memengaruhi kemampuan fermentasi dan viabilitas selama penyimpanan produk susu fermentasi. *L. paracasei* memiliki ketahanan yang baik serta kemampuan tumbuh yang tinggi dalam substrat buah. Selain itu, penelitian oleh Tian *et al.* (2018) menyebutkan bahwa *L. paracasei* menunjukkan kemampuan yang baik dalam beradaptasi di lingkungan asam dan osmotik tinggi, sehingga lebih baik dalam meningkatkan jumlah Bakteri Asam Laktat selama fermentasi. Penggunaan kombinasi bakteri *L. plantarum* dan *L. paracasei* (J3) pada konsentrasi starter yang sama menghasilkan jumlah BAL yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan bakteri tunggal, menunjukkan adanya efek sinergis antar kedua jenis bakteri tersebut. Widodo (2017) menjelaskan bahwa kombinasi beberapa jenis Bakteri Asam Laktat dapat menghasilkan aktivitas fermentasi lebih optimal karena adanya kerjasama metabolisme antar spesies, sehingga total produksi asam laktat dan senyawa pendukung rasa lebih tinggi dibanding penggunaan satu jenis bakteri saja (Widodo, 2017).

4.2 Pengaruh Konsentrasi Starter dan Jenis BAL terhadap Karakteristik Organoleptik Yoghurt Pulp Buah Mangga

Uji organoleptik meliputi warna, aroma, tekstur, dan rasa yang bertujuan untuk mengetahui tingkat penerimaan konsumen terhadap yoghurt pulp buah

Mangga. Dalam penelitian ini terdapat 30 orang panelis untuk menilai pengujian organoleptik. Data hasil organoleptik dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut:



Gambar 4.1 Nilai Organoleptik

4.2.1 Warna

Pengujian organoleptik terhadap parameter warna dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis terhadap tampilan visual yoghurt pulp buah mangga dari berbagai kombinasi konsentrasi dan jenis Bakteri Asam Laktat, karena warna merupakan faktor penting dalam kualitas yoghurt yang mempengaruhi akseptabilitas konsumen terhadap produk (Hashim *et al.*, 2017). Berdasarkan Gambar 4.1 warna yang paling disukai oleh panelis yaitu pada K+ (yoghurt komersial), diikuti oleh perlakuan K1J1 dan warna yang kurang disukai yaitu pada perlakuan K3J3. Tingkat warna pada produk yoghurt pulp buah mangga tampak tidak terlalu berbeda, hal ini terlihat dari hasil pengamatan panelis yang memberikan skor warna dengan rentang nilai yang tidak jauh berbeda, menunjukkan bahwa seluruh perlakuan memiliki warna yang hampir seragam. Hal ini diduga karena warna akhir yoghurt lebih banyak dipengaruhi oleh warna alami buah Mangga yang digunakan dalam jumlah yang sama pada setiap perlakuan, sehingga meskipun jenis dan konsentrasi bakteri berbeda, reaksi fermentasi yang

terjadi tidak cukup memberikan perubahan warna yang nyata. Menurut Rohman dan Maharani (2020), warna yoghurt pada umumnya dipengaruhi oleh bahan tambahan yang digunakan seperti buah, sirup, atau perisa, sedangkan aktivitas fermentasi Bakteri Asam Laktat tidak memberikan perubahan signifikan terhadap warna yoghurt selama proses fermentasi.

Analisis statistik non-parametrik (*Kruskal Wallis*) dilakukan untuk mengetahui perbedaan yang signifikan antara pengaruh konsentrasi dan jenis BAL terhadap warna yoghurt pulp buah Mangga. Hasil analisis statistik menggunakan uji *Kruskal Wallis* (**Lampiran 4.2**) menunjukkan bahwa nilai signifikansi di atas 0,05 (Sig. 0,384 > 0,05), artinya tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan terhadap warna yoghurt. Sehingga dapat disimpulkan bahwa variasi konsentrasi Bakteri Asam Laktat maupun jenis BAL tidak berpengaruh signifikan terhadap warna yoghurt yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sari *et al.* (2021) dalam penelitiannya mengenai yoghurt berbahan dasar buah naga, bahwa variasi konsentrasi dan jenis Bakteri Asam Laktat tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap warna yoghurt karena warna dominan berasal dari bahan buah yang digunakan.

4.2.2 Aroma

Pengujian organoleptik aroma dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis terhadap aroma yoghurt pulp buah Mangga dengan berbagai perlakuan kombinasi konsentrasi dan jenis Bakteri Asam Laktat. Berdasarkan Gambar 4.1, K+ (yoghurt komersial) memperoleh skor aroma tertinggi diikuti oleh perlakuan K1J1, dan K1J2. Sedangkan perlakuan dengan skor terendah terdapat pada K3J3. Yoghurt komersial telah mengoptimalkan keseimbangan senyawa volatil seperti

asam laktat, asetaldehida, diasetil, dan asetoin untuk menciptakan profil aroma yang konsisten dan disukai konsumen. Pada perlakuan K1J1 menunjukkan bahwa yoghurt pulp buah Mangga dengan konsentrasi Bakteri Asam Laktat 2% dan jenis bakteri *Lactobacillus plantarum* menghasilkan aroma yoghurt yang paling disukai panelis. Hal ini disebabkan oleh aktivitas fermentasi bakteri yang optimal, sehingga mampu menghasilkan senyawa volatil seperti asetaldehida, diasetil, asetoin, dan asam organik dalam jumlah seimbang, yang berkontribusi terhadap aroma khas yoghurt dengan aroma asam atau fermentasi yang tidak terlalu menyengat (Tian *et al.*, 2019). Dalam penelitian (Yusmarini *et al.*, 2019), fermentasi dengan *L. plantarum* menghasilkan komponen asam amino (*leucine*) dan vanilla (*vanillin*) yang berkontribusi pada profil aroma yang lebih disukai.

Analisis statistik non-parametrik (*Kruskall Wallis*) dilakukan untuk mengetahui perbedaan yang signifikan antara pengaruh konsentrasi dan jenis BAL terhadap aroma yoghurt pulp buah Mangga. Hasil uji *Kruskal Wallis* terhadap aroma (**Lampiran 4.2**) menunjukkan nilai signifikansi di bawah 0,05 (Sig 0,00 < 0,05), yang artinya terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan terhadap aroma yoghurt pulp buah Mangga. Karena berbeda nyata maka dilanjutkan uji lanjut *Mann Whitney* (**Lampiran 4.3**) menunjukkan bahwa parameter aroma mengalami perubahan signifikan seiring dengan perbedaan konsentrasi starter dan jenis bakteri yang digunakan. Perlakuan K3J3 menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan hampir semua perlakuan lainnya, mengindikasikan bahwa konsentrasi tertinggi dengan kultur campuran menghasilkan profil aroma yang tidak disukai. Menurut Pinto *et al.* (2015), komponen utama penyumbang aroma pada yoghurt adalah asetaldehida yang memberikan karakteristik aroma segar dan khas

yoghurt, sedangkan senyawa diasetil dan asetoin memberikan aroma *creamy*. Aktivitas Bakteri Asam Laktat yang terlalu tinggi pada konsentrasi bakteri 5% dan jenis bakteri kombinasi (*L. plantarum* dan *L. paracasei*) pada perlakuan K3J3 dapat meningkatkan produksi senyawa asam organik berlebih, sehingga menghasilkan aroma terlalu tajam atau menyengat yang kurang disukai panelis.

Konsentrasi dan jenis Bakteri Asam Laktat memberikan pengaruh terhadap aroma yoghurt, dikarenakan 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. Hal ini sesuai dengan pernyataan Tian *et al* (2019) bahwa selain berperan dalam pembentukan gel, asam laktat menghasilkan asam folatil selama proses fermentasi sehingga memberikan ketajaman rasa dan menentukan aroma khas dari yoghurt.

4.2.3 Tekstur

Pengujian organoleptik tekstur dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis terhadap tekstur yoghurt pulp buah Mangga dengan berbagai kombinasi konsentrasi dan jenis Bakteri Asam Laktat. Berdasarkan gambar 4.1, K+ (yoghurt komersial) memperoleh skor tekstur tertinggi karena telah dioptimalkan melalui formulasi dan proses produksi yang tepat, diikuti oleh perlakuan K1J1 dan perlakuan K2J1. Sedangkan perlakuan dengan skor terendah terdapat pada K3J3. Tingginya nilai tekstur pada perlakuan K1J1 menunjukkan bahwa yoghurt yang menggunakan konsentrasi bakteri 2% dengan jenis bakteri

Lactobacillus plantarum lebih disukai panelis dalam hal tekstur, dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan oleh aktivitas fermentasi yang optimal menghasilkan eksopolisakarida (EPS) dari bakteri sehingga berkontribusi pada perbaikan tekstur yoghurt menjadi halus, kental, dan stabil. Zhu *et al.* (2019) menyatakan, *L. plantarum* menghasilkan eksopolisakarida (EPS) yang memberikan tekstur yoghurt yang lebih halus dan konsisten lebih disukai konsumen dibandingkan dengan strain lainnya. Tekstur yoghurt terbentuk karena kasein dalam susu terkoagulasi membentuk struktur seperti gel yang disebabkan oleh aktivitas bakteri.

Tekstur yoghurt dipengaruhi oleh koagulasi protein susu akibat penurunan pH selama fermentasi serta produksi eksopolisakarida (EPS) oleh Bakteri Asam Laktat yang dapat meningkatkan kekentalan tekstur produk. Nilai tekstur yang rendah pada perlakuan K3J3 diduga disebabkan oleh kadar asam yang terlalu tinggi, akibat penggunaan konsentrasi bakteri 5% dengan kombinasi *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus paracasei*. Asam laktat yang terbentuk dalam jumlah berlebih menyebabkan pH yoghurt menurun drastis, sehingga struktur yoghurt menjadi tidak stabil dan mengalami sineresis. Hal ini menyebabkan tekstur yoghurt menjadi kasar, encer, dan tidak kompak, sehingga kurang disukai oleh panelis. Sesuai dengan pernyataan Rohman dan Maharani (2020) yang menyatakan bahwa peningkatan kadar asam selama fermentasi dapat menyebabkan ketidakseimbangan struktur gel protein dalam yoghurt, yang mengakibatkan pecahnya tekstur dan peningkatan *whey separation* (sineresis). Matela *et al.* (2019) menyatakan bahwa yoghurt dengan tingkat keasaman tinggi dengan pH rendah cenderung mengalami

sineresis yang lebih besar, yang berdampak negatif pada tekstur dan penerimaan sensoris produk.

Analisis statistik non-parametrik (*Kruskal Wallis*) dilakukan untuk mengetahui perbedaan yang signifikan antara pengaruh konsentrasi dan jenis BAL terhadap tekstur yoghurt pulp buah Mangga. Hasil uji *Kruskal Wallis* terhadap tekstur (**Lampiran 4.2**) menunjukkan nilai signifikansi di bawah 0,05 (Sig. 0,00 < 0,05), yang artinya terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan terhadap tekstur yoghurt pulp buah Mangga. Karena berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji *Mann Whitney* (**Lampiran 4.3**) yang menunjukkan bahwa K+ berpengaruh nyata terhadap semua perlakuan. Tekstur yoghurt komersial dinilai lebih baik karena telah dioptimalkan melalui formulasi dan proses produksi yang tepat. Tekstur yoghurt sangat dipengaruhi oleh kandungan lemak, protein, dan aktivitas starter yang digunakan. Yoghurt komersial biasanya diformulasikan dengan kandungan lemak dan protein yang optimal untuk menciptakan tekstur yang lembut, *creamy*, dan tidak terlalu asam (Tamime & Robinson, 2007). Hal ini mengindikasikan bahwa kombinasi konsentrasi dan jenis Bakteri Asam Laktat memberikan pengaruh terhadap tekstur yoghurt pulp buah mangga. Menurut Pradipta *et al.* (2021) konsentrasi starter yang tinggi mempercepat produksi asam laktat, yang kemudian menurunkan pH dan memengaruhi kestabilan serta tekstur akhir yoghurt. Pato *et al.* (2017) menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi kultur starter, maka sineresis cenderung meningkat dan tekstur menjadi kurang menyatu.

4.2.4 Rasa

Pengujian organoleptik rasa dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis terhadap rasa yoghurt pulp buah Mangga dengan berbagai perlakuan

kombinasi konsentrasi dan jenis Bakteri Asam Laktat. Berdasarkan Gambar 4.1, K+ (kontrol) memperoleh skor rasa tertinggi diikuti oleh perlakuan K1J1. Sedangkan perlakuan dengan nilai terendah terdapat pada K3J3. K+ (kontrol) menunjukkan nilai rasa yang lebih tinggi dikarenakan yoghurt komersial memiliki keseimbangan rasa asam dan manis yang lebih disukai panelis. Perlakuan K1J1, K2J1, dan K3J1 menunjukkan nilai rasa yang lebih tinggi karena menggunakan *Lactobacillus plantarum* tunggal yang menghasilkan rasa asam ringan dan tetap menyisakan rasa segar buah Mangga. Sedangkan nilai terendah pada K3J3 diduga karena tingginya kadar asam akibat kombinasi *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus paracasei* pada konsentrasi 5%, sehingga menghasilkan rasa yang terlalu asam dan kurang diterima oleh panelis. Hasil ini sejalan dengan penelitian Pradipta *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi Bakteri Asam Laktat dapat meningkatkan kadar asam laktat pada yoghurt, sehingga memengaruhi tingkat penerimaan rasa. Selain itu, menurut Matela *et al.* (2019), keseimbangan rasa asam menjadi faktor penting dalam tingkat penerimaan yoghurt oleh konsumen, di mana rasa yang terlalu asam dapat menurunkan skor kesukaan.

Analisis statistik non-parametrik (*Kruskal Wallis*) dilakukan untuk mengetahui perbedaan yang signifikan antara pengaruh konsentrasi dan jenis BAL terhadap rasa yoghurt pulp buah Mangga. Hasil uji *Kruskal Wallis* terhadap rasa (**Lampiran 4.2**) menunjukkan nilai signifikansi di bawah 0,05 (Sig. 0,00 < 0,05), yang berarti terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan terhadap rasa yoghurt pulp buah Mangga. Karena berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji *Mann Whitney* (**Lampiran 4.3**) yang menunjukkan bahwa K+ menunjukkan perbedaan nyata terhadap semua perlakuan. Yoghurt komersial biasanya memiliki profil rasa

yang sudah familiar bagi konsumen, dengan keseimbangan rasa manis dan asam yang telah disesuaikan. Menurut Akalin *et al.* (2012), konsumen menunjukkan preferensi terhadap yoghurt dengan karakteristik rasa susu krim yang menonjol, tekstur yang halus dan lembut, serta keseimbangan rasa manis dan asam yang optimal. Yoghurt komersial memiliki pH yang lebih tinggi (4,38) dibandingkan dengan perlakuan, sehingga menghasilkan tingkat keasaman yang lebih dapat diterima oleh panelis. Keasaman yang terlalu tinggi pada perlakuan dengan pH rendah dapat memberikan rasa asam yang dominan dan kurang disukai konsumen (Routray & Mishra, 2011). Hal ini mengindikasikan bahwa kombinasi konsentrasi dan jenis Bakteri Asam Laktat memberikan pengaruh terhadap rasa yoghurt. Rasa asam pada yoghurt dihasilkan dari fermentasi laktosa menjadi asam laktat oleh Bakteri Asam Laktat.

Semakin tinggi konsentrasi bakteri dan perbedaan jenis bakteri yang digunakan, maka produksi asam laktat akan meningkat dan menghasilkan rasa yang lebih asam. Triyono (2010) menyatakan 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. Senyawa-senyawa tersebut akan memberikan cita rasa spesifik pada yoghurt. Pembentukan asam laktat yang terjadi selama proses fermentasi akan menurunkan pH, sehingga fermentasi laktosa oleh Bakteri Asam Laktat tersebut akan memberikan rasa asam pada yoghurt.

Perlakuan dengan *Lctobacillus plantarum* (J1) lebih disukai dibandingkan dengan yoghurt yang menggunakan *Lactobacillus paracasei* (J2) maupun kombinasi keduanya (J3). Hal ini dikarenakan karakteristik metabolisme *L.*

plantarum yang menghasilkan asam laktat dengan rasa asam yang seimbang. Selain itu, *L. plantarum* juga memproduksi senyawa volatil seperti asetaldehida yang memberikan aroma khas yoghurt yang ringan. Penelitian Dan et al. (2018) menunjukkan bahwa penambahan *L. plantarum* P-8 dalam fermentasi susu menghasilkan profil rasa yang lebih baik dan stabil selama penyimpanan.

Perlakuan fermentasi dengan starter tunggal maupun kombinasi menunjukkan potensi yang baik, meskipun masih perlu optimasi lebih lanjut. Berdasarkan hasil penelitian ini, yoghurt pulp buah mangga menunjukkan potensi yang baik dari aspek fermentasi dan penerimaan sensori. Namun, untuk mendukung pengembangan produk lebih lanjut, diperlukan penelitian lanjutan berupa analisis kandungan nutrisi untuk mengetahui profil gizi dan senyawa bioaktif yang terbentuk selama fermentasi (Frost & Janhoj, 2007). Analisis ini penting karena pulp mangga mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti vitamin C, beta-karoten, dan senyawa fenolik yang dapat meningkatkan nilai fungsional produk (Ajila et al., 2010). Selain itu, uji stabilitas produk selama penyimpanan perlu dilakukan untuk menentukan umur simpan dan memantau perubahan karakteristik fisikokimia, mikrobiologi, dan sensori selama masa distribusi. Menurut Ozer & Kirmaci (2010), penentuan pH, keasaman, viabilitas bakteri, dan atribut sensori selama penyimpanan dingin sangat penting untuk memastikan kualitas dan keamanan produk yoghurt. Penelitian lanjutan dengan fokus pada optimasi formulasi dan kondisi penyimpanan akan mendukung pengembangan yoghurt pulp buah mangga sebagai produk fungsional yang dapat diterima konsumen.

4.3 Tinjauan Hasil Penelitian dalam Perspektif Al-Qur'an

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variasi konsentrasi dan jenis Bakteri Asam Laktat berpengaruh terhadap pH, Total Titrasi Asam, dan total BAL yoghurt pulp buah Mangga. Hasil tersebut membuktikan bahwa setiap jenis dan jumlah BAL memiliki kemampuan yang berbeda dalam memfermentasi laktosa menjadi asam laktat, yang berdampak langsung terhadap mutu yoghurt. Hal ini merupakan salah satu tanda kebesaran dan kekuasaan Allah SWT dalam menciptakan makhluk-makhluk-Nya dengan sifat, kemampuan, dan manfaat yang berbeda-beda. Sebagaimana firman Allah SWT dalam QS. An-Nahl ayat 13:

وَمَا ذَرَأَّا لَكُمْ فِي الْأَرْضِ مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ ۗ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَذَّكَّرُونَ (١٣)

Artinya: “*dan Dia (menundukkan pula) apa yang Dia ciptakan untuk kamu di bumi ini dengan berlain-lainan macamnya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang mengambil pelajaran.*” (Q.S An-Nahl: 13)

Ayat ini menjelaskan bahwasanya perbedaan warna, jenis, sifat, serta manfaat makhluk hidup di bumi, termasuk mikroorganisme seperti Bakteri Asam Laktat, adalah bukti kekuasaan-Nya. Menurut Tafsir Ibnu Katsir, ayat ini mengisyaratkan bahwa segala perbedaan yang tampak dalam ciptaan Allah, baik dari segi rupa, rasa, warna, maupun manfaat, merupakan bagian dari hikmah-Nya agar manusia merenungi kebesaran dan keagungan-Nya. Asy-Syaukani (2012) menyatakan makna dari ayat tersebut adalah Allah SWT menciptakan dan menundukkan makhluk-makhluk di langit dan bumi dengan berbagai bentuk dan ragamnya, sehingga semua penciptaan Allah SWT dengan beragam bentuk dan macamnya merupakan tanda kebesaran Allah SWT dan keberadaan-Nya sebagai Maha Pencipta. Allah menganugerahkan kuasa-Nya ke dalam struktur kimia enzim

Bakteri Asam Laktat sehingga enzim mampu meningkatkan nilai pH, total asam, dan total BAL yoghurt pulp buah Mangga.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan kebermanfaatan bagi manusia, sebab yoghurt pulp buah Mangga yang dihasilkan memiliki manfaat gizi dan kesehatan, di antaranya sebagai sumber probiotik dari Bakteri Asam Laktat (BAL) yang mampu menjaga kesehatan saluran pencernaan, meningkatkan daya tahan tubuh, serta mengandung senyawa antioksidan dari buah Mangga yang bermanfaat untuk menangkal radikal bebas. Kandungan zat besi, vitamin C, dan beta-karoten dalam yoghurt pulp Mangga juga dapat membantu menurunkan risiko anemia, menjaga kesehatan kulit, dan meningkatkan kesehatan mata. Keberagaman manfaat ini menunjukkan bahwa produk hasil fermentasi seperti yoghurt tidak hanya sekadar pangan olahan, tetapi juga pangan fungsional yang mendukung kualitas kesehatan manusia. Hal ini sesuai dengan firman Allah SWT dalam Q.S. Ad-Dukhan ayat 38:

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا لَاعِبِينَ (٣٨)

Artinya: “Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada antara keduanya dengan bermain-main. Kami tidak menciptakan keduanya melainkan dengan *haq*, tetapi kebanyakan mereka tidak mengetahui.” (Q.S Ad-Dukhan: 38-39)

Ayat ini menjelaskan bahwa seluruh ciptaan Allah SWT di langit, di bumi, dan segala sesuatu di antara keduanya, diciptakan dengan tujuan, manfaat, dan hikmah, bukan tanpa arti. Menurut Tafsir Ibnu Katsir, yang dimaksud *haq* di sini adalah bahwa seluruh ciptaan Allah memiliki manfaat bagi makhluk-Nya, termasuk tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme yang tak kasat mata seperti BAL, yang dengan kehendak-Nya mampu memberikan manfaat besar bagi kesehatan manusia melalui produk olahan seperti yoghurt. Fermentasi yoghurt merupakan salah satu

teknologi hasil dari akal dan pemikiran manusia untuk memahami proses ilmiah yang terjadi di alam.

Hasil penelitian selain memberikan manfaat bagi kesehatan manusia, penelitian ini juga menunjukkan nilai positif terhadap lingkungan. Proses pembuatan yoghurt pulp buah Mangga menggunakan Bakteri Asam Laktat (BAL) tidak menimbulkan pencemaran lingkungan, sebab BAL termasuk mikroorganisme yang bersifat non-patogen dan aman bagi manusia maupun lingkungan. BAL tidak menghasilkan senyawa kimia berbahaya selama proses fermentasi, sehingga limbah sisa produksi yoghurt relatif ramah lingkungan dan tidak menyebabkan invasi bahan pencemar ke dalam makanan maupun lingkungan sekitar. Sebagaimana firman Allah SWT dalam Q.S. Al-A'raf ayat 56 :

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا ۚ إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ
(٥٦)

Artinya: “Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.” (Q.S. Al-A'raf: 56)

Menurut Tafsir Al-Muyassar, ayat ini memerintahkan manusia untuk tidak melakukan tindakan yang menyebabkan kerusakan di muka bumi, baik dalam bentuk pencemaran, perusakan ekosistem, maupun perilaku yang membahayakan kehidupan makhluk lain. Maka, teknologi pangan yang ramah lingkungan seperti fermentasi yoghurt dengan BAL menjadi salah satu bentuk kepatuhan manusia terhadap anjuran Allah SWT untuk menjaga keseimbangan alam. Demikian pula dalam Q.S. Al-Qasas ayat 77, Allah SWT berfirman:

وَابْتَغِ فِيمَا آتَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ ۖ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا ۗ وَأَحْسِنَ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ ۖ
وَلَا تَبْغِ الْفُسَادَ فِي الْأَرْضِ ۗ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ (٧٧)

Artinya: “Dan carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (kebahagiaan) negeri akhirat, dan janganlah kamu melupakan bahagianmu dari (kenikmatan) duniawi dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik, kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di (muka) bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan.” (Q.S. Al-Qasas: 77)

Ayat ini memberikan bimbingan agar manusia memanfaatkan rezeki dan karunia Allah di bumi dengan cara yang baik, tidak berlebihan, serta tetap menjaga kelestarian lingkungan. Teknologi pangan fermentasi yoghurt dengan BAL adalah salah satu contoh penerapan konsep ini, sebab mampu menghasilkan produk bernilai gizi tanpa merusak lingkungan atau menghasilkan limbah berbahaya. Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya memberikan manfaat bagi kesehatan dan ekonomi, tetapi juga mendukung nilai-nilai pelestarian lingkungan sebagaimana diajarkan dalam Al-Qur’an.

Penciptaan segala sesuatu di langit dan bumi merupakan tanda dari kebesaran dan kekuasaan Allah SWT yang tidak terhingga, sehingga dapat memiliki tujuan dibalik ciptaan-Nya. Merunungkan penciptaan-Nya merupakan perintah manusia untuk memahami hakikatnya dan untuk lebih mendekatkan diri kepada Allah SWT. Sebagaimana firman Allah SWT dalam Q.S. al-Baqarah ayat 164:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِمَا يَنْفَعُ
النَّاسَ وَمَا أَنْزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ مَاءٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ
وَتَصْرِيفِ الرِّيَّاحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ لآيَاتٍ لِقَوْمٍ يَعْقِلُونَ (١٦٤)

Artinya: “Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, silih bergantinya malam dan siang, bahtera yang berlayar di laut membawa apa yang berguna bagi manusia, dan apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengan air itu Dia hidupkan bumi sesudah mati (kering)-nya dan Dia sebarkan di bumi itu segala

jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi; sungguh (terdapat) tanda-tanda (keesaan dan kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkan.” (Q.S. al-Baqarah: 164)

Ath-Thabari (2007) menjelaskan bahwa ayat tersebut merupakan tanda dan bukti bagi orang-orang yang berakal bahwa pencipta segala sesuatu di bumi dan di langit adalah Tuhan Yang Maha Esa untuk menjadi pelajaran bagi orang-orang yang berakal agar memikirkan dengan baik dan seksama. Sya’rani (2017) juga menjelaskan bahwa Allah SWT telah menerangkan tentang apa yang diciptakan oleh-Nya adalah hal yang tidak sia-sia, melainkan memiliki tujuan di balik ciptaan-Nya. Oleh karena itu, Allah SWT memerintahkan kepada manusia untuk membaca dan belajar tentang fenomena alam, seperti pergantian siang dan malam, diciptakannya hewan, tumbuhan, dan manusia. Semua ciptaan-Nya merupakan fenomena yang harus dipelajari oleh manusia untuk memikirkan ciptaan-Nya dan mencapai tujuan sebagai makhluk ciptaan Allah SWT.

Manusia diberikan keistimewaan berupa akal dan pikiran untuk memahami ilmu dan ciptaan Allah SWT. Allah SWT memerintahkan manusia untuk berpikir dan menggunakan akalnya untuk memahami alam semesta dan tanda-tanda kebesaran-Nya. Sebagaimana firman Allah dalam Q.S Ali ‘Imran ayat 190-191:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ (١٩٠) الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ (١٩١)

Artinya: “*Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal, (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka." (Q.S Ali ‘Imran ayat: 190-191)*

Susanto (2022) menjelaskan bahwa dalam penciptaan langit dan bumi memiliki tanda-tanda dari kekuasaan Allah SWT. Tanda-tanda tersebut dapat diartikan oleh *ulul albab* (orang-orang yang berfikir). Allah SWT menerangkan karakteristik dari *ulul albab*, yaitu pertama, manusia yang senantiasa berdzikir kepada Allah SWT dalam keadaan apapun. Kedua, manusia yang senantiasa berfikir, bertafakur, dan bertadabur atas ayat-ayat Allah SWT. *Ulul albab* adalah akal yang sempurna dan bersih yang dapat ditemukan berbagai keistimewaan dan keagungan tentang sesuatu. Manusia ditugaskan untuk melakukan pengamatan terhadap semua hal menggunakan akal dan pikiran. Berbagai percobaan atau penelitian dilakukan untuk mendapatkan ilmu-ilmu yang telah disediakan Allah, sehingga setelah ilmu pengetahuan diperoleh, maka manusia dapat mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Konsentrasi starter dan jenis BAL berpengaruh nyata terhadap kualitas yoghurt pulp buah mangga. Perlakuan K1J1 (konsentrasi 2%, starter *L. plantarum*) yang paling mendekati hasil kontrol positif (yoghurt komersial) menghasilkan nilai pH (4,41), total titrasi asam (0,65%), dan total BAL ($0,6 \times 10^8$ CFU/ml).
2. Konsentrasi starter dan jenis BAL berpengaruh nyata terhadap parameter organoleptik aroma, tekstur, dan rasa, sedangkan parameter warna tidak berbeda nyata. Hasil uji organoleptik menunjukkan perlakuan K1J1 (konsentrasi 2%, starter *L. plantarum*) paling disukai panelis dari segi warna, aroma, tekstur, dan rasa.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah yaitu perlu dilakukan pengujian terhadap kandungan nutrisi yoghurt pulp buah mangga. Penelitian selanjutnya juga perlu dilakukan uji stabilitas produk yoghurt pulp buah mangga selama masa penyimpanan untuk mengetahui umur simpan dan perubahan karakteristik produk selama masa penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ademola, A. K., Adedokun, A. K. & Abdulganiy, O. R. 2013. Effect of slicethickness and temperature on the drying kinetics of mango (*Mangifera indica* L). *International Journal RRAS*, 15(1): 41-50.
- Adiputra, R., Ramadiyanti, M., Ulfah, T., & Maesaroh, D. I., 2022. Pengaruh Lama Waktu Inkubasi, Konsentrasi Starter Terhadap Ph, Viskositas Dan Sifat Organoleptik Yoghurt Susu Sapi. *Composite: Jurnal Ilmu Pertanian*, 4(2), pp. 81-92.
- Afiyah, D. N., Sarbini, R. N., Arief, I. I., & Suryati, T. 2020. Effect of storage on microbiological properties of probiotic yogurt with podang urang mango (*Mangifera indica* L.) extracts. *IOP Conference Series*.
- Afriani. 2010. Pengaruh penggunaan starter Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus fermentum* terhadap total Bakteri Asam Laktat, kadar asam dan nilai pH dadih susu sapi. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*. 13 (6) : 279 – 285.
- Aini, M. Y. N., Rahayuni, S., Mardina, V., Quranayati, Q., & Asiah, N. (2021). Bakteri *lactobacillus* spp dan peranannya bagi kehidupan. *Jurnal Jeumpa*, 8(2), 614-624.
- Ajila, C. M., Bhat, S. G., & Rao, U. P. (2010). Valuable components of raw and ripe peels from two Indian mango varieties. *Food Chemistry*, 102(4), 1006-1011.
- Akmal, A. (2014). *Teknologi Pengolahan Pangan Tradisional*. Jakarta: Kencana.
- Akmar, A. 2006. *Aktifitas Protease dan Kandungan Asam Laktat pada Yoghurt yang dimodifikasi Bifidobacterium bifidium dan diinokulasi Pseudomonas fluorescent*. Skripsi. Bogor: Fakultas MIPA. Institut Pertanian Bogor.
- Amudi, F. 2007. *Kembali Tentang Probiotik*. Jakarta: Halalguide.
- Anwar., Pato. 2018. Pembuatan Minuman Probiotik Air Kelapa Muda (*Cocos nucifera* L) Dengan Starter *Lactobacillus casei* subsp. *casei* R-68. *JOM Faperta*. 5(1).
- AOAC. 2005. *Official methods of analysis of association of official analytical chemists*. AOAC Inc., Washington.
- Ashari, S. (2017). *Mangga (Dulu, Kini, dan Esok)*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Ash-syanqithi. 2006. *Penerjemah Fathurazi, Tafsir Adhwaul Bayan (Tafsir Al-Qur'an dengan Al-Qur'an)*. Jakarta: Pustaka Azzam.
- Asy-Syaukani, M. (2012). *Tafsir Fath al-Qadir*. Dar al-Kutub al-Ilmiyyah.
- Ath-Thabari, I. J. (2007). *Jami' al-Bayan fi Ta'wil al-Qur'an*. Muassasah ar-Risalah.

- Atwaa., Eman, T., Abou, Sayed-Ahmed., M., A., A., Hassan. 2020. Physicochemical, Microbiological and Sensory Properties of Low Fat Probiotic Yoghurt Fortified with Mango Pulp Fiber Waste as Source of Dietary Fiber. *J. of Food and Dairy Sci.*, Mansoura Univ., 11 (9):271-276.
- Ayivi, R. D., Gyawali, R., Krastanov, A., Aljaloud, S. O., Worku, M., Tahergorabi, R., Silva, R. C., & Ibrahim, S. A. (2022). Lactic acid bacteria: An essential probiotic and starter culture for the production of yoghurt. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(12), 7928-7936.
- Ayustaningwarno, Fitriyono. 2014. *Teknologi Pangan: Teori Praktis dan Aplikasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Badan Pusat Statistik. 2024. *Produksi susu di Indonesia*. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/Mzc2IzI=/produksi-susu-perusahaan-sapi-perah.html>. Diakses tanggal 23 September 2024.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2009. SNI No 01-2981-2009. *Standar mutu yoghurt*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2011. SNI No 3141:2011. *Susu segar*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Bahar. B. 2008. *Kefir Minuman Susu Fermentasi Dengan Segudang Khasiat Untuk Kesehatan*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Betty, S. & Tjutju, R. (2008). *Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian*. Bandung: Alfabeta.
- Blassy, K., M. Osman, A. Gouda dan M. Hamed. 2020. Functional properties of yoghurt fortified with fruits pulp. Dairy Department. Faculty of Agriculture, Suez Canal University, Ismailia 41522, Egypt. *Ismailia Journal of Dairy Science & Technology*. 7 (1) : 1 – 9.
- Boumba, V., Kallirroe, S., Ziavrou, Theodore. 2008. Biochemical Pathways Generating Post-Mortem Volatile Compounds Co-Detected During Forensic Ethanol Analyses. *Forensic Science International*, 174: 133–151.
- Buckle, K. A., R. A. Edwards, G. H. Fleet dan M. Wootton. 2009. *Ilmu pangan*. Edisi kedua (penerjemah Hari Purnomo dan Adiono). Jakarta: Universitas Indonesia (UI-PRESS).
- Cerbo, Alessandro Di, Palmieri, Beniamino. 2013. *Lactobacillus Paracasei* subsp. *Paracasei* F19: a farmacogenomic and clinical update. *Nutrición Hospitalaria*, 28(6), 1842-1850.
- Chandan, R. C. 2006. Milk composition, physical and processing characteristics. manufacturing yogurt and fermented milks. Oxford, UK: *Blackwell Publishing*, pp. 3 – 129.
- Chen, P. T., Hong, Z. S., Cheng, C. L., Lo, Y. C., Nagarajan, D., Chang, J. S. 2020. Exploring fermentation strategies for enhanced lactic acid production with polyvinyl alcohol-immobilized *Lactobacillus plantarum* using microalgae as feedstock. *Bioresour Technol.* 308, 123266.

- Dahlan, A. A. 2003. *Ensiklopedi Hukum Islam*. Jakarta: Ichtiar Baru Van Hoeve.
- Dan T, Chen H, Li T, Tian J, Ren W, Zhang H and Sun T (2019) Influence of *Lactobacillus plantarum* P-8 on Fermented Milk Flavor and Storage Stability. *Front. Microbiol.* 9:3133.
- Darmajana, D. A. 2011. Pengaruh Konsentrasi Starter dan Konsentrasi Karagenan Terhadap Mutu Yoghurt Nabati Kacang Hijau. *Prosiding SNAPP2011 Sains, Teknologi Dan Kesehatan*, ISSN: 2089, 267-274.
- Departemen Agama. 2003. *Petunjuk Teknis Pedoman Sistem Produksi Halal*. Jakarta: Departemen Agama RI.
- Deptan. 2009. *Standar Operasional Prosedur Pengolahan Mangga*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengolahan Dan Pemasaran Hasil Pertanian.
- Djali, M., H. Marta dan S. Harnah. 2016. Karakteristik yogurt bubuk kacang koro pedang dengan bahan penyalut maltodekstrin. *Jurnal Pascapanen*. 13 (1) : 28 – 35.
- Elida, Mutia., Gusmalini., Saufani, Iza. 2019. Penggunaan probiotik *Lactobacillus paracasei* ssp *paracasei* M13 terenkapsulasi karagenan-skim pada pembuatan Yoghurt Jambu Biji (Yojabi). *Unri Conference Series: Community Engagement*. 1: 584-589.
- Farahat A. M. & El-Batawy O. I. 2013. Proteolytic Activity and Some Properties of Stirred Fruit Yoghurt Made Using Some Fruits Containing Proteolytic Enzymes. *World J. Dairy Food Sci.*, 8(1): 38–44.
- Febrianti, P., Mutmainah, A., Yeriska, F., Advinda, L. 2022. Uji Organoleptik Yoghurt yang Ditambahkan Ekstrak Mangga (*Mangifera indica* L.). *Prosiding SEMNAS BIO*, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta: ISSN : 2809-8447.
- Filannin, P., De Angelis, M., Di Cagno, R., Gozzi, G., Riciputi, Y., Gobbetti, M. 2018. How *Lactobacillus plantarum* shapes its transcriptome in response to contrasting habitats. *Environ Microbiol*, 20: 3700–3716.
- Fitratullah, A. N. M. 2017. *Pengaruh Konsentrasi Penambahan Buah Naga Merah (Hylocereus polyrhizus) Terhadap Daya Hambat Escherichia coli, pH dan Keasaman Yogurt*. Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin.
- Fitria, A. 2017. *Pengaruh Suhu dan Lama Fermentasi terhadap Produksi Eksopolisakarida dari Tetes Tebu oleh Lactobacillus plantarum dan Identifikasi Senyawa Gula Penyusunnya*. Skripsi. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Frilanda, A., W. S. Putranto dan J. Gumilan. 2022. Pengaruh berbagai konsentrasi pulp buah naga merah pada pembuatan set yoghurt terhadap total Bakteri Asam Laktat, nilai pH, dan total asam. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*. 3 (1) : 32 – 41.
- Frost, M. B., & Janhoj, T. (2007). Understanding creaminess. *International Dairy Journal*, 17(11), 1298-1311.

- Gao, J., Gu, F., Abdella, N. H., Ruan, H., & He, G. (2019). Investigation on culturable microflora in raw milk and their roles in milk fermentation. *Food Control*, 98, 435-440.
- Hafsah dan Astriana. 2012. Pengaruh Variasi Starter Terhadap Kualitas Yoghurt Susu Sapi. *Jurnal Bionature*. Vol 13 (2), 96-102.
- Handayani, P., Nocianitri, A., Suparhana, P. 2023. Pengaruh Konsentrasi Sukrosa terhadap Karakteristik Susu Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.) Terfermentasi dengan Isolat *Lactobacillus rhamnosus* SKG34. *Itepa: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 12 (1): 92-107.
- Harjiyanti, Y. B. Pramono, S. Mulyani. 2013. Total Asam, Viskositas, Dan Kesukaan Pada Yoghurt Drink Dengan Sari Buah Mangga (*Mangifera indica*) Sebagai Perisa Alami. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 2 (2): 102-107.
- Harris, D. C. 2000. *Quantitative chemical analysis 5th ed, New York (US)*. W H Freeman and Company.
- Hashim, I. B., Khalil, A. H., & Afifi, H. S. (2017). Quality characteristics and consumer acceptance of yogurt fortified with date fiber. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 9637-9647.
- Hermansyah. 2012. *Kualitas Yoghurt Dari Serat Dan Sari Kulit Pisang (Musa paradisiaca) Menggunakan Uji Organoleptik Serta Prospek Implementasinya Pada Pembelajaran Biologi Kelas IX*. Skripsi. Tarakan: Universitas Borneo Tarakan.
- Hidayat, Irfan R., Mulyani. 2013. Total Bakteri Asam Laktat, Nilai Ph Dan Sifat Organoleptik Drink Yoghurt Dari Susu Sapi Yang Diperkaya Dengan Ekstrak Buah Mangga. *Animal Agriculture Journal*, 2 (1), pp. 160-167.
- Hutkins, R. W. (2019). *Microbiology and Technology of Fermented Foods*. 2nd Edition. IFT Press, Wiley Blackwell. New Jersey.
- Ibnu Katsir. *Tafsir al-Qur'an al-'Azim*. Dar Tayyibah.
- Jannah, A. M., Legowo, A. M., Pramono, Y. B., & Al-baarri, A. N. (2014). Total Bakteri Asam Laktat, pH, Keasaman, Citarasa dan Kesukaan Yogurt Drink dengan Penambahan Ekstrak Buah Belimbing. *Aplikasi Teknologi Pangan*, 3(2), 7–11.
- Kartikorini, N. (2016). Analisa Kadar Gula (Sukrosa) Buah Mangga Berdasarkan Varietasnya. *The Journal of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist*, 2(1), pp. 28–32.
- Kementrian Pertanian. 2022. *Outlook Susu*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.
- Khusaini, M. (2014). Pemanfaatan Buah Pepaya (*Carica papaya* L.) dalam Pembuatan Yoghurt Fruit dengan Perbedaan Jumlah Konsentrasi Starter dan Lama Fermentasi. *Jurnal Agrina*, 1(1): 23-30.

- Komalasari, H., Yoga, Wahyu. 2022. Potensi Bakteri Probiotik Indigenous *Lactobacillus Plantarum* Dad-13 Sebagai Starter Pada Pembuatan Yoghurt Fungsional: Kajian Pustaka. *Food Scientia : Journal of Food Science and Technology*, 2(2): 199–217.
- Korbekandi, H., Abedi, M., Maracy, M., Jalali, N., Azarman, S., Irvani. 2015. Evaluation of Probiotic Yoghurt Produced by *Lactobacillus paracasei* ssp. Tolerans. *Journal of Food Biosciences and Technology*, 5(1): 37-44.
- Krumova, P., Danova, S., Atanasova, N., & Yankov, D. (2024). Lactic Acid Production by *Lactiplantibacillus plantarum* AC 11S—Kinetics and Modeling. *Microorganisms*, 12(4), 739.
- Kumalasari., Legowo, M., Al-Barrii. 2013. Total Bakteri Asam Laktat, Kadar Laktosa, Ph, Keasaman, Kesukaan Drink Yogurt Dengan Penambahan Ekstrak Buah Kelengkeng. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(4): 165-168.
- Kunaepah, U. (2008). *Pengaruh Lama Fermentasi Dan Konsentrasi Glukosa Terhadap Aktivitas Antibakteri, Polifenol Total Dan Mutu Kimia Kefir Susu Kacang Merah*. Tesis. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Laksito., Dyah., Rizza, Wijaya, Rizki, Amalia. 2020. Kadar Laktosa, Gula Reduksi, Dan Nilai PH Yoghurt Dengan Penambahan Bekatul Selama 15 Hari Penyimpanan Refrigerasi. *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan*, 3(2): 38–43.
- Lee, N. K., Hong, J. Y., Yi, S. H., Hong, S. P., & Lee, C. H. (2015). Analysis of the Quality Characteristics of Doenjang, a Fermented Soybean Paste, by Manufacturing Process. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 47(4): 456-463.
- Leghari, M.H., Sheikh, S.A., Kumbhar, M.B., Baloch,A.F.2013. Mineral Content in Dehydrated Mango Powder. *Journal of Basic & Applied Sciences*, 9: 21-25.
- Legowo, A. M., Kusrahayu dan S . Mulyani. 2009. *Ilmu dan teknologi susu*. Semarang: Badan Penelitian Universitas Diponegoro.
- Leroy, F., De Vuyst, L. (2004). Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Trends in Food Science & Technology*, 15(2): 67-78.
- Li, Changkun., Jihong, Song., Lai-yu, Kwok., Jicheng, Wang., Yan, Dong., Haijing Yu., Qiangchuan, Hou., Heping, Zhang., Yongfu, Chen. 2017. Influence of *Lactobacillus plantarum* on Yogurt Fermentation Properties and Subsequent Changes During Postfermentation Storage. *Journal of Dairy Science*, 100 (4) : 2512-2525.
- Liston., J., M., Sihombing., K., M., Berutu. 2024. Evaluation Of Ph Quality And Water Capacity Of Yogurt Of Etawa Goat Milk (*Capra aegagrus hircus*) With The Addition Of Mangga Golek Fruit Juice. *Jurnal Peternakan Integratif*.

- Liu, Y., Gang, Liu., Jun, Fang. 2024. Progress on the mechanisms of *Lactobacillus plantarum* to improve intestinal barrier function in ulcerative colitis. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 124: 109505.
- Maritz, D. (2005). *Teknologi Pengolahan Makanan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Masriatini, R., Bakrie, M., Fatimura, M., Sefentry, A., Fitrianti, R. 2023. Pembuatan yoghurt sederhana sebagai alternatif kewirausahaan bagi siswa SMK Kimia Yanitas Palembang. *Kemas Journal*, 1(1): 1-10.
- Matela, K., Rose, D. J., & Zhang, Y. (2019). Acidity and texture characteristics of probiotic yogurt fortified with Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) powder during refrigerated storage. *International Journal of Food Science*, 2019, 1-9.
- Mawarni, A. N., & Fithriyah, N. H. (2015). Pengaruh Konsentrasi Starter terhadap Kadar Asam Laktat dalam Pembuatan Fruitghurt dari Kulit Buah Semangka. *Seminar Nasional Sains Dan Tekhnologi*, ISSN: 2407, 1-5.
- Mulyani, Putu, Ni Wayan Ari, Ni Luh Putu. 2020. Perilaku Masyarakat Kota Denpasar Dalam Mengonsumsi Makanan Cepat Saji (*Fast Food*). *JUIMA : Jurnal Ilmu Manajemen* (10).
- Muslimah, R. 2010. *Uji Organoleptik Fruitghurt Hasil Fermentasi Limbah Buah Anggur (Vitis vinifera) Oleh Lactobacillus bulgaricus*. Skripsi. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Nasution, F.S. 2012. *Identifikasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat Pada Kotoran Ayam Broiler Sebagai Agensi Probiotik*. Skripsi. Medan: Universitas Negeri Medan.
- Nizori, A., V. Suwita, Surhaini, Melisa, T.C. Sunarti, dan E. Warsiki. 2007. Pembuatan soyghurt sinbiotik sebagai makanan fungsional dengan penambahan kultur campuran. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 9 (1): 40-51.
- Noor, Z., Cahyanto, M. N., Indrati, R., Sardjono, S. 2018. Skrining *Lactobacillus plantarum* Penghasil Asam Laktat untuk Fermentasi Mocaf. *Agritech*, 37(4): 437.
- Novanti, R., Zulaika. 2019. Pola pertumbuhan bakteri ureolitik pada medium calcium carbonat precipitation (CCP). *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 7(2): 34-35.
- Novia, C., Syaiful., Utomo, D. 2015. Diversifikasi Mangga Off Grade Menjadi Selai Dan Dodol. *Jurnal Teknologi Pangan*, 6 (2): 76-79.
- Nugrahani, Gita., Apridamayanti, Pratiwi., Sari, Rafika. 2021. Aktivitas Antibakteri Yogurt Hasil Fermentasi *Lactobacillus plantarum* terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Cerebellum*, 6(2): 55-58.
- Nugroho, M., Wanniatie, V., Qisthon, A., & Septinova, D. 2023. Sifat Fisik Dan Total Bakteri Asam Laktat (BAL) Yoghurt Dengan Bahan Baku Susu Sapi

- Yang Berbeda. *Jurnal Riset Dan Inovasi Peternakan (Journal of Research and Innovation of Animals)*, 7(2): 279-286.
- Nuryanti, Siti, Sabirin Matsjeh, Chairil Anwar dan Tri Joko Raharjo. 2010. Indikator Titrasi Asam-Basa dari Ekstrak Bunga Sepatu. *Agritech*, 30(3): 178-183.
- Ozer, B., & Kirmaci, H. A. (2010). Functional milks and dairy beverages. *Food Engineering Reviews*, 2(2), 91-113.
- Paramithiotis, S., Chouliaras, Y., Soukoulis, C., & Tsakalidou, E. (2020). *Lactic acid bacteria and yeasts in food fermentation. In Fermented Foods in Health and Disease Prevention* (pp. 39-61). Academic Press.
- Pato, U., Yusuf, Y., Fitriani, S., & Wahyuni, M. S. (2017). Karakteristik sineresis yoghurt dengan konsentrasi kultur starter yang berbeda. *JOM Faperta*, 4(2), 1-12.
- Pinto, C., Pinho, D., Cardoso, R., Custódio, V., Fernandes, J., Sousa, S., ... & Santos, C. (2015). Wine fermentation microbiome: A landscape from different Portuguese wine appellations. *Frontiers in Microbiology*, 6, 905.
- Pracaya. (2011). *Bertanam Mangga*. Revisi. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Pradipta, I. G. B. R., Putra, I. N. K., & Nocianitri, K. A. (2021). Pengaruh konsentrasi kultur starter terhadap karakteristik yoghurt probiotik. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 10(1), 45-54.
- Pramuditio, Derry, Jeffrey, Ong, Rachimoellah, Siti, Zulaikah. 2013. Studi Awal Pembuatan Asam Laktat dari Buah Kersen (*Muntingia calabura*). *Jurnal Teknik Pomits*. VI. 2, No. 1.
- Prasetyo, H. (2010). *Pengaruh Penggunaan Starter Yoghurt Pada Level Tertentu Terhadap Karakteristik Yoghurt yang Dihasilkan*. Skripsi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Pratama, Ary Y., Febriani., Gunawan. 2013. Pengaruh Ragi Roti, Ragi Tempe Dan *Lactobacillus Plantarum* Terhadap Total Asam Laktat Dan Ph Pada Fermentasi Singkong. *Jurnal Teknik ITS*, 2(1).
- Pratiwi., Betti, Meidia., Heni, Rizqiati., Yoga, Pratama. 2018. Pengaruh Substitusi Buah Naga Merah Terhadap Aktivitas Antioksidan, PH, Total Bakteri Asam Laktat Dan Organoleptik Kefir Sari Kedelai. *Jurnal Teknologi Pangan*, 2(2): 98– 104.
- Puspadewi, R., Adirestuti, P., Anggraeni, G. 2011. Aktivitas Metabolit Bakteri *Lactobacillus plantarum* dan Perannya dalam Menjaga Kesehatan Saluran Pencernaan. *Konferensi Nasional Sains dan Aplikasinya*: 1-10.
- Qarni, Aidh. 2008. *Tafsir Muyassar, Jilid I*. Jakarta: Qishti Press.
- Rahman, A., Fardiaz, S., Rahayu, W. P., Suliantari, & Nurwitri, C. C. 2014. *Teknologi Fermentasi*. Jakarta: Penerbit Arcan.

- Randazzo, C. L., Todaro, A., Pino, A., Pitino, I., Corona, O., & Caggia, C. 2017. Microbiota and metabolome during controlled and spontaneous fermentation of Nocellara Etnea table olives. *Food Microbiology*, 65: 136-148.
- Rasbawati, Irmayani, I. D. Novieta & Nurmiati. 2019. Karakteristik Organoleptik dan Nilai pH Yoghurt dengan Penambahan Sari Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia* L). *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 7(1): 41-46.
- Retnowati, P.A., Kusnadi, Joni. 2014. Pembuatan Minuman Probiotik Sari Buah Kurma (*Phoenix dactylifera*) dengan Isolate *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus plantarum*. *Jurnal Pangan dan Agroindustry*, 2 (2): 70-80.
- Rizal, M. (2011). Karakteristik kimia berbagai jenis bakteri asam laktat dalam fermentasi susu. *Jurnal Peternakan*, 8(1), 23-31.
- Rohman, Enjang., Maharani, Shinta. 2020. The Role of Color, Viscosity, and Syneresis on Yogurt Products. *Edufortech*, 5 (2): 97-107.
- Rosmania., Yanti. 2020. Perhitungan jumlah bakteri di Laboratorium Mikrobiologi menggunakan pengembangan metode Spektrofotometri. *Jurnal Penelitian Sains* 22 (2): 76-86.
- Routray, W. Dan H.N., Mishra. 2011. Scientific and Technical Aspects Of Yoghurt Aroma And Taste. *A Review, Jurnal, Comprehensive Review in Food Science and Food Safety*. 10 (4) : 208-220.
- Rucita., Rahayuningsih. 2013. Pengaruh Pemberian Yoghurt Kedelai Hitam (*Black Soyghurt*) Terhadap Kadar Kolesterol Ldl Dan Kadar Kolesterol Hdl Pada Penderita Dislipidemia. *Journal of Nutrition College*, 2(1): 18-26.
- Rukmana. (1997). *Mangga Budidaya dan Pasca Panen*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sakti, A. (2018). *Dasar-Dasar Ilmu Pangan dan Gizi*. Yogyakarta: Deepublish.
- Salminen, S., V. W. Atte dan O. Arthur. 2004. *Lactic acid bacteria*. Marcel Dekker, Inc. New York-Basel.
- Sari, A., Okfrianti, Y., Darwis, D. (2021). Total Bakteri Asam Laktat (Bal) Dan Uji Daya Terima Organoleptik Pada Yoghurt Sari Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus*). *Jurnal Penelitian Terapan Kesehatan*, 7(1).
- Sawitri, M. E., E. P. Sari. (2020). Prospek Frozen Yoghurt Sinbiotik Fortifikasi Dengan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) dan Fruktosa, Mendukung Gaya Hidup Sehat Pasca Pandemi Covid-19. *Prosiding Seminar Teknologi dan Agribisnis Peternakan VII* (60) : 59-66.
- Seddik, H.A., Bendali, F., Gancel, F., Fliss, I., Spano, G., Drider, D. 2017. *Lactobacillus plantarum* and Its Probiotic and Food Potentialities. *Probiotics Antimicrob. Prot.* 9: 111–122.
- Setiawati, Tati. 2013. *Titration Asam Basa*. Bandung: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.

- Setyawardani., Sumarmono., Rahardjo., Sulistyowati., Widayaka. 2017. Kualitas kimia, fisik dan sensori kefir susu kambing yang disimpan pada suhu dan lama penyimpanan berbeda. *Buletin peternakan*, 41(3): 298-306.
- Shah, M. B. Patel, P. K. Parmar. 2010. *Pharmacognosy Review : Mangifera Indica (Mango)*. Gujarat ; India. 4(7): 42- 48.
- Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsir al-Misbah; Pesan, Kesan, dan Keserasian Alquran Vol. 10*. Jakarta: Lentera Hati.
- Sidhi., Zulaikhah, Rahmawati. 2021. Effect Of The Addition Of Fruit Types (Red Dragon (*Hylocereus Polyrhizus* L.), Ambon Banana (*Musa Paradisiaca*), Strawberry (*Fragaria Ananassa*)) And Its Additional Percentage To Ph, Total Acid And Yogurt Viscosity. *Sci.Line*. 1(2): 60-69.
- Silalahi, J. (2010). *Dasar-Dasar Mikrobiologi dan Pengawetan Pangan*. USU Press. Medan.
- Sinaga, H. (2007). *Teknologi Pengolahan Susu dan Hasil Ikutannya*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sirait, Celly H. (2012). *Proses pengolahan susu menjadi yoghurt*. Bogor: Balai penelitian ternak.
- Soeparno. (2005). *Ilmu dan Teknologi Daging*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sonia, Septidita. 2024. *Karakteristik Yogurt Sinbiotik Dengan Penambahan Pulp Stroberi (Fragaria x ananassa) Terhadap Ph, Total Titrasi Asam Dan Total Bakteri Asam Laktat*. Skripsi, Universitas Andalas.
- Sopandi, T., Wardah. 2014. *Mikrobiologi Pangan- Teori dan Praktik*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Soukoulis, C., Panagiotidis, P., Koureli, R., & Tzia, C. (2007). Industrial yogurt manufacture: Monitoring of fermentation process and improvement of final product quality. *Journal of Dairy Science*, 90(6), 2641-2654.
- Stolaki, M., De Vos, W, M., Kleerebezem, M., Zoetendal, E, G. 2011. *Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects*.
- Suliasih., Malianti, L., Tirta, A. 2022. Penambahan Jus Buah Mangga (*Mangifera Indica*) Terhadap Peningkatan Kualitas Yogurt Drink. *Jurnal Inspirasi Peternakan*, 2(2), 322–332.
- Sumantri, Indro. 2004. Pemanfaatan Mangga Lewat Masak Menjadi Fruitghurt dengan Mikroorganisma *Lactobacillus bulgaricus*. *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNDIP.
- Sumarni. 2021. *Kualitas Fisik Dan Uji Hedonik Yogurt Rekonstitusi Dengan Level Penambahan Teh Hijau Yang Berbeda*. Skripsi. Makassar: Universitas Hasanuddin.

- Surajudin., Kusuma, R. K., & Purnomo, D. 2005. Yoghurt; Susu Fermentasi yg Menyehatkan. *AgroMedia*.
- Susanto, A. (2022). Ulul albab dalam perspektif Al-Qur'an: Karakteristik dan implementasinya. *Jurnal Studi Al-Qur'an*, 18(1), 45-62.
- Syaikh. A. bin M. bin A. A. 2008. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 2*. Jakarta: Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Sya'rani, M. A. (2017). Hikmah penciptaan alam semesta dalam perspektif Al-Qur'an. *Jurnal Tafsir dan Hadis*, 12(2), 156-173.
- Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. 2017. *Yoghurt: Science and Technology*. 3rd Edition. Woodhead Publishing Limited. Cambridge.
- Teguh, R. P., Nugerahani, I., & N. Kusumawati. 2015. Pembuatan Yogurt Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus* L.): Proporsi Sari Buah dan Susu UHT terhadap Viabilitas Bakteri dan Keasaman Yogurt. *Teknologi Pangan dan Gizi*, 14(2), 8994.
- Tian, H., Shi, Y., Zhang, Y., Yu, H., Mu, H., & Chen, C. (2019). Screening of aroma-producing lactic acid bacteria and their application in improving the aromatic profile of yogurt. *Journal of food biochemistry*, 43 10, e12837 .
- Tian, X., Wang, Y., Chu, J., Mohsin, A., & Zhuang, Y. (2018). Exploring cellular fatty acid composition and intracellular metabolites of osmotic-tolerant mutant *Lactobacillus paracasei* NCBIO-M2 for highly efficient lactic acid production with high initial glucose concentration. *Journal of biotechnology*, 286, 27-35 .
- Todorov, S. D., & Holzapfel, W. H. 2016. Traditional Cereal Fermented Foods as Sources of Functional Microorganisms. *Fermented Foods and Beverages* (pp. 123-153). Woodhead Publishing.
- Triyono, A. (2010). Senyawa volatil dalam yoghurt hasil fermentasi bakteri asam laktat. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 3(2), 67-74.
- Utami, U., Kusmiyati, N., Harianie, L., Fitriyanti, D, P. 2021. *Imunomodulator Probiotik Bakteri Asam Laktat*. Malang: PT. Cita Intrans Selaras.
- Vitheejongjaroen, P., Phettakhu, P., Arsayot, W., Taweechotipatr, M., Pachekreapol, U. 2024. The Ability of *Lacticaseibacillus paracasei* MSMC 36-9 Strain with Probiotic Potential to Ferment Coconut Milk and Produce a Yogurt-Type Beverage. *Beverages*, 10(30): 1-11.
- Wahyudi, M. 2006. Proses Pembuatan Dan Analisis Mutu Yoghurt. *Buletin Teknik Pertanian*. 11 (1): 12-16.
- Wei, Qi. 2021. *The Effect of Temperature on Microorganisms Growth Rate*. Vol 10.
- Widagda, Satriyananda., Nisa, F. 2015. Pengaruh Penambahan Sari Anggur (*Vitis vinifera* L.) dan Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Fisiko Kimia Yoghurt. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3 (1): P.248- 258.

- Widodo, D. 2017. *Bakteri Asam Laktat Strain Lokal*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Wijayanti, D. 2017. *Studi Evaluasi Mutu Yoghurt Nabati Sari Kacang Hijau (Vigna radiate L.) dengan Variasi Konsentrasi Sukrosa dan Susu Skim*. Skripsi. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Winarno, F.G. (2007). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Wirawan, J. Sarosa. 2010. *Super Kimia SMA*. Jakarta: Wahyumedia.
- Wulandari, E., dan Wendry, S. P. 2010. Karakteristik Stirred Yoghut Mangga (*Mangifera indica*) dan Apel (*Malus domestica*) Selama Penyimpanan. *Jurnal Ilmu Ternak*. 10(1): 14-17.
- Yansyah, N., Yusmarini, Rossi, E. 2016. Evaluasi Jumlah Bal Dan Mutu Sensori Dari Yoghurt Yang Difermentasi Dengan Isolat *Lactobacillus plantarum* 1. *Jom Faperta*. 3(2): 1-15.
- Yenrina, R. 2015. *Metode Analisis Bahan Pangan Dan Komponen Bioaktif*. Padang: Andalas University Press.
- Yusmarini, Pato, Vonny Setiaries Johan, S. Fitriani, Rahmayuni, Puja Febri Zelviani. 2019. Karakteristik Asinan Kubis Yang Dibuat Dengan Penambahan Isolat *Lactobacillus Plantarum* 1. *Jurnal Teknologi Pangan*, 13(1).
- Zheng, J., Wittouck, S., Salvetti, E., Franz, C.M.A.P., Harris, H.M.B., Mattarelli, P., O'Toole, P.W., Pot, B., Vandamme, P., Walter, J. 2020. A taxonomic note on the genus *Lactobacillus*: Description of 23 novel genera, emended description of the genus *Lactobacillus* Beijerinck 1901, and union of *Lactobacillaceae* and *Leuconostocaceae*. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 70: 2782–2858.
- Zhu, Y., Wang, X., Pan, W., Shen, X., He, Y., Yin, H., Zhou, K., Zou, L., Chen, S., & Liu, S. (2019). Exopolysaccharides produced by yogurt-texture improving *Lactobacillus plantarum* RS20D and the immunoregulatory activity. *International journal of biological macromolecules*, 121, 342-349.
- Zotta, T., Parente, E., Ricciardi, A. 2009. Viability Staining and Detection of Metabolic Activity of Sourdough Lactic Acid Bacteria Under Stress Conditions. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 25 (6).

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data dan analisis SPSS nilai derajat keasaman (pH) Yoghurt pulp Buah Mangga

1.1 Data Hasil pH Yoghurt Pulp Buah Mangga

Perlakuan	Ulangan	pH	Rata-Rata
K1J1	1	4.45	4.41
	2	4.4	
	3	4.38	
K2J1	1	4.34	4.33
	2	4.34	
	3	4.3	
K3J1	1	4.24	4.21
	2	4.2	
	3	4.2	
K1J2	1	4.18	4.15
	2	4.12	
	3	4.15	
K2J2	1	4.1	4.13
	2	4.15	
	3	4.13	
K3J2	1	4.01	4.05
	2	4.05	
	3	4.09	
K1J3	1	3.95	3.93
	2	3.93	
	3	3.93	
K2J3	1	3.9	3.91
	2	3.91	
	3	3.92	
K3J3	1	3.85	3.85
	2	3.84	
	3	3.85	
K+	1	4.35	4.38
	2	4.40	
	3	4.40	

1.2 Hasil Analisis SPSS Normalitas dan Homogenitas pH Yoghurt Pulp Buah Mangga

Tests of Normality

	Konsentrasi	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
pH	2%	,185	9	,200 [*]	,883	9	,169
	3%	,200	9	,200 [*]	,870	9	,124
	5%	,211	9	,200 [*]	,877	9	,147

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Tests of Normality

	Jenis_bakteri	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
pH	L. plantarum	,159	9	,200 [*]	,939	9	,568
	L. paracasei	,139	9	,200 [*]	,956	9	,751
	Kombinasi (L. plantarum & L. paracasei)	,212	9	,200 [*]	,881	9	,160

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: pH

F	df1	df2	Sig.
1,243	9	20	,325

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Konsentrasi + Jenis_bakteri + Konsentrasi * Jenis_bakteri

1.3 Hasil Analisis SPSS Two Way ANOVA pH Yoghurt Pulp Buah Mangga

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: pH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1,082 ^a	9	,120	182,213	,000
Intercept	462,662	1	462,662	701002,519	,000
Konsentrasi	,077	2	,039	58,451	,000
Jenis_bakteri	,790	2	,395	598,199	,000
Konsentrasi * Jenis_bakteri	,011	4	,003	3,998	,015
Error	,013	20	,001		
Total	514,125	30			
Corrected Total	1,096	29			

a. R Squared = .988 (Adjusted R Squared = .983)

1.4 Hasil Analisis SPSS Uji Nyata Duncan (DMRT) pH Yoghurt Pulp Buah Mangga

pH

Duncan^{a,b}

Perlakuan	N	Subset						
		1	2	3	4	5	6	7
33	3	3,8467						
23	3		3,9100					
13	3		3,9367					
32	3			4,0500				
22	3				4,1267			
12	3				4,1500			
31	3					4,2133		
21	3						4,3267	
1	3							4,3833
11	3							4,4100
Sig.		1,000	,218	1,000	,279	1,000	1,000	,218

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .001.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = 0.05.

Lampiran 2. Data dan analisis SPSS perhitungan Total Titrasi Asam Yoghurt pulp Buah Mangga

2.1 Perhitungan TTA

Rumus: $TTA (\%) = (V \times N \times BE \times fp \times 100) / \text{Berat Sampel}$

Keterangan:

- V = volume NaOH (mL)
- N = normalitas NaOH (0,1 N)
- BE = berat ekuivalen asam laktat (0,09 g/mEq)
- fp = faktor pengenceran (20/10= 2)
- Berat sampel = 10 g

K1J1

1. K1J1 ulangan 1 (V = 3,5 mL): $TTA (\%) = (3,5 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (3,5 \times 1,8) / 10 = 6,3 / 10 = 0,63\%$
2. K1J1 ulangan 2 (V = 3,8 mL): $TTA (\%) = (3,8 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (3,8 \times 1,8) / 10 = 6,84 / 10 = 0,68\%$
3. K1J1 ulangan 3 (V = 3,6 mL): $TTA (\%) = (3,6 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (3,6 \times 1,8) / 10 = 6,48 / 10 = 0,65\%$

K2J1

4. K2J1 ulangan 1 (V = 4,0 mL): $TTA (\%) = (4,0 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (4,0 \times 1,8) / 10 = 7,2 / 10 = 0,72\%$
5. K2J1 ulangan 2 (V = 4,2 mL): $TTA (\%) = (4,2 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (4,2 \times 1,8) / 10 = 7,56 / 10 = 0,76\%$
6. K2J1 ulangan 3 (V = 4,5 mL): $TTA (\%) = (4,5 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (4,5 \times 1,8) / 10 = 8,1 / 10 = 0,81\%$

K3J1

7. K3J1 ulangan 1 (V = 5,0 mL): $TTA (\%) = (5,0 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (5,0 \times 1,8) / 10 = 9,0 / 10 = 0,90\%$
8. K3J1 ulangan 2 (V = 5,2 mL): $TTA (\%) = (5,2 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (5,2 \times 1,8) / 10 = 9,36 / 10 = 0,94\%$
9. K3J1 ulangan 3 (V = 5,1 mL): $TTA (\%) = (5,1 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (5,1 \times 1,8) / 10 = 9,18 / 10 = 0,92\%$

K1J2

10. K1J2 ulangan 1 (V = 5,6 mL): $TTA (\%) = (5,6 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (5,6 \times 1,8) / 10 = 10,08 / 10 = 1,01\%$
11. K1J2 ulangan 2 (V = 5,5 mL): $TTA (\%) = (5,5 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (5,5 \times 1,8) / 10 = 9,9 / 10 = 0,99\%$
12. K1J2 ulangan 3 (V = 5,5 mL): $TTA (\%) = (5,5 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (5,5 \times 1,8) / 10 = 9,9 / 10 = 0,99\%$

K2J2

13. K2J2 ulangan 1 ($V = 5,6 \text{ mL}$): $\text{TTA} (\%) = (5,6 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (5,6 \times 1,8) / 10 = 10,08 / 10 = 1,01\%$
14. K2J2 ulangan 2 ($V = 5,7 \text{ mL}$): $\text{TTA} (\%) = (5,7 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (5,7 \times 1,8) / 10 = 10,26 / 10 = 1,03\%$
15. K2J2 ulangan 3 ($V = 6,0 \text{ mL}$): $\text{TTA} (\%) = (6,0 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (6,0 \times 1,8) / 10 = 10,8 / 10 = 1,08\%$

K3J2

16. K3J2 ulangan 1 ($V = 6,5 \text{ mL}$): $\text{TTA} (\%) = (6,5 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (6,5 \times 1,8) / 10 = 11,7 / 10 = 1,17\%$
17. K3J2 ulangan 2 ($V = 6,3 \text{ mL}$): $\text{TTA} (\%) = (6,3 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (6,3 \times 1,8) / 10 = 11,34 / 10 = 1,13\%$
18. K3J2 ulangan 3 ($V = 6,5 \text{ mL}$): $\text{TTA} (\%) = (6,5 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (6,5 \times 1,8) / 10 = 11,7 / 10 = 1,17\%$

K1J3

19. K1J3 ulangan 1 ($V = 7,0 \text{ mL}$): $\text{TTA} (\%) = (7,22 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (7,22 \times 1,8) / 10 \text{ TTA} = 12,996 / 10 \text{ TTA} = 1,30\%$
20. K1J3 ulangan 2 ($V = 7,5 \text{ mL}$): $\text{TTA} (\%) = (7,5 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (7,5 \times 1,8) / 10 = 13,5 / 10 = 1,35\%$
21. K1J3 ulangan 3 ($V = 7,5 \text{ mL}$): $\text{TTA} (\%) = (7,5 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (7,5 \times 1,8) / 10 = 13,5 / 10 = 1,35\%$

K2J3

22. K2J3 ulangan 1 ($V = 7,7 \text{ mL}$): $\text{TTA} (\%) = (7,7 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (7,7 \times 1,8) / 10 = 13,86 / 10 = 1,39\%$
23. K2J3 ulangan 2 ($V = 7,5 \text{ mL}$): $\text{TTA} (\%) = (7,5 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (7,5 \times 1,8) / 10 = 13,5 / 10 = 1,35\%$
24. K2J3 ulangan 3 ($V = 7,8 \text{ mL}$): $\text{TTA} (\%) = (7,8 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (7,8 \times 1,8) / 10 = 14,04 / 10 = 1,40\%$

K3J3

25. K3J3 ulangan 1 ($V = 8,5 \text{ mL}$): $\text{TTA} (\%) = (8,5 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (8,5 \times 1,8) / 10 = 15,3 / 10 = 1,53\%$
26. K3J3 ulangan 2 ($V = 8,7 \text{ mL}$): $\text{TTA} (\%) = (8,7 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (8,7 \times 1,8) / 10 = 15,66 / 10 = 1,57\%$
27. K3J3 ulangan 3 ($V = 9,0 \text{ mL}$): $\text{TTA} (\%) = (9,0 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10 = (9,0 \times 1,8) / 10 = 16,2 / 10 = 1,62\%$

K+

28. K+ ulangan 1 (V = 3,8 mL): $TTA (\%) = (3,8 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10$
 $= (3,8 \times 1,8) / 10$ $TTA (\%) = 7 / 10$ $TTA (\%) = 0,7\%$
29. K+ ulangan 2 (V = 3,6 mL): $TTA (\%) = (3,6 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10$
 $= (3,6 \times 1,8) / 10 = 6,48 / 10 = 0,65\%$
30. K+ ulangan 3 (V = 3,7 mL): $TTA (\%) = (3,7 \times 0,1 \times 0,09 \times 2 \times 100) / 10$
 $= (3,7 \times 1,8) / 10 = 6,66 / 10 = 0,67\%$

2.2 Data Hasil Total Titration Asam Yoghurt Pulp Buah Mangga

Perlakuan	Ulangan	TTA (%)	Rata-Rata
K1J1	1	0.63	0.65
	2	0.68	
	3	0.65	
K2J1	1	0.72	0.76
	2	0.76	
	3	0.81	
K3J1	1	0.94	0.92
	2	0.90	
	3	0.92	
K1J2	1	1.01	0.99
	2	0.99	
	3	0.99	
K2J2	1	1.01	1.04
	2	1.03	
	3	1.08	
K3J2	1	1.17	1.16
	2	1.13	
	3	1.17	
K1J3	1	1.30	1.33
	2	1.35	
	3	1.35	
K2J3	1	1.39	1.38
	2	1.35	
	3	1.40	
K3J3	1	1.53	1.57
	2	1.57	
	3	1.62	
K+	1	0.70	0.67
	2	0.65	
	3	0.67	

2.3 Hasil Analisis SPSS Normalitas dan Homogenitas TTA Yoghurt Pulp Buah Mangga

Tests of Normality

	Konsentrasi	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Total_Titrasi_	2%	,190	9	,200*	,863	9	,104
Asam	3%	,192	9	,200*	,889	9	,194
	5%	,231	9	,181	,861	9	,099

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Tests of Normality

	Jenis_bakteri	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statisti c	df	Sig.	Statisti c	df	Sig.
Total_Titrasi	L. plantarum	,178	9	,200*	,912	9	,327
_Asam	L. paracasei	,232	9	,175	,843	9	,062
	Kombinasi (L. plantarum & L. paracasei)	,267	9	,065	,864	9	,105

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Total_Titrasi_Asam

F	df1	df2	Sig.
,748	9	20	,663

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Perlakuan

2.4 Hasil Analisis SPSS Two Way ANOVA TTA Yoghurt Pulp Buah Mangga

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Total Titrasi Asam

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2,627 ^a	9	,292	316,126	,000
Intercept	26,934	1	26,934	29170,231	,000
Konsentrasi	,234	2	,117	126,755	,000
Jenis_bakteri	1,911	2	,955	1034,613	,000
Konsentrasi * Jenis_bakteri	,012	4	,003	3,229	,034
Error	,018	20	,001		
Total	35,658	30			
Corrected Total	2,645	29			

a. R Squared = .993 (Adjusted R Squared = .990)

2.5 Hasil Analisis SPSS Uji Nyata Duncan (DMRT) TAT Yoghurt Pulp Buah Mangga

Total_Titrasi_Asam

Duncan^{a,b}

Perlakuan	N	Subset						
		1	2	3	4	5	6	7
11	3	,6533						
1	3	,6733						
21	3		,7633					
31	3			,9200				
12	3				,9967			
22	3				1,0400			
32	3					1,1567		
13	3						1,3333	
23	3						1,3800	
33	3							1,5733
Sig.		,430	1,000	1,000	,096	1,000	,075	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .001.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = .05.

Lampiran 3. Data dan analisis SPSS Total BAL Yoghurt pulp Buah Mangga

3.1 Data Hasil Total BAL Yoghurt Pulp Buah Mangga

Perlakuan	Ulangan	Jumlah Bakteri	Rata-rata
K1J2	1	$4,5 \times 10^8$	$6,0 \times 10^8$
	2	$6,0 \times 10^8$	
	3	$7,5 \times 10^8$	
K2J2	1	$7,8 \times 10^8$	$7,7 \times 10^8$
	2	$3,5 \times 10^8$	
	3	$12,0 \times 10^8$	
K3J2	1	$15,0 \times 10^8$	$9,7 \times 10^8$
	2	$9,7 \times 10^8$	
	3	$4,5 \times 10^8$	
K1J1	1	$6,0 \times 10^8$	$11,7 \times 10^8$
	2	$17,4 \times 10^8$	
	3	$11,7 \times 10^8$	
K2J1	1	$17,8 \times 10^8$	$12,1 \times 10^8$
	2	$12,2 \times 10^8$	
	3	$6,5 \times 10^8$	
K3J1	1	$8,0 \times 10^8$	$15,0 \times 10^8$
	2	$15,1 \times 10^8$	
	3	$22,1 \times 10^8$	
K1J3	1	$16,7 \times 10^8$	$16,6 \times 10^8$
	2	$9,0 \times 10^8$	
	3	$24,3 \times 10^8$	
K2J3	1	$17,4 \times 10^8$	$17,4 \times 10^8$
	2	$24,8 \times 10^8$	
	3	$10,0 \times 10^8$	
K3J3	1	$12,0 \times 10^8$	$21,2 \times 10^8$
	2	$21,2 \times 10^8$	
	3	$30,4 \times 10^8$	
K+	1	$4,0 \times 10^8$	$6,6 \times 10^8$
	2	$8,5 \times 10^8$	
	3	$7,3 \times 10^8$	

3.2 Hasil Analisis SPSS Normalitas dan Homogenitas TTA Yoghurt Pulp Buah Mangga

Tests of Normality

	Konsentrasi	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
TPC	2%	,202	9	,200*	,851	9	,077
	3%	,194	9	,200*	,865	9	,110
	5%	,197	9	,200*	,892	9	,209

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Tests of Normality

	Jenis_bakteri	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
TPC	L. plantarum	,201	9	,200*	,891	9	,203
	L. paracasei	,221	9	,200*	,847	9	,069
	Kombinasi (L. plantarum & L. paracasei)	,275	9	,048	,848	9	,070

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: TPC

F	df1	df2	Sig.
1,429	9	20	,241

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Konsentrasi +

Jenis_bakteri + Konsentrasi * Jenis_bakteri

3.3 Hasil Analisis SPSS Two Way ANOVA Total BAL Yoghurt Pulp Buah Mangga

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TPC

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	283,978 ^a	9	31,553	8274,404	,000
Intercept	227,641	1	227,641	5696,182	,000
Konsentrasi	9,176	2	4,588	203,097	,000
Jenis_bakteri	231,517	2	115,759	356,259	,000
Konsentrasi * Jenis_bakteri	8,724	4	2,181	571,909	,000
Error	,076	20	,004		
Total	610,754	30			
Corrected Total	284,054	29			

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

3.4 Hasil Analisis SPSS Uji Nyata Duncan (DMRT) Total BAL Yoghurt Pulp Buah Mangga

TPC

Duncan^{a,b}

Perlakuan	N	Subset						
		1	2	3	4	5	6	7
11	3	,6000						
1	3	,6667						
21	3		,7767					
31	3			,9733				
12	3				1,1700			
22	3				1,2167			
32	3					1,5067		
13	3						1,6667	
23	3						1,7400	
33	3							2,1200
Sig.		,193	1,000	1,000	,357	1,000	,154	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,004.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b. Alpha = .05.

Lampiran 4. Data Hasil dan Analisis SPSS Uji Organoleptik

4.1 Tabel Hasil Uji Organoleptik

Panelis	Aspek	K1J1	K2J1	K3J1	K1J2	K2J2	K3J2	K1J3	K2J3	K3J3	K+
1	Warna	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Aroma	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
	Tekstur	3	3	4	2	2	3	4	3	2	4
	Rasa	4	4	3	3	2	2	3	3	3	5
2	Warna	3	3	2	3	2	2	2	2	4	4
	Aroma	3	3	3	3	3	2	3	3	2	4
	Tekstur	4	4	3	2	3	3	2	2	2	4
	Rasa	4	4	4	3	2	2	2	2	2	4
3	Warna	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Aroma	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
	Tekstur	4	2	3	1	1	1	1	2	1	3
	Rasa	4	4	3	2	1	1	2	2	1	4
4	Warna	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
	Aroma	3	3	2	3	2	2	3	2	1	3
	Tekstur	3	2	3	1	1	1	1	2	1	3
	Rasa	4	4	3	2	2	2	2	2	2	4
5	Warna	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Aroma	3	3	3	3	3	2	2	2	2	4
	Tekstur	4	3	3	2	2	2	3	2	2	3
	Rasa	4	4	4	4	3	2	2	2	1	4
6	Warna	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
	Aroma	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
	Tekstur	4	4	4	2	2	1	3	2	1	3
	Rasa	4	4	3	3	3	2	2	1	1	4
7	Warna	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4
	Aroma	4	4	4	4	3	3	3	2	2	4
	Tekstur	4	4	4	4	4	2	3	3	3	3
	Rasa	4	4	4	4	3	3	3	3	2	5
8	Warna	3	3	3	2	2	2	2	3	3	4
	Aroma	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3
	Tekstur	5	4	3	2	2	2	3	2	2	4
	Rasa	5	5	4	4	3	3	3	3	2	4
9	Warna	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
	Aroma	3	3	3	2	2	2	1	1	1	4
	Tekstur	2	2	2	1	1	1	2	1	1	4
	Rasa	4	4	3	2	1	1	2	2	1	4
10	Warna	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Aroma	3	3	3	3	3	2	3	2	2	3
	Tekstur	4	3	3	2	2	1	2	2	1	3

	Rasa	4	4	4	3	2	2	2	2	2	4
11	Warna	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3
	Aroma	4	4	4	4	3	3	3	2	2	4
	Tekstur	4	4	3	1	2	1	2	2	3	4
	Rasa	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4
12	Warna	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4
	Aroma	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Tekstur	4	4	4	3	2	1	2	2	1	4
	Rasa	4	4	3	3	2	2	2	2	2	4
13	Warna	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4
	Aroma	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Tekstur	3	3	3	3	2	2	2	2	2	4
	Rasa	4	4	3	4	3	2	2	2	3	4
14	Warna	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Aroma	3	3	2	3	3	3	3	2	2	3
	Tekstur	4	3	3	2	2	2	2	2	1	4
	Rasa	4	4	4	4	3	3	3	3	2	4
15	Warna	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Aroma	4	3	3	2	2	2	2	2	2	4
	Tekstur	4	3	3	2	2	2	2	2	2	5
	Rasa	4	4	4	4	3	3	3	3	2	4
16	Warna	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Aroma	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Tekstur	4	4	3	1	2	2	3	1	1	3
	Rasa	3	3	3	3	2	2	3	2	2	4
17	Warna	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
	Aroma	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4
	Tekstur	4	3	2	1	1	1	2	1	1	3
	Rasa	4	4	3	2	2	2	2	3	1	4
18	Warna	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3
	Aroma	3	3	3	3	3	3	2	1	1	3
	Tekstur	4	4	3	2	1	1	2	2	2	4
	Rasa	4	4	4	4	3	3	3	3	2	5
19	Warna	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3
	Aroma	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
	Tekstur	2	2	2	2	2	1	1	1	1	3
	Rasa	4	3	3	2	2	2	3	2	1	4
20	Warna	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
	Aroma	2	2	2	1	1	1	1	1	1	4
	Tekstur	4	4	4	4	3	3	2	2	2	4
	Rasa	4	4	3	4	3	3	2	2	2	4
21	Warna	3	3	3	3	2	2	3	2	2	4
	Aroma	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4

	Tekstur	4	4	4	2	2	2	2	2	1	4
	Rasa	4	4	3	4	3	3	2	2	2	4
22	Warna	3	3	3	3	3	3	2	2	2	5
	Aroma	4	3	3	3	3	3	3	3	3	5
	Tekstur	4	4	4	4	3	3	3	2	2	5
	Rasa	4	4	4	3	3	2	2	2	1	4
23	Warna	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Aroma	4	3	4	3	3	3	3	3	3	4
	Tekstur	4	4	5	2	2	2	2	2	2	5
	Rasa	5	4	4	4	3	3	2	2	3	5
24	Warna	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
	Aroma	3	3	2	3	3	1	2	1	1	5
	Tekstur	5	5	5	3	2	2	3	2	1	4
	Rasa	4	4	4	3	3	2	1	1	1	4
25	Warna	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Aroma	2	2	3	3	3	1	3	2	1	4
	Tekstur	4	4	4	4	3	2	2	2	2	3
	Rasa	4	4	4	4	4	4	3	3	3	5
26	Warna	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5
	Aroma	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
	Tekstur	5	5	4	4	3	3	3	3	2	4
	Rasa	4	4	4	4	4	3	4	3	2	4
27	Warna	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Aroma	2	2	2	3	3	3	2	3	2	4
	Tekstur	4	4	4	2	2	2	3	2	2	4
	Rasa	4	4	4	4	4	2	2	2	2	5
28	Warna	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Aroma	3	3	2	3	3	2	1	1	1	5
	Tekstur	4	3	3	3	2	2	2	2	1	3
	Rasa	4	4	4	3	3	3	3	2	2	4
29	Warna	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
	Aroma	3	3	2	4	3	3	2	2	2	4
	Tekstur	5	4	4	4	4	3	2	2	2	4
	Rasa	4	4	3	4	3	3	3	2	1	4
30	Warna	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Aroma	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4
	Tekstur	4	4	4	3	3	3	3	2	2	5
	Rasa	5	4	3	3	2	2	2	1	1	5
JUMLAH		428	413	391	353	321	295	311	288	262	451

Perlakuan	Warna	Aroma	Tekstur	Rasa	Jumlah
K+	95	96	120	140	451
K1J1	92	90	114	132	428
K2J1	92	87	107	125	413
K3J1	90	86	105	109	391
K1J2	91	89	73	100	353
K2J2	88	83	66	84	321
K3J2	88	75	56	76	295
K1J3	88	77	66	80	311
K2J3	88	68	61	71	288
K3J3	86	55	57	64	262

4.2 Hasil Analisis Organoleptik Non-parametrik *Kruskal Wallis*

- **Warna**

Test Statistics^{a,b}

	Warna
Chi-Square	9,596
df	9
Asymp. Sig.	,384

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Perlakuan

- **Aroma**

Test Statistics^{a,b}

	Aroma
Chi-Square	79,318
df	9
Asymp. Sig.	,000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Perlakuan

- **Tekstur**

Test Statistics^{a,b}

	Tekstur
Chi-Square	180,125
df	9
Asymp. Sig.	,000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Perlakuan

- **Rasa**

Test Statistics^{a,b}

	Rasa
Chi-Square	210,434
df	9
Asymp. Sig.	,000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Perlakuan

4.3 Hasil Uji Lanjut *Mann-Whitney*

4.3.1 Aroma

K1J1 << K2J1		K1J1 << K3J1		K1J1 << K1J2		K1J1 << K2J2	
Test Statistics ^a							
	Aroma		Aroma		Aroma		Aroma
Mann-Whitney U	398,000	Mann-Whitney U	365,000	Mann-Whitney U	409,000	Mann-Whitney U	358,500
Wilcoxon W	863,000	Wilcoxon W	830,000	Wilcoxon W	874,000	Wilcoxon W	823,500
Z	-,953	Z	-1,450	Z	-2,739	Z	-1,708
Asymp. Sig. (2-tailed)	,340	Asymp. Sig. (2-tailed)	,147	Asymp. Sig. (2-tailed)	,030	Asymp. Sig. (2-tailed)	,008
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	
K1J1 << K3J2		K1J1 << K1J3		K1J1 << K2J3		K1J1 << K3J3	
Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a	
	Aroma		Aroma		Aroma		Aroma
Mann-Whitney U	274,000	Mann-Whitney U	297,000	Mann-Whitney U	235,500	Mann-Whitney U	162,500
Wilcoxon W	739,000	Wilcoxon W	762,000	Wilcoxon W	700,500	Wilcoxon W	627,500
Z	-2,962	Z	-2,634	Z	-3,506	Z	-4,536
Asymp. Sig. (2-tailed)	,003	Asymp. Sig. (2-tailed)	,008	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	
K2J1 << K3J1		K2J1 << K1J2		K2J1 << K2J2		K2J1 << K3J2	
Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a	
	Aroma		Aroma		Aroma		Aroma
Mann-Whitney U	409,000	Mann-Whitney U	439,000	Mann-Whitney U	408,500	Mann-Whitney U	310,000
Wilcoxon W	874,000	Wilcoxon W	904,000	Wilcoxon W	873,500	Wilcoxon W	775,000
Z	-,740	Z	-1,214	Z	-3,853	Z	-2,486
Asymp. Sig. (2-tailed)	,459	Asymp. Sig. (2-tailed)	,030	Asymp. Sig. (2-tailed)	,003	Asymp. Sig. (2-tailed)	,013
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	

K2J1 << K1J3		K2J1 << K2J3		K2J1 << K3J3		K3J1 << K1J2	
Test Statistics ^a							
	Aroma		Aroma		Aroma		Aroma
Mann-Whitney U	337,000	Mann-Whitney U	265,500	Mann-Whitney U	180,500	Mann-Whitney U	402,000
Wilcoxon W	802,000	Wilcoxon W	730,500	Wilcoxon W	645,500	Wilcoxon W	867,000
Z	-2,071	Z	-3,145	Z	-4,364	Z	-1,851
Asymp. Sig. (2-tailed)	,038	Asymp. Sig. (2-tailed)	,002	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	Asymp. Sig. (2-tailed)	,035
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	
K3J1 << K2J2		K3J1 << K3J2		K3J1 << K1J3		K3J1 << K2J3	
Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a	
	Aroma		Aroma		Aroma		Aroma
Mann-Whitney U	448,000	Mann-Whitney U	353,000	Mann-Whitney U	379,000	Mann-Whitney U	306,000
Wilcoxon W	913,000	Wilcoxon W	818,000	Wilcoxon W	844,000	Wilcoxon W	771,000
Z	-1,137	Z	-2,626	Z	-1,213	Z	-2,351
Asymp. Sig. (2-tailed)	,041	Asymp. Sig. (2-tailed)	,004	Asymp. Sig. (2-tailed)	,025	Asymp. Sig. (2-tailed)	,019
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	
K3J1 << K3J3		K1J2 << K2J2		K1J2 << K3J2		K1J2 << K1J3	
Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a	
	Aroma		Aroma		Aroma		Aroma
Mann-Whitney U	220,000	Mann-Whitney U	398,500	Mann-Whitney U	307,000	Mann-Whitney U	332,000
Wilcoxon W	685,000	Wilcoxon W	863,500	Wilcoxon W	772,000	Wilcoxon W	797,000
Z	-3,651	Z	-1,029	Z	-2,497	Z	-2,122
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	Asymp. Sig. (2-tailed)	,303	Asymp. Sig. (2-tailed)	,013	Asymp. Sig. (2-tailed)	,034
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	
K1J2 << K2J3		K1J2 << K3J3		K2J2 << K3J2		K2J2 << K1J3	
Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a	
	Aroma		Aroma		Aroma		Aroma
Mann-Whitney U	265,500	Mann-Whitney U	186,500	Mann-Whitney U	347,000	Mann-Whitney U	375,000
Wilcoxon W	730,500	Wilcoxon W	651,500	Wilcoxon W	812,000	Wilcoxon W	840,000
Z	-3,104	Z	-4,227	Z	-1,860	Z	-2,402
Asymp. Sig. (2-tailed)	,002	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	Asymp. Sig. (2-tailed)	,063	Asymp. Sig. (2-tailed)	,011
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	

K2J2 >> K2J3		K2J2 >> K3J3		K3J2 >> K1J3		K3J2 >> K2J3	
Test Statistics ^a							
	Aroma		Aroma		Aroma		Aroma
Mann-Whitney U	300,000	Mann-Whitney U	211,000	Mann-Whitney U	424,000	Mann-Whitney U	399,000
Wilcoxon W	765,000	Wilcoxon W	676,000	Wilcoxon W	889,000	Wilcoxon W	864,000
Z	-2,591	Z	-3,904	Z	-1,440	Z	-1,829
Asymp. Sig. (2-tailed)	,010	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	Asymp. Sig. (2-tailed)	,006	Asymp. Sig. (2-tailed)	,007
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	
K3J2 >> K3J3		K1J3 >> K2J3		K1J3 >> K3J3		K2J3 >> K3J3	
Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a	
	Aroma		Aroma		Aroma		Aroma
Mann-Whitney U	309,000	Mann-Whitney U	375,000	Mann-Whitney U	287,000	Mann-Whitney U	363,000
Wilcoxon W	774,000	Wilcoxon W	840,000	Wilcoxon W	752,000	Wilcoxon W	828,000
Z	-2,239	Z	-1,233	Z	-1,596	Z	-1,372
Asymp. Sig. (2-tailed)	,025	Asymp. Sig. (2-tailed)	,218	Asymp. Sig. (2-tailed)	,089	Asymp. Sig. (2-tailed)	,170
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	
K+ >> K1J1		K+ >> K1J2		K+ >> K1J3		K+ >> K3J3	
Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a	
	Aroma		Aroma		Aroma		Aroma
Mann-Whitney U	287,000	Mann-Whitney U	242,000	Mann-Whitney U	155,000	Mann-Whitney U	78,000
Wilcoxon W	752,000	Wilcoxon W	707,000	Wilcoxon W	620,000	Wilcoxon W	543,000
Z	-2,734	Z	-3,558	Z	-4,848	Z	-5,753
Asymp. Sig. (2-tailed)	,006	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	

4.3.2 Tekstur

K1J1 >< K2J1		K1J1 >< K3J1		K1J1 >< K1J2		K1J1 >< K2J2	
Test Statistics ^a							
	Tekstur		Tekstur		Tekstur		Tekstur
Mann-Whitney U	336,000	Mann-Whitney U	290,500	Mann-Whitney U	123,500	Mann-Whitney U	69,000
Wilcoxon W	801,000	Wilcoxon W	755,500	Wilcoxon W	588,500	Wilcoxon W	534,000
Z	-1,936	Z	-2,615	Z	-5,117	Z	-5,912
Asymp. Sig. (2-tailed)	,053	Asymp. Sig. (2-tailed)	,090	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	
K1J1 >< K3J2		K1J1 >< K1J3		K1J1 >< K2J3		K1J1 >< K3J3	
Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a	
	Tekstur		Tekstur		Tekstur		Tekstur
Mann-Whitney U	37,500	Mann-Whitney U	66,500	Mann-Whitney U	33,500	Mann-Whitney U	22,000
Wilcoxon W	502,500	Wilcoxon W	531,500	Wilcoxon W	498,500	Wilcoxon W	487,000
Z	-6,316	Z	-5,933	Z	-6,551	Z	-6,584
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000						
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	
K2J1 >< K3J1		K2J1 >< K1J2		K2J1 >< K2J2		K2J1 >< K3J2	
Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a	
	Tekstur		Tekstur		Tekstur		Tekstur
Mann-Whitney U	408,000	Mann-Whitney U	186,000	Mann-Whitney U	122,000	Mann-Whitney U	82,000
Wilcoxon W	873,000	Wilcoxon W	651,000	Wilcoxon W	587,000	Wilcoxon W	547,000
Z	-,672	Z	-4,076	Z	-5,064	Z	-5,617
Asymp. Sig. (2-tailed)	,502	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	
K2J1 >< K1J3		K2J1 >< K2J3		K2J1 >< K3J3		K3J1 >< K1J2	
Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a	
	Tekstur		Tekstur		Tekstur		Tekstur
Mann-Whitney U	132,000	Mann-Whitney U	70,000	Mann-Whitney U	46,000	Mann-Whitney U	199,000
Wilcoxon W	597,000	Wilcoxon W	535,000	Wilcoxon W	511,000	Wilcoxon W	664,000
Z	-4,920	Z	-5,976	Z	-6,178	Z	-3,856
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000						
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	

<p style="text-align: center;">K3J1 << K2J2</p> <p style="text-align: center;">Test Statistics^a</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Tekstur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td style="text-align: right;">126,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td style="text-align: right;">591,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td style="text-align: right;">-4,991</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td style="text-align: right;">,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p>		Tekstur	Mann-Whitney U	126,500	Wilcoxon W	591,500	Z	-4,991	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	<p style="text-align: center;">K3J1 << K3J2</p> <p style="text-align: center;">Test Statistics^a</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Tekstur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td style="text-align: right;">86,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td style="text-align: right;">551,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td style="text-align: right;">-5,576</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td style="text-align: right;">,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p>		Tekstur	Mann-Whitney U	86,000	Wilcoxon W	551,000	Z	-5,576	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	<p style="text-align: center;">K3J1 << K1J3</p> <p style="text-align: center;">Test Statistics^a</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Tekstur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td style="text-align: right;">141,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td style="text-align: right;">606,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td style="text-align: right;">-4,811</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td style="text-align: right;">,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p>		Tekstur	Mann-Whitney U	141,000	Wilcoxon W	606,000	Z	-4,811	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	<p style="text-align: center;">K3J1 << K2J3</p> <p style="text-align: center;">Test Statistics^a</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Tekstur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td style="text-align: right;">63,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td style="text-align: right;">528,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td style="text-align: right;">-6,059</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td style="text-align: right;">,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p>		Tekstur	Mann-Whitney U	63,000	Wilcoxon W	528,000	Z	-6,059	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000
	Tekstur																																										
Mann-Whitney U	126,500																																										
Wilcoxon W	591,500																																										
Z	-4,991																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
	Tekstur																																										
Mann-Whitney U	86,000																																										
Wilcoxon W	551,000																																										
Z	-5,576																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
	Tekstur																																										
Mann-Whitney U	141,000																																										
Wilcoxon W	606,000																																										
Z	-4,811																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
	Tekstur																																										
Mann-Whitney U	63,000																																										
Wilcoxon W	528,000																																										
Z	-6,059																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
<p style="text-align: center;">K3J1 << K3J3</p> <p style="text-align: center;">Test Statistics^a</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Tekstur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td style="text-align: right;">41,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td style="text-align: right;">506,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td style="text-align: right;">-6,231</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td style="text-align: right;">,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p>		Tekstur	Mann-Whitney U	41,500	Wilcoxon W	506,500	Z	-6,231	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	<p style="text-align: center;">K1J2 << K2J2</p> <p style="text-align: center;">Test Statistics^a</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Tekstur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td style="text-align: right;">410,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td style="text-align: right;">875,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td style="text-align: right;">-,630</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td style="text-align: right;">,529</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p>		Tekstur	Mann-Whitney U	410,500	Wilcoxon W	875,500	Z	-,630	Asymp. Sig. (2-tailed)	,529	<p style="text-align: center;">K1J2 << K3J2</p> <p style="text-align: center;">Test Statistics^a</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Tekstur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td style="text-align: right;">343,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td style="text-align: right;">808,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td style="text-align: right;">-1,676</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td style="text-align: right;">,094</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p>		Tekstur	Mann-Whitney U	343,000	Wilcoxon W	808,000	Z	-1,676	Asymp. Sig. (2-tailed)	,094	<p style="text-align: center;">K1J2 << K1J3</p> <p style="text-align: center;">Test Statistics^a</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Tekstur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td style="text-align: right;">449,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td style="text-align: right;">914,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td style="text-align: right;">-,016</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td style="text-align: right;">,987</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p>		Tekstur	Mann-Whitney U	449,000	Wilcoxon W	914,000	Z	-,016	Asymp. Sig. (2-tailed)	,987
	Tekstur																																										
Mann-Whitney U	41,500																																										
Wilcoxon W	506,500																																										
Z	-6,231																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
	Tekstur																																										
Mann-Whitney U	410,500																																										
Wilcoxon W	875,500																																										
Z	-,630																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,529																																										
	Tekstur																																										
Mann-Whitney U	343,000																																										
Wilcoxon W	808,000																																										
Z	-1,676																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,094																																										
	Tekstur																																										
Mann-Whitney U	449,000																																										
Wilcoxon W	914,000																																										
Z	-,016																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,987																																										
<p style="text-align: center;">K1J2 << K2J3</p> <p style="text-align: center;">Test Statistics^a</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Tekstur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td style="text-align: right;">364,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td style="text-align: right;">829,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td style="text-align: right;">-1,443</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td style="text-align: right;">,149</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p>		Tekstur	Mann-Whitney U	364,000	Wilcoxon W	829,000	Z	-1,443	Asymp. Sig. (2-tailed)	,149	<p style="text-align: center;">K1J2 << K3J3</p> <p style="text-align: center;">Test Statistics^a</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Tekstur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td style="text-align: right;">269,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td style="text-align: right;">734,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td style="text-align: right;">-2,870</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td style="text-align: right;">,004</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p>		Tekstur	Mann-Whitney U	269,500	Wilcoxon W	734,500	Z	-2,870	Asymp. Sig. (2-tailed)	,004	<p style="text-align: center;">K2J2 << K3J2</p> <p style="text-align: center;">Test Statistics^a</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Tekstur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td style="text-align: right;">375,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td style="text-align: right;">840,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td style="text-align: right;">-1,195</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td style="text-align: right;">,232</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p>		Tekstur	Mann-Whitney U	375,500	Wilcoxon W	840,500	Z	-1,195	Asymp. Sig. (2-tailed)	,232	<p style="text-align: center;">K2J2 << K1J3</p> <p style="text-align: center;">Test Statistics^a</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Tekstur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td style="text-align: right;">397,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td style="text-align: right;">862,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td style="text-align: right;">-,861</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td style="text-align: right;">,039</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p>		Tekstur	Mann-Whitney U	397,500	Wilcoxon W	862,500	Z	-,861	Asymp. Sig. (2-tailed)	,039
	Tekstur																																										
Mann-Whitney U	364,000																																										
Wilcoxon W	829,000																																										
Z	-1,443																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,149																																										
	Tekstur																																										
Mann-Whitney U	269,500																																										
Wilcoxon W	734,500																																										
Z	-2,870																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,004																																										
	Tekstur																																										
Mann-Whitney U	375,500																																										
Wilcoxon W	840,500																																										
Z	-1,195																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,232																																										
	Tekstur																																										
Mann-Whitney U	397,500																																										
Wilcoxon W	862,500																																										
Z	-,861																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,039																																										
<p style="text-align: center;">K2J2 << K2J3</p> <p style="text-align: center;">Test Statistics^a</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Tekstur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td style="text-align: right;">395,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td style="text-align: right;">860,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td style="text-align: right;">-,965</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td style="text-align: right;">,035</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p>		Tekstur	Mann-Whitney U	395,500	Wilcoxon W	860,500	Z	-,965	Asymp. Sig. (2-tailed)	,035	<p style="text-align: center;">K2J2 << K3J3</p> <p style="text-align: center;">Test Statistics^a</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Tekstur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td style="text-align: right;">285,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td style="text-align: right;">750,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td style="text-align: right;">-2,695</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td style="text-align: right;">,007</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p>		Tekstur	Mann-Whitney U	285,000	Wilcoxon W	750,000	Z	-2,695	Asymp. Sig. (2-tailed)	,007	<p style="text-align: center;">K3J2 << K1J3</p> <p style="text-align: center;">Test Statistics^a</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Tekstur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td style="text-align: right;">326,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td style="text-align: right;">791,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td style="text-align: right;">-1,983</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td style="text-align: right;">,047</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p>		Tekstur	Mann-Whitney U	326,000	Wilcoxon W	791,000	Z	-1,983	Asymp. Sig. (2-tailed)	,047	<p style="text-align: center;">K3J2 << K2J3</p> <p style="text-align: center;">Test Statistics^a</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Tekstur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td style="text-align: right;">421,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td style="text-align: right;">886,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td style="text-align: right;">-1,490</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td style="text-align: right;">,024</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p>		Tekstur	Mann-Whitney U	421,000	Wilcoxon W	886,000	Z	-1,490	Asymp. Sig. (2-tailed)	,024
	Tekstur																																										
Mann-Whitney U	395,500																																										
Wilcoxon W	860,500																																										
Z	-,965																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,035																																										
	Tekstur																																										
Mann-Whitney U	285,000																																										
Wilcoxon W	750,000																																										
Z	-2,695																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,007																																										
	Tekstur																																										
Mann-Whitney U	326,000																																										
Wilcoxon W	791,000																																										
Z	-1,983																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,047																																										
	Tekstur																																										
Mann-Whitney U	421,000																																										
Wilcoxon W	886,000																																										
Z	-1,490																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,024																																										

K3J2 << K3J3		K1J3 << K2J3		K1J3 << K3J3		K2J3 << K3J3	
Test Statistics ^a							
	Tekstur		Tekstur		Tekstur		Tekstur
Mann-Whitney U	365,500	Mann-Whitney U	331,000	Mann-Whitney U	232,500	Mann-Whitney U	315,500
Wilcoxon W	830,500	Wilcoxon W	796,000	Wilcoxon W	697,500	Wilcoxon W	780,500
Z	-1,364	Z	-2,082	Z	-,518	Z	-,339
Asymp. Sig. (2-tailed)	,173	Asymp. Sig. (2-tailed)	,137	Asymp. Sig. (2-tailed)	,090	Asymp. Sig. (2-tailed)	,119
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	

K+><K1J1		K+><K1J2		K+><K1J3		K+><K3J3	
Test Statistics ^a							
	Tekstur		Tekstur		Tekstur		Tekstur
Mann-Whitney U	347,500	Mann-Whitney U	69,000	Mann-Whitney U	11,500	Mann-Whitney U	,000
Wilcoxon W	812,500	Wilcoxon W	534,000	Wilcoxon W	476,500	Wilcoxon W	465,000
Z	-1,957	Z	-6,025	Z	-6,792	Z	-6,949
Asymp. Sig. (2-tailed)	,050	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	

4.3.3 Rasa

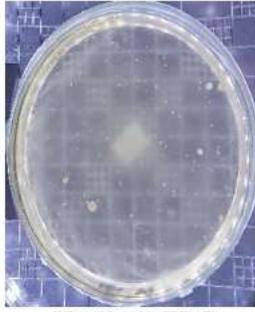
K1J1 << K2J1		K1J1 << K3J1		K1J1 << K1J2		K1J1 << K2J2	
Test Statistics ^a							
	Rasa		Rasa		Rasa		Rasa
Mann-Whitney U	407,500	Mann-Whitney U	217,500	Mann-Whitney U	201,500	Mann-Whitney U	50,000
Wilcoxon W	872,500	Wilcoxon W	682,500	Wilcoxon W	666,500	Wilcoxon W	515,000
Z	-1,128	Z	-1,225	Z	-4,406	Z	-6,373
Asymp. Sig. (2-tailed)	,259	Asymp. Sig. (2-tailed)	,090	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	

K1J1 << K3J2		K1J1 << K1J3		K1J1 << K2J3		K1J1 << K3J3	
Test Statistics ^a							
	Rasa		Rasa		Rasa		Rasa
Mann-Whitney U	20,000	Mann-Whitney U	20,000	Mann-Whitney U	5,000	Mann-Whitney U	2,500
Wilcoxon W	485,000	Wilcoxon W	485,000	Wilcoxon W	470,000	Wilcoxon W	467,500
Z	-6,765	Z	-6,777	Z	-6,975	Z	-6,984
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000						
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	
K2J1 << K3J1		K2J1 << K1J2		K2J1 << K2J2		K2J1 << K3J2	
Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a	
	Rasa		Rasa		Rasa		Rasa
Mann-Whitney U	247,500	Mann-Whitney U	228,000	Mann-Whitney U	62,500	Mann-Whitney U	27,500
Wilcoxon W	712,500	Wilcoxon W	693,000	Wilcoxon W	527,500	Wilcoxon W	492,500
Z	-3,759	Z	-4,009	Z	-6,233	Z	-6,696
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000						
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	
K2J1 << K1J3		K2J1 << K2J3		K2J1 << K3J3		K3J1 << K1J2	
Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a	
	Rasa		Rasa		Rasa		Rasa
Mann-Whitney U	27,500	Mann-Whitney U	10,000	Mann-Whitney U	5,000	Mann-Whitney U	397,500
Wilcoxon W	492,500	Wilcoxon W	475,000	Wilcoxon W	470,000	Wilcoxon W	862,500
Z	-6,709	Z	-6,941	Z	-6,985	Z	-,865
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	Asymp. Sig. (2-tailed)	,387
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	
K3J1 << K2J2		K3J1 << K3J2		K3J1 << K1J3		K3J1 << K2J3	
Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a	
	Rasa		Rasa		Rasa		Rasa
Mann-Whitney U	187,500	Mann-Whitney U	112,500	Mann-Whitney U	112,500	Mann-Whitney U	75,000
Wilcoxon W	652,500	Wilcoxon W	577,500	Wilcoxon W	577,500	Wilcoxon W	540,000
Z	-4,255	Z	-5,336	Z	-5,346	Z	-5,879
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000						
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	

K3J1 << K3J3		K1J2 << K2J2		K1J2 << K3J2		K1J2 << K1J3	
Test Statistics ^a							
	Rasa		Rasa		Rasa		Rasa
Mann-Whitney U	37,500	Mann-Whitney U	259,500	Mann-Whitney U	186,500	Mann-Whitney U	189,000
Wilcoxon W	502,500	Wilcoxon W	724,500	Wilcoxon W	651,500	Wilcoxon W	654,000
Z	-6,333	Z	-3,013	Z	-4,127	Z	-4,101
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	Asymp. Sig. (2-tailed)	,003	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	
K1J2 << K2J3		K1J2 << K3J3		K2J2 << K3J2		K2J2 << K1J3	
Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a	
	Rasa		Rasa		Rasa		Rasa
Mann-Whitney U	147,500	Mann-Whitney U	90,000	Mann-Whitney U	356,000	Mann-Whitney U	361,500
Wilcoxon W	612,500	Wilcoxon W	555,000	Wilcoxon W	821,000	Wilcoxon W	826,500
Z	-4,727	Z	-5,528	Z	-1,522	Z	-1,440
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	Asymp. Sig. (2-tailed)	,128	Asymp. Sig. (2-tailed)	,150
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	
K2J2 << K2J3		K2J2 << K3J3		K3J2 << K1J3		K3J2 << K2J3	
Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a	
	Rasa		Rasa		Rasa		Rasa
Mann-Whitney U	303,500	Mann-Whitney U	202,500	Mann-Whitney U	441,500	Mann-Whitney U	394,500
Wilcoxon W	768,500	Wilcoxon W	667,500	Wilcoxon W	906,500	Wilcoxon W	859,500
Z	-2,368	Z	-3,889	Z	-,141	Z	-,918
Asymp. Sig. (2-tailed)	,018	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	Asymp. Sig. (2-tailed)	,888	Asymp. Sig. (2-tailed)	,359
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	
K3J2 << K3J3		K1J3 << K2J3		K1J3 << K3J3		K2J3 << K3J3	
Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a	
	Rasa		Rasa		Rasa		Rasa
Mann-Whitney U	267,500	Mann-Whitney U	384,500	Mann-Whitney U	255,000	Mann-Whitney U	312,500
Wilcoxon W	732,500	Wilcoxon W	849,500	Wilcoxon W	720,000	Wilcoxon W	777,500
Z	-2,936	Z	-1,094	Z	-3,158	Z	-2,241
Asymp. Sig. (2-tailed)	,003	Asymp. Sig. (2-tailed)	,274	Asymp. Sig. (2-tailed)	,002	Asymp. Sig. (2-tailed)	,025
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	

K+><K1J1		K+><K1J2		K+><K1J3		K+><K3J3	
Test Statistics ^a							
	Rasa		Rasa		Rasa		Rasa
Mann-Whitney U	248,000	Mann-Whitney U	211,000	Mann-Whitney U	,000	Mann-Whitney U	23,000
Wilcoxon W	713,000	Wilcoxon W	676,000	Wilcoxon W	465,000	Wilcoxon W	488,000
Z	-3,643	Z	-4,355	Z	-6,914	Z	-6,647
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000						
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	

Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian

 <p>Proses penimbangan media</p>	 <p>Pemanasan media</p>	 <p>Sterilisasi alat dan media</p>	 <p>Proses peremajaan bakteri</p>
 <p>Hasil peremajaan bakteri</p>	 <p>Perbandingan suspensi bakteri dengan Mc Farland 0,5</p>	 <p>Pausterisasi susu</p>	 <p>Pembuatan pulp Mangga</p>
 <p>Starter yoghurt</p>	 <p>Yoghurt semua perlakuan</p>	 <p>Inkubasi yoghurt pada suhu 37° C</p>	 <p>Uji pH Yoghurt</p>
 <p>Uji Total Titration Asam</p>	 <p>Hasil uji Total Titration Asam</p>	 <p>Uji TPC</p>	 <p>Hasil uji TPC</p>



Sampel uji organoleptik



Uji organoleptik oleh panelis



Destruksi media yang telah dipakai



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

Form Checklist Plagiasi

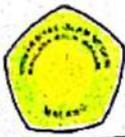
Nama : Aulia Wulan Safitri
NIM : 210602110145
Judul : Pengaruh Konsentrasi Dan Jenis Bakteri Asam Laktat Terhadap Kualitas Yoghurt Pulp Buah Mangga (*Mangifera indica* L. var *arumanis*).

No	Tim Check plagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc		
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si	30%	
4	Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc		
5	Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD.Med.Sc		

Mongelahui,
Ketua Program Studi Biologi

Prof. Dr. Feika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002





JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 210602110145
Nama : AULIA WULAN SAFITRI
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Jurusan : BIOLOGI
Dosen Pembimbing 1 : Prof. Dr. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si
Dosen Pembimbing 2 : Dr. EKO BUDI MINARNO, M.Pd
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : KARAKTERISTIK ORGANOLEPTIK DAN NILAI PH YOGHURT DENGAN PENAMBAHAN SARI BUAH STROBERI (Fragaria ananassa) DENGAN VARIASI TEKNIK BLANCHING

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	28 Maret 2024	Prof. Dr. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si	Bimbingan judul skripsi	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
2	26 Juli 2024	Prof. Dr. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si	Bimbingan rencana skripsi	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
3	11 September 2024	Prof. Dr. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si	Revisi rancangan penelitian	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
4	20 November 2024	Prof. Dr. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si	Bimbingan Bab 1, 2, 3	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
5	03 Desember 2024	Prof. Dr. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si	Revisi Bab 1, 2, 3	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
6	10 Desember 2024	Prof. Dr. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si	ACC Bab 1, 2, 3	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
7	12 Desember 2024	Dr. EKO BUDI MINARNO, M.Pd	Revisi dan persetujuan integrasi bab 1, 2	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
8	27 Februari 2025	Prof. Dr. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si	Revisi bab 1, 2, 3	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi
9	13 Maret 2025	Dr. EKO BUDI MINARNO, M.Pd	Revisi bab 1, 2	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi
10	19 Maret 2025	Prof. Dr. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si	Konsultasi metode penelitian	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi
11	05 Mei 2025	Prof. Dr. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si	Konsultasi hasil penelitian	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi
12	08 Mei 2025	Prof. Dr. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si	Bimbingan bab 4, 5	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi
13	13 Mei 2025	Dr. EKO BUDI MINARNO, M.Pd	Bimbingan bab 4	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi
14	20 Mei 2025	Prof. Dr. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si	Revisi bab 4, 5 dan ACC Skripsi	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi
15	27 Mei 2025	Dr. EKO BUDI MINARNO, M.Pd	Revisi bab 4 dan ACC Skripsi	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2

Dr. EKO BUDI MINARNO, M.Pd



Malang, _____
Dosen Pembimbing 1

Prof. Dr. Hj. ULFAH UTAMI, M.Si