

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ASAM LAKTAT
DARI BUAH MANGGA (*Mangifera indica* L.) SEBAGAI
ANTIBAKTERI *Escherichia coli* DAN *Staphylococcus aureus***

SKRIPSI

Oleh:

BASITHOTUL ULUM

NIM : 14620009/S-1



JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)

MAULANA MALIK IBRAHIM

MALANG

2018

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ASAM LAKTAT
DARI BUAH MANGGA (*Mangifera indica* L.) SEBAGAI
ANTIBAKTERI *Escherichia coli* DAN *Staphylococcus aureus***

SKRIPSI

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)

Oleh:

BASITHOTUL ULUM

NIM : 14620009/S-1

JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)

MAULANA MALIK IBRAHIM

MALANG

2018

HALAMAN PERSETUJUAN

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ASAM LAKTAT DARI
BUAH MANGGA MANALAGI (*Mangifera indica L.*) SEBAGAI
ANTIBAKTERI *Escherichia coli* DAN *Staphylococcus aureus***

SKRIPSI

**OLEH:
BASITHOTUL ULUM
NIM. 14620009**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 10 Oktober 2018

Pembimbing I,



Ir. Liliek Harianie A.R., M.P
NIP. 19620901 199803 2 001

Pembimbing II,



Umairatus Syarifah, M.A
NIP. 19820925 200901 2 005

Mengetahui
Ketua Jurusan Biologi



Romaidi, M.Si., D.Sc
NIP. 19810201 200901 1 019

HALAMAN PENGESAHAN

ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ASAM LAKTAT DARI BUAH MANGGA MANALAGI (*Mangifera indica L.*) SEBAGAI ANTIBAKTERI *Escherichia coli* DAN *Staphylococcus aureus*

SKRIPSI

OLEH:
BASITHOTUL ULUM
NIM. 14620009

Telah dipertahankan di Depan Penguji Skripsi
dan dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal 10 Oktober 2018

Penguji Utama	Dr. Hj. Ulfah Utami, M.Si NIP. 19650509199903 2 002	
Ketua Penguji	Nur Kusmiyati, M.Si NIP. 19890816 20160801 2 061	
Sekretaris Penguji	Ir. Liliek Haranie A.R, M.P NIP. 19620901 199803 2 001	
Anggota Penguji	Umayyatus Syarifah, M.A NIP. 19820925 200901 2 005	



Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi


Romaidi, M.Si., D.Sc.
NIP. 19810201 200901 1 019

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Basithotul Ulum
NIM : 14620009
Jurusan : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat Dari Buah Mangga Manalagi (*Mangifera indica* L.) Sebagai Antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*

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

Malang, 10 Oktober 2018

Yang membuat pernyataan,



BASITHOTUL ULUM

NIM. 14620009

HALAMAN PERSEMBAHAN

*Alhamdulillah rabbil' alamin,
Dengan terselesainya karya ini
beribu syukur tak hentinya ku panjatkan
kehadirat Allah SWT.
Karya Ini Kupersembahkan Untuk
Bapak "Irfa'in" dan Bapak "Joko suamar"
Serta Ibu tersayang "Mustaqimah"
yang telah memberikan beribu pengorbanan
demi anaknya agar bisa meraih gelar sarjana,
Untuk adikku "Fatimah Azzahrah", nenekku "Hj. Sutrami" dan seluruh keluarga
serta saudara
yang tidak hentinya memberikan semangat dan motivasi,
Semoga kita senantiasa dalam lindungan dan rahmat Allah SWT.
Amin Yarobbal Alamin*

HALAMAN MOTTO

Bukankah Kami telah melapangkan untukmu dadamu? Dan Kami telah menghilangkan darimu bebanmu, yang memberatkan punggungmu? Dan Kami tinggikan bagmu sebutan (nama)mu. Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhan-mulah hendaknya kamu berharap.

(Al-Insyirah : 1-8)

..... Jangan berduka cita terhadap apa yang luput dari kamu, dan supaya kamu jangan terlalu gembira terhadap apa yang diberikan-Nya padamu. Dan Allah tidak menyukai setiap orang yang sombong lagi membanggakan diri.

(Al hadiid : 23)

“Kekayaan termahal adalah kecerdasan, kehancuran terbesar adalah kebodohan, keliaran paling besar adalah kesombongan, prestasi yang terbaik adalah kebaikan akhlak”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan berkah, rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulisan penelitian yang berjudul “: Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Genus *Lactobacillus* dan *Pediococcus* Dari Buah Mangga (*Mangifera indica* L.) Sebagai Antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*” dapat terselesaikan tepat waktu. Sholawat serta salam semoga senantiasa terlimpah curahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, kepada para sahabat, keluarga serta seluruh umat yang mengikuti Beliau hingga akhir zaman.

Penulis membuat skripsi ini untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Akuntansi pada Fakultas Ekonomi Jurusan Akuntansi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Selain itu, penulis berharap penelitian ini dapat menambah pengetahuan dan wawasan khususnya pada bidang Akuntansi Sektor Publik.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir skripsi ini tidak akan berhasil dengan baik tanpa adanya bimbingan dan sumbangan pemikiran dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan fasilitas peneliti dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Bapak Romaidi M.Si., D.Sc selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ibu Ir. Liliek Harianie, AR, M. P selaku dosen pembimbing skripsi yang telah berkenan memberikan ilmu dan waktunya untuk membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini.

5. Bapak dan Ibu dosen serta karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan motivasi, bimbingan dan fasilitas kepada penulis.
6. Bapak dan Ibu dirumah dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan secara moril dan materiil pada anaknya ini dalam proses penulisan skripsi ini.
7. Teman-teman Biologi angkatan 2014 yang berpartisipasi dalam mendukung serta membantu dalam menyelesaikan tugas akhir skripsi ini.
8. "A" partner berjuangku penyemanagat skripsiku, semoga segala sifat baikmu menjadi inspirasi bagiku.
9. Anisa dan Memy teman kos yang luar biasa dan selalu saling mendukung dalam kebaikan.
10. Ulin teman sebimbangan yang selalu kompak dan juga untuk fida dan daris yang selalu memotivasi.
11. Terimakasih untuk semua pihak yang telah membantu menyelesaikan karya ini.

Akhir kata, semoga seluruh bantuan yang telah diberikan senantiasa mendapat ridho dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran agar penelitian selanjutnya bisa lebih baik lagi. Penulis berharap semoga karya yang sederhana ini dapat bermanfaat untuk semua pihak.

Malang, Agustus 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN MOTTO	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT.....	xvii
مستخلص البحث.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan Penelitian	8
1.4 Manfaat Penelitian	8
1.5 Batasan Masalah.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Deskripsi dan Karakteristik Mangga.....	10
2.1.1 Deskripsi Buah Mangga Manalagi	13
2.1.1.1 Perbedaan Mangga Manalagi dengan Mangga lainnya.....	13
2.1.1.2 Kandungan Nutrisi Mangga Manalagi	18
2.1.1.3 Manfaat Buah Mangga Manalagi	20
2.2 Bakteri Asam Laktat dan Karakteristiknya	23
2.2.1 Bakteri Asam Laktat pada Buah Mangga.....	33
2.3 Bakteri Uji.....	35

2.3.1 <i>Escherichia coli</i>	35
2.3.2 <i>Staphylococcus aureus</i>	36
2.4 Mekanisme Bakteri Asam Laktat dalam Penghambatan (Antibakteri).....	38

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian	45
3.2 Waktu dan Tempat	45
3.3 Variabel Penelitian	44
3.3.1 Variabel Bebas	45
3.3.2 Variabel Terikat	46
3.3.3 Variabel Kontrol	46
3.4 Alat dan Bahan	46
3.4.1 Alat	46
3.4.2 Bahan	46
3.5 Prosedur Penelitian	47
3.5.1 Sterilisasi Alat.....	47
3.5.2 Pembuatan Media	47
3.5.3 Isolasi BAL dari Buah Mangga Manalagi	48
3.5.4 Karakterisasi Bakteri Asam Laktat	49
3.5.5 Uji Antimikroba terhadap <i>E.coli</i> dan <i>S.aureus</i>	53
3.6 Analisis Data	54
3.7 Alur Penelitian	55

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Isolasi BAL dari Buah Mangga Manalagi (<i>Mangifera indica</i>).....	56
4.2 Karakterisasi BAL dari Buah Mangga Manalagi (<i>Mangifera indica</i>)	57
4.2.1 Uji Makroskopik	57
4.2.2 Uji Mikroskopik.....	59
4.2.3 Uji Biokimia	63
4.2.3.1 Uji Katalase	63
4.2.3.2 Uji Motilitas	65
4.2.3.3 Uji Tipe Fermentasi	66

4.2.3.4 Uji Ketahanan Suhu yang Berbeda.....	68
4.2.3.5 Uji Toleransi NaCl yang Berbeda.....	69
4.3 Aktivitas BAL dari Buah Mangga Manalagi (<i>Mangifera indica</i>).....	73
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	82
5.2 Saran	82
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN.....	94



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Buah mangga manalagi (<i>Mangifera indica</i>).....	16
Gambar 2.2 Mekanisme bahan antimikroba	42
Gambar 3.1 Alur penelitian isolasi dan karakterisasi BAL dari buah mangga manalagi sebagai antibakteri <i>Escherichia coli</i> dan <i>Staphylococcus aureus</i>	55
Gambar 4.1 Hasil isolat BAL berdasarkan pengamatan makroskopik	59
Gambar 4.2 Hasil isolat BAL berdasarkan pengamatan pewarnaan gram.....	61
Gambar 4.3 Hasil isolat BAL berdasarkan pengamatan pewarnaan endospora	62
Gambar 4.4 Hasil uji katalase pada isolat BAL buah mangga manalagi	65
Gambar 4.5 Hasil uji motilitas pada isolat BAL buah mangga manalagi	66
Gambar 4.6 Hasil uji tipe fermentasi pada isolat BAL buah mangga manalagi	67
Gambar 4.7 Hasil uji ketahanan suhu yang berbeda pada isolat BAL.....	69
Gambar 4.8 Hasil uji toleransi NaCl yang berbeda pada isolat BAL	70
Gambar 4.9 Gambar hasil antibakteri BAL dari buah mangga manalagi terhadap <i>E.coli</i> dan <i>S. aureus</i>	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Gizi Buah Mangga Manalagi <i>per 100 gram</i>	17
Tabel 4.1 Isolat BAL berdasarkan pengamatan makroskopik	57
Tabel 4.2 Isolat BAL berdasarkan pengamatan mikroskopik	59
Tabel 4.3 Karakteristik mikroskopik dan biokimia pada isolat BAL	71
Tabel 4.4 Rerata dan simpang baku zona hambat BAL yang dihasilkan buah mangga manalagi terhadap <i>E. coli</i> dan <i>S. aureus</i>	74
Tabel 4.5 Pengujian zona hambat BAL yang dihasilkan buah mangga manalagi terhadap <i>E. coli</i> dan <i>S. aureus</i> secara statistika menggunakan SPSS.....	75
Tabel 4.6 Kategori rerata diameter penghambatan zat antibakteri	81

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Komposisi media	94
Lampiran 2. Gambar hasil uji katalase pada isolat BAL buah mangga manalagi ..	96
Lampiran 3. Gambar hasil uji tipe motilitas pada isolat BAL buah mangga manalagi	97
Lampiran 4. Gambar hasil uji tipe fermentasi pada isolat BAL buah mangga manalagi	98
Lampiran 5. Gambar hasil uji suhu 15°C pada isolat BAL buah mangga manalagi	99
Lampiran 6. Gambar hasil uji suhu 37°C pada isolat BAL buah mangga manalagi	100
Lampiran 7. Gambar hasil uji suhu 45°C pada isolat BAL buah mangga manalagi	101
Lampiran 8. Gambar hasil uji ketahanan garam 4% (NaCl) pada isolat BAL buah mangga manalagi	102
Lampiran 9. Gambar hasil uji ketahanan garam 6,5% (NaCl) pada isolat BAL buah mangga manalagi	103
Lampiran 10. Gambar hasil BAL dari Buah Mangga Manalagi sebagai antibakteri <i>Escherichia coli</i>	104
Lampiran 11. Gambar hasil BAL dari Buah Mangga Manalagi sebagai antibakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	105
Lampiran 12. Hasil aktivitas antibakteri BAL dari Buah Mangga Manalagi (<i>Mangifera indica</i>)	106
Lampiran 13. Diagram alur <i>Bergey's Manual of Determinative Bacteriology</i> untuk isolat bakteri gram positif berbentuk batang	107
Lampiran 14. Diagram alur <i>Bergey's Manual of Determinative Bacteriology</i> untuk isolat bakteri gram positif berbentuk bulat.....	108
Lampiran 15. Uji spss hasil aktivitas antibakteri BAL dari Buah Mangga Manalagi (<i>Mangifera indica</i>)	109

ABSTRAK

Basithotul Ulum. 2018, SKRIPSI. Judul: “Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat dari Buah Mangga (*Mangifera indica* L.) sebagai Antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*”.

Pembimbing : Ir. Liliek Harianie, AR, M. P

Kata Kunci : Isolasi, Karakterisasi, Antibakteri, Buah Mangga (*Mangifera indica* L.), *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*

Isolasi BAL dari lingkungan alam telah banyak dilakukan pada buah-buahan seperti pada buah mangga manalagi (*Mangifera indica*). Keberadaan bakteri probiotik (BAL pada buah mangga manalagi) dapat mencegah pertumbuhan bakteri patogen seperti *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Escherichia coli* merupakan penyebab penyakit diare sedangkan *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri patogen oportunistik pada manusia yang menyebabkan diare, infeksi kulit, bakteremia, endokarditis, osteomielitis.

Penelitian dilakukan dengan rancangan kualitatif dan kuantitatif meliputi pengamatan mikroskopis, makroskopis, dan uji biokimia (uji katalase, uji motilitas, uji tipe fermentasi, uji pertumbuhan bakteri pada suhu yang berbeda, dan uji pertumbuhan bakteri pada konsentrasi NaCl yang berbeda) dari masing-masing isolat BAL buah mangga manalagi, serta pengujian isolat BAL yang mampu menghasilkan antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* menggunakan metode sumuran.

Hasil pada pengujian makroskopis, mikroskopis dan biokimiawi dari isolat bakteri asam laktat pada buah mangga manalagi (*Mangifera indica*) termasuk genus *Streptococcus*, genus *Enterococcus*, dan tiga isolat BAL yang termasuk genus *Lactobacillus*. Serta kemampuan isolat BAL buah mangga manalagi yang merupakan genus *Lactobacillus*, *Streptococcus* dan *Enterococcus* berpotensi kuat menghasilkan antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

ABSTRACT

Basithotul Ulum. 2018, THESIS. Tittle: "Isolation and Characterization of Lactic Acid Bacteria from Mango (Mangifera indica L.) as Antibacterial of Escherichia coli and Staphylococcus aureus"

Advisor : Ir. Liliek Harianie, AR, M. P

Keywords : Local Revenue, Fund Balance, Capital Expenditure, Local Government Size, Financial Performance

LAB (Lactic Acid Bacteria) isolation from natural environment has frequently carried out on fruit such as *Manalagi* mango (*Mangifera indica*). The existence of probiotic bacteria (LAB on *Manalagi* mangoes) could prevent pathogenic bacteria from growing, especially *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. The *Escherichia coli* is a common cause of diarrhea while *Staphylococcus aureus* is an opportunistic pathogenic bacterium in human which causes diarrhea, skin infections, bacteremia, endocarditis, osteomyelitis.

This research uses qualitative and quantitative designs including microscopic, macroscopic, and biochemical tests (catalases test, motility test, fermentation type test, bacterial growth test at different temperatures, and bacterial growth test at different NaCl concentrations) of each *Manalagi* mango LAB isolate, as well as testing of LAB isolate which able to produce antibacterial of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* using the well method.

The results of macroscopic, microscopic and biochemical testing are the lactic acid bacterial isolates on *Manalagi* mango (*Mangifera indica*) including *Streptococcus* genus, *Enterococcus* genus, and three isolates of LAB belong to *Lactobacillus* genus. As well as the ability of *Manalagi* mango LAB isolates from *Lactobacillus*, *Streptococcus* and *Enterococcus* genus which has a potential to produce antibacterial of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*.

مستخلص

بسيطة العلوم. 2018. البحث الجامعي. الموضوع: عزلة وصفة بكتيرية خامض لكتات (asam laktat) في منجوع (*Mangifera indica* L.) كمضاد للجراثيم *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

المشرف: ليليك هرياني

كلمات مفتاحية: عزلة، صفة، مضاد للجراثيم، بكتيرية

وقد تم تنفيذ العزلة بكتيرية خامض لكتات من البيئة الطبيعية على الفواكه مثل المانجو مانالاغي (*Mangifera indica*). يمكن وجود البكتيريا بروبيوتيك (بكتيرية خامض لكتات على المانجو مانالاغي) منع نمو البكتيريا المسببة للأمراض مثل *Escherichia coli* و *Staphylococcus aureus*. الإشريكية القولونية هي سبب مرض الإسهال في حين أن المكورات العنقودية الذهبية هي بكتيريا إمراضية انتهازية في البشر التي تسبب الإسهال، الالتهابات الجلدية، تجرثم الدم، التهاب الشغاف، التهاب العظم والنقي.

تم إجراء البحث باستخدام تصاميم نوعية وكمية بما في ذلك الاختبارات الميكروسكوبية والماهرية والبيوكيميائية (اختبار الكاتالاز، اختبار الحركة، اختبار نوع التخمر، اختبار النمو البكتيري عند درجات حرارة مختلفة، واختبار نمو البكتيريا عند تركيزات كلوريد الصوديوم المختلفة) لكل عزلة بكتيرية خامض لكتات على المانجو مانالاغي، وكذلك اختبار عزلات بكتيرية خامض لكتات على المانجو مانالاغي التي كانت قادرة على إنتاج بكتيريا *Escherichia coli* و *Staphylococcus aureus* باستخدام طريقة البئر.

تضمنت نتائج الاختبار المجهرية والميكروسكوبية والبيوكيميائية لعزلات البكتيريا من خامض اللاكتيك على ثمار المانجو المنجلي (*Mangifera indica*) جنس المكورات العقدية والمكورات المعوية، وثلاث عزلات من بكتيرية خامض لكتات تنتمي إلى جنس *Lactobacillus*. بالإضافة إلى قدرة عزلات بكتيرية خامض لكتات، فإن المانجو المانجي الذي هو جنس *Lactobacillus* و *Streptococcus* و *Enterococcus* لديه القدرة على إنتاج بكتيريا *Escherichia coli* و *Staphylococcus aureus* المضادة للبكتيريا.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Allah SWT telah menciptakan alam seisinya sebagai rahmat untuk kemaslahatan seluruh umat manusia. Manusia berhak untuk memanfaatkan kekayaan alam semaksimal mungkin untuk meningkatkan kesejahteraan mereka serta sebagai bentuk rasa syukur atas nikmat yang telah diberikan oleh Allah SWT. Sebagaimana yang telah disebutkan dalam al-Qur'an surat al-Baqarah (2): 29:

هُوَ الَّذِي خَلَقَ لَكُمْ مَّا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا ثُمَّ أَسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ فَسَوَّاهُنَّ سَبْعَ سَمُوٰتٍ وَهُوَ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ۝

"Dialah yang menciptakan segala sesuatu yang ada di bumi. Kemudian Dia mengarahkan dirinya ke surga, (Yang ada di atas segala ciptaan), dan menjadikan mereka tujuh langit, dan Dia Mengetahui segala sesuatu." (al-Baqarah:29).

Ayat di atas tertulis kata *مَّا فِي الْأَرْضِ* menjelaskan bahwa Allah SWT telah menciptakan segala sesuatu berupa semesta dan isinya untuk manusia, yang mana ditafsirkan bahwa itu semua merupakan pemberian Allah SWT kepada ciptaan-Nya yakni manusia, untuk dimanfaatkan dan untuk diambil pelajaran (Katsir, 2004). Hal ini dimaksudkan pada ciptaan-Nya yang sangatlah kompleks, terdiri dari berbagai macam makhluk hidup, diantaranya hewan, tumbuhan serta mikroorganisme. Mikroorganisme yang dimaksudkan dapat berupa bakteri, yang mana bakteri memiliki ratusan ribu spesies yang dapat

hidup di darat hingga lautan dan pada tempat-tempat yang ekstrim. Dimana bakteri bisa bersifat merugikan dan ada pula yang bersifat menguntungkan. Contoh dari bakteri yang menguntungkan yakni Bakteri Asam Laktat (BAL).

Bakteri asam laktat banyak ditemukan pada bahan pangan, diantaranya sayuran, buah-buahan, serta produk daging, yang mana peranan bakteri asam laktat pada bahan pangan yang sangatlah menguntungkan. Bakteri asam laktat merupakan bakteri yang berperan penting dalam makanan maupun minuman, khususnya pada pengawetan makanan melalui proses fermentasi yang merupakan perubahan makanan dan minuman menjadi produk lain yang lebih awet.

Hampir dari semua Bakteri Asam Laktat (BAL) hanya memperoleh energi dari metabolisme gula, sehingga habitat pertumbuhannya hanya terbatas pada lingkungan yang menyediakan cukup gula atau bisa disebut dengan lingkungan yang kaya nutrisi. Seperti kemampuan mereka untuk menghasilkan nutrisi kompleks BAL meliputi asam amino, vitamin, purin, dan pirimidin. Contoh jenis makanan yang mengandung BAL yakni buah mangga, serta daun mustar (sawi) (Daeschel, 2002).

Metabolit aktif yang dihasilkan oleh BAL merupakan agen yang dapat digunakan dalam membunuh bakteri. Salah satu yang digunakan sebagai antimikroba yaitu bakteriosin yang merupakan suatu senyawa peptida. Bakteriosin merupakan senyawa yang bersifat antibakteri, yang mampu menghambat pertumbuhan atau membunuh bakteri patogen dan pembusuk yang bersifat sensitif, terutama dari golongan bakteri gram positif dan

ditularkan melalui bahan pangan. Bakteriosin memegang peranan penting dalam menanggulangi infeksi akibat mikroorganisme. Selain itu, asam laktat yang diproduksi oleh BAL dapat menurunkan pH lingkungan. pH yang rendah dapat menghambat kontaminasi mikroba pembusuk dan juga membunuh mikroba patogen terutama yang ada didalam tubuh (Cotter,2003).

Mangga manalagi (*Mangifera indica*) adalah buah yang paling sering dibudidayakan dan menduduki 60% daripada tanaman buah lainnya yang sering dibudidayakan. Mangga mengandung konsentrasi tinggi gula (16-18% w/v) dan asam, serta mengandung antioksidan seperti karoten (seperti provitamin A, 4.800 IU) (Reddy, 2015).

Konsentrasi gula yang tinggi pada buah mangga manalagi mampu ditemukan adanya produksi asam laktat dan dapat membantu mencegah kanker. Pertumbuhan bakteri asam laktat pada mangga manalagi yang teridentifikasi yakni jenis *L. plantarum* dan *L. delbruekii* (Reddy, 2015).

Isolat bakteri asam laktat dari buah mangga manalagi mempunyai karakteristik secara makroskopik yaitu warna putih susu, bentuk bulat, tepi entire, permukaan halus dan elevasi cembung. Hasil identifikasi bakteri asam laktat dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica*) menunjukkan hasil reaksi negatif terhadap uji katalase, merupakan bakteri gram positif bentuk bulat bergandengan/berantai (Streptococcus) (Ibrahim,2015).

Karakterisasi morfologi BAL umumnya dilakukan dengan dua cara yaitu makroskopik dan mikroskopik. Karakterisasi morfologi BAL secara makroskopik dilakukan dengan cara melihat langsung morfologi isolat bakteri yang tumbuh pada medium. Karakterisasi morfologi bakteri secara mikroskopik dilakukan dengan uji pewarnaan gram dan pewarnaan endospora (Romadhon, 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 cara memetabolisme berbagai jenis karbohidrat secara fermentatif menjadi asam-asam organik. Disebut sebagai BAL karena salah satu produk utama 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 uji suhu, uji tipe fermentasi dan uji toleransi garam (NaCl) (Zotta, 2009).

Buah mangga bisa dimanfaatkan untuk melawan patogen makanan yang menyebabkan pembusukan dan keracunan makanan. Sifat antimikroba yang berasal dari buah mangga dikaitkan dengan adanya zat bioaktif seperti flavonoid, polifenol, dan minyak esensial (Boskou, 2006). Beberapa patogen umum dapat diatasi dengan bakteri asam laktat pada buah mangga, diantaranya *Staphylococcus aureus* dan patogen *Escherichia coli*.

Staphylococcus aureus adalah bakteri gram positif, bakteri nonmotil dan nonspora yang merupakan anaerob fakultatif yang mampu menghasilkan energi dengan respirasi aerobik (Konrad, 2009).

Keberadaan BAL pada buah sebagai probiotik berpotensi dalam meningkatkan fungsi fisiologis usus, mikroflora usus yang berperan dalam mengoptimalkan kondisi kesehatan tubuh. Keberadaan bakteri probiotik dapat mencegah pertumbuhan bakteri patogen seperti *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* (Usmiati, 2008). *E. coli* merupakan penyebab penyakit diare (Dwidjoseputro, 2005) sedangkan *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri patogen oportunistik pada manusia yang menyebabkan diare, infeksi kulit, bakteremia, endokarditis, osteomielitis (Pelczar, 2005).

Angka kejadian diare pada anak di dunia mencapai 1 miliar kasus tiap tahun dengan korban meninggal sekitar 4 juta jiwa, serta angka kematian balita di negara Indonesia akibat diare sekitar 2,8 juta setiap tahun (Depkes RI, 2011). Provinsi Jawa Timur merupakan daerah kedua dengan sebaran frekuensi Kejadian Luar Biasa (KLB) terbesar di Indonesia nomor 1 setelah Sulawesi Tengah (Depkes RI, 2011). Menurut Hardi (2012) kasus diare di Indonesia lebih sering disebabkan oleh bakteri *Vibrio cholerae*, *Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus*, dan *Escherichia coli*.

Bakteri *Escherichia coli* dapat menjadi patogen pada tubuh jika jumlah bakteri tersebut melebihi ambang batas pada saluran pencernaan, dalam jumlah yang berlebihan bakteri *Escherichia coli* akan mengakibatkan diare dan infeksi tersebut dapat menjalar ke organ tubuh lainnya. Jenis bakteri

Escherichia coli yang termasuk patogen yakni jenis O157:H7 yang berbahaya dan dapat bertahan hidup pada suhu yang sangat rendah dan asam (Brooks, 2004). Begitu juga dengan bakteri flora normal *Staphylococcus aureus* yang merupakan bakteri yang dapat menyerang setiap bagian tubuh manusia seperti hidung, mulut, kulit, mata, jari, usus, hati serta dapat menghasilkan enterotoksin yang dapat mengakibatkan keracunan pada manusia saat melebihi ambang batas (Dwiyanti, 2016).

Populasi mikroba buah mangga manalagi umumnya bervariasi antara 5 dan 7 log CFU/g, dimana BAL adalah bagian kecil mikrobiota asli yang terdapat pada buah mangga manalagi, yang menunjukkan aktivitas BAL dapat membunuh *Staphylococcus aureus*, *Salmonella Typhimurium*, *Salmonella Enteritidis*, *Listeria monocytogenes* dan *Escherichia coli* (Garcia, 2016).

Isolat dari BAL pada buah mangga, terdiri dari genus *Lactobacillus* dan *Enterococcus* yang paling dominan yakni dua isolat diidentifikasi sebagai *L. mesenteroides* dan *E. Faecium*, efek penghambatan oleh strain *Lactobacillus* (diameter pertumbuhan dan zona penghambatan) telah terbukti menunjukkan aktivitas membunuh bakteri target dalam uji difusi dengan baik dengan penghambatan pertumbuhan zona diameter bervariasi ≥ 10 mm sampai mencapai ≥ 18 mm. Berdasarkan zona hambat yang diperoleh bakteri antara 10-20 mm dapat dikategorikan kuat (Davis, 2007).

BAL disebut juga *food grade microorganisms* atau dikenal dengan *Generally Recognized As Safe* (GRAS) yaitu mikrobia yang tidak

beresiko terhadap kesehatan. Dengan demikian BAL dikatakan aman terutama dalam bahan pangan karena sifatnya tidak menghasilkan racun bahkan beberapa jenis diantaranya berguna bagi kesehatan. BAL bermanfaat juga untuk peningkatan kualitas higienis dan keamanan pangan melalui penghambatan secara alami terhadap flora berbahaya yang bersifat patogen (Daeschel, 2002).

Isolasi BAL dari lingkungan alam telah banyak dilakukan pada berbagai produk pangan, namun BAL yang bersumber dari buah-buahan terutama buah mangga manalagi (*Mangifera indica*) belum banyak ditemukan penelitiannya. Padahal tanaman buah mangga merupakan sumber untuk mendapatkan BAL yang potensial terutama kandungan karbohidrat sederhana dan asam organiknya yang tinggi. Selain itu, pemanfaatan buah mangga matang pada penelitian ini dikarenakan kelimpahannya di alam sehingga diperlukan pengkajian lebih lanjut terhadap buah tersebut baik untuk mengetahui keanekaragaman maupun kemampuan isolat dalam menghasilkan antimikroba.

Sumber isolat BAL berasal dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica* L.), karena buah mangga manalagi (*Mangifera indica* L.) merupakan salah satu habitat yang baik bagi BAL. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh isolat BAL dari buah mangga (*Mangifera indica* L.) yang mampu menghasilkan antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah pada penelitian ini yakni:

1. Apakah jenis isolat kelompok BAL yang dapat diperoleh dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica* L.)?
2. Apakah isolat BAL yang berhasil diisolasi dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica* L.) memiliki kemampuan menghasilkan antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan pada penelitian ini yakni:

1. Memperoleh jenis isolat BAL dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica* L.).
2. Memperoleh isolat BAL yang mampu menghasilkan antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari hasil penelitian ini yakni:

1. Dapat menambah wawasan ilmu pengetahuan dibidang mikrobiologi pangan khususnya tentang bakteri asam laktat (BAL) dari buah mangga manalagi.
2. Memperoleh pengalaman tentang teknik isolasi dan karakterisasi bakteri asam laktat penghasil antibakteri dari buah mangga manalagi.
3. Memberi informasi ilmiah mengenai keanekaragaman bakteri asam laktat

(BAL) yang berasal dari buah mangga manalagi dalam menghasilkan antibakteri.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yakni:

1. Buah mangga yang digunakan yaitu buah mangga manalagi yang sudah matang yang diperoleh di daerah Tirto Sari, Desa Landungsari, Kecamatan Dau, Kota Malang.
2. Identifikasi Bakteri asam laktat pada buah mangga manalagi (*Mangifera indica*) meliputi pengamatan makroskopis, mikroskopis, dan uji biokimia.
3. Pengujian antibakteri yang dilakukan yakni dengan melihat kemampuan suatu zat antimikroba untuk menghambat atau mematikan pertumbuhan bakteri patogen yang dihasilkan oleh BAL dengan melihat zona hambatnya.
4. Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* untuk pengujian aktivitas antibakteri diperoleh dari koleksi laboratorium mikrobiologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi dan Karakteristik Mangga

Mangga merupakan tumbuhan yang berasal dari India yang kini menyebar sampai ke seluruh dunia termasuk Indonesia sejak 1500 tahun silam. Indonesia terkenal sebagai salah satu negara yang dapat menghasilkan mangga dengan kualitas terbaik. Hal ini dikarenakan buah ini membutuhkan iklim curah hujan yang baik untuk tumbuh subur. Selain itu, Indonesia termasuk salah satu negara yang mempunyai curah hujan cukup baik. Indonesia juga dikenal sebagai penghasil jenis mangga, yaitu *Mangifera indica*. (contoh:mangga manalagi, golek, arum manis) dan *Mangifera feotida* (contoh: mangga kweni dan kemang) (Grover, 2002).

Buah mangga merupakan sumber buah yang kaya dari berbagai fitokomposit bioaktif, termasuk komponen fenolik, anthocyanin, karotenoid, vitamin E, dan vitamin C, yang menunjukkan sifat antioksidan yang baik dan karenanya, dianggap sebagai komponen tak terpisahkan yang harus ada. Studi epidemiologi menunjukkan bahwa konsumsi buah mangga mengurangi kejadian penyakit kronis, seperti kanker, diabetes, dan penyakit kardiovaskular (Rahayu, 1995).

Mangga merupakan buah yang mempunyai nama ilmiah *Mangifera indica* termasuk ke dalam Marga *Mangifera* yang terdiri dari 35-40

anggota dan termasuk suku *Anacard iaceae*. Mangga termasuk tumbuhan habitus atau tumbuhan tingkat tinggi dengan struktur batangnya yang termasuk kelompok arboreus, yaitu tumbuhan berkayu yang mempunyai tinggi batang lebih dari 5 m, tinggi pohon mangga bisa mencapai tinggi 20 sampai 40 jika keadaan tanahnya subur (Muchiri, 2012).

Buah mangga matang bervariasi dalam ukuran, bentuk dan warna. Buahnya bisa berbentuk bulat, oval, atau ginjal, berkisar antara 5–25 cm (2-10 inci), panjangnya dan dari 140 gram hingga 2 kilogram dalam berat per buah individu. Kulitnya seperti lilin, halus, dan harum, dengan warna mulai dari hijau hingga kuning, kuning-oranye, kuning-merah, atau dengan berbagai gradasi warna merah, ungu, merah muda atau kuning ketika sudah matang. Buah mangga yang matang mengeluarkan aroma yang khas dari resin yang manis (Jahurul, 2015).

Allah SWT telah berfirman dalam surah al- An'am (6): 99:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ
فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ طَلْعِهَا
قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ
مُتَشَابِهٍ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَلِكُمْ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ
يُؤْمِنُونَ ۝

"Dan Dialah yang menurunkan 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 hijau itu biji-bijian yang disusun berlapis-lapis. Dan dari pohon palem - buahnya yang muncul adalah kelompok yang menggantung rendah. Dan (Kami memproduksi) kebun buah anggur dan buah zaitun dan buah delima, yang serupa dan tidak serupa. Lihatlah (masing-masing)

buahnya pada saat hasilnya dan pada saat pematangannya Memang di dalamnya ada tanda-tanda bagi orang yang beriman." (QS. al-An'am:99).

Ayat tersebut menjelaskan tentang tanda-tanda kekuasaan Allah SWT bagi orang yang beriman kepada-Nya. Yang mana dengan air hujan (segala macam tumbuh-tumbuhan) dapat tumbuh, tumbuhan yang dimaksud yakni kalimat **فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا** yang dapat ditafsirkan

sebagai tumbuhan yang hijau, serta diperjelas pada kalimat **حَبًّا مُّسْرَاكِبًا**

yakni tumbuhan tersebut dapat memproduksi biji di dalamnya. Yang mana

tanaman tersebut diperjelas pada tafsir kalimat setelahnya **طَلْعِهَا قِنْوَانٌ**

دَانِيَّةٌ bahwa tanaman tersebut dikelompokkan tumbuhan yang

menggantung rendah (Shihab, 2002). Selain itu, kata **طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَّةٌ**

diartikan sebagai pohon yang memiliki tangkai-tangkai yang menjulai

kebawah, sehingga buahnya yang menggantung pada setiap tangkainya

(Mandzur, 1993). Hal ini sesuai pada fisiologi dari tumbuhan mangga

yakni pohon mangga adalah pohon yang dapat tumbuh tinggi dengan

struktur batang *arboreus*, ketinggian pohon mangga dapat mencapai 5

meter dengan memiliki batang yang bercabang lebih dari satu, serta

buahnya yang berdaging, dengan panjang buah mencapai 2,5-30 cm

menjuntai kebawah pohon. berwarna hijau saat masih muda dan berwarna

hijau kekuningan saat sudah masak. Dan sesungguhnya pada yang demikian itulah terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah SWT) bagi orang-orang yang beriman (Karsinah, 2010),.

2.1.1 Deskripsi Buah Mangga Manalagi (*Mangifera indica*)

2.1.1.1 Perbedaan Mangga Manalagi dengan Mangga Lainnya

Mangifera indica L. (mangga) dikenal sebagai "raja buah "karena merupakan buah yang paling populer di daerah tropis. Mangga ini merupakan buah nasional India dan Indonesia, Filipina, dan pohon nasional negara Bangladesh. Mangga jenis ini termasuk dalam genus *Mangifera*, yang terbentuk dari banyak spesies buah tropis di keluarga *Anacardiaceae*. *Mangifera indica* L. adalah buah asli India dan Asia Tenggara. di mana sudah dibudidayakan selama lebih dari 4000 tahun lamanya, lebih dari seribu varietas dari buah mangga tersedia di seluruh dunia, walau hanya sedikit yang berada di daerah Mediterania, Spanyol dan Israel adalah negara penghasil utama. (Seth, 2002).

Mangifera indica dikenal sebagai tumbuhan mangga dengan spesies tanaman berbunga family *Anacardiaceae*. Tanaman ini berasal dari benua India, di mana varietas asli dan budidaya telah diperkenalkan ke daerah hangat lainnya di dunia. Tanaman ini mampu tumbuh tinggi hingga 100 kaki dan lingkar batang lebih dari dua belas kaki (Rahayu, 1997) Spesies ini telah ada di India sekitar tahun 2000 SM dan dibawa ke Asia Timur sekitar 400-500 SM dari India. Selanjutnya, di abad ke-15

ke Filipina dan kemudian, pada abad ke-16 ke Afrika dan ke Brazil yang dibawa oleh Portugis. Spesies ini digambarkan sebagai ilmu pengetahuan oleh Linnaeus pada tahun 1753 (Shah, 2010).

Mangga merupakan tanaman yang berasal dari India, Pakistan dan Filipina. Pohon mangga adalah pohon nasional Bangladesh. Hal itu ditemukan dalam lagu-lagu penyair Sanskerta abad keempat Masehi. Sebelum itu, diyakini telah dijadikan sampel oleh Alexander (abad ke-4 SM) dan peziarah Tionghoa Hieun Tsang (abad ke 7 Masehi). Kemudian pada abad ke 16 Mughal Emperor, dengan adanya penanaman 100.000 pohon mangga di Darbhanga, yang sekarang dikenal dengan Laksi Bagh (Kamassah, 2013).

Mangga (*Mangifera indica* L.) secara komersial adalah tanaman buah yang paling penting di negara India, terhitung > 54% dari total mangga yang diproduksi di seluruh dunia. Buah ini dikenal dengan aroma yang kuat, warna kulit yang intens, rasa yang lezat, dan nilai gizi tinggi (karena kandungan vitamin C, β -karoten dan mineral yang tinggi). Komposisi kimia buah mangga bervariasi dengan lokasi kultivasi, variasi, dan tingkat kematangan. Ada kenaikan dari 1 sampai 14% kandungan pati selama perkembangan buah, dan menjelang akhir kematangan, baik gula pereduksi dan non-pereduksi ditemukan meningkat. Proses pemasakan buah melibatkan serangkaian perubahan fisiologis, biokimia, dan organoleptik yang mengarah pada perkembangan buah dengan kualitas yang diinginkan. Hormon ethylen

pertumbuhan tanaman, mengatur banyak aspek perkembangan buah dan metabolisme sel, termasuk pematangan buah mangga (Tharanathan, 2006).

Mangga (*Mangifera indica*) telah menjadi ramuan penting dalam sistem pengobatan Ayurvedic dan pribumi selama lebih dari 4000 tahun. Mangga (*Mangifera indica*) berasal dari genus *Mangifera* yang terdiri dari sekitar 30 spesies pohon berbuah tropis di keluarga tanaman berbunga Anacardiaceae. memiliki khasiat antidiabetes, anti-oksidan, anti-virus, kardiotonik, hipotensi, anti-inflamasi. Berbagai efek seperti antibakteri, anti jamur, anthelmintik, anti parasit, anti tumor, anti HIV, resorpsi antibodi, antispasmodik, antipiretik, antidiarrhoeal, antiallergic, imunomodulasi, hipolipidemia, anti mikroba, hepatoprotective, dan juga gastroprotektif (Parvez, 2016).

Buah mangga adalah salah satu yang paling populer dari semua buah-buahan tropis. Mangiferin, yang merupakan antioksidan polifenol dan xanthone glukosil, memiliki antioksidan kuat, peroksidasi anti lipid, imunomodulasi, kardiotonik, hipotensi, penyembuhan luka, aktivitas antidegeneratif dan antidiabetes. (Shah, 2010).

Buah mangga (*Mangifera indica*) yang masih mentah bersifat asam, tajam, antiskorbutik, dan karminatif, ini berguna dalam obat disentri ophthalmia, letusan, urethrorrhoea dan vaginopati. Sedangkan buah mangga (*Mangifera indica*) yang telah matang adalah zat pemanis, emolien, kardiotonik, hemostatik, afrodisiak, dan tonik serta

digunakan dalam kondisi anoreksia, dispepsia, kardiopati, hemoptisis, Perdarahan dari rahim, paru-paru dan usus, emaciation, dan anemia (Parvez, 2016).



Gambar 2.1 Buah Mangga Manalagi (*Mangifera indica*)

Klasifikasi mangga manalagi (*Mangifera indica*) adalah sebagai berikut:

Kingdom: Plantae

Divisi: Spermatophyta

Subdivisi: Angiospermae

Kelas: Dicotyledonae

Ordo: Sapindales

Famili: Anacardiaceae

Genus: *Mangifera*

Spesies: *Mangifera indica* (Parvez, 2016).

Mangifera indica memiliki konsentrasi gula yang tinggi, dan diperkaya dengan vitamin A serta antioksidan. Kandungan gula pada mangga dapat menstimulasi pertumbuhan serta meningkatkan aktivitas BAL dalam menghasilkan asam laktat. BAL akan memanfaatkan gula pada buah mangga untuk difermentasi menjadi asam laktat (Reddy, 2015).

Tabel 2.1 Komposisi Gizi Buah Mangga Manalagi per 100 gram

<i>Mangifera indica</i> L.	
Nutrition value per 100 g	
Energy	70 Kcal
Fruit composition	Quantity
Carbohydrates	14,96 g
Proteins	0,82 g
Fats	0,38 g
Fibers	1,6 g
Vitamins	
Vitamin C	36,4 mg
Vitamin E	1,12 mg
Vitamin A	1082 IU
Niacin (vit B3)	669 µg
Pantothenic acid (vit B5)	160 µg
Pyridoxine (vit B6)	119 µg
Riboflavin (vit B2)	38 µg
Thiamin (vit B1)	28 µg

Folates	43 μg
Vitamin K	4,2 μg
Minerals	
Potassium	168 mg
Phosphorus	14 mg
Calcium	11 mg
Magnesium	10 mg
Iron	160 μg
Manganese	27 μg
Zinc	90 μg

(Lauricella, 2017)

2.1.1.2 Kandungan Nutrisi Mangga Manalagi

Buah dari tanaman mangga manalagi sering dikonsumsi bukan hanya karena rasanya yang lezat namun buah mangga manalagi memiliki kandungan nutrisi yang tinggi didalamnya. Namun ketika buah mangga manalagi masih muda, rasanya asam akan tetapi sudah bisa dikonsumsi, biasanya dibuat campuran makanan dan minuman. Selain itu, buah ini juga memiliki kandungan zat karotenoid yang kaya akan antioksidan, vitamin C dan E, serta dapat menumpas kanker. Sedangkan pada getah dari mangga manalagi sendiri dapat berguna untuk obat pereda rasa nyeri. Dan juga daun tanaman mangga manalagi dapat dimanfaatkan untuk mencegah penyakit diabetes karena mengandung tanin dan anthocyanin (El-Hawary, 2014).

Komposisi kimia dari buah mangga manalagi dilihat dari analisis kimia buah mangga manalagi memberikan bukti kandungannya yang tinggi yakni kandungan kalori (70 Kcal / 100 g) dan merupakan sumber nutrisi penting, seperti karbohidrat, protein, asam lemak esensial, mineral (potasium, magnesium, kalsium, fosfor), serat dan vitamin. Nilai gizi pada buah mangga manalagi ditemukan hingga 25 karoten seperti provitamin A, lutein, alfa-karoten dan beta-karoten yang terlihat dari warna kekuningan dari buahnya. Mangga manalagi juga kaya akan sumber polifenol, polifenol yang diidentifikasi dalam mesokarp buah mangga manalagi meliputi mangiferin, asam gallic, gallotannins, quercetin, isoquercetin, asam ellagic, dan β -glukogallin. Serta bakteri asam laktat yang teridentifikasi sebagai polifenol utama yang ada dalam buah ini (Lauricella, 2017).

Buah *Mangifera indica* yang dikenal sebagai mangga, dianggap sebagai salah satu buah tropis terbaik. Studi etnobotani menunjukkan bahwa tanaman ini banyak digunakan untuk mengobati penyakit. *Mangifera indica* memiliki zat aktif dalam komposisinya dengan potensi pengobatan yang tinggi. Aktivitas farmakologis dari buah *Mangifera indica* terdapat senyawa antioksidan, antitumor, imunomodulator, anti alergi, antiinflamasi, antidiabetes, antivirus, antijamur, antibakteri, dan sifat antiparasit, yang dapat mendukung penggunaan tanaman tradisional (El-Hawary, 2014).

Mangifera indica juga tinggi potasium dan hampir tidak mengandung natrium, memakannya dapat membantu mengatur tekanan darah dan keseimbangan cairan tubuh. Mangga manalagi juga tinggi akan kadar folat dan vitamin A. Folat adalah vitamin B-kompleks yang penting untuk kesehatan jantung dan produksi sel-sel darah. Vitamin A diperlukan untuk penglihatan normal, kulit yang sehat, kesehatan reproduksi, dan perkembangan sel normal. Mangga manalagi juga mengandung quercetin, mangiferin, dan norathyriol, yang semuanya merupakan senyawa antioksidan potensial. Mangga manalagi juga ditemukan menunjukkan aktivitas antiulkus, mengingat adanya tanin, flavonoid, dan saponin (Parvez, 2016).

2.1.1.3 Manfaat Buah Mangga Manalagi

Indonesia merupakan negara dengan keanekaragaman flora yang melimpah, karena banyak jenis tanaman dapat tumbuh di Indonesia. Segala jenis tumbuhan yang ada di bumi telah diciptakan Allah SWT dan memberi manfaat banyak yang termaktub dalam surah Al-An'am (6): 141:

وَهُوَ الَّذِي أَنْشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ
 وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أَكْلُهُ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُتَشَابِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ
 كُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَآتُوا حَقَّهُ يَوْمَ حَصَادِهِ وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا
 يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ

"Dan Dialah yang menjadikan kebun-kebum yang berjunjung dan yang tidak berjunjung, pohon korma, tanam-tanaman yang bermacam-

macam buahnya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak sama (rasanya). Makanlah dari buahnya (yang bermacam-macam itu) bila dia berbuah, dan tunaikanlah haknya di hari memetik hasilnya (dengan disedekahkan kepada fakir miskin); dan janganlah kamu berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang yang berlebih-lebihan." (Al-An'am (6) 141).

Kata **مُخْتَلِفًا** وَالزَّرْعَ ditafsirkan sebagai tanaman-tanaman lain

yang menghasilkan buah- buahan dengan berbagai warna, rasa, bentuk dan aroma yang berbeda-beda. Juga, Allah menciptakan buah zaitun dan delima yang serupa dalam beberapa segi, tetapi berbeda dari beberapa segi lain. Padahal, itu semua tumbuh di atas tanah yang sama dan disiram dengan air yang sama pula (Shihab, 2002). Selain itu, kata

مُخْتَلِفًا وَالزَّرْعَ diartikan sebagai tanaman-tanaman yang bermacam-

macam buahnya yakni yang berbeda-beda buah dan bijinya baik bentuk maupun rasanya, serta dedaunannya yang menjadi hal (tidak sama) rasa keduanya. Makanlah dari buahnya yang bermacam-macam itu bila dia berbuah agar mendapat manfaatnya (Mandzur, 1993). Namun, berdasarkan penjelasan tersebut dapat diketahui bahwa apa yang diciptakan Allah memiliki manfaat masing-masing, seperti halnya pada buah mangga yang merupakan salah satu buah yang memiliki banyak manfaat. Berikut manfaat dari buah mangga manalagi untuk kesehatan (Engels, 2009):

- a. Beta karoten yang ditemukan di mangga manalagi mengurangi risiko terkena asma.
- b. Nutrisi yang ada dalam mangga manalagi juga melindungi terhadap berbagai jenis kanker, seperti kanker usus besar, kanker prostat, leukemia, payudara dan kanker paru-paru.
- c. Kesehatan tulang juga mampu ditingkatkan dengan mengonsumsi buah mangga manalagi.
- d. Mangga manalagi memiliki serat dan juga kandungan air yang baik untuk sistem pencernaan.
- e. Mangga manalagi juga mengandung potasium yang membantu mengurangi risiko terkena serangan jantung.
- f. Vitamin C di buah mangga manalagi membangun kolagen yang baik untuk rambut dan kulit.
- g. Vitamin A pada buah mangga manalagi melindungi mata dan menjaga penglihatan tetap kuat.
- h. Mangga manalagi mengandung zat besi, terutama baik untuk wanita yang menstruasi dan kehilangan darah.
- i. Kombinasi manis dan asam dari mangga manalagi juga mencegah terbentuknya batu ginjal di dalam tubuh.
- j. Buah mangga manalagi mengandung Vitamin A dan Vitamin C yang membuat sistem kekebalan tubuh tetap kuat.
- k. Buah mangga manalagi juga memperlambat proses penuaan.
- l. Buah mangga memiliki kemampuan antiseptik dan antibakteri.

2.2 Bakteri Asam Laktat dan Karakteristiknya

BAL merupakan bakteri Gram positif berbentuk kokus atau batang, tidak membentuk spora dan memiliki suhu optimum $\pm 40^{\circ}\text{C}$. Pada umumnya non motil karena kemampuan biosintesisnya sangat terbatas, bersifat anaerob, katalase negatif dan oksidase positif. BAL memiliki beberapa sifat khusus, antarlain; mampu tumbuh pada kadar gula, alkohol, dan garam yang tinggi, mampu memfermentasikan monosakarida dan disakarida (Fardiaz, 1989).

Karakterisasi morfologi BAL umumnya dilakukan dengan dua cara yaitu makroskopik dan mikroskopik. Karakterisasi morfologi BAL secara makroskopik dilakukan dengan cara melihat langsung morfologi isolat bakteri yang tumbuh pada medium. Karakterisasi morfologi bakteri secara mikroskopik dilakukan dengan uji pewarnaan gram dan pewarnaan endospora (Romadhon, 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 cara memetabolisme berbagai jenis karbohidrat secara fermentatif menjadi asam-asam organik. Disebut sebagai BAL karena salah satu produk utama 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).

a. Bakteri gram positif

Bakteri asam laktat merupakan bakteri Gram positif karena tidak mengalami dekolorisasi dan tetap mengikat warna ungu kristal violet pada tahap akhir pewarnaan. Bakteri Gram positif seperti bakteri asam laktat memiliki penghambatan lebih besar pada bakteri gram negatif karena pertumbuhan bakteri asam laktat yang menghasilkan senyawa atau metabolit seperti asam laktat yang meningkatkan keasaman lingkungan pertumbuhan dan terbentuknya bakteriosin sehingga bakteri asam laktat dapat digunakan sebagai antimikroba (Wibowo, 1988).

Bakteri gram positif seperti bakteri asam laktat memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap senyawa antimikroba dibanding bakteri Gram negatif. Struktur dinding sel bakteri Gram negatif lebih kompleks dari pada bakteri Gram positif, sehingga senyawa antimikroba akan lebih mudah masuk ke dalam sel bakteri Gram positif. Masuknya senyawa antimikroba mengakibatkan perubahan permeabilitas pada dinding sel bakteri. Hal ini menyebabkan kebocoran nutrisi dan terganggunya metabolisme sel yang berakibat pada kematian bakteri tersebut, hal ini menunjukkan bahwa isolat bakteri asam laktat yang dihasilkan dari fermentasi yang berpotensi

untuk digunakan sebagai antimikroba dalam menghambat pertumbuhan bakteri pathogen (Fardiaz, 1992)

b. Bakteri endospora negatif (tidak memiliki endospora)

Bakteri asam laktat merupakan bakteri yang tidak membentuk spora atau endospora negatif, sehingga ketika dilakukan pewarnaan endospora, yang tampak adalah sel vegetatif yang menghasilkan warna merah muda pada akhir tahap pewarnaan (Axelsson, 2004). Pada pernyataan Fardiaz (1992) menambahkan bahwa pada pewarnaan endospora, endospora akan terlihat pada mikroskop dengan bentuk bulatan-bulatan berwarna hijau.

c. Bakteri katalase negatif

Bakteri asam laktat merupakan bakteri katalase negatif karena tidak menghasilkan enzim katalase yang dapat memecah hidrogen peroksida (Wibowo, 1988). Bakteri asam laktat dapat tumbuh sama baiknya di lingkungan yang memiliki dan tidak memiliki O_2 (tidak sensitif terhadap O_2), sehingga termasuk aerob toleran. BAL juga menghasilkan hidrogen peroksida (H_2O_2) karena adanya oksigen sehingga terjadi reaksi flavoprotein oksidasi atau nicotinamida adenin hidroxy dinucleotida (NADH) peroksida. H_2O_2 berasal dari oxidation sulfhydryl disebabkan karena denaturasi dari sejumlah enzim berasal dari perioksidase membrane lipids sehingga meningkatkan permeabilitas membran. H_2O_2 juga dapat berfungsi sebagai prekursor

untuk memproduksi bakteri radikal bebas antara lain O_2 dan OH yang dapat merusak DNA (Juodeikiene, 2015).

Semua organisme yang dapat hidup di lingkungan O_2 , memiliki enzim superoksida dismutase yang dihasilkan oleh sistem metabolisme. Bakteri aerobtolerant (seperti bakteri asam laktat) tidak memiliki enzim katalase, sehingga mikroba ini menguraikan H_2O_2 menggunakan enzim peroksidase yang berasal dari elektron $NADH_2$ sehingga dapat mengubah peroksida menjadi H_2O . Beberapa organisme fotosintesis dilindungi dari reaksi oksidasi oleh radikal oksigen dengan adanya pigmen karotenoid. Pigmen karotenoid secara fisik bereaksi dengan radikal oksigen sehingga dapat mengurangi tingkat keracunan di dalam sel. Organisme anaerob obligat tidak memiliki enzim superoksida dismutase, katalase atau peroksidase. Oleh karena itu, organisme ini mengalami oksidasi oleh radikal oksigen sehingga dapat mematikannya saat berada di lingkungan dengan kandungan O_2 (Fardiaz, 1989).

d. Bakteri nonmotil

Pengujian motilitas dilakukan untuk melihat bakteri yang memiliki flagella, yang ditandai dengan melebarnya bakteri pada bagian atas permukaan medium. Bakteri asam laktat bersifat non motil, bakteri probiotik memiliki kemampuan biosintesis yang sangat terbatas, sehingga bersifat non motil dan perolehan energinya semata-mata hanya bergantung pada metabolisme secara fermentatif. Bakteri

asam laktat juga menghasilkan berbagai senyawa metabolit lainnya disamping asam laktat, diantaranya adalah hydrogen peroksida (H_2O_2) karena tidak memiliki enzim katalase yang bisa memecah H_2O_2 . Oleh karena isolat tersebut bersifat non motil, maka dapat dinyatakan bahwa bakteri tersebut tidak mempunyai flagella sebagai organ untuk bergerak (Purwohadisantoso, 2009).

e. BAL homofermentatif dan heterofermentatif

Bakteri asam laktat terbagi menjadi dua jenis, yaitu homofermentatif (sebagian besar hasil akhir merupakan asam laktat) dan heterofermentatif (hasil akhir berupa asam laktat, asam asetat, etanol dan CO_2). Secara garis besar, keduanya memiliki kesamaan dalam mekanisme pembentukan asam laktat, yaitu piruvat akan diubah menjadi laktat (atau asam laktat) dan diikuti dengan proses transfer elektron dari NADH menjadi NAD^+ . Pola fermentasi ini dapat dibedakan dengan mengetahui keberadaan enzim-enzim yang berperan di dalam jalur metabolisme glikolisis (Fardiaz, 1989).

Pada heterofermentatif, tidak ada aldolase dan heksosa isomerase tetapi menggunakan enzim fosfoketolase dan menghasilkan CO_2 . Metabolisme heterofermentatif dengan menggunakan heksosa (golongan karbohidrat yang terdiri dari 6 atom karbon) akan melalui jalur heksosa monofosfat atau pentosa fosfat. Sedangkan homofermentatif melibatkan aldolase dan heksosa aldolase namun

tidak memiliki fosfoketolase serta hanya sedikit atau bahkan sama sekali tidak menghasilkan CO₂. Jalur metabolisme dari yang digunakan pada homofermentatif adalah lintasan Embden-Meyerhof-Parnas (Fardiaz, 1989).

Kondisi pH optimum BAL adalah sekitar 4 – 5 sehingga bakteri asam laktat dapat berkompetitif dengan bakteri lain terutama bakteri patogen yang memiliki pH optimum 7,2 – 7,6. BAL terbagi menjadi delapan genus antara lain *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc*, *Bifidobacterium* dan *Corinobacterium*. Berdasarkan tipe fermentasinya, BAL terbagi menjadi heterofermentatif dan homofermentatif. Kelompok homofermentatif menghasilkan asam laktat sebagai produk utama dari fermentasi gula, sedangkan kelompok heterofermentatif menghasilkan asam laktat dan senyawa lain yaitu CO₂, etanol, asetaldehida, diasetil, serta senyawa lainnya (Irianto, 2006).

f. BAL tumbuh pada suhu optimum

Berdasarkan strain bakteri, suhu optimum pada pertumbuhan BAL juga beragam. Beberapa suhu optimum dari berbagai jenis strain bakteri asam laktat yaitu (Irianto, 2006):

a) Bakteri psikotropik (bakteri yang mampu tumbuh pada suhu 5°C atau dibawahnya), seperti genus *Leuconostoc*, *Pediococcus* dan beberapa spesies *Lactobacillus* fakultatif heterofermentatif,

khususnya *Lactobacillus sake*.

b) *Lactobacillus* dan *Streptococcus* (kultur stater yogurt) dan beberapa spesies *Lactobacillus* obligat homofermentatif tumbuh pada suhu optimum 45°C dan tidak tumbuh pada suhu 15°C.

c) Beberapa strain bakteri asam laktat yang memiliki sifat thermoduric (tahan pada suhu tinggi) seperti *Enterococcus* dan *Streptococcus* dapat tumbuh pada suhu mencapai 50°C. Salah satu contoh bakteri yang telah dimanfaatkan ialah *Enterococcus faecalis* yang digunakan sebagai indikator kesempurnaan proses pasteurisasi.

g. BAL tumbuh pada kadar garam (NaCl) tertentu

BAL akan mentolerir kadar garam yang tinggi untuk memulai proses metabolisme sehingga menghasilkan asam yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri yang tidak diinginkan sedangkan konsentrasi garam empedu manusia berkisar dari 0,1%, 0,3% sampai 4% pada kondisi normal (Misgiyarta, 2003). Bakteri asam laktat yang dapat bertahan pada konsentrasi garam empedu akan mencapai usus kecil dan usus besar sehingga dapat menyeimbangkan mikroflora didalam pencernaan manusia (Thakkar, 2015).

Toleransi terhadap kadar garam (6,5% NaCl) dapat juga digunakan untuk membedakan genus antara *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Vagococcus* dan *Streptococcus*, yang mana reaksi

berbeda dapat ditemukan pada genus *Streptococcus* yang tidak toleran terhadap kadar garam (6,5% NaCl), sedangkan BAL yang berbentuk batang dan dapat hidup pada konsentrasi garam 6,5% maka termasuk ke dalam genus *Lactobacillus* (Axelsson, 2004).

Beberapa kriteria yang harus dimiliki oleh mikroorganisme untuk dapat dimanfaatkan sebagai probiotik adalah (Reddy, 2015):

- 1) Memiliki aktivitas antimikroba
- 2) Resistensi terhadap seleksi saluran pencernaan seperti asam lambung, cairan empedu dan getah pankreas
- 3) Mampu berkoloni dalam saluran pencernaan
- 4) Mampu meningkatkan kemampuan penyerapan usus.

BAL umumnya digunakan karena memberi kontribusi signifikan terhadap rasa, tekstur dan terhadap nilai gizi produk makanan (Mckay, 1990). BAL digunakan sebagai starter alami atau pilihan dalam fermentasi dan penggunaan makanan. Efek antimikroba terjadi akibat proses metabolisme yang berbeda (metabolisme laktosa, enzim proteolitik, serapan sitrat, ketahanan bakteriofag, produksi bakteriosin, biosintesis polisakarida, ketahanan ion logam dan resistensi antibiotik) (Zotta, T., 2009).

Bakteri asam laktat (BAL) memainkan peran kunci dalam fermentasi makanan di mana mereka berada tidak hanya berkontribusi pada pengembangan sifat sensoris yang diinginkan pada produk akhir

tetapi juga untuk keamanan mikrobiologis mereka. BAL memiliki status GRAS (umumnya aman) yang sekitar 25% makanan Eropa serta 60% makanan di banyak orang di negara berkembang yang terdiri dari makanan fermentasi dari BAL (Juodeikiene, 2015).

Bakteri asam laktat termasuk dari bakteri Gram positif, biasanya berbentuk nonmotil dan nonspora, tidak memiliki batang dan kokus, serta menghasilkan fermentasi glukosa asam laktat sebagai produk akhir metabolisme utama dan umumnya dianggap aman atau *Generally Regarded As Safe* (GRAS). BAL secara historis telah dikaitkan dengan fermentasi makanan sebagai pengasaman menghambat pertumbuhan agen pembusukan. Dan proteinase bakteriosin diproduksi oleh beberapa strain BAL, untuk pembusukan dan sebagai patogen mikroorganisme (Masibo, 2009).

Makhluk Allah SWT yang paling kecil dijelaskan dalam surat Saba' (34): 3:

وَقَالَ الَّذِينَ كَفَرُوا لَا تَأْتِينَا السَّاعَةُ ۗ قُلْ بَلَىٰ وَرَبِّي لَتَأْتِيَنَّكُمْ عِلْمُ الْغَيْبِ لَا يَعْزُبُ عَنْهُ مِثْقَالُ ذَرَّةٍ فِي السَّمَوَاتِ وَلَا فِي الْأَرْضِ وَلَا أَصْغَرُ مِنْ ذَلِكَ وَلَا أَكْبَرُ إِلَّا فِي كِتَابٍ مُّبِينٍ ۝

"Dan orang-orang kafir berkata, "Sesungguhnya hari kiamat tidak akan datang kepada kita." Katakanlah, "Ya, oleh Tuhanku, pasti akan datang kepadamu. (Allah adalah) Yang Maha Mengetahui yang tak terlihat." Tidak ada tersembunyi daripada-Nya sebesar zarrahpun yang ada di langit dan yang ada di bumi dan tidak ada (pula) yang lebih kecil dari itu dan yang lebih besar, melainkan tersebut dalam Kitab yang nyata (Lauh Mahfuzh)" (QS. Saba':3).

Berdasarkan tafsir ayat tersebut terdapat kata **مِثْقَالُ ذَرَّةٍ** yang berarti semut, yang mana tidak samar bagi-Nya seekor semut pun di langit dan di bumi, tiada yang lebih besar atau lebih kecil dari itu kecuali ia telah tertulis dalam kitab yang nyata (Katsir, 2004). Pada kata **مِثْقَالُ ذَرَّةٍ** diperjelas tafsirannya yakni diartikan sebagai semut terkecil, dimana tidak ada yang tersembunyi, tiada yang tidak tampak bagi-Nya walaupun seberat *dzarrah* atau semut yang paling kecil (yang ada di langit dan yang ada di bumi, dan tidak ada pula yang lebih kecil dari itu dan yang lebih besar, melainkan semuanya tercatat dalam Kitab lauhul mahfuzh (Abdullah, 2003). Hal ini dapat diketahui bahwa Allah SWT tidak hanya menciptakan sesuatu dengan ukuran yang sama, melainkan Allah SWT menciptakan sesuatu dengan ukuran yang beragam, baik besar maupun yang kecil, baik yang ada di langit maupun di bumi. dalam ayat tersebut tertulis dengan kata **وَلَا أَصْغَرَ** maksudnya lebih kecil dari itu, dan **وَلَا أَكْبَرُ** yang mana ditafsirkan tidak ada yang lebih besar dari *dzarrah* (semut yang paling kecil) (Jazairi, 2007). Hal tersebut dapat dimaksudkan pada mikroba yang tersusun dari organel-organel kecil penyusun sel, yang dapat dimanfaatkan oleh manusia, salah satunya adalah contoh dari ciptaan Allah SWT yang kecil yakni

mikroorganisme bakteri asam laktat yang dimasukkan ke dalam makanan untuk dikonsumsi sebagai makanan probiotik (Shihab, 2002).

2.2.1 Bakteri Asam Laktat pada Buah Mangga

Bakteri asam laktat (BAL) merupakan kelompok bakteri gram positif yang tidak membentuk spora dengan katalase negatif. Jahurul (2015) mengatakan bahwa pengelompokannya juga berdasarkan morfologi, metabolit dan sifat-sifat fisiologinya. Deskripsi tentang bakteri ini diantaranya adalah memproduksi asam laktat sebagai komponen utama setelah fermentasi karbohidrat. Beberapa kelompok BAL yang sering dijumpai pada buah yakni genus *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, dan *Lactobacillus* (Reddy, 2015):

- a. *Streptococcus thermophilus*, *Streptococcus lactis* dan *Streptococcus cremoris* merupakan spesies yang harus diakui karena keterlibatan mereka dalam sejumlah besar penyakit manusia dan hewan. Nama genus *Streptococcus* pertama kali digunakan oleh Rosenbach (1884) untuk menggambarkan bakteri pembentuk-rantai, berbentuk kokus yang terkait dengan infeksi luka. Genus *Streptococcus* awalnya digambarkan berdasarkan karakteristik morfologi, serologis, fisiologis dan biokimia.
- b. *Pediococcus cerevisiae*, merupakan spesies homofermentatif, mudah dibedakan dari BAL homofermentatif lainnya, berbentuk bulat dan berkoloni tetrad (berkumpul empat), non-motil, umumnya

terkait dengan tanaman dan produk mereka seperti kubis, mentimun, acar dan anggur

- c. *Leuconostoc mesenteroides* dan *Leuconostoc dextranicum* merupakan spesies yang termasuk dalam gram positif berbentuk bulat yang terdapat secara berpasangan atau rantai pendek. Genus dominan di antara BAL pada tanaman, dengan *L. mesenteroides* sebagai isolat utama. Dalam makanan fermentasi yang berbahan dasar tumbuhan, *L. dextranicum* secara umum adalah organisme pertama yang tumbuh dan digantikan oleh lactobacilli yang toleran terhadap asam.
- d. *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus fermentum* dan *Lactobacillus delbureckii*. Organisme-organisme ini adalah bakteri berbentuk batang, gram positif dan sering berbentuk pasangan dan rantai dari sel-selnya. Bakteri ini tumbuh dengan habitat yang berbeda, menghasilkan pH 4.0 dalam makanan yang mengandung karbohidrat yang dapat difermentasi, sering menekan pertumbuhan atau membunuh bakteri lain dan penting dalam pembuatan makanan fermentasi (susu, daging, penghuni pertama, bir dan buah) serta pembersihan.

BAL adalah bagian kecil mikrobiota asli yang terdapat pada buah, khususnya bakteri asam laktat (BAL) pada buah mangga yang menunjukkan aktivitas membunuh *Staphylococcus aureus*, *Salmonella Typhimurium*, *Salmonella Enteritidis*, *Listeria monocytogenes* dan

Escherichia coli. Isolat dari BAL pada buah mangga, terdiri dari genus *Lactobacillus* dan *Enterococcus* yang paling dominan yakni dua isolat diidentifikasi sebagai *L. mesenteroides* dan satu isolat diidentifikasi sebagai *E. Faecium*, efek penghambatan oleh strain *Lactobacillus* (diameter pertumbuhan dan zona penghambatan) telah terbukti menunjukkan aktivitas membunuh bakteri target dalam uji difusi dengan baik dengan penghambatan pertumbuhan zona diameter bervariasi ≥ 10 mm sampai mencapai ≥ 18 mm. Berdasarkan zona hambat yang diperoleh bakteri antara 10-20 mm dapat dikategorikan kuat (Davis, 2007).

2.3 Bakteri Uji

2.3.1 *Escherichia coli*

Escherichia coli merupakan bakteri komensal yang dapat bersifat patogen, bertindak sebagai penyebab utama morbiditas dan mortalitas diseluruh dunia. *Escherichia coli* merupakan bakteri Gram negatif berbentuk batang pendek yang memiliki panjang sekitar 2 μm , diameter 0,7 μm , lebar 0,4-0,7 μm dan bersifat anaerob fakultatif. *Escherichia coli* membentuk koloni yang bundar, cembung, dan halus dengan tepi yang nyata. Spesies ini bersifat motil dengan flagel peritrik yang dimilikinya, tetapi beberapa ada yang non motil. *Escherichia coli* memiliki flagel peritrikus karena flagelnya terdapat di sekujur tubuh. Selain itu bakteri ini juga memiliki pili yaitu berupa fibril dan diatur oleh F-plasmid (Purwoko, 2007).

Escherichia coli merupakan bakteri gram negatif berbentuk batang

dalam sel tunggal atau berpasangan, merupakan anggota family Enterobacteriaceae dan flora normal intestinal yang mempunyai kontribusi pada fungsi normal usus dan nutrisi tetapi bakteri ini akan menjadi patogen bila mencapai jaringan di luar jaringan intestinal. Bakteri *E.coli* merupakan jasad indikator dalam substrat air dan bahan makanan yang mampu memfermentasikan laktosa pada temperatur 37°C dengan membentuk asam dan gas dalam waktu beberapa jam. Bakteri ini berpotensi patogen karena pada keadaan tertentu dapat menyebabkan diare (Suriawiria, 1996).

Escherichia coli biasanya berkolonisasi di saluran pencernaan dalam beberapa jam setelah masuk ke dalam tubuh dan membangun hubungan mutualistik. Namun, strain non-patogenik dari *E. coli* bisa menjadi patogen, ketika adanya gangguan di dalam pencernaan serta immunosupresi pada host (Suriawiria, 1996).

Bakteri *E. coli* dapat tumbuh baik pada hampir semua media yang bisa dipakai di dalam laboratorium mikrobiologi. Bakteri ini merupakan salah satu kelompok koliform yang dapat memfermentasikan laktosa dengan menghasilkan asam dan gas pada suhu 44°C, bersifat indol positif, menghasilkan asam dari manitol pada suhu 37°C, bersifat merah metal (methyl red) positif. Suhu optimum pertumbuhan adalah 37°C (Juliantina, 2009)

2.3.2 *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus merupakan bakteri Gram positif berbentuk bulat berdiameter 0,7-1,2 µm, tersusun dalam kelompok-

kelompok yang tidak teratur seperti buah anggur, fakultatif anaerob, tidak membentuk spora, dan tidak bergerak. Bakteri ini tumbuh pada suhu optimum 37 °C, tetapi membentuk pigmen paling baik pada suhu kamar (20-25 °C). Koloni pada perbenihan padat berwarna abu-abu sampai kuning keemasan, berbentuk bundar, halus, menonjol, dan berkilau. Lebih dari 90% isolat klinik menghasilkan *S. aureus* yang mempunyai kapsul polisakarida atau selaput tipis yang berperan dalam virulensi bakteri (Jawetz, 2008).

Staphylococcus aureus mudah tumbuh pada kebanyakan pembedahan bakteriologik dalam keadaan aerobik atau mikroaerobik, tumbuh paling cepat pada suhu kamar 37°C, paling baik membentuk pigmen pada suhu kamar (20°C) dan pada media dengan Ph 7,2-7,4 koloni pada pembedahan padat berbentuk bulat, halus menonjol dan berkilau-kilau membentuk pigmen (Jawetz, 2008).

2.4 Mekanisme Bakteri Asam Laktat dalam Penghambatan (Antibakteri)

Mekanisme penghambatan dan kerusakan mikroba oleh senyawa antimikroba berbeda-beda. Menurut Oxoid (2004), antimikroba mempunyai mekanisme kerja utama antara lain sebagai berikut :

1) Penginaktifan enzim tertentu

Penginaktifan enzim tertentu adalah mekanisme umum dari senyawa antiseptika dan disinfektansia, seperti turunan aldehida, amida, karbanilida, etilen-oksida, halogen, senyawa-senyawa merkuri dan senyawa ammonium kuartener.

2) Denaturasi protein

Turunan alkohol, halogen dan halogenator, senyawa merkuri, peroksida, turunan fenol dan senyawa ammonium kuartener bekerja sebagai antiseptika dan disinfektan dengan cara denaturasi dan konjugasi protein sel bakteri.

3) Mengubah permeabilitas membran sitoplasma bakteri

Cara ini adalah model kerja dari turunan amin dan guanidin, turunan fenol dan senyawa amonium kuarternier. Permeabilitas membran dapat mengubah sitoplasma bakteri, senyawa-senyawa tersebut dapat menyebabkan bocornya konstituen sel yang esensial, sehingga bakteri mengalami kematian.

4) Intekalasi ke dalam DNA

Beberapa zat warna seperti turunan trifenilmetan dan turunan akridin, bekerja sebagai antibakteri dengan mengikat secara kuat asam nukleat, menghambat sintesis DNA dan menyebabkan perubahan bahan kerangka mutasi pada sintesis protein.

5) Pembentukan khelat

Beberapa turunan fenol, seperti heksoklorofen dan oksikuinolin dapat membentuk khelat dengan ion Fe dan Cu, kemudian bentuk khelat tersebut masuk ke dalam sel bakteri. Kadar yang tinggi dari ion-ion logam di dalam sel menyebabkan gangguan fungsi enzim, sehingga mikroorganisme mengalami kematian.

6) Bersifat sebagai antimetabolit

Antimikroba bekerja menghambat tahap metabolik spesifik mikroba, seperti pada sulfonamida dan trimetoprin. Sulfanamida menghambat pertumbuhan sel dengan menghambat sintesis asam folat oleh bakteri. Sulfonamida secara struktur mirip dengan asam folat, para amino benzoic acid (PABA), dan bekerja secara kompetitif untuk enzim-enzim yang langsung mempersatukan PABA dan sebagian pteridin menjadi asam dihidropteroat. Trimetoprin secara struktur analog pteridin yang dibagi oleh enzim dihidrofolat reduktase dan bekerja sebagai penghambatan kompetitif enzim tersebut yang dapat mengurangi dihidrofolat menjadi tetrahidrofolat.

7) Penghambatan terhadap sintesis dinding sel

Antimikroba golongan ini dapat menghambat sintesis atau menghambat aktivitas enzim yang dapat merusak dinding sel mikroorganisme. Antimikroba yang termasuk kelompok ini antara lain : penisilin, sefalosporin, vankomisin, sikloserin, basitrasin. Penisilin yang bekerja sebagai analog struktur D-alanil-D-alanin yang menempati tempat dari enzim transpeptidase yang menimbulkan crosslink antara bagian dinding sel mikroorganisme (bakteri). Penisilin dapat menghambat pembentukan crosslink tersebut.

8) Penghambatan fungsi permeabilitas membran sel

Antimikroba bekerja secara langsung pada membran sel yang mempengaruhi permeabilitas dan menyebabkan keluarnya senyawa intraseluler mikroorganisme (bakteri). Antimikroba tersebut memiliki fungsi: (1) berinteraksi dengan sterol membran sitoplasma pada sel jamur

seperti amfoterisin B dan nistanin, (2) merusak membran sel bakteri gram negatif, misalnya polimiksin dan kolistin.

9) Penghambatan sintesis protein

Antimikroba disini mempengaruhi fungsi ribosom pada mikroorganisme yang menyebabkan sintesis protein terhambat. Hal ini antimikroba berfungsi untuk: a) berinteraksi dengan ribosom 30S, kelompok ini termasuk aminoglikosida, terasiklin dan lain-lain. Aminoglikosida yang menyebabkan akumulasi sintesis protein awal yang kompleks. Salah dalam menterjemahkan tanda mRNA dan menghasilkan polipeptida yang abnormal. Tertrasiklin bekerja menghambat ikatan aminoasil tRNA dengan ribosom mRNA kompleks. b) berinteraksi dengan ribosom 50S misalnya pada kloramfenikol, linkomisin, klindamisin, eritromisin.

10) Penghambatan asam nukleat

Antimikroba mempengaruhi metabolisme asam nukleat, sebagai contoh rifampisin, mengikat dan menghambat DNA dependent RNA polimerase yang akan pada bakteri. Kuinolon menghambat DNA girase dan metronidazol menghambat sintesis DNA. Penghambatan mikroba oleh senyawa antimikroba secara umum dapat disebabkan oleh : 1) gangguan pada komponen penyusun sel terutama komponen penyusun dinding sel, 2) reaksi dengan membran sel yang dapat mengakibatkan perubahan permeabilitas dan kehilangan komponen penyusun sel, 3) penghambatan terhadap sintesis protein dan 4) gangguan fungsi material genetik. Menurut

Kanazawa (1995) terjadi proses tersebut disebabkan oleh adanya pelekatan senyawa antimikroba pada permukaan sel mikroba atau senyawa tersebut berdifusi ke dalam sel.

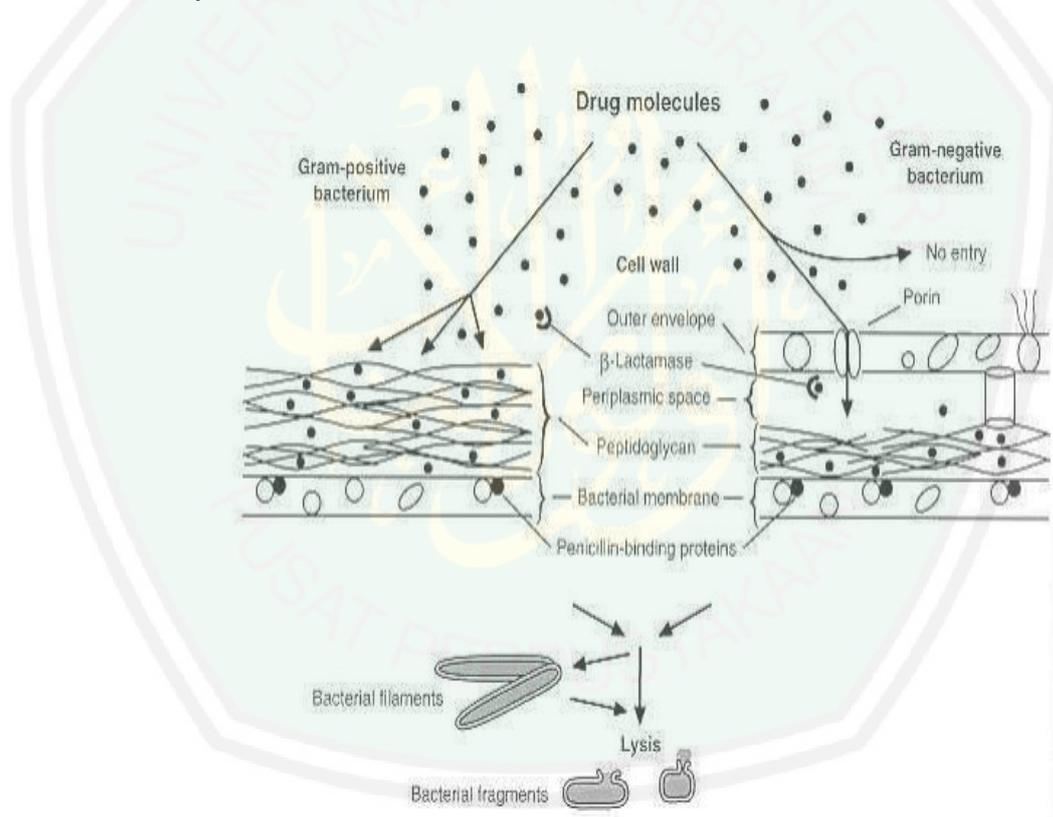
a. Gangguan Pembentukan Dinding Sel

Dinding sel bakteri mengandung peptidoglikan yang terdiri dari turunan gula yaitu asam N-asetilglukosamin dan asam N-asetilmuramat serta asam amino 1, alanin, D-alanin, D-glutamat, dan lisin (Fardiaz,1984). Bakteri gram-positif mengandung 90% peptidoglikan serta lapisan asam teikoat dan asam teikuronat yang bermuatan negatif. Pada bakteri gram negatif terdapat lapisan di luar dinding sel yang mengandung 5-20% peptidoglikan. Lapisan ini merupakan lipid kedua yang disebut lapisan lipopolisakarida (LPS). Lapisan ini tersusun oleh fosfolipid, polisakarida dan protein (Madigan,2000).

Perbedaan struktur dinding sel berpengaruh pada ketahanannya terhadap perlakuan bahan antimikroba dan bagian penting dari dinding adalah lapisan peptidoglikan karena lapisan ini berfungsi untuk melindungi sel bakteri dari perubahan kondisi lingkungan dan faktor - faktor luar yang menyebabkan kerusakan membran sel yang berakibat kematian sel bakteri tersebut. Bakteri gram-positif lebih sensitif terhadap perlakuan biosida dari pada bakteri gram negatif (Madigan, 2000).

Mekanisme masuknya bahan antimikroba terhadap bakteri Gram positif dan gram negatif berbeda seperti terlihat pada gambar 2.4. Pada

Gambar 2.4 terlihat bahwa pada bakteri gram positif, bahan antimikroba dapat langsung masuk dan akan mengisi lapisan peptidoglikan kemudian berikatan dengan protein, selanjutnya dapat menyebabkan bakteri tersebut lisis. Sedangkan pada bakteri gram-negatif bahan tersebut masuk melalui porin yang terdapat pada lapisan luar, kemudian masuk ke lapisan peptidoglikan dan selanjutnya membentuk ikatan dengan protein (Nychas, 2000).



Gambar 2.2 Mekanisme bahan antimikroba terhadap bakteri gram negatif dan gram positif

Penghambatan senyawa antimikroba adalah kemampuan suatu senyawa antimikroba untuk mempengaruhi dinding sel mikroba. Nychas (2000), menyatakan bahwa penghambatan senyawa antimikroba terlibat

pada produksi energi dan pembentukan komponen struktural sehingga dinding sel bakteri terganggu. Mekanisme kerusakan dinding sel dapat disebabkan oleh adanya akumulasi komponen lipofilik yang terdapat pada dinding sel atau membran sel.

b. Bereaksi Dengan Membran Sel

Membran sitoplasma yang berperan pada ketahanan sel dapat terganggu permeabilitasnya oleh beberapa senyawa antimikroba yang dapat menyebabkan kebocoran sel sehingga transfer isi sel tidak terkontrol. Bocornya membran sitoplasma bersifat dapat pulih dan dapat dideteksi dengan adanya perubahan jumlah asam nukleat dan protein dalam medium. Senyawa antimikroba dapat menyerang membran sitoplasma dan mempengaruhi integritasnya, kerusakan pada membran ini mengakibatkan peningkatan permeabilitas dan terjadi kebocoran sel, yang diikuti dengan keluarnya materi intraseluler (Nychas, 2000).

c. Penghambatan Sintesis Protein

Sintesis protein adalah pembentukan rantai polipeptida dari asam amino melalui ikatan peptida. Proses sintesis tersebut terdiri atas beberapa tahap yaitu inisiasi, penggabungan kompleks asam amino, pembentukan ikatan peptida, translokasi dan terminasi. Senyawa antimikroba dapat menghambat sintesis protein bakteri, yaitu senyawa tersebut bereaksi dengan komponen sel ribosom 50S yang membentuk kompleks pada tahap inisiasi, sehingga menstimulasi translasi yang

salah,selanjutnya terjadi penyimpangan dalam ribosom, yang mengakibatkan sintesis protein dilanjutkan dengan pasangan yang tidak tepat dan akhirnya mengganggu pembentukan protein (Nychas, 2000).

d. Gangguan Fungsi Material Genetik

Sintesis protein merupakan hasil akhir dari proses transkripsi (sintesis asam ribonuklat, tergantung DNA) dan proses translasi (sintesis protein tergantung RNA), jika senyawa antimikroba menghambat salah satu dari kedua proses tersebut maka sintesis protein akan terhambat. Senyawa antimikroba dapat mengganggu pembentukan asam nukleat (DNA dan RNA), akibatnya transfer informasi genetik akan terganggu karena komponen menghambat aktivasi enzim RNA polimerase dan DNA polimerase yang selanjutnya akan menginaktivasi atau merusak materi genetik sehingga mengganggu proses pembelahan sel (Campbell, 2002).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan pada penelitian kali ini yakni rancangan kualitatif dan kuantitatif meliputi pengamatan mikroskopis, makroskopis, dan uji biokimia dari masing-masing isolat bakteri asam laktat (BAL) yang diperoleh dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica*), serta pengujian isolat BAL yang mampu menghasilkan antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Buah mangga manalagi (*Mangifera indica*) yang diteliti sebagai bahan, diperoleh di daerah Tirto sari, Desa Landungsari, Kecamatan Dau, Kota Malang.

3.2. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari – Juli 2018 bertempat di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian kali ini yaitu buah mangga manalagi (*Mangifera indica* L.).

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian kali ini yaitu pengamatan makroskopik, pengamatan mikroskopik, uji biokimia bakteri asam laktat dan zona hambat yang didapatkan pada aktivitas antibakteri *E. coli* dan *S. aureus*.

3.3.3 Variabel Kontrol

Variabel kontrol dalam penelitian ini terdiri dari media penanaman dan isolat bakteri dalam buah mangga manalagi (*Mangifera indica*) yaitu media MRS (*De Man Rogosa Sharpe*), *E. coli* dan *S. aureus* menggunakan media penanaman yaitu *Nutrient Broth* (NB) dan *Nutrient Agar* (NA), suhu inkubasi 37°C.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *sentrifuge*, *hot plate*, autoklaf, timbangan analitik, mikropipet, mikroskop, lemari es, vortex, inkubator, *shaker* inkubator, *Laminar Air Flow* (LAF) dan peralatan mikrobiologi seperti *paper disc*, *beaker glass*, gelas ukur, batang pengaduk, bunsen, spatula, cawan petri, tube, *blue tip*, pinset, erlenmeyer, korek api, jarum ose, *magnetic stirrer*, tabung reaksi dan rak tabung reaksi.

3.4.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah mangga manalagi (*Mangifera indica* L.), isolat bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, media NA (*Nutrient Agar*), media *Nutrient Broth* (NB), media *De Mann rogosa shape Agar* (MRS), media *De Mann rogosa shape*

Broth (MRSB), aquades steril, spirtus, kertas saring, pewarnaan Gram (larutan kristal violet, iodium, etanol 96%, safranin, *malachite* hijau, H₂O₂ 3%), alkohol 70%, aluminium foill, plastik *wrap*, kertas cakram, kantong plastik tahan, kertas label, *tissue*, dan kapas.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Sterilisasi Alat

Alat-alat yang akan digunakan disterilkan terlebih dahulu. Alat-alat gelas disterilkan menggunakan sterilisasi fisik dengan autoklaf pada suhu 121°C tekanan 1 atm selama 15 menit. Alat yang tidak tahan terhadap panas tinggi disterilkan dengan alkohol 70% semua kegiatan dilakukan didalam *Laminary Air Flow*.

3.5.2 Pembuatan Media

a. Media MRSA dan MRSB

Media MRSA ditimbang sebanyak 6,28 gram, kemudian dilarutkan dengan aquades sebanyak 100 mL. Sedangkan media MRSB ditimbang sebanyak 5,15 gram dalam 100 mL aquades. Kemudian masing-masing media ditutup dengan kapas dan kasa setelah itu, diletakkan di atas *hot plate* hingga mendidih dan dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer* dan disterilisasi dalam autoklaf dengan suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 15 menit (Ismail, 2017).

b. Media *Nutrient Agar* (NA) dan *Nutrient Broth* (NB)

Media NA ditimbang sebanyak 2,8 gram, kemudian dilarutkan dengan aquades 100 mL. Sedangkan media NB ditimbang sebanyak 10 gram dalam 500

mL aquades. Kemudian masing-masing media ditutup dengan kapas dan kasa setelah itu, diletakkan di atas *hot plate* hingga mendidih dan dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer* dan disterilisasi dalam autoklaf selama 15 menit pada tekanan 1 atm, suhu 121°C (Ismail, 2017).

c. Media *Sulphide Indole and Motility* (SIM)

Media SIM ditimbang sebanyak 3,0 gram dan dilarutkan dalam 100 ml aquades. Media disterilkan dengan autokla pada suhu 121°C selama 15 menit. Sebanyak 5 ml media dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan dibiarkan pada posisi tegak.

3.5.3 Isolasi BAL dari Buah Mangga Manalagi

Buah mangga manalagi (*Mangifera indica*) yang siap panen umur 58 hari dikupas kulitnya dan diiris kecil, sebanyak 750 gram irisan buah mangga manalagi dimasukkan ke dalam erlenmeyer berisi 1000 mL aquades steril dan diinkubasi pada suhu kamar selama 24 -48 jam. Selanjutnya 1 mL air rendaman buah mangga (fermentasi) dipipet dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 mL aquades steril. Kemudian dilakukan penanaman pada medium MRSA menggunakan metode *pour plate* (tuang) dan diinkubasi selama 48 jam pada suhu 37°C. Koloni tunggal dimurnikan dengan metode goresan *qudrant streak* selanjutnya diseleksi berdasarkan bentuk koloni, sifat Gram positif, katalase negatif, dan bentuk morfologi (kokus atau batang). Isolat diinokulasikan dalam media MRSB dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Isolat sebelum

digunakan dapat disimpan dalam sediaan gliserol (30% v/v) pada suhu -20°C (Nurhayati, 2011).

3.5.4 Karakterisasi Bakteri Asam Laktat

Karakterisasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dengan mengidentifikasi morfologi BAL dengan tiga cara, yaitu pengamatan makroskopis (warna, bentuk, dan ukuran koloni BAL yang tumbuh pada medium MRSA), pengamatan mikroskopis (pewarnaan Gram dan pewarnaan endospora) dan uji biokimia (uji katalase), yang mengacu pada *Bergey's Manual Determinative Bacteriology 9th*.

a. Pengamatan Makroskopis

Koloni BAL tunggal yang telah dimurnikan diamati secara makroskopis. Setelah masa inkubasi 48 jam, dilakukan pengamatan morfologi koloni berdasarkan ukuran koloni BAL yang tumbuh pada medium MRSA, bentuk dan warna. Koloni tersebut kemudian dimurnikan dengan metode *quadrant streak* pada media MRSA dan diinkubasi selama 48 jam pada suhu 37°C . Kemudian dilakukan subkultur koloni tunggal yang diperoleh pada media MRSA miring yang digunakan sebagai stok isolat untuk tahap selanjutnya. Masing-masing jenis isoalat diidentifikasi karakter fisiologisnya menggunakan uji pewarnaan Gram dan uji endospora.

b. Pengamatan Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis BAL dilakukan dengan mengidentifikasi karakter fisiologisnya meliputi pewarnaan Gram dan uji endospora sebagai berikut:

1. Pewarnaan Gram

Pewarnaan Gram dilakukan pada kultur bakteri inkubasi selama 24 jam yang ditumbuhkan pada media MRSA (Suryani, 2010). Preparat disterilkan menggunakan 2 tetes aquades steril. Diambil isolat BAL sebanyak satu ose kemudian digoreskan pada gelas benda dan difiksasi diatas api bunsen selama 5 detik, kemudian dipipet 1 tetes larutan kristal violet dan dibiarkan selama 1 menit kemudian dibilas dengan aquades. Dipipet 1 tetes larutan iodium di atas preparat dan didiamkan selama 1 menit. Preparat dibilas menggunakan 1 tetes alkohol 70%. Selanjutnya ditambahkan safranin dan dibiarkan selama 1 menit, kemudian dibilas dengan aquades diatas preparat. Preparat dikeringkan (kertas serap) dan diamati dengan menggunakan mikroskop. Warna ungu menunjukkan sel bakteri termasuk bakteri Gram positif dan warna merah muda menunjukkan sel bakteri termasuk Gram negatif (Sari, 2012). Bakteri asam laktat merupakan bakteri Gram positif karena tidak mengalami dekolorisasi dan tetap mengikat warna ungu kristal violet pada tahap akhir pewarnaan (Wibowo, 1988).

2. Uji Endospora

Pewarnaan endospora dilakukan dengan cara preparat diberikan 2 tetes aquades steril. Kultur bakteri yang berumur 24 jam diambil sedikit menggunakan jarum ose dan difiksasi di atas api bunsen selama 5 detik. Kemudian, dipipet *malachite green* dan ditambahkan diatas gelas benda, selanjutnya diuapkan di atas api bunsen selama 1 menit, dan bilas dengan aquades. Dipipet safranin dan ditambahkan diatas preparat. Setelah itu, didiamkan selama 60 detik kemudian dibilas dengan air mengalir dan preparat dikeringkan (kertas serap). Preparat

diamati dengan mikroskop, jika sel vegetatif berwarna merah dan spora berwarna hijau maka termasuk uji positif (Lay, 1994).

Bakteri asam laktat merupakan bakteri yang tidak membentuk spora, sehingga ketika dilakukan pewarnaan endospora, yang tampak adalah sel vegetatif yang menghasilkan warna merah muda pada akhir tahap pewarnaan (Axelsson, 2004). Pada pernyataan Fardiaz (1992) menambahkan bahwa pada pewarnaan endospora, endospora akan terlihat pada mikroskop dengan bentuk bulatan-bulatan berwarna hijau.

c. Uji Fisiologi dan Biokimia Bakteri Asam Laktat

1. Uji katalase

Uji katalase dilakukan untuk mengetahui apakah bakteri tersebut memiliki enzim katalase untuk memproduksi efek toksik H_2O_2 . Uji katalase dilakukan dipipet aquades diteteskan pada preparat, dan diambil satu ose isolat bakteri dan diratakan. Selanjutnya dipipet H_2O_2 3% sebanyak 2-3 tetes. Jika terbentuk gelembung mengindikasikan bakteri katalase positif, dan jika tidak maka mengindikasikan bakteri katalase negatif (Suryani, 2010). Bakteri asam laktat merupakan bakteri katalase negatif karena tidak menghasilkan enzim katalase yang dapat memecah hidrogen peroksida (Wibowo, 1988). Pengujian katalase dilakukan dengan menggunakan kontrol bakteri katalase positif bakteri *Staphylococcus aureus* dan menggunakan bakteri uji *Lactobacillus casei* sebagai kontrol bakteri katalase negatif.

2. Uji motilitas

Sebanyak 1 ose isolat bakteri diambil dari stok kultur kemudian ditusukkan kedalam media semi padat pada tabung reaksi menggunakan jarum ose tusuk steril. Kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Hasil uji motilitas bakteri positif atau motil dapat dilihat dengan adanya pertumbuhan bakteri pada permukaan media atau tidak hanya pada bekas tusukan, sedangkan bakteri non motil tumbuh sepanjang tusukan (Wati, 2010). Bakteri asam laktat memiliki sifat tidak bergerak (Fardiaz, 1992). Pengujian motilitas dilakukan dengan menggunakan kontrol positif berupa bakteri *Lactobacillus casei* dan menggunakan media SIM sebagai kontrol negatif.

3. Uji tipe fermentasi

Uji tipe fermentasi digunakan untuk menggolongkan BAL kedalam kelompok homofermentatif atau kelompok heterofermentatif. Uji dilakukan dengan cara menumbuhkan kultur bakteri pada MRS Broth dalam tabung reaksi yang berisi tabung durham. Inkubasi dilakukan selama 2 hari pada suhu 37°C. Pengamatan dilakukan dengan melihat terbentuknya gelembung udara pada tabung durham. Isolat yang dapat menghasilkan gas (CO₂) merupakan bakteri heterofermentatif, sedangkan isolat yang tidak menghasilkan gas disebut bakteri homofermentatif (Romadhon, 2012). Pengujian tipe fermentasi dilakukan dengan menggunakan kontrol positif berupa bakteri *Lactobacillus casei* dan menggunakan media MRSB sebagai kontrol negatif.

4. Uji Pertumbuhan Bakteri pada Suhu yang Berbeda

Kultur bakteri berusia 24 jam sebanyak 1 ose diinokulasikan pada media MRS Broth kemudian diinkubasi selama 2 hari pada suhu 15°C, 37°C dan 45°C. Tingkat pertumbuhan bakteri diamati secara visual berdasarkan intensitas kekeruhan (Thakkar, 2015). Pengujian pertumbuhan BAL pada ketahanan suhu yang berbeda dilakukan dengan menggunakan kontrol positif berupa bakteri *Lactobacillus casei* dan menggunakan media MRSB sebagai kontrol negatif.

5. Uji Pertumbuhan Bakteri pada Konsentrasi NaCl yang Berbeda

Pertumbuhan bakteri pada konsentrasi NaCl 4% dan 6,5% dilakukan pada media MRS Broth selama 24 jam. Adanya pertumbuhan bakteri ditandai dengan kekeruhan dalam tabung (Guessas, 2004). Pengujian pertumbuhan BAL pada konsentrasi garam (NaCl) yang berbeda dilakukan dengan menggunakan kontrol positif berupa bakteri *Lactobacillus casei* dan menggunakan media MRSB sebagai kontrol negatif.

3.5.5 Uji Antimikroba terhadap *E. coli* dan *S. aureus*

a. Pembuatan Bakteri Uji

Biakan murni bakteri diremajakan pada media agar padat dengan cara mengambil bakteri sebanyak 1 ose yang mengandung *E. coli* dan *S. aureus* kemudian digoreskan pada media NA dilakukan dengan aseptis. Setelah itu, diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Kemudian mengambil 1 koloni dan ditanam sampai mencapai kekeruhan 0,5 McFarland (Ngajow, 2013)

b. Uji Antibakteri terhadap *E. coli* dan *S. aureus*

Uji aktivitas antimikroba terhadap bakteri *E. coli* dan *S. aureus* menggunakan medium NA. Metode yang digunakan yakni kultur bakteri asam laktat (BAL) sebanyak 2-3 ose dari kultur stok tegak diinokulasikan ke dalam 10 mL MRSB dan diinkubasi selama 2 hari pada suhu 37°C. Kultur stok bakteri patogen uji masing-masing sebanyak 1 ose diinokulasikan ke dalam 10 mL NB lalu diinkubasi pada 37°C sampai jumlah sel 10⁸ CFU/mL. Sebanyak 25 µL bakteri uji tersebut diinokulasikan ke dalam 50 mL NA yang masih cair, dikocok merata kemudian dituangkan ke dalam cawan petri masing-masing 25 mL. Setelah agar mengeras, dibuat lubang sumur dengan diameter sekitar 6 mm menggunakan tip pipet 1 mL steril yang dibelah dua. Sebanyak 50 µL kultur BAL masing-masing diteteskan ke dalam lubang sumur yang berbeda dalam satu cawan kemudian diinkubasi dengan posisi cawan tidak terbalik pada suhu 37°C selama 2 hari. Pada setiap cawan tersebut dibuat sebuah lubang kontrol yang berisi 50 µL MRSB. Zona hambat di sekitar sumur sebagai zona penghambatan BAL terhadap bakteri patogen, kemudian diameter zona hambat yang terbentuk diukur dengan menggunakan penggaris (Scheved, 1993). Streptomisin yang digunakan sebagai kontrol positif. Sedangkan untuk kontrol negatif menggunakan aquades steril (Desniar, 2012).

3.6 Analisis Data

Data yang didapat dari hasil identifikasi disajikan berupa kualitatif dan kuantitatif. Kualitatif antara lain pengamatan makroskopis (warna, bentuk, ukuran koloni), pengamatan mikroskopis (pewarnaan Gram dan pewarnaan

endospora) dan uji biokimia (uji katalase, uji motilitas, uji tipe fermentasi, uji pertumbuhan bakteri pada suhu yang berbeda, uji pertumbuhan bakteri pada konsentrasi NaCl yang berbeda. Pengukuran zona hambat yang terlihat di sekitar sumuran dengan menggunakan jangka sorong. Cara menghitung zona hambat menggunakan rumus sebagai berikut (Desniar, 2012):

$$Lz = Lav - Ld$$

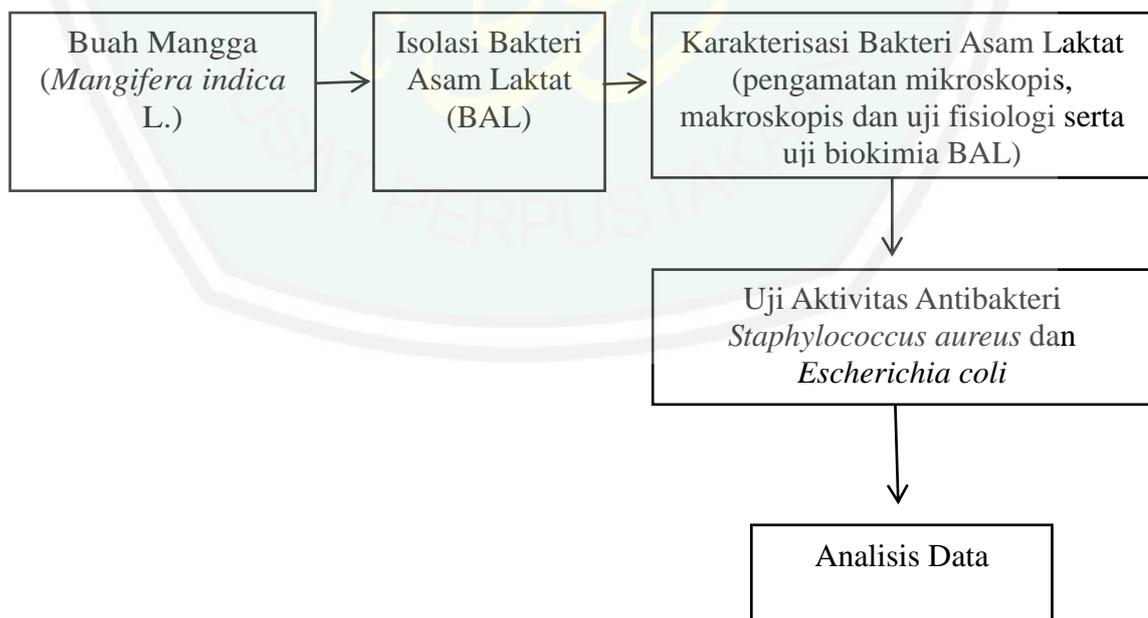
Keterangan:

Lz = Diameter zona hambat (mm)

Lav = Diameter zona hambat yang terbentuk di sekitar lubang sumuran

Ld = Diameter lubang sumuran

3.7 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Alur penelitian isolasi dan karakterisasi BAL dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica*) sebagai antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Isolasi BAL dari Buah Mangga Manalagi (*Mangifera indica*)

Pada penelitian kali ini dilakukan isolasi bakteri asam laktat pada rendaman buah mangga manalagi dan dihasilkan 5 isolat bakteri berdasarkan terbentuknya zona bening disekitar koloni bakteri. Zona bening yang terbentuk disekitar koloni terjadi akibat dihasilkannya asam laktat yang bereaksi dengan CaCO_3 membentuk Ca-laktat yang larut dalam medium (Djide, 2008). Tiap isolat memiliki kemampuan yang berbeda dalam menghasilkan asam laktat. Luas zona bening yang terbentuk oleh bakteri tersebut menunjukkan kemampuan bakteri dalam mengsekresikan asam ke dalam medium yang mengandung CaCO_3 (Melliawati, 2015).

Hasil isolasi bakteri asam laktat pada buah mangga manalagi diperkuat pada pernyataan Dwijoseputro (2005) bahwa bakteri asam laktat adalah bakteri yang mempunyai kemampuan untuk membentuk asam laktat dari metabolisme karbohidrat dan tumbuh pada pH lingkungan yang rendah. Secara ekologis, kelompok bakteri ini sangat bervariasi dan anggota spesiesnya dapat mendominasi makanan dan habitat lainnya seperti tanaman dan buah-buahan.

4.2 Karakterisasi BAL dari Buah Mangga Manalagi (*Mangifera indica*)

4.2.1 Uji makroskopik

Hasil isolasi dari pengujian bakteri asam laktat dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica*) yang mampu tumbuh pada media MRS agar dengan karakter morfologi koloni teramati 5 isolat bakteri asam laktat. Selanjutnya dilakukan pengamatan makroskopik morfologi koloni tersebut untuk memastikan masuk dalam kategori BAL.

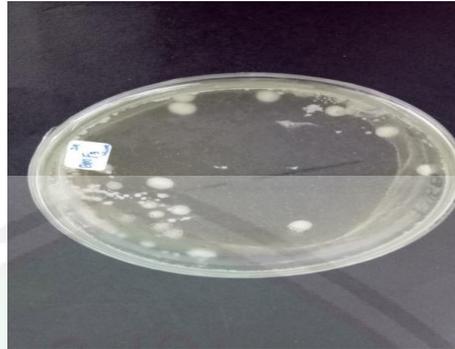
Tabel 4.1 Isolat BAL berdasarkan pengamatan makroskopik yang diperoleh dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica*)

Isolat	Morfologi				Diameter (cm)
	Bentuk	Tepian	Warna	Permukaan	
BM1	Bulat	Licin	Krem	Cembung	0,1
BM2	Bulat	Licin	Krem	Cembung	0,3
BM3	Bulat	Licin	Krem	Cembung	0,4
BM4	Bulat	Licin	Krem	Cembung	0,2
BM5	Bulat	Licin	Krem	Cembung	0,1

Berdasarkan tabel 4.1 diatas dapat terlihat pada isolasi buah mangga manalagi (*Mangifera indica*) sebanyak 5 isolat bakteri asam laktat memiliki bentuk yang sama yakni bulat, memiliki tepian licin pada semua isolat kecuali pada isolat BM4 yang memiliki tepian tidak beraturan,

memiliki warna yang sama pada setiap isolat yakni krem, memiliki permukaan yang rata pada isolat BM1 dan BM5 dan permukaan yang cembung pada isolat BM2, BM3, BM4 serta memiliki diameter yang berbeda mulai dari 0,1 cm sampai 0,4 cm. Koloni BAL pada media MRSA yang ditemukan pada penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Komang (2005) menyatakan bahwa karakterisasi morfologi isolat BAL berdasarkan warna menunjukkan bahwa koloni berwarna putih susu, bentuk bundar dengan tepian licin dan elevasi cembung.

Menurut *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (1994), bakteri merupakan kelompok prokariotik karena belum memiliki organel – organel sel yang kompleks, sehingga terdapat perbedaan struktur dinding sel bakteri. Oleh sebab itu bakteri memiliki empat kategori umum yakni bakteri gram positif dan negatif yang mempunyai dinding sel, bakteri berdinding sel tidak sempurna dan archaeobacteria. Bakteri asam laktat (BAL) termasuk dalam kategori gram positif yang mempunyai dinding sel (Holt, 1994). Bakteri asam laktat dapat tumbuh sama baiknya di lingkungan yang memiliki dan tidak memiliki O₂ (tidak sensitif terhadap O₂), sehingga termasuk aerotoleran (Lay, 1994) .



Gambar 4.1 Hasil isolat BAL berdasarkan pengamatan makroskopik yang diperoleh dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica*)

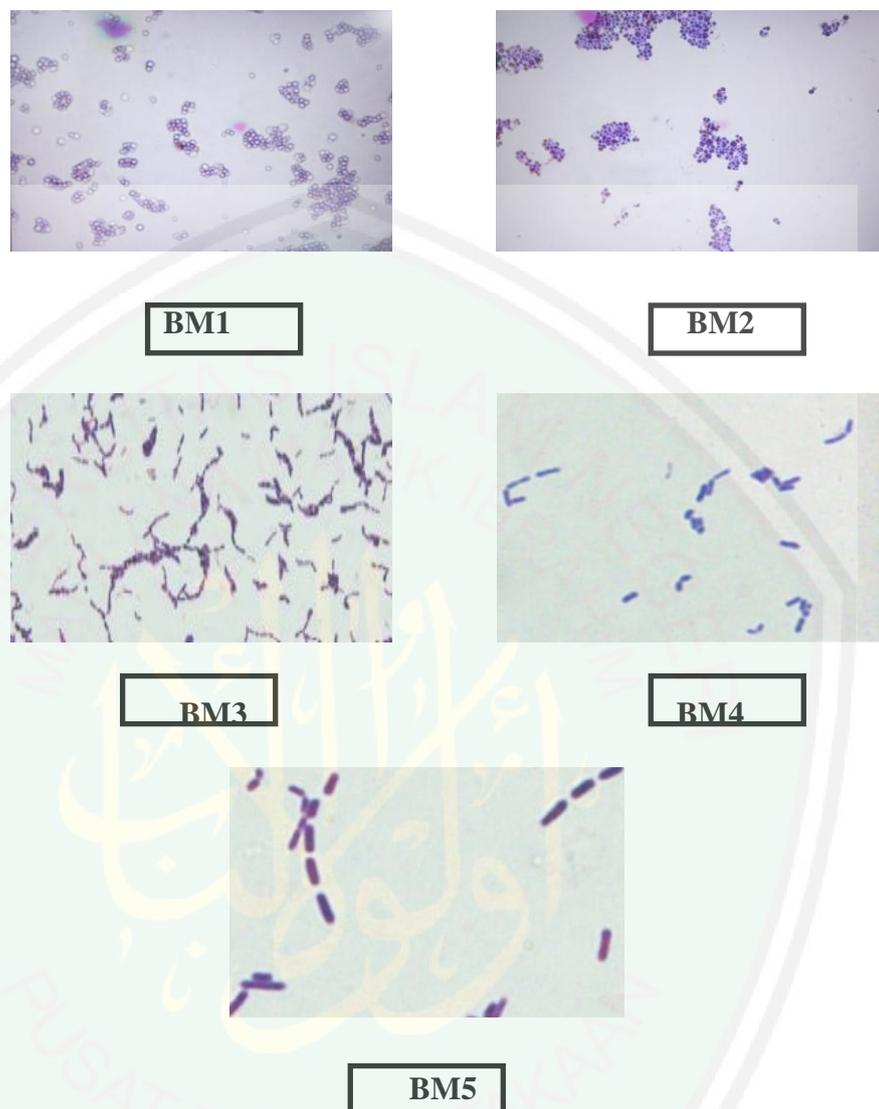
4.2.2 Uji mikroskopik

Penelitian selanjutnya yakni pengujian secara mikroskopik yang diperoleh hasil data bakteri asam laktat dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica*). Berdasarkan isolasi bakteri dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica*) teramati 5 isolat bakteri asam laktat yang telah diuji makroskopiknya (Tabel 4.1) yang selanjutnya diuji secara mikroskopik dari kelima isolat. Hasil isolat BAL berdasarkan pengamatan mikroskopik yang diperoleh dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica*) dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Isolat BAL berdasarkan pengamatan mikroskopik yang diperoleh dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica*).

Pengamatan	Isolat				
	BM1	BM2	BM3	BM4	BM5
Pewarnaan gram	+	+	+	+	+
Bentuk sel	Bulat	Bulat	Batang	Batang	Batang
Pembentukan spora	-	-	-	-	-

Berdasarkan tabel 4.2 diatas dapat diketahui bahwa pada isolasi buah mangga manalagi (*Mangifera indica*) sebanyak 5 isolat bakteri asam laktat termasuk bakteri gram positif melalui pengamatan pewarnaan gram dihasilkannya warna ungu, hal ini sesuai dengan pernyataan Sari (2012) dijelaskan bahwa pewarnaan gram dilakukan sebagai proses dekolorisasi dan pemberian warna kontras untuk membedakan antar bakteri gram positif dan negatif, akan terlihat berwarna ungu jika sel bakteri termasuk bakteri gram positif dan warna merah muda pada sel bakteri gram negatif. Bakteri gram positif akan menunjukkan warna ungu karena memiliki lapisan peptidoglikan tebal yang menahan kristal violet selama pengecatan gram. Pada bakteri gram negatif akan berwarna merah akibat tipisnya dinding peptidoglikan sehingga kristal violet terbuang selama proses dekolorisasi dan pemberian safranin akan mengecat bakteri gram negatif menjadi merah. Berdasarkan hasil pewarnaan Gram, didapatkan hasil yaitu semua isolat memiliki karakter Gram positif. Menurut Wibowo (1988) bahwa bakteri asam laktat merupakan bakteri Gram positif karena tidak mengalami dekolorisasi dan tetap mengikat warna ungu kristal violet pada tahap akhir pewarnaan.

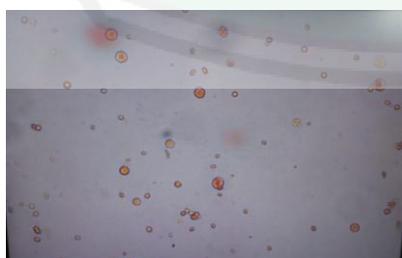
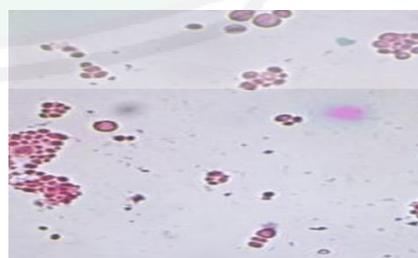


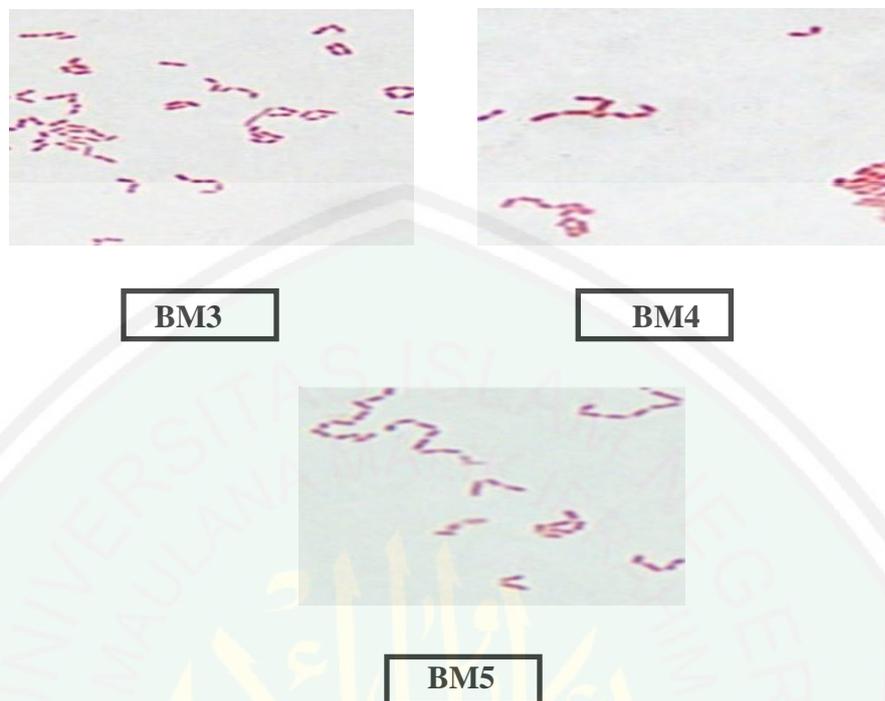
Gambar 4.2 Hasil isolat BAL berdasarkan pengamatan pewarnaan gram yang diperoleh dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica*)

Pengamatan selanjutnya yakni bentuk sel, pada isolat BM1 dan BM2 memiliki bentuk sel jenis bulat atau kokus sedangkan pada isolat BM3, BM4 dan BM5 memiliki bentuk sel jenis batang. Pada pewarnaan endospora kelima isolat teridentifikasi nonspora, dengan terlihatnya warna merah yang menandakan adanya sel vegetatif dan tidak adanya spora. Menurut Lay (1994) Spora akan bertahan terhadap pewarnaan, spora yang

telah berhasil diwarnai sulit untuk melepaskan zat warna yang telah diserap sehingga tidak dapat mengikat zat warna yang diberikan berikutnya. Hal ini disebabkan karena spora memiliki selubung yang keras dan tebal. Zat warna yang dilakukan untuk pengujian spora yakni malachite green yang akan diikat oleh spora bakteri setelah pencucian dengan safranin. Pada hasil negatif yang ditandai dengan tidak adanya spora, yakni akan terlihat berwarna merah yang menunjukkan sel vegetatif dan warnai hijau kebiruan jika terdapat spora.

Berdasarkan hasil pewarnaan endospora, pada semua isolat yang diamati, memiliki karakteristik nonspora atau tidak menghasilkan spora. Menurut Axelsson (2004) bahwa bakteri asam laktat merupakan bakteri yang tidak membentuk spora, sehingga ketika dilakukan pewarnaan endospora, yang tampak adalah sel vegetatif yang menghasilkan warna merah muda pada akhir tahap pewarnaan. Fardiaz (1992) menambahkan, pada pewarnaan endospora, endospora akan terlihat pada mikroskop dengan bentuk bulatan-bulatan berwarna hijau.

**BM1****BM2**



Gambar 4.3 Hasil isolat BAL berdasarkan pengamatan pewarnaan endospora yang diperoleh dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica*)

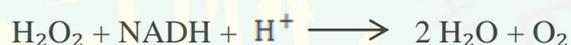
4.2.3 Uji Biokimia

Karakterisasi Bakteri Asam Laktat (BAL) pada buah mangga manalagi (*Mangifera indica*) selanjutnya berdasarkan uji biokimia yang dilakukan pada penelitian kali ini meliputi uji katalase, uji motilitas, uji tipe fermentasi, uji suhu dan uji toleransi garam (NaCl).

4.2.3.1 Uji katalase

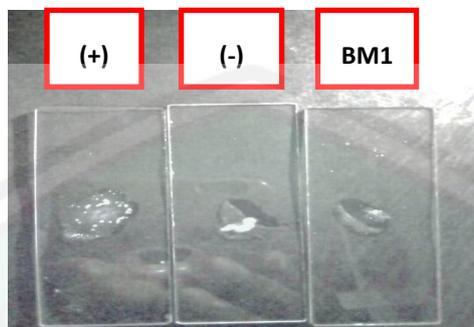
Pada pengujian katalase diketahui semua hasil isolat menunjukkan karakteristik katalase negatif (non katalase) ditandai dengan tidak terbentuknya gelembung gas pada tiap isolat. Hal ini sesuai pada jurnal Sumbali (2009) bahwa bakteri asam laktat tidak menghasilkan enzim katalase ditandai dengan tidak terbentuknya gelembung gas. Karena BAL

tidak menghasilkan enzim katalase yang dapat memecah hidrogen peroksida. Menurut Wibowo (2012) bakteri asam laktat merupakan kelompok bakteri yang tidak memiliki enzim katalase, tetapi memiliki enzim peroksidase untuk mengubah H_2O_2 yang bersifat toksik menjadi H_2O . Tidak seperti enzim katalase yang secara langsung mengkatalisasi H_2O_2 menjadi H_2O dan O_2 , enzim peroksidase membutuhkan reduktan seperti NADH untuk mengkatalisasi H_2O_2 menjadi H_2O . Berikut reaksi kimia yang dihasilkan oleh katalisasi enzim peroksidase terhadap H_2O_2 :



Reaksi positif pada uji katalase ditunjukkan dengan terbentuknya gelembung isolat yang menunjukkan terbentuknya oksigen sebagai hasil dari pemecahan H_2O_2 oleh enzim katalase yang diproduksi bakteri tersebut. Hasil uji katalase pada kelima isolat bakteri menunjukkan hasil negatif yang ditunjukkan dengan tidak adanya gelembung gas yang berisi oksigen ketika isolat ditetesi H_2O_2 . Hal ini sesuai pernyataan Wibowo (1988) bahwa bakteri asam laktat merupakan bakteri katalase negatif karena tidak menghasilkan enzim katalase yang dapat memecah hidrogen peroksida. Sesuai juga dengan penelitian Yulvizar (2013) yang menyatakan bahwa bakteri asam laktat termasuk bakteri dengan katalase negatif, dengan terbentuknya gelembung-gelembung oksigen yang menunjukkan bahwa bakteri tersebut menghasilkan enzim katalase yang mengubah hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen pada jalur fermentasi.

Hasil pengamatan uji katalase ditunjukkan pada Gambar 4.4.

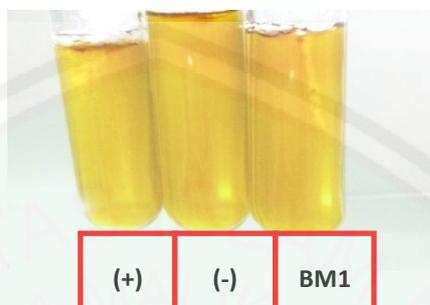


Gambar 4.4 Hasil uji katalase pada isolat BAL yang diperoleh dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica*), *Staphylococcus aureus* (+), katalase negatif *Lactobacillus casei* (-) dan isolat BAL buah mangga manalagi (BM1)

4.2.3.2 Uji motilitas

Hasil uji biokimia selanjutnya, yakni pada uji motilitas semua isolat menunjukkan hasil non motil yakni tidak adanya pergerakan bakteri selama masa inkubasi 48 jam yang ditandai dengan tidak terbentuknya rambatan-rambatan disekitar bekas tusukan jarum ose. Hasil uji motilitas BAL diketahui kelima isolat merupakan bakteri nonmotil, hal ini dijelaskan pada pernyataan Sumbali (2009) bahwa bakteri positif atau bakteri motil dapat dilihat dengan adanya pertumbuhan bakteri pada permukaan media atau tidak hanya pada bekas tusukan, sedangkan bakteri non motil tumbuh sepanjang tusukan. Pernyataan diperkuat sesuai literatur Wibowo (2012) Pengujian motilitas pada bakteri asam laktat digunakan untuk mengetahui apakah bakteri yang diamati motil (bergerak) atau tidak. Bakteri asam laktat merupakan bakteri non motil yang diartikan bakteri tersebut tidak mempunyai alat gerak berupa

flagel dan menurut Fardiaz (1992), bakteri asam laktat memiliki sifat tidak bergerak.



Gambar 4.5 Hasil uji motilitas pada isolat BAL yang diperoleh dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica*), kontrol negatif media SIM (-), kontrol positif *Lactobacillus casei* (+) dan isolat BAL buah mangga manalagi (BM1)

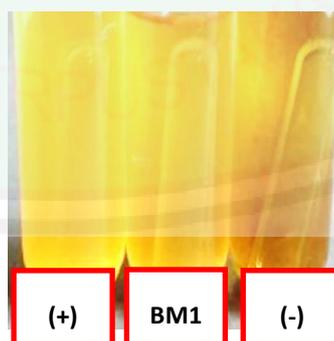
4.2.3.3 Uji tipe fermentasi

Berdasarkan hasil uji tipe fermentasi teramati pada kelima isolat menunjukkan bahwa semua isolat termasuk dalam BAL homofermentatif ditandai dengan tidak terbentuknya gelembung gas. Menurut Romadhon (2012) Isolat BAL yang dapat menghasilkan gas (CO_2) merupakan bakteri heterofermentatif, sedangkan isolat BAL yang tidak menghasilkan gas disebut bakteri homofermentatif dan diperkuat pada pernyataan Purwohadisantoso (2009) BAL yang menghasilkan asam laktat, karbondioksida (CO_2) dan etanol termasuk dalam kelompok heterofermentatif sedangkan BAL yang hanya menghasilkan asam laktat sebagai hasil utama dari fermentasi glukosa disebut homofermentatif.

Karbondioksida (CO_2) merupakan hasil dari produk fermentasi BAL secara heterofermentatif. Mekanismenya adalah CO_2 bekerja dalam

suasana anaerob, selanjutnya menghambat kerja enzim dekarboksilase dalam membran lipid sehingga tidak mempunyai fungsi sebagai permeabilitas. CO₂ dapat menghambat mikroba pembusuk makanan dan juga mampu menghasilkan bakteri gram negatif (Juodeikiene, 2015).

Pada heterofermentatif, tidak ada aldolase dan heksosa isomerase tetapi menggunakan enzim fosfoketolase dan menghasilkan CO₂. Metabolisme heterofermentatif dengan menggunakan heksosa (golongan karbohidrat yang terdiri dari 6 atom karbon) akan melalui jalur heksosa monofosfat atau pentosa fosfat. Sedangkan homofermentatif melibatkan aldolase dan heksosa aldolase namun tidak memiliki fosfoketolase serta hanya sedikit atau bahkan sama sekali tidak menghasilkan CO₂. Jalur metabolisme dari yang digunakan pada homofermentatif adalah lintasan Embden-Meyerhof-Parnas (Fardiaz, 1989).



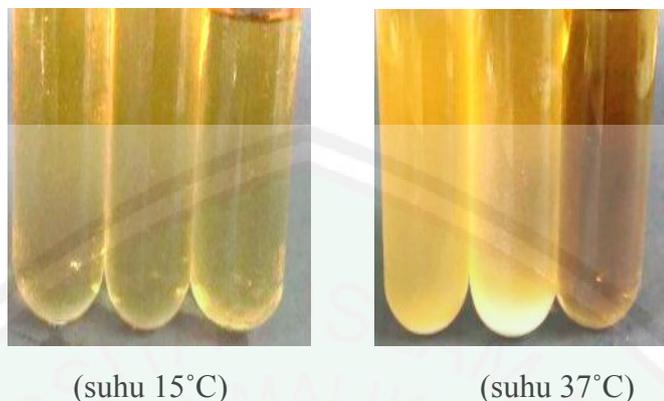
Gambar 4.6 Hasil uji tipe fermentasi pada isolat BAL yang diperoleh dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica*), kontrol negatif media MRSB (-), kontrol positif *Lactobacillus casei* (+) dan isolat BAL buah mangga manalagi (BM1)

4.2.3.4 Uji ketahanan suhu yang berbeda

Pengujian selanjutnya yakni dengan mengamati bakteri asam laktat pada suhu yang berbeda. dilakukan dengan cara menginokulasi BAL pada medium MRS Broth kemudian diinkubasi pada suhu 15°C, 37°C dan 45°C selama 48 jam. Berdasarkan suhu optimum dan suhu maksimum BAL secara umum dibagi menjadi dua kelompok (Surono, 2004):

- a) Bakteri Mesofilik, yaitu bakteri yang memiliki suhu optimum bagi pertumbuhannya adalah 25°C dan suhu maksimum 37°C – 40°C. Contoh bakteri mesofilik adalah genus *Lactococci* dan *Leuconostoc*.
- b) Bakteri Thermofilik, yaitu bakteri yang memiliki suhu optimum bagi pertumbuhannya adalah 37°C - 45°C dan suhu maksimum 45°C – 52°C. Contoh bakteri adalah *Streptococcus*, *Enterococcus* dan homofermentatif *Lactobacilli*.

Berdasarkan hasil pengamatan terlihat bahwa pada kelima isolat yang ditumbuhkan pada suhu yang berbeda menunjukkan terdapat tiga jenis bakteri yang berbeda, yaitu isolat BM3, BM4 dan BM5 tidak mampu hidup pada suhu 15°C dan 45°C tetapi mampu hidup pada suhu 37°C, dan pada isolat BM1 dan BM2 tidak mampu hidup pada suhu 15°C tetapi mampu hidup pada suhu 37°C dan 45°C. Hal ini dapat diketahui bahwa kelima isolat merupakan jenis bakteri thermofilik. Pada pengujian suhu yang berbeda dapat dilihat isolat BAL yang tumbuh terlihat media MRSB menjadi keruh.



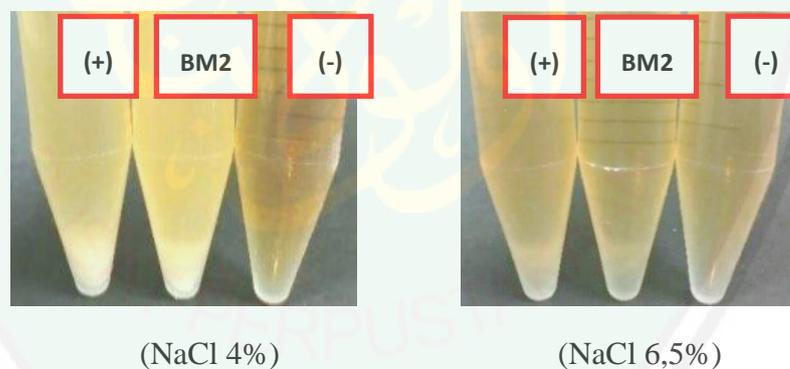
Gambar 4.7 Hasil uji ketahanan suhu pada isolat BAL yang diperoleh dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica*), kontrol negatif media MRSB (-), kontrol positif *Lactobacillus casei* (+) dan isolat BAL buah mangga manalagi (BM1)

4.2.3.5 Uji toleransi NaCl yang berbeda

Pengamatan selanjutnya yakni pada kelima isolat yang diamati pertumbuhannya pada konsentrasi NaCl yang berbeda, pengamatan ini bertujuan untuk mengetahui toleransi bakteri terhadap garam empedu yang merupakan syarat untuk kolonisasi dan aktivitas metabolik bakteri di usus kecil manusia. Hal ini diperjelas pada pernyataan Thakkar (2015) bahwa bakteri asam laktat yang dapat bertahan pada konsentrasi garam empedu akan mencapai usus kecil dan usus besar sehingga dapat menyeimbangkan mikroflora didalam pencernaan manusia.

BAL akan mentolerir kadar garam yang tinggi untuk memulai proses metabolisme sehingga menghasilkan asam yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri yang tidak diinginkan sedangkan konsentrasi garam empedu manusia berkisar dari 0,1%,0,3% sampai 4% pada kondisi normal (Misgiyarta, 2003). Pada penelitian ini, kelima

isolat BAL mampu mentolerir konsentrasi NaCl 4%, sedangkan pada konsentrasi 6,5% terdapat satu isolat yang tidak tumbuh yakni pada isolat BM2. Menurut Axelsson (2004) toleransi terhadap kadar garam (6,5% NaCl) dapat juga digunakan untuk membedakan genus antara *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Vagococcus* dan *Streptococcus*, yang mana reaksi berbeda dapat ditemukan pada genus *Streptococcus* yang tidak toleran terhadap kadar garam (6,5% NaCl), sedangkan BAL yang berbentuk batang dan dapat hidup pada konsentrasi garam 6,5% maka termasuk ke dalam genus *Lactobacillus*. Pada pengujian konsentrasi garam (NaCl) yang berbeda dapat dilihat isolat BAL yang tumbuh terlihat media MRSB menjadi keruh.



Gambar 4.8 Hasil uji toleransi NaCl pada isolat BAL yang diperoleh dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica*), kontrol negatif media MRSB (-), kontrol positif *Lactobacillus casei* (+) dan isolat BAL buah mangga manalagi (BM2)

Pada penelitian kali ini terdapat 5 isolat bakteri asam laktat dari buah mangga manalagi yaitu isolat BM1, BM2, BM3, BM4 dan BM5. Hasil tiap isolat dapat disimpulkan sesuai karakteristik genusnya, dan berdasarkan *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* diperoleh genus bakteri dari kelima isolat seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Karakteristik mikroskopik dan biokimia pada isolat bakteri asam laktat yang diperoleh dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica*).

Pengamatan	Isolat								
	BM1	BM2	BM3	BM4	BM5	<i>Lactobacillus</i>	<i>Streptococcus</i>	<i>Enterococcus</i>	
Pewarnaan gram	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Bentuk sel	BL	BL	BT	BT	BT	BT	BL	BL	BL
Pembentukan spora	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Motilitas	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Katalase	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tipe fermentasi	HM	HM	HM	HM	HM	HM	HM	HM	HM
Uji suhu (°C):									
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	+	+	+	+	+	+	+	+	+
45	+	+	-	-	-	+/-	+	+	+
Uji toleransi NaCl (%)									
4	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6,5	+	-	+	+	+	+	-	-	+
Genus bakteri	E	S	L	L	L	L	S	S	E

Keterangan: Reaksi positif (+), reaksi negatif (-), Batang (BT), Bulat (BL), Homofermentatif (HM), *Lactobacillus sp.* (L), *Streptococcus sp.* (S), *Enterococcus sp.*(E).

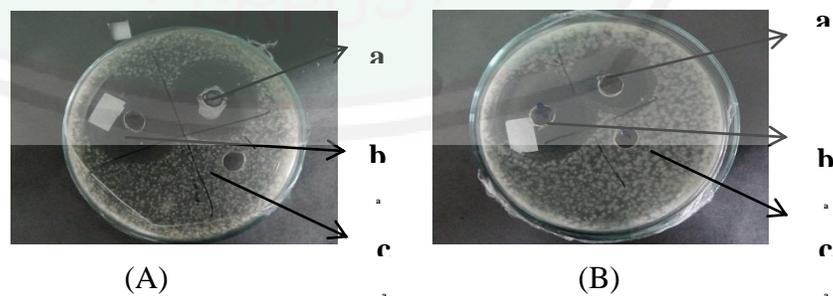
Isolat bakteri gram positif berbentuk batang dan bulat dapat diperjelas berdasarkan diagram alur *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Sesuai pada Lampiran 13, isolat bakteri yang memiliki karakteristik Gram positif dan berbentuk batang, pembentukan spora dan katalase negatif, merupakan genus *Lactobacillus sp.*, sedangkan bakteri gram positif pada Lampiran 14 berbentuk bulat dengan pembentukan katalase negatif termasuk genus *Streptococcus sp.* dan *Enterococcus sp.* Untuk memperkuat genus dari masing-masing isolat bakteri yang diperoleh pada penelitian kali ini digunakan data hasil karakterisasi pada Tabel 4.3 yang telah dilakukan yaitu data karakterisasi mikroskopik dan biokimia.

Berdasarkan karakterisasi semua isolat BAL pada buah mangga manalagi dapat disimpulkan bahwa isolat BM3, BM4, BM5 termasuk genus *Lactobacillus*, dan isolat BM1 termasuk genus *Enterococcus* serta isolat BM2 termasuk genus *Streptococcus*. Hasil yang didapat pada penelitian dapat diperkuat dengan adanya jurnal Davis (2007) yang dijelaskan bahwa isolat dari BAL pada buah mangga, terdiri dari genus *Lactobacillus* dan *Enterococcus* yang paling dominan yakni dua isolat diidentifikasi sebagai *L. mesenteroides* dan satu isolat diidentifikasi sebagai *E. faecium* dan efek penghambatan oleh strain *Lactobacillus* (diameter pertumbuhan dan zona penghambatan) telah terbukti menunjukkan aktivitas membunuh bakteri target dalam uji difusi dengan baik dengan penghambatan pertumbuhan zona diameter bervariasi ≥ 10

mm sampai mencapai ≥ 18 mm. Berdasarkan zona hambat yang diperoleh bakteri antara 10-20 mm dapat dikategorikan kuat. Pada jurnal Ibrahim (2015) dijelaskan bahwa hasil identifikasi bakteri asam laktat dari buah mangga manalagi menunjukkan hasil reaksi negatif terhadap uji katalase, merupakan bakteri gram positif bentuk bulat bergandengan/berantai (*Streptococcus sp.*).

4.3 Aktivitas antibakteri BAL dari Buah Mangga Manalagi (*Mangifera indica*)

Isolat BAL pada pengujian antibakteri ditunjukkan pada tiga isolat BAL yang diperoleh dari mangga manalagi pada tiap genusnya, selanjutnya dilakukan pengujian berdasarkan kemampuannya menghasilkan antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* menggunakan metode sumuran. Berdasarkan penelitian Alakomi (2006), aktivitas antibakteri akan lebih efektif menggunakan metode sumur agar daripada menggunakan kertas disk. Kelebihan dari metode sumur agar adalah volume antibakteri yang dimasukkan dapat terukur dan akan berdifusi langsung ke dalam agar.



Berdasarkan hasil penelitian, menunjukkan adanya pembentukan zona hambat yang dapat menginterpretasikan bahwa isolat bakteri asam laktat pada

buah mangga manalagi menghasilkan senyawa antibakteri.

Tabel 4.4 Tabel rerata (mean) dan simpang baku (SD) zona hambat bakteri asam laktat yang dihasilkan buah mangga manalagi (*Mangifera indica*) terhadap *E. coli* dan *S. aureus*

Isolat	Rata-rata (mm) ± SD	
	<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
BM1 (<i>Lactobacillus</i>)	19±20 (kuat)	7±10,5 (kuat)
Kontrol positif BM1	24,5±28,5 (sangat kuat)	22±27,5 (sangat kuat)
BM2 (<i>Streptococcus</i>)	18±20 (kuat)	6,5±10 (sedang)
Kontrol positif BM2	25,5±27,5 (sangat kuat)	20,5±26,5 (sangat kuat)
BM3 (<i>Enterococcus</i>)	16±20 (kuat)	6,5±9 (sedang)
Kontrol positif BM3	20±27,5 (sangat kuat)	21±25,5 (sangat kuat)

Uji aktivitas antibakteri dilakukan pada isolat BAL buah mangga manalagi (*Mangifera indica*) yang telah difermentasi atau direndam selama 24 jam pada aquades steril, dan pengujian antibakteri untuk melihat zona hambat dilakukan dengan metode sumuran pada tiga bakteri uji BAL buah mangga manalagi (*Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*) dengan lima kali ulangan. Kontrol positif yang digunakan adalah streptomisin dan

kontrol negatifnya dengan aquades. Selanjutnya diinkubasi selama 24 jam dalam inkubator. Daerah bening disekitar sumuran yang berisi larutan uji diukur diameternya menggunakan jangka sorong. Diameter tersebut mengidentifikasi bahwa fermentasi buah mangga manalagi (*Mangifera indica*) memiliki daya hambat terhadap bakteri yang diuji (Ibrahim, 2015).

Tabel 4.5 Tabel pengujian zona hambat bakteri asam laktat yang dihasilkan buah mangga manalagi (*Mangifera indica*) terhadap *E. coli* dan *S. aureus* secara statistika menggunakan SPSS

Zona Hambat		Pengujian		
		Normalitas	Homogenitas	One way Anova
<i>Escherichia coli</i>	BM1	0,758	0,645	0,634
	BM2			
	BM3			
Kontrol positif <i>E.coli</i>	BM1	0,269	0,01	-
	BM2			
	BM3			
<i>Staphylococcus aureus</i>	BM1	0,601	0,456	0,309
	BM2			
	BM3			
Kontrol positif <i>S. aureus</i>	BM1	0,463	0,055	0,603
	BM2			
	BM3			

Data berupa diameter daerah zona hambat *Escherichia coli* pada uji normalitas $0,758 > (P)0,05$ yang berarti data distribusi normal (Lampiran 15). Pada pengujian homogenitas $0,645 > (P)0,05$ yang dapat diartikan data homogen (Lampiran 15). Selanjutnya pada *one way* ANOVA didapatkan $0,634 > (P)0,05$ yang diartikan tidak ada pengaruh signifikan pada pemberian bakteri asam laktat buah mangga manalagi (*Mangifera indica*) (Lampiran 15). Tidak adanya pengaruh diperlukan uji lanjut dengan uji *Post Hoc Lysergyc Acid Diethylamide* (LSD) dan terdapat persamaan antara lima ulangan terhadap tiga bakteri uji.

Hal tersebut dapat dikatakan bahwa diameter zona hambat pada tiap bakteri uji asam laktat genus (*Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*) berbanding lurus. Namun nilai tersebut masih rendah jika dibandingkan dengan kontrol positif streptomisin, karena memang obat tersebut merupakan obat sintetis yang secara luas digunakan sebagai pengobatan infeksi baik gram negatif maupun gram positif (Hidayat, 2006). Streptomisin adalah antibiotik golongan aminoglikosida yang memiliki spektrum kerja yang menengah. Spektrum kerja streptomisin meliputi bakteri *Bacillus* gram negatif, seperti *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, dan *Enterobacter sp.* (Karna, 2007).

Berdasarkan data selanjutnya berupa diameter daerah zona hambat kontrol positif *Escherichia coli* pada uji normalitas $0,269 > (P)0,05$ yang

berarti data distribusi normal (Lampiran 15). Pada pengujian homogenitas $0,010 < (P) < 0,05$ yang dapat diartikan data tidak homogen (Lampiran 15). karena data tidak homogen data dianalisis menggunakan uji *Post Hoc Games-Howell* dan diketahui terdapat persamaan antara lima ulangan terhadap tiga bakteri uji.

Pada data selanjutnya berupa diameter daerah zona hambat *Staphylococcus aureus* pada uji normalitas $0,601 > (P) > 0,05$ yang berarti data distribusi normal (Lampiran 15). Pada pengujian homogenitas $0,456 > (P) > 0,05$ yang dapat diartikan data homogen (Lampiran 15). Selanjutnya pada *one way ANOVA* didapatkan $0,309 > (P) > 0,05$ yang diartikan tidak ada pengaruh signifikan pada pemberian bakteri asam laktat buah mangga manalagi (*Mangifera indica*) (Lampiran 15). Tidak adanya pengaruh diperlukan uji lanjut dengan uji *Post Hoc Lysergyc Acid Diethylamide* (LSD) dan terdapat persamaan antara lima ulangan terhadap tiga bakteri uji.

Data selanjutnya berupa diameter daerah zona hambat kontrol positif *Staphylococcus aureus* pada uji normalitas $0,463 > (P) > 0,05$ yang berarti data distribusi normal (Lampiran 15). Pada pengujian homogenitas $0,055 > (P) > 0,05$ yang dapat diartikan data homogen (Lampiran 15). Selanjutnya pada *one way ANOVA* didapatkan $0,603 > (P) > 0,05$ yang diartikan tidak ada pengaruh signifikan pada pemberian bakteri asam laktat

buah mangga manalagi (*Mangifera indica*) (Lampiran 15). Tidak adanya pengaruh diperlukan uji lanjut dengan uji *Post Hoc Lysergyc Acid Diethylamide* (LSD) dan terdapat persamaan antara lima ulangan terhadap tiga bakteri uji.

Penghambatan isolat bakteri asam laktat asal buah mangga manalagi (*Mangifera indica*) terhadap *Escherichia coli* secara umum lebih tinggi dari bakteri *Staphylococcus aureus*. Hal ini ditandai dengan rata-rata diameter zona bening yang dihasilkan oleh *Escherichia coli* lebih tinggi dari ketiga bakteri *Staphylococcus aureus*. Tingginya diameter penghambatan menunjukkan bahwa *Escherichia coli* sensitif terhadap senyawa antimikroba yang dihasilkan isolat bakteri asam laktat asal buah mangga manalagi (*Mangifera indica*).

Hal ini penghambatan dapat terjadi karena senyawa antimikrobia yang dihasilkan dapat menembus membran terluar dari bakteri gram negatif (*Escherichia coli*). Menurut Alakomi (2006) membran terluar dari bakteri gram negatif bertindak sebagai pelindung dengan adanya lipopolisakarida yang menyebabkan resistensi sel dari berbagai macam zat, namun membran terluar dari bakteri gram negatif ini masih mungkin dapat ditembus oleh senyawa lain yang disebut permeabilizer yang dapat menghancurkan lapisan lipopolisakarida dan meningkatkan permeabilitas membran terluar bakteri gram negatif. Salah satu zat yang dapat menembus periplasma membran

terluar dari bakteri gram negatif adalah asam laktat.

Mekanisme masuknya antibakteri terhadap bakteri Gram positif dan gram negatif berbeda, menurut Nychas (2000) menyatakan bahwa pada bakteri gram positif, antibakteri dapat langsung masuk dan akan mengisi lapisan peptidoglikan kemudian berikatan dengan protein, selanjutnya dapat menyebabkan bakteri tersebut lisis. Sedangkan pada bakteri gram-negatif antibakteri masuk melalui porin yang terdapat pada lapisan luar, kemudian masuk ke lapisan peptidoglikan dan selanjutnya membentuk ikatan dengan protein.

Berdasarkan hasil penelitian Yuliana (2009) dijelaskan bahwa *Lactobacillus* sp. dari hasil isolasi uji antibakterinya terhadap *Escherichia coli* menghasilkan diameter zona hambat sebesar 1,65 – 2,2 cm, dari penelitian tersebut menambah daya potensi *Lactobacillus* sp. sebagai antibakteri terhadap *Escherichia coli*.

Pernyataan yang sama juga diungkapkan oleh Dwiyanti (2016), adanya potensi efektivitas dalam menghambat bakteri patogen yang dimiliki oleh *Lactobacillus* dikarenakan dalam bakteri asam laktat tersebut memiliki senyawa-senyawa protein dan antibakteri seperti asam laktat dan asam asetat, hidrogen peroksida dan bakteriosin. Berdasarkan penelitian Grover (2002) bahwa waktu inkubasi yang memberikan produksi bakteriosin maksimum yaitu pada jam ke-48. Senyawa yang bersifat sebagai antibakteri

hasil metabolisme bakteri asam laktat.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa bakteri asam laktat genus *Lactobacillus* sp., *Streptococcus* sp. dan *Enterococcus* sp. pada buah mangga manalagi memiliki aktivitas antibakteri terhadap *E.coli* dan *S.aureus* hal ini diperkuat pada penjelasan Ismail (2017) bahwa pada buah mangga mengandung banyak spesies bakteri yang digunakan sebagai probiotik, sebagian besar merupakan bakteri asam laktat misalnya: *Lactobacillus* sp. dan *Streptococcus* sp.

Hasil yang didapat dapat diketahui bahwa bakteri asam laktat pada buah mangga memang memiliki kemampuan antibakteri pada *E. coli* dan *S. aureus*, menurut Davis (2007) bahwa isolat dari BAL pada buah mangga, terdiri dari genus *Lactobacillus* dan *Enterococcus* yang paling dominan yakni dua isolat diidentifikasi sebagai *L. mesenteroides* dan satu isolat diidentifikasi sebagai *E. Faecium*, efek penghambatan oleh strain *Lactobacillus* (diameter pertumbuhan dan zona penghambatan) telah terbukti menunjukkan aktivitas membunuh bakteri target dengan penghambatan pertumbuhan zona diameter bervariasi ≥ 10 mm sampai mencapai ≥ 18 mm. Berdasarkan zona hambat yang diperoleh bakteri antara 10-20 mm dapat dikategorikan kuat.

Tabel 4.6 Kategori rerata diameter penghambatan zat antibakteri

Diameter Zona Hambat	Daya Hambat Pertumbuhan
>20 mm	Sangat kuat
10-20 mm	Kuat
5-10 mm	Sedang
<5 mm	Lemah

Sumber: Davis (2007)

Hal ini diperkuat pada jurnal Nurviana (2016) bahwa mangga (*Mangifera indica*) merupakan spesies dari genus *Mangifera* yang telah banyak diteliti. Buah mangga memiliki aktivitas antioksidan yang kuat karena kandungan senyawa fenolik yang tinggi, pitosterol, seperti campesterol, β -sitosterol, stigmasterol, dan juga tocopherol. Segala ciptaan Allah SWT di muka bumi ini pasti memiliki petunjuk, ilmu maupun manfaat tersendiri dan kewajiban manusia sebagai *ulul albab* untuk mempelajari dan meyakinkannya. Sehingga manusia dapat memikirkan dan mengambil pelajaran serta ilmu pengetahuan yang tersimpan di dalamnya. Sebagaimana Allah SWT telah berfirman dalam al-Qur'an surat Ali Imron (3) 191:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ
رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

"(Yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan 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” (Ali Imron: 191).

Maksud dari kata مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا pada surat Ali Imron (3) 191

bahwa segala makhluk Allah SWT di alam semesta ini tidak ada yang diciptakan sia-sia, semua ini menjadi bukti atas kesempurnaan kekuasaan Allah, artinya tidak mungkin Allah akan berbuat sia-sia bagi orang-orang yang mengingat Allah dan memikirkan ciptaanNya (Katsir, 2004). Hal ini ditunjukkan pada hasil yang didapat, diketahui bahwa buah mangga manalagi memiliki kemampuan antibakteri yakni isolat bakteri asam laktat pada buah mangga manalagi (*Mangifera indica*) yang merupakan genus *Lactobacillus*, *Staphylococcus* dan *Enterococcus* berpotensi kuat menghasilkan antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Hal ini membuktikan bahwa ciptaan Allah SWT tidak ada yang sia-sia baik hewan, tumbuhan atau mikroorganisme yang ukurannya sangat kecil sekalipun. Mikroorganisme inipun banyak memberikan perannya dalam kehidupan sehari-hari, diantaranya adalah sebagai pengurai bahan organik. Namun, karena ukurannya yang sangat kecil, ia bisa masuk ke dalam tubuh dengan sangat mudah, sifatnya ada yang merugikan dan ada pula yang menguntungkan. Salah satu contohnya adalah adanya bakteri asam laktat yang dapat dihasilkan oleh fermentasi buah maupun sayur yang bersifat probiotik, yang baik untuk tubuh.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan karakter makroskopis, mikroskopis dan biokimiawi dari isolat bakteri asam laktat pada buah mangga manalagi (*Mangifera indica*), satu isolat BAL termasuk genus *Streptococcus*, satu isolat BAL lainnya termasuk genus *Enterococcus*, serta tiga isolat BAL termasuk genus *Lactobacillus*.
2. Isolat bakteri asam laktat pada buah mangga manalagi (*Mangifera indica*) yang merupakan genus *Lactobacillus*, *Streptococcus* dan *Enterococcus* berpotensi kuat menghasilkan antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

5.2 Saran

1. Penelitian ini perlu dikembangkan lagi dengan mengidentifikasi isolat BAL yang diperoleh sampai ke tingkat spesies.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai potensi lain yang dimiliki isolat BAL.
3. Perlu dilakukan identifikasi senyawa antibakteri yang dihasilkan pada buah mangga manalagi (*Mangifera indica*).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah. 2003. Tafsir Ibnu Katsir Jilid 2. Bogor: Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Alakomi, H.L., A.Paanaen, M.L. Suihko, I.M. Helander, and M. Saarela.2006. Weaking effect of cell permeabilizer on gram negative bacteria causing biodeterioration. *J. Appl. Environ. Microbiol.* Vol.72. No.2.
- Axelsson, L. 2004. *Lactic Acid Bacteria: Classification and Physiology*. In Salminen, S., Wright, A.V., Ouwehand, A., editors. *Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects*, 3rd edition, revised and expanded. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Boskou, D. 2006. Sources of Natural Phenolic Antioxidants. *Trends Food Science*. Vol.1 No.1.
- Brooks, G.F, Butel, J.S, Morse, Ornston, N.L. 2004. Jawetz, Melnick & Adleberg *Mikrobiologi Kedokteran Edisi 20. Alih Bahasa Edi Nugroho dan RF Maulany*. Jakarta: EGC.
- Campbell & Mitchell, 2002. *Biologi*. Edisi Kelima Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Cotter & Hill, . Surviving the acid test: responses of Gram-positive bacteria to Low pH. *Microbiology Molecular Biology* 67 : 429-453, 2003.
- Daeschel MA. & Schillinger U & Lucke FK. 2002. Aktivitas Bakteriosin dari Bakteri *Leuconostoc esenteroides* pada Berbagai Media. *Makara Kesehatan*. El-Hawary, S.S., Rabeh. M.A. 2014. *Mangifera indica* Peels: A Common Waste Product With Impressive Immunostimulant, Anticancer And Antimicrobial Potency. *Journal National Science*. Vol.4. No.1.
- Davis, W.W. And T.R Stout. 2007. Disc Plate Methods of Microbiological Antibiotic Assay. *Journal Microbiology*. Vol.4. No.1.

- Depkes RI. 2011. *Target Tujuan Pembangunan MDGs*. Jakarta: Direktorat Jendral Kesehatan Ibu dan Anak.
- Desniar. 2011. Aktivitas Bakteriosin dari Bakteri Asam Laktat asal Bekasam. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. Vol. XIV, No.2 : 124 – 133.
- Dwidjoseputro. 2005. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Yogyakarta: Djambatan.
- Dwiyanti, Ratih. 2016. Mutu Bakteriologis Saus Tomat Pentol di Banjarbaru. *Medical Laboratory Technology Journal*. Vol.2. No.1.
- Engels, C. KNodler, Zhao, Y.Y., Carle, R., Gä nzle, M.G., Schieber, A., 2009. Antimicrobial Activity of gallotannins isolated from mango (*Mangifera Indica* L.) kernels. *J. Agric. Food Chem*. Vol.1. No.2.
- Fardiaz, S. 1989. *Mikrobiologi Pangan Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Fardiaz, S. dan Winarno. 1984. *Keamanan Pangan: Bakteriologi*. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan*. Bogor : Pusat Antar Universitas Institut Pertanian Bogor.
- Garcia. E, Luciano. A. Et All. 2016. Identification of Lactic Acid Bacteria in Fruit Pulp Processing Byproducts and Potential Probiotic Properties of Selected *Lactobacillus* Strains. *Journal Frontiers in Microbiology*. Vol.7. No.1.

- Grover, JK, Yadav, S, Vats V. 2002. Medicinal plants of India with anti diabetic potential. *Journal of Ethnopharmacology*. Vol.1. No.2.
- Guessas, Bettache dan Kihal Mebrouk. 2004. Characterization of Lactic Acid Bacteria Isolated from Algerian Arid Zone Raw Goats' Milk. *African Journal of Biotechnology*. Vol.3. No.6.
- Hardi. 2012. Pengaruh Keahlian, Independensi, Kecermatan Profesional, Dengan Etika Sebagai Variabel Moderasi Terhadap Kualitas Auditor Pada Inspektorat Provinsi Bengkulu. *Jurnal Sorot*. Vol. 8. No.1.
- Hidayat, Nur, Masdiana C. Padaga dan Sri Suhartini. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Holt, J.G. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Ninth Ed. A Wolters Kluwer Company : Philadelphia.
- Ibrahim, Arsyik. 2015. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat (BQL) dari Buah Mangga (*Mangifera indica* L.). *Jurnal Ilmiah Manuntung*. Vo.1. No.2.
- Irianto, K. 2006. *Mikrobiologi Menguk Dunia Mikroorganisme*. Jilid 2. Bandung: CV. YramaWidya.
- Ismail. Zaenal. 2017. Pengaruh Isolat Bakteri Asam Laktat Buah Mangga terhadap Ph. *Journal Agripet*. Vol. 13. No.2.
- Jahurul. MHA, Zaidul ISM, Ghafoor. K, Al-Juhaimi. FA, Nyam. KL, Norulaini. NAN, Sahena. F, Oma.r AKM. 2015. Mango (*Mangifera indica* L.) by products and their valuable components: A review. *Food Chemistry*. Vol.1. No.1.
- Jawetz, E., Melnick, J. L., Adelberg, E. A. 2008. *Mikrobiologi Kedokteran, Edisi ke-20*. Jakarta : EGC.

- Jazairi, Syaikh Abu Bakar Jabir. 2007. *Tafsir al-Qur'an Al-Aisar Jilid 4*, Ahli Bahasa: Suratman dan Fityan Amali. Jakarta: Darus Sunnah Press.
- Juliantina., Farida R. 2009. Manfaat Sirih (*Piper crocatum*) sebagai agen anti bakterial terhadap grampositif dan gram negatif. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Indonesia*. Vol.1. No.1.
- Juodeikiene. Grazina, Et All. 2015 Fermentation Processes Using Lactic Acid Bacteria Producing Bacteriocins for Preservation and Improving Functional Properties of Food Products. *Journal Intechopen*. Vol.1. No.1.
- Kamassah. KQ, Saalia. K, Fosu. O. 2013. Fermentation Capacity of Yeasts Using Mango (*Mangifera indica* Linn.) as Substrate. *Food Science and Quality Management*. Vol.22. No.3.
- Kanazawa. 1995. *Budidaya Tanaman Berkhasiat Obat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Karna, J. S., Van Kessel, J. S., McClusky, B. J., and Perdue, M. L. 2007. Incidence of *Escherichia coli* O157:H7 and *E. coli* virulence factors in US bulk tank milk as determined by polymerase chain reaction. *J. Dairy Sci*. Vol.7. No.1.
- Katsir, Ibnu. 2004. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 6*. Abdul Ghofur E.M. Jakarta : Pustaka Imam Assyafi'i.
- Komang, Gede. 2005. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Penghasil Antimikroba. *Jurnal Veteriner*. Vol.1. No.1.
- Konrad, P., R. E. Adriana, and W. Grzegorz. 2009. *Staphylococcus aureus as an infectious agent: overview of biochemistry and molecular genetics of its pathogenicity*. Jakarta: Acta Biochim.

- Lauricella, Marianna. 2017. Multifaceted Healthy Benefits of *Mangifera Indica* L. (Mango): The Inestimable Value of an Orchard Recently Rooted in Sicilian Rural Areas. *Journal Peer reviewed version available at Nutrients*. Vol.9. No.1.
- Lay BW. 1994. *Analisis Mikrobi Di Laboratorium*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Madigan, M. T. 2000. *Nutrition Metabolism*. Prentice- Hall: Brock Biology of Microbiology.
- Mandzur, Asy-Syekh Abil Fadl Jamaluddin Muhammad bin Mukrom. 1993. *Lisanul 'Arob*. Bereut Lebanon: Darul Khutub.
- Mashayekh, Somayeh. Hashemiravan. Et al. 2015. Study on production possibility of probiotic fermented beverage based on mixture of pineapple, apple and mango juices. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. Vol.7. No.12.
- Masibo, M. 2009. In vitro antimicrobial activity and the major polyphenol in leaf extract of *Mangifera indica* L. *Malaysian Journal of Microbiology*. Vol.5. No.2.
- Mckay, L.L., Baldwin, K.A. 1990. Application for biotechnology: present and future improvements in lactic acid bacteria. *FEMS Microbiology reviews*. Vol.1 No.1.
- Melliawati, Ruth. 2015. Seleksi Bakteri Asam Laktat sebagai Penghasil Enzim Protease. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. Vol.1. No.2.
- Misgiyarta, S. Widowati. 2003. *Seleksi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat (BAL) Indigenus*. Di dalam : Prosiding Seminar Hasil Penelitian Rintisan dan Bioteknologi Tanaman.

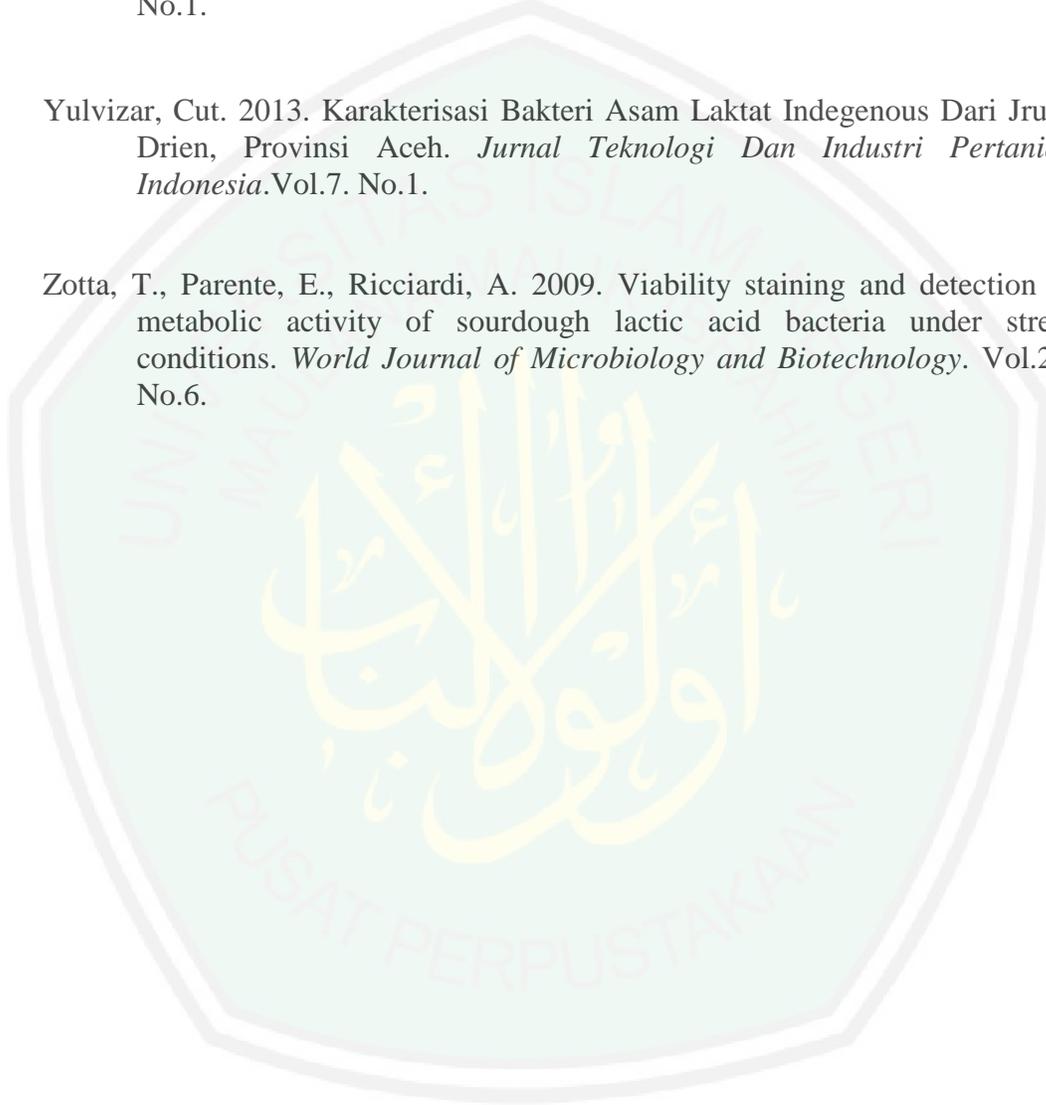
- Mutua, Jane. 2016. Evaluation of the proximate composition, antioxidant potential, and antimicrobial activity of mango seed kernel extracts. *Journal Food Science and Nutrition*. Vol.1. No.1.
- Muchiri. DR, Mahungu. SM, Gituanja. SN. 2012. Studies on Mango (*Mangifera indica* L.) kernel fat of some Kenyan varieties in Meru. *Journal of the American Oil Chemist's Society*. Vol.2. No.1.
- Muchtadi, T. R. 2010. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Bandung: Alfabeta.
- Muhammad, Mahir Hasan M. 2007. *Mukjizat Kedokteran Nabi, Berobat Dengan Rempah-Rempah Dan Buah-Buahan*. Jakarta: Qultummedia.
- Ngajow. 2013. Pengaruh Antibakteri Ekstrak Kulit Batang Matoa (*Pometia pinnata*) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* secara In vitro. *Jurnal Mipa Unsrat*. Vol.2. No.2.
- Nur, Fatmawati, Hafsan dan Andi Wahdiniar. 2015. Isolasi Bakteri Asam laktat Berpotensi Probiotik pada Dangke, Makanan Tradisional dari Susu Kerbau di Curio Kabupaten Enrekang. *Jurnal Ilmiah Biologi Biogenesis*. Vol.3. No.1.
- Nurhayati. 2011. Identifikasi Fenotipik dan Genotipik Bakteri Asam Laktat asal Fermentasi Spontan Pisang var. Agung Semeru (*Musa paradisiaca formatypica*). *Jurnal Ilmu Dasar*. Vol. 12. No.2.
- Nurviana, Vera. 2016. Skrining Fitokimia Dan Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Kernel Biji Buah Bacang (*Mangifera foetida* L.) terhadap *Escherichia coli*. *Jurnal Sains dan Ilmu Farmasi*. Vol.1. No.2.
- Nychas G J E & C C Tassou. 2000. *Traditional Preservatives-oil and Spices*. *Encyclopedia of Food Microbiology*. London : Academic Press.

- Oxoid. 2004. *Microbact Identification Kits*. Jakarta: IKAPI.
- Parvez. MS. 2016. Pharmacological Activities of Mango (*Mangifera Indica*): A Review. *Journal Pharmacognosy and Phytochemistry*. Vol.5. No.3.
- Pelczar, Chan ECS. 2005. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jakarta: UI Press.
- Pelczar, MC, ECS Chan dan Krieg NR. 1993. *Microbiology Concepts and Applications*. McGraw-HM, Inc., New York.
- Pundir. Ram, Rana. Satish. Et All. 2013. Probiotic Potential of Lactic Acid Bacteria Isolated from Food Samples: An In Vitro Study. *Journal of Applied Pharmaceutical Science* Vol. 3. No.3.
- Purwohadisantoso. 2009. Isolasi Bakteri Asam Laktat dari Sayur Kubis yang Memiliki Kemampuan Penghambatan Bakteri patogen (*Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, dan *Salmonella thypimurium*). *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol.2. No.1.
- Purwoko, T. 2007. *Fisiologi Mikroba*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Quinto. J, Jimenez. Pilar, Caro. Irma, 2014. Probiotic Lactic Acid Bacteria: A Review. *Food and Nutrition Sciences*. Vol.5. No.1.
- Rahayu, E.S. & S. Margino. 1995. *BAL : Isolasi dan Identifikasi*. Materi Workshop, Diselenggarakan di PAU Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Rahayu, E. S. 1997. *Isolasi Bakteri Asam Laktat dan Karakterisasi Agensia yang Berpotensi sebagai Biosafety Makanan Indonesia*. Laporan Penelitian UGM Yogyakarta.
- Reddy, Lebaka. Min, Ju-Hee. Et Al. 2015. Production of Probiotic Mango Juice by Fermentation of Lactic Acid Bacteria. *Microbiology Biotechnology*. Vol.43. No.2.

- Romadhon, Subagiyo dan Sebastian Margino. 2012. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat dari Usus Udang Penghasil Bakteriosin Sebagai Agen Antibakteria pada Produk-Produk Hasil Perikanan. *Jurnal Saintek Perikanan*. Vol.3. No.1.
- Sari. 2012. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Buah-Buahan di Riau. *Jurnal Mikrobiologi*. Vol.1. No.1.
- Sarkono. 2010. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat dari Induk Abalon (Haliotis Asinina) yang Berpotensi sebagai Kandidat Probiotik. *Jurnal Open Access*. Vol.1. No.2.
- Schved, F., A. Lalazar, and Y. Hens. 1993. Purification, partial, characterization, and plasmids linkage of Pediococcins SJ1, a bacteriocins produced by *Pediococcus acidilactici*. *Journal of Applied Environmental Microbiology*. Vol.76. No.1.
- Seth. SD, Sharma. B. 2002. Medicinal plants of India. *Indian Journal of Medical Research*. Vol.1 No.1.
- Shah. MN, Nizami SS, Khan MA, Ahmed Z. 2010. New saponins from *Mangifera Indica*. *Journal Pharmacognosy*. Vol.4. No.7.
- Shihab, M.Q. 2002. *Tafsir Al-Misbah Pesan Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Volume 13. Jakarta : Lentera Hati.
- Sumbali, G. & R.S. Mehrotra. 2009. *Principles of Microbiology*. New Delhi: Tata McGraw Hill.
- Suriawiria, U. 1996. *Mikrobiologi Air dan Dasar-Dasar Pengolahan Air Buangan Secara Biologis*. Bandung: Penerbit Alumni.

- Surono, I.S. 2004. *Probiotik Susu Fermentasi dan Kesehatan*. Jakarta: Yayasan Pengusaha Makanan dan Minuman Seluruh Indonesia (YAPMMI). TRICK.
- Suryani, Y., Astuti, Bernadeta, O dan Siti, U., 2010, Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat dari Limbah Kotoran Ayam sebagai Agensi Probiotik dan Enzim Kolesterol Reduktase, *Biologi dan Pengembangan Profesi Pendidikan*, ISBN: 978-602-97298-0.
- Thakkar, Pooja, H. A. Modi dan J. B Prajapati. 2015. Isolation, Characterization and Safety Assasement of Lactic Acid Bacterial Isolates from Fermented Food Products. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*. Vol.4. No.4.
- Tharanathan. R.N, Yashoda. H.M, Prabha. T.N, 2006. Mango (*Mangifera indica L.*) The King of Fruits An Overview. *Journal Food Review International*. Vol.22. No.2.
- Usmiati S, Utami T. 2008. Pengaruh Bakteri Probiotik terhadap Mutu Sari Kacang Tanah Fermentasi. *Jurnal Pascapanen*. Vol.5. No.2.
- Volk, W.A and M.F Wheeler. 1993. *Mikrobiologi Dasar*. Alih Bahasa: Markham. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Wati, Sari. 2010. *Identifikasi dan Pemeriksaan Jumlah Total Bakteri pada Susu Sapi Segar dan Koperasi Unit Desa di Kabupaten Boyolali*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah.
- Wibowo, Ristanto. 1988. *Petunjuk Khusus Deteksi Mikroba Pangan*. Yogyakarta: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada.
- Wibowo MS. 2012. Pertumbuhan dan Kontrol Bakteri. *Jurnal Pertumbuhan bakteri*. Vol.1. No.1.

- Yuliana, Neti. 2009. Viabilitas Inokulum Bakteri Asam Laktat (BAL) yang Dikeringkan secara Kemoaksi dengan Kalsium Oksida dan Aplikasinya pada Tempoyak. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*. Vol.14. No.1.
- Yulvizar, Cut. 2013. Karakterisasi Bakteri Asam Laktat Indegenous Dari Jruék Drien, Provinsi Aceh. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*.Vol.7. No.1.
- 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*. Vol.25. No.6.



LAMPIRAN

Lampiran 1.

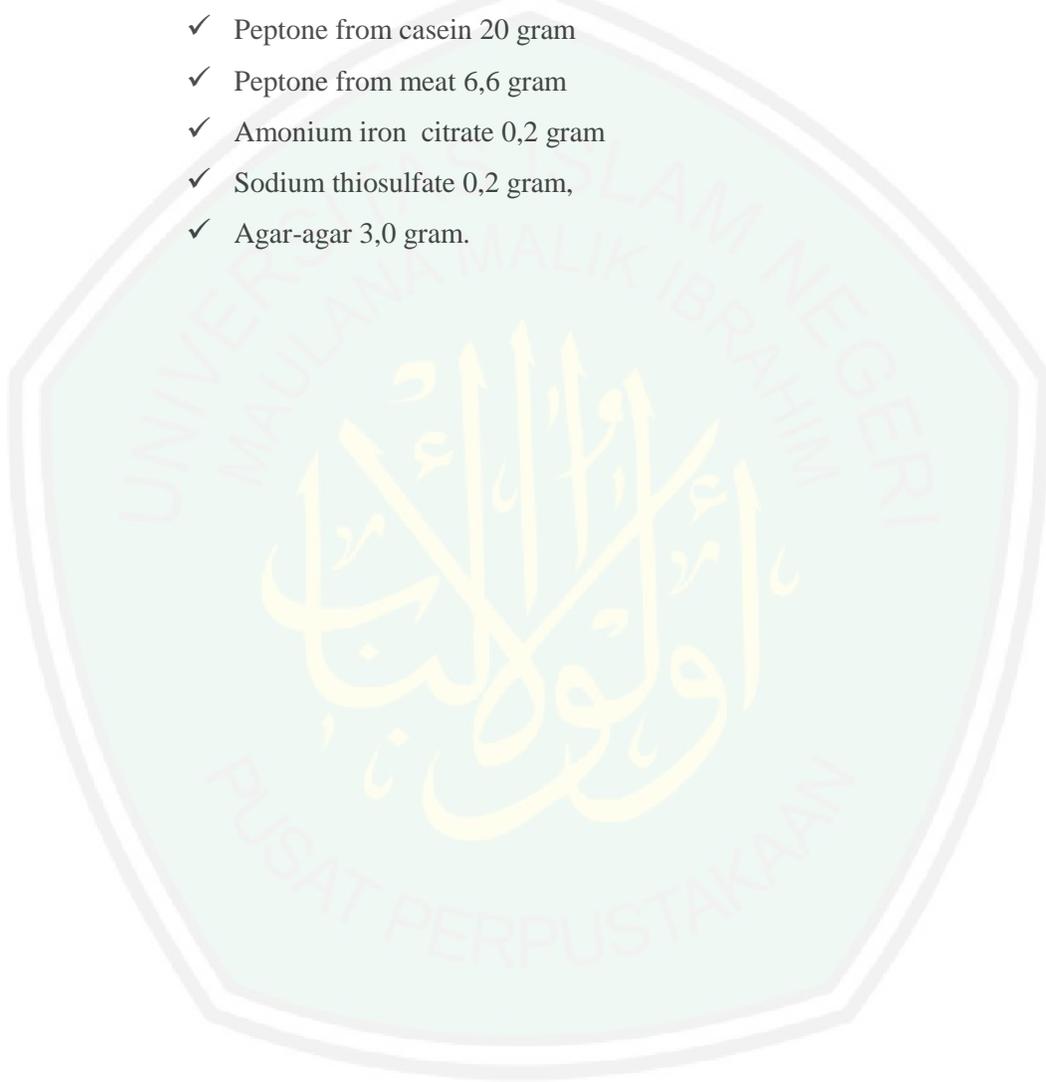
Komposisi Media (Karna, et al., 2007)

1. Medium Nutrien Agar (NA):
 - ✓ Beef extract 3 gram
 - ✓ Bacto pepton 5 gram
 - ✓ Agar 15 gram
 - ✓ Aquadest 1000 ml
2. Medium Nutrien Broth (NB):
 - ✓ Beef extract 3 gram
 - ✓ Bacto pepton 5 gram
 - ✓ Aquadest 1000 ml
3. Medium deMan Rogosa Sharpe Agar (MRSA)
 - ✓ Gram manganese sulfate 0,04 gram
 - ✓ Magnesium sulfate 0,2 gram
 - ✓ Ammonium-hydrogencitrate 2 gram
 - ✓ Kalium hydrogen phosphate 2 gram
 - ✓ Ekstrak yeast 4 gram
 - ✓ Pepton kasein 10 gram
 - ✓ Agar-agar 14 gram
 - ✓ Glucose 20 gram
 - ✓ Ekstrak daging 10 gram
4. Medium deMan Rogosa Sharpe Broth (MRSB)
 - ✓ Manganese sulfate 0,04 gram
 - ✓ Magnesium sulfate 0,2 gram
 - ✓ Potassium hydrogen phosphate 2 gram
 - ✓ Diammonium hydrogen citrate 2 gram
 - ✓ Ekstrak yeast 4 gram
 - ✓ Sodium acetate 5 gram

- ✓ Ekstrak daging 8 gram
- ✓ Kasein/daging pepton 10 gram
- ✓ Glucose 20 gram

5. Medium Sulphide Indole and Motility (SIM)

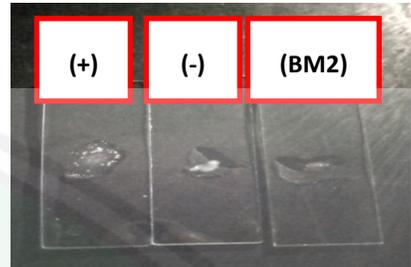
- ✓ Peptone from casein 20 gram
- ✓ Peptone from meat 6,6 gram
- ✓ Amonium iron citrate 0,2 gram
- ✓ Sodium thiosulfate 0,2 gram,
- ✓ Agar-agar 3,0 gram.



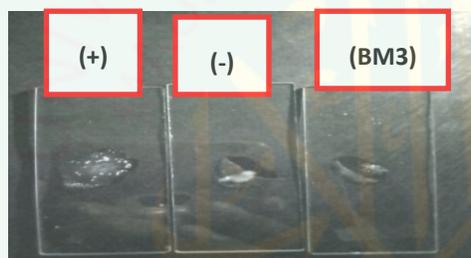
Lampiran 2. Gambar hasil uji katalase pada isolat BAL yang diperoleh dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica*).



Keterangan: Hasil uji katalase isolat BM1



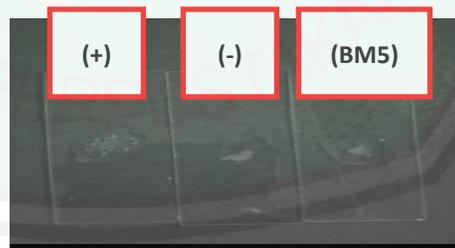
Keterangan: Hasil uji katalase isolat BM2



Keterangan: Hasil uji katalase isolat BM3



Keterangan: Hasil uji katalase isolat BM4



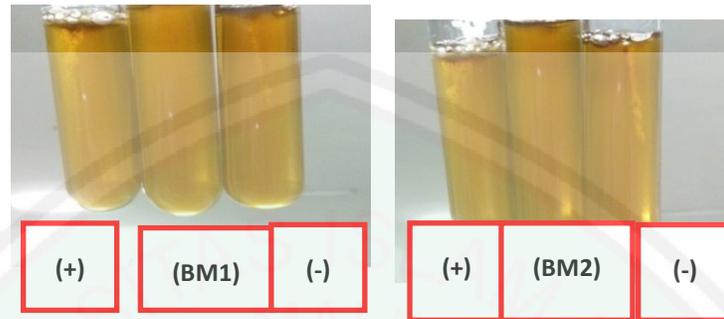
Keterangan: Hasil uji katalase isolat BM5

Keterangan:

(+): Hasil uji katalase *Lactobacillus casei* sebagai pembanding

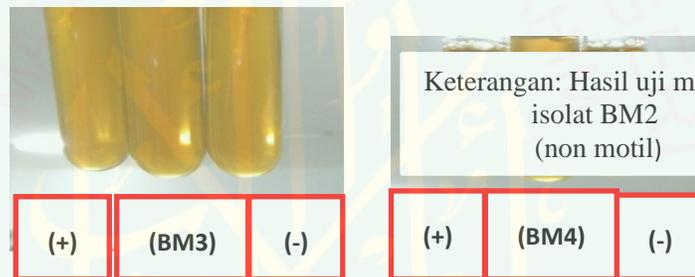
(-): Hasil uji katalase *Staphylococcus aureus* sebagai pembanding

Lampiran 3. Gambar hasil uji tipe motilitas pada isolat BAL yang diperoleh dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica*).



Keterangan: Hasil uji motilitas isolat BM1

Keterangan: Hasil uji motilitas isolat BM2

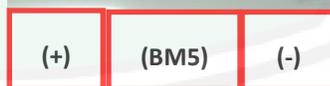


Keterangan: Hasil uji motilitas isolat BM3

Keterangan: Hasil uji motilitas isolat BM4

Keterangan: Hasil uji motilitas isolat BM2 (non motil)

Keterangan: Hasil uji motilitas isolat BM2 (non motil)



Keterangan: Hasil uji motilitas isolat BM4

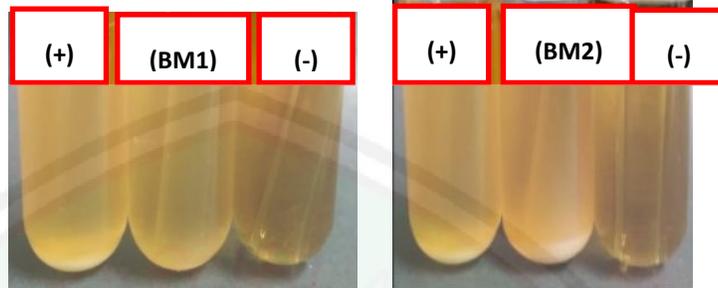
Keterangan:

(+): Hasil uji motilitas *Lactobacilli*

(-): Media SIM

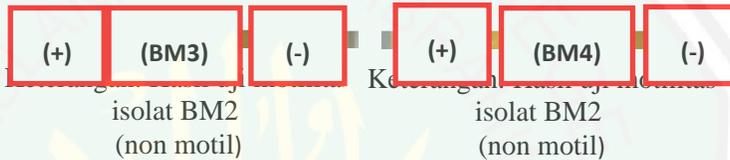
Keterangan: Hasil uji motilitas isolat BM2 (non motil)

Lampiran 4. Gambar hasil uji tipe fermentasi pada isolat BAL yang diperoleh dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica*).



Keterangan: Hasil uji tipe fermentasi isolat BM1

Keterangan: Hasil uji tipe fermentasi isolat BM2



isolat BM2 (non motil)

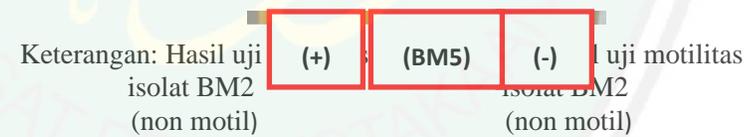
isolat BM2 (non motil)



Keterangan: Hasil uji tipe fermentasi isolat BM3



Keterangan: Hasil uji tipe fermentasi isolat BM4



Keterangan: Hasil uji motilitas isolat BM2 (non motil)

Keterangan: Hasil uji motilitas isolat BM2 (non motil)



Keterangan: Hasil uji tipe fermentasi isolat BM5

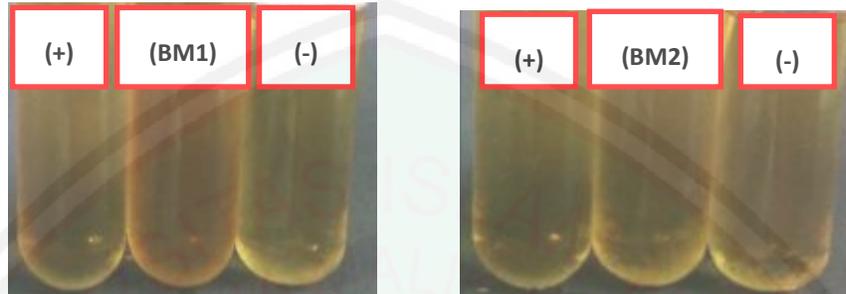
Keterangan:

(+): Hasil uji tipe fermentasi *Lactobacillus casei* (Homofermentatif) sebagai pembanding

(-): Media MRS Broth

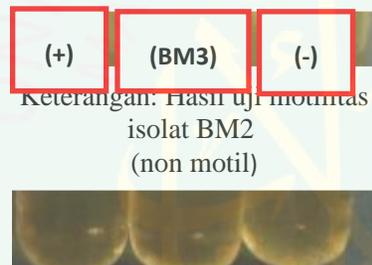
Keterangan: Hasil uji motilitas isolat BM2 (non motil)

Lampiran 5. Gambar hasil uji suhu 15°C pada isolat BAL yang diperoleh dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica*).



Keterangan: Hasil uji suhu 15°C isolat BM1

Keterangan: Hasil uji suhu 15°C isolat BM2

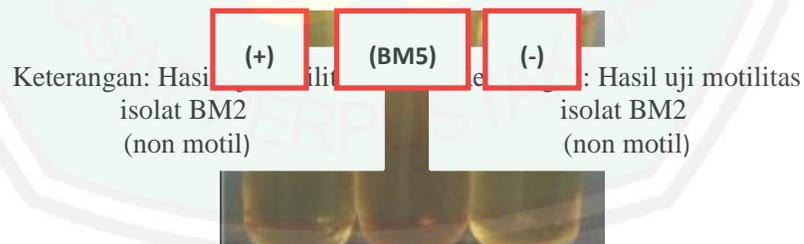


Keterangan: Hasil uji motilitas isolat BM3 (non motil)

Keterangan: Hasil uji motilitas isolat BM4 (non motil)

Keterangan: Hasil uji suhu 15°C isolat BM3

Keterangan: Hasil uji suhu 15°C isolat BM4



Keterangan: Hasil uji motilitas isolat BM5 (non motil)

Keterangan: Hasil uji suhu 15°C isolat BM5

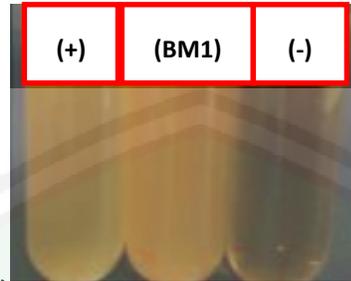
Keterangan:

(+): Hasil uji tipe suhu 15°C *Lactobacillus casei* sebagai pembanding (Tidak tumbuh, media bening)

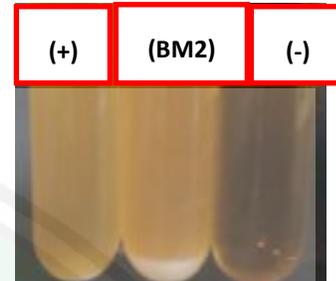
(-): Media MRS Broth

Keterangan: Hasil uji motilitas isolat BM2 (non motil)

Lampiran 6. Gambar hasil uji suhu 37°C pada isolat BAL yang diperoleh dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica*).



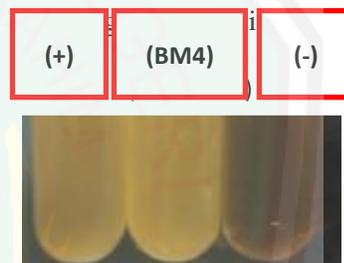
Keterangan: Hasil uji suhu 37°C isolat BM1



Keterangan: Hasil uji suhu 37°C isolat BM2



Keterangan: Hasil uji suhu 37°C isolat BM3



Keterangan: Hasil uji suhu 37°C isolat BM4

Keterangan: Hasil uji motilitas isolat BM2 (non motil) (+) (BM5) (-) Keterangan: Hasil uji motilitas isolat BM2 (non motil)



Keterangan: Hasil uji suhu 37°C isolat BM5

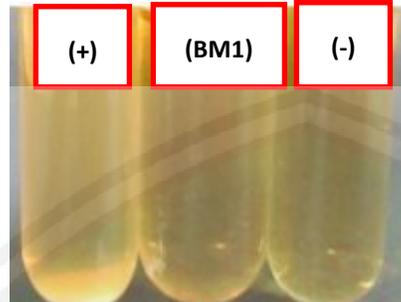
Keterangan:

(+): Hasil uji tipe suhu 37°C *Lactobacillus casei* sebagai pembanding (Tumbuh, media media berubah media menjadi keruh)

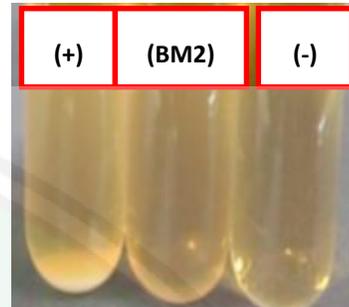
Keterangan: Hasil uji motilitas isolat BM2 (non motil)

(-): Media MRS Broth

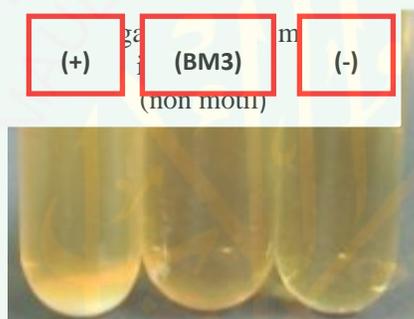
Lampiran 7. Gambar hasil uji suhu 45°C pada isolat BAL yang diperoleh dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica*).



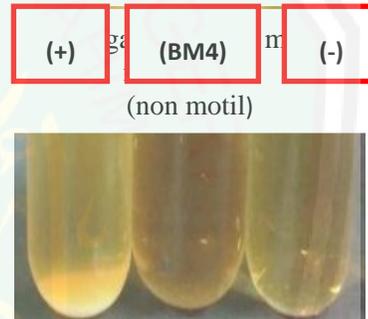
Keterangan: Hasil uji suhu 45°C isolat BM1



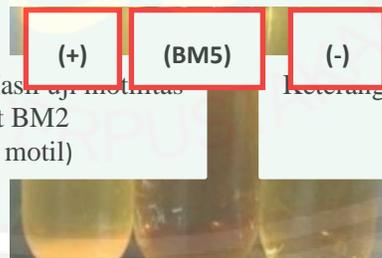
Keterangan: Hasil uji suhu 45°C isolat BM2



Keterangan: Hasil uji suhu 45°C isolat BM3



Keterangan: Hasil uji suhu 45°C isolat BM4



Keterangan: Hasil uji motilitas isolat BM2 (non motil)

Keterangan: Hasil uji motilitas isolat BM2 (non motil)

Keterangan: Hasil uji suhu 45°C isolat BM4

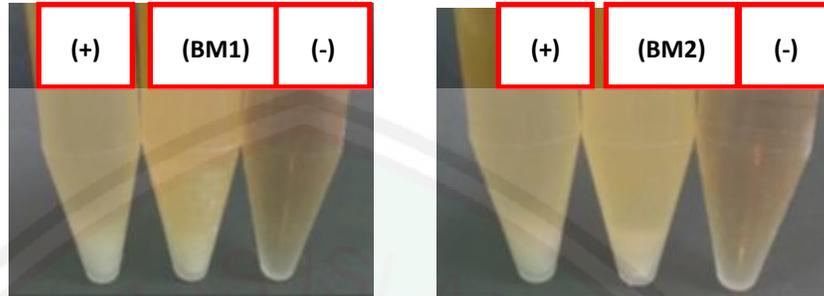
Keterangan:

(+): Hasil uji tipe suhu 45°C *Lactobacillus casei* sebagai pembanding (Tumbuh, media berubah media menjadi keruh)

(-): Media MRS Broth

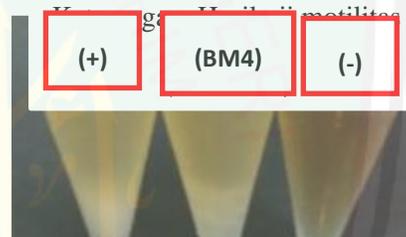
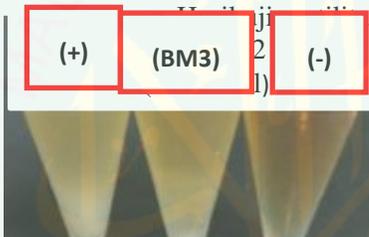
Keterangan: Hasil uji motilitas isolat BM2 (non motil)

Lampiran 8. Gambar hasil uji ketahanan garam 4% (NaCl) pada isolat BAL yang diperoleh dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica*).



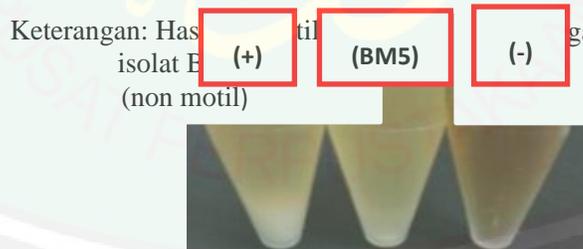
Keterangan: Hasil uji ketahanan NaCl 4% isolat BM1 (Tumbuh)

Keterangan: Hasil uji ketahanan NaCl 4% isolat BM2 (Tumbuh)



Keterangan: Hasil uji ketahanan NaCl 4% isolat BM3 (Tumbuh)

Keterangan: Hasil uji ketahanan NaCl 4% isolat BM4 (Tumbuh)



Keterangan: Hasil uji ketahanan NaCl 4% isolat BM5 (Tumbuh)

Keterangan:

(+): Hasil uji ketahanan NaCl 4% isolat BM1 (Tumbuh) berubah media menjadi keruh

(-): Media MRS Broth

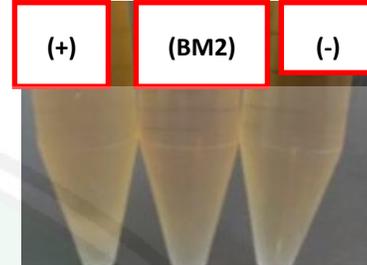
Keterangan: Hasil uji motilitas isolat BM2 (non motil)

banding (Tumbuh, media)

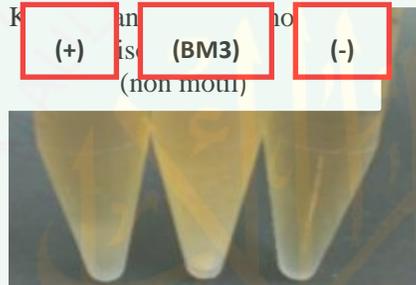
Lampiran 9. Gambar hasil uji ketahanan garam 6,5% (NaCl) pada isolat BAL yang diperoleh dari buah mangga manalagi (*Mangifera indica*).



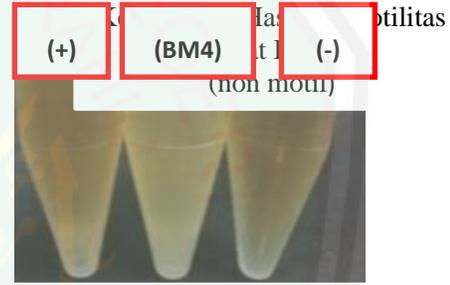
Keterangan: Hasil uji ketahanan NaCl 6,5% isolat BM1
(Tumbuh)



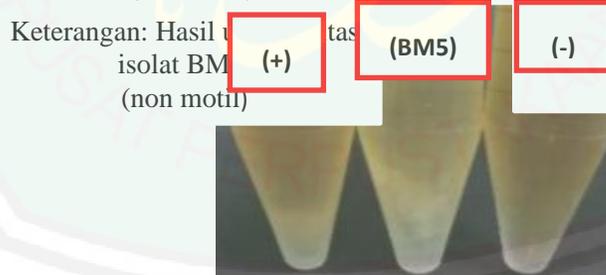
Keterangan: Hasil uji ketahanan NaCl 6,5% isolat BM2
(Tidak tumbuh)



Keterangan: Hasil uji ketahanan NaCl 6,5% isolat BM3
(Tumbuh)



Keterangan: Hasil uji ketahanan NaCl 6,5% isolat BM4
(Tumbuh)



Keterangan: Hasil uji ketahanan NaCl 6,5% isolat BM5

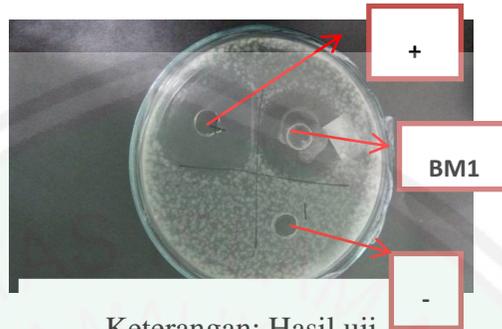
Keterangan:

(+): Hasil uji ketahanan NaCl 6,5% *Lactobacillus casei* sebagai pembanding (Tumbuh, media berubah media menjadi keruh)

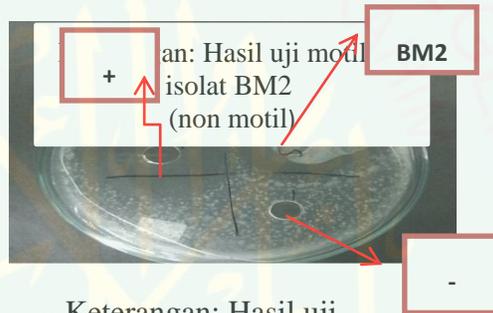
(-): Media MRS Broth

Keterangan: Hasil uji motilitas isolat BM2 (non motil)

Lampiran 10. Gambar hasil BAL dari Buah Mangga Manalagi (*Mangifera indica*) sebagai antibakteri *Escherichia coli*

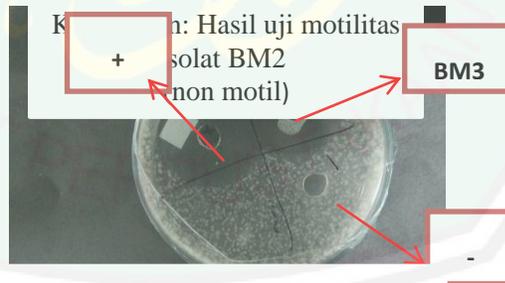


Keterangan: Hasil uji antibakteri isolat BM1



Keterangan: Hasil uji motilitas isolat BM2 (non motil)

Keterangan: Hasil uji antibakteri isolat BM2



Keterangan: Hasil uji motilitas isolat BM2 (non motil)

Keterangan: Hasil uji antibakteri isolat BM3

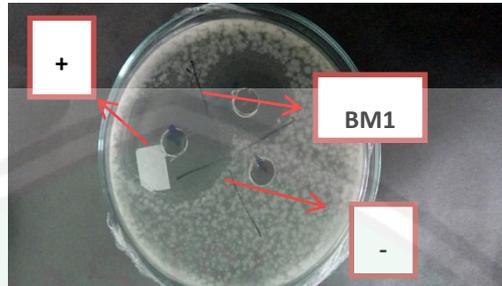
Keterangan:

(+): Hasil uji antibakteri menggunakan streptomisin sebagai pembanding (Terlihat zona hambat)

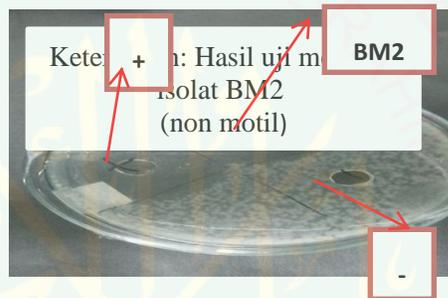
Keterangan: Hasil uji motilitas isolat BM2

(-): Hasil uji antibakteri menggunakan streptomisin sebagai pembanding (Tidak terlihat zona hambat)

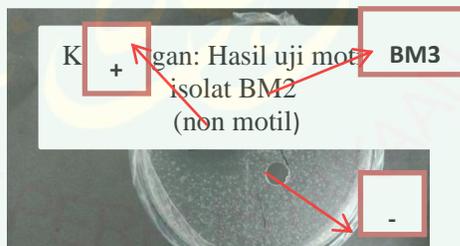
Lampiran 11. Gambar hasil BAL dari Buah Mangga Manalagi (*Mangifera indica*) sebagai antibakteri *Staphylococcus aureus*



Keterangan: Hasil uji antibakteri isolat BM1



Keterangan: Hasil uji antibakteri isolat BM2



Keterangan: Hasil uji antibakteri isolat BM3

Keterangan:

(+): Hasil uji antibakteri hambat

(-): Hasil uji antibakteri menggunakan aquades sebagai pembeding (Tidak terlihat zona hambat)

Keterangan: Hasil uji motilitas

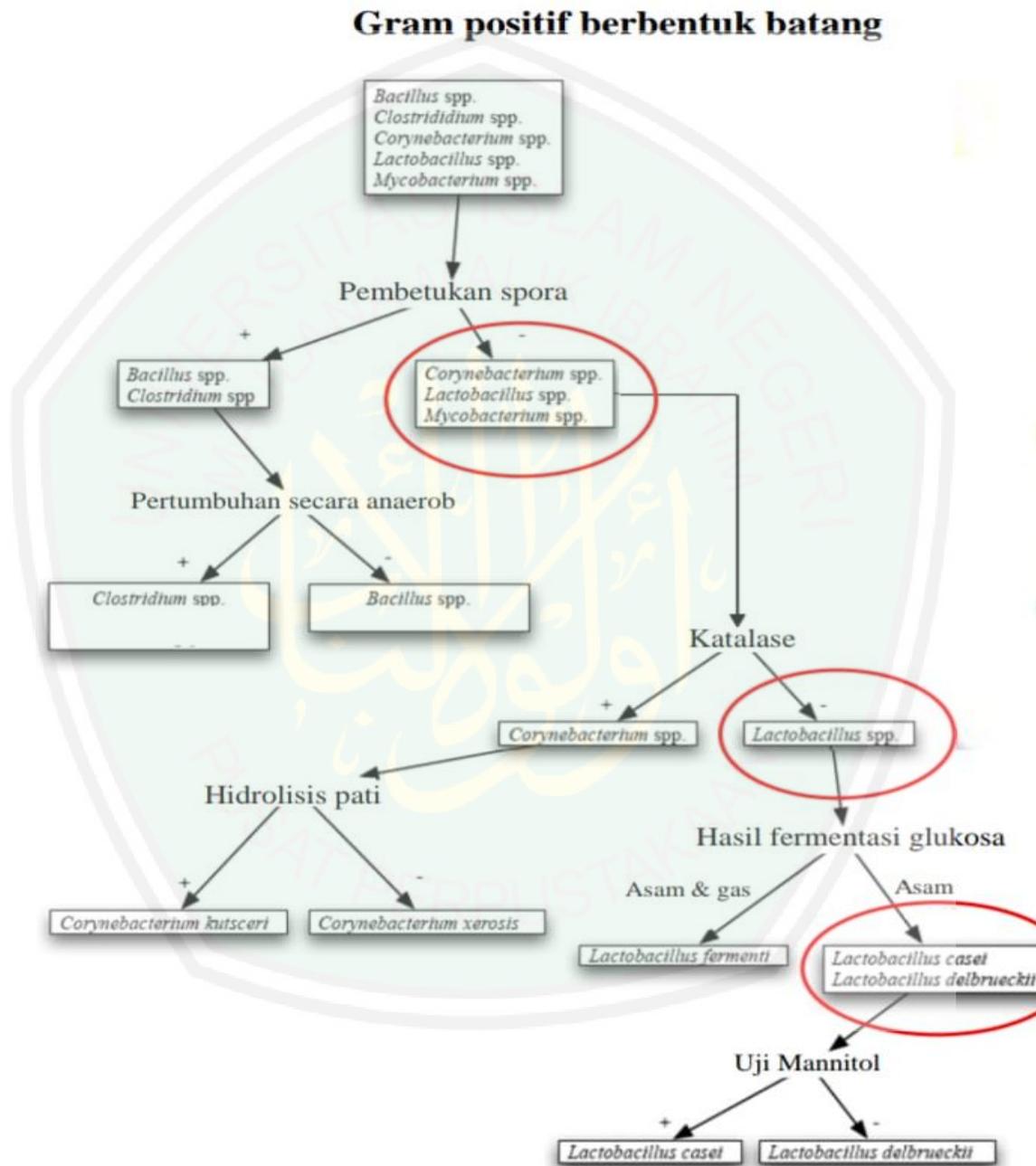
isolat BM2 (non motil)

pembeding (Terlihat zona hambat)

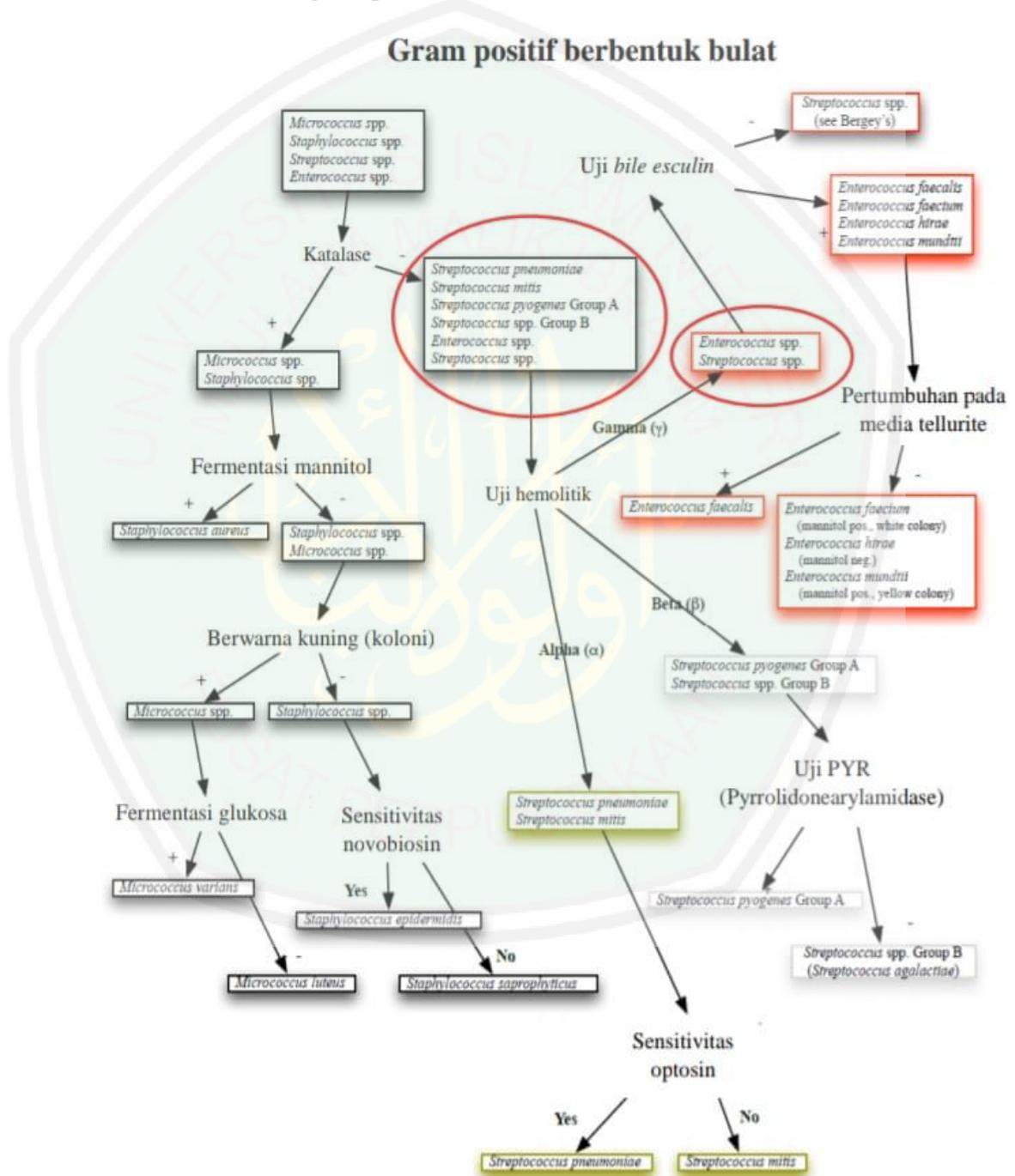
Lampiran 12. Hasil aktivitas antibakteri BAL dari Buah Mangga Manalagi (*Mangifera indica*)

Isolat	Ulangan	Zona Penghambatan					
		E. coli			S. aureus		
		Zona hambat	K(+)	K(-)	Zona hambat	K(+)	K(-)
BM1 (<i>Lactobacillus</i>)	U1	19	26,5	-	9	27	-
	U2	20	24,5	-	10,5	23,5	-
	U3	19,5	28,5	-	7	27,5	-
	U4	17,5	28	-	8	27	-
	U5	19,5	27	-	9,5	22	-
BM2 (<i>Streptococcus</i>)	U1	18,5	26	-	9	21,5	-
	U2	18	26,5	-	10	26	-
	U3	21	26,5	-	7	26,5	-
	U4	18,5	27,5	-	6,5	26	-
	U5	18	25,5	-	7,5	20,5	-
BM3 (<i>Enterococcus</i>)	U1	17,5	23	-	6,5	25	-
	U2	20	20	-	9	23,5	-
	U3	19,5	27,5	-	7,5	25,5	-
	U4	18,5	27	-	6,5	25	-
	U5	16	22,5	-	8	21	-

Lampiran 13. Diagram alur *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* untuk isolat bakteri gram positif berbentuk batang.



Lampiran 14. Diagram alur *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* untuk isolat bakteri gram positif berbentuk bulat



Lampiran 15. Uji spss hasil aktivitas antibakteri BAL dari Buah Mangga Manalagi (*Mangifera indica*)

1. Zona hambat *E.coli*

a. Uji normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		zonahambat_ecoli
N		15
Normal Parameters ^a	Mean	18.4667
	Std. Deviation	1.30201
Most Extreme Differences	Absolute	.173
	Positive	.173
	Negative	-.160
Kolmogorov-Smirnov Z		.671
Asymp. Sig. (2-tailed)		.758
a. Test distribution is Normal.		

b. Uji homogenitas

Descriptives

zonahambat_ecoli								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
bm1=lactobacillus	5	18.8000	1.09545	.48990	17.4398	20.1602	17.00	20.00
bm2=streptococcus	5	18.6000	1.34164	.60000	16.9341	20.2659	18.00	21.00
bm3=enterococcus	5	18.0000	1.58114	.70711	16.0368	19.9632	16.00	20.00
Total	15	18.4667	1.30201	.33618	17.7456	19.1877	16.00	21.00

Test of Homogeneity of Variances

zonahambat_ecoli

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.455	2	12	.645

c. Uji anova

ANOVA

zonahambat_ecoli

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.733	2	.867	.473	.634
Within Groups	22.000	12	1.833		
Total	23.733	14			

d. Uji post hoc

Multiple Comparisons

zonahambat_ecoli

LSD

(I) perlakuan	(J) perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
bm1=lactobacillus	bm2=streptococcus	.20000	.85635	.819	-1.6658	2.0658
	bm3=enterococcus	.80000	.85635	.369	-1.0658	2.6658
bm2=streptococcus	bm1=lactobacillus	-.20000	.85635	.819	-2.0658	1.6658
	bm3=enterococcus	.60000	.85635	.497	-1.2658	2.4658

bm3=enterococcus	bm1=lactobacillus	-.80000	.85635	.369	-2.6658	1.0658
	bm2=streptococcus	-.60000	.85635	.497	-2.4658	1.2658

2. Zona hambat kontrol positif *E.coli*

a. Uji normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		kontrolpositif
N		15
Normal Parameters ^a	Mean	25.4667
	Std. Deviation	2.29492
	Most Extreme Differences	
	Absolute	.259
	Positive	.135
	Negative	-.259
Kolmogorov-Smirnov Z		1.001
Asymp. Sig. (2-tailed)		.269

a. Test distribution is Normal.

--	--

b. Uji homogenitas

Descriptives

Kontrolpositif	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					bm1=lactobacillus	5		
bm2=streptococcus	5	26.0000	.70711	.31623	25.1220	26.8780	25.00	27.00
bm3=enterococcus	5	23.8000	3.11448	1.39284	19.9329	27.6671	20.00	27.00
Total	15	25.4667	2.29492	.59255	24.1958	26.7376	20.00	28.00

Test of Homogeneity of Variances

Kontrolpositif

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
6.913	2	12	.010

Robust Tests of Equality of Means

Kontrolpositif

--	--	--	--

	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Brown-Forsythe	2.508	2	6.616	.155

a. Asymptotically F distributed.

c. Uji post hoc

Multiple Comparisons

Kontrolpositif

Games-Howell

(I) perlakuan	(J) perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
bm1=lactobacillus	bm2=streptococcus	.60000	.81240	.752	-1.9773	3.1773
	bm3=enterococcus	2.80000	1.58114	.255	-2.0213	7.6213
bm2=streptococcus	bm1=lactobacillus	-.60000	.81240	.752	-3.1773	1.9773
	bm3=enterococcus	2.20000	1.42829	.359	-2.6768	7.0768
bm3=enterococcus	bm1=lactobacillus	-2.80000	1.58114	.255	-7.6213	2.0213
	bm2=streptococcus	-2.20000	1.42829	.359	-7.0768	2.6768

3. Zona hambat *S. aureus*

a. Uji normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		zonahambat_s_ aureus
N		15
Normal Parameters ^a	Mean	7.8667
	Std. Deviation	1.40746
	Most Extreme Differences	
	Absolute	.198
	Positive	.198
	Negative	-.190
Kolmogorov-Smirnov Z		.765
Asymp. Sig. (2-tailed)		.601
a. Test distribution is Normal.		

b. Uji homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

zonahambat_s_aureus

Levene Statistic	df1	df2	Sig.

Test of Homogeneity of Variances

zonahambat_s_aureus

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.839	2	12	.456

c. Uji anova

ANOVA

zonahambat_s_aureus

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.933	2	2.467	1.298	.309
Within Groups	22.800	12	1.900		
Total	27.733	14			

d. Uji post hoc

Multiple Comparisons

zonahambat_s_aureus

LSD

(I) perlakuan	(J) perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound

bm1=lactobacillus	bm2=streptococcus	.80000	.87178	.377	-1.0994	2.6994
	bm3=enterococcus	1.40000	.87178	.134	-.4994	3.2994
bm2=streptococcus	bm1=lactobacillus	-.80000	.87178	.377	-2.6994	1.0994
	bm3=enterococcus	.60000	.87178	.504	-1.2994	2.4994
bm3=enterococcus	bm1=lactobacillus	-1.40000	.87178	.134	-3.2994	.4994
	bm2=streptococcus	-.60000	.87178	.504	-2.4994	1.2994

4. Zona hambat kontrol positif *S. aureus*

a. Uji normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		kontrolpositif
N		15
Normal Parameters ^a	Mean	24.2667
	Std. Deviation	2.40436
	Most Extreme Differences	
	Absolute	.220
	Positive	.128
	Negative	-.220
Kolmogorov-Smirnov Z		.851
Asymp. Sig. (2-tailed)		.463

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		kontrolpositif
N		15
Normal Parameters ^a	Mean	24.2667
	Std. Deviation	2.40436
	Most Extreme Differences	
	Absolute	.220
	Positive	.128
	Negative	-.220
Kolmogorov-Smirnov Z		.851
Asymp. Sig. (2-tailed)		.463
a. Test distribution is Normal.		

b. Uji homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

Kontrolpositif

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.738	2	12	.055

c. Uji anova

ANOVA

Kontrolpositif					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.533	2	3.267	.527	.603
Within Groups	74.400	12	6.200		
Total	80.933	14			

d. Uji post hoc

Multiple Comparisons

Kontrolpositif

LSD

(I) perlakuan	(J) perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
bm1=lactobacillus	bm2=streptococcus	1.40000	1.57480	.391	-2.0312	4.8312
	bm3=enterococcus	1.40000	1.57480	.391	-2.0312	4.8312

bm2=streptococcus	bm1=lactobacillus	-1.40000	1.57480	.391	-4.8312	2.0312
	bm3=enterococcus	.00000	1.57480	1.000	-3.4312	3.4312
bm3=enterococcus	bm1=lactobacillus	-1.40000	1.57480	.391	-4.8312	2.0312
	bm2=streptococcus	.00000	1.57480	1.000	-3.4312	3.4312





KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341) 558933, Fax. (0341) 558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Basithotul Ulum
NIM : 14620007
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Ganjil / Genap TA
Pembimbing : Ir. Liliek Harianie AR, M.P
Judul Skripsi : Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Buah Mangga (*Mangifera indica*) sebagai Antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*

No	Tanggal	Uraian Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	23 Januari 2018	Pengajuan Judul Skripsi	1.
2.	30 Januari 2018	ACC Judul Skripsi	2.
3.	12 Februari 2018	Konsultasi BAB I, II, dan III	3.
4.	27 Februari 2018	Revisi BAB I dan III	4.
5.	14 Maret 2018	Revisi BAB I, II, dan III	5.
6.	28 Maret 2018	Revisi BAB I, II, dan III	6.
7.	06 April 2018	ACC BAB I, II, dan III	7.
8.	3 Agustus 2018	Konsultasi BAB IV	8.
9.	6 Agustus 2018	Revisi ke-1 BAB IV	9.
10.	13 Agustus 2018	Revisi ke-2 BAB IV	10.
11.	30 Agustus 2018	ACC Skripsi	11.

Pembimbing Skripsi,

Ir. Liliek Harianie AR, M.P
NIP. 19620901 199803 2 001

Malang, 26 Oktober 2018

Ketua Jurusan,



Romaidi, M.Si. D. Sc
NIP. 19810201 200901 1 019



KEMENTERIAN AGAMA
 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
 FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 JURUSAN BIOLOGI
 Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341) 558933, Fax. (0341) 558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Basithotul Ulum
 NIM : 14620007
 Program Studi : S1 Biologi
 Semester : Ganjil / Genap TA
 Pembimbing : Umaiyatus Syarifah, M.A
 Judul Skripsi : Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Buah Mangga (*Mangifera indica*) sebagai Antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*

No	Tanggal	Uraian Konsultasi	Ttd. Pembimbing
3.	12 Februari 2018	Konsultasi BAB I, II, dan III	1. ✓
5.	14 Maret 2018	Revisi BAB I, II, dan III	2. ✓
6.	28 Maret 2018	Revisi BAB I, II, dan III	3. ✓
7.	06 April 2018	ACC BAB I, II, dan III	4. ✓
9.	8 Agustus 2018	Revisi ke-1 BAB IV	5. ✓
11.	15 Agustus 2018	ACC Skripsi	6. ✓

Pembimbing Skripsi,

Umaiyatus Syarifah, M.A
 NIP. 19820925 200901 2 005

Malang, 26 Oktober 2018

Ketua Jurusan,

Romaidi, M.Si. D. Sc
 NIP. 19810201 200901 1 019