

**AKTIVITAS ANTIBAKTERI MINUMAN SINBIOTIK SUSU KAMBING
ETAWA DENGAN PENAMBAHAN MANGGA KWENI (*Mangifera
odorata*) DAN MADU RANDU TERHADAP *Staphylococcus aureus*
DAN *Escherichia coli***

(Skripsi)

Oleh

**Yeremia Bagus Nugroho
1914051031**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

AKTIVITAS ANTIBAKTERI MINUMAN SINBIOTIK SUSU KAMBING ETAWA DENGAN PENAMBAHAN MANGGA KWENI (*Mangifera odorata*) DAN MADU RANDU TERHADAP *Staphylococcus aureus* DAN *Escherichia coli*

Oleh

YEREMIA BAGUS NUGROHO

Minuman sinbiotik merupakan minuman hasil fermentasi yang mengombinasikan probiotik dan prebiotik, sehingga mampu meningkatkan kesehatan usus. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui adanya aktivitas antibakteri dalam minuman sinbiotik susu kambing etawa dan mengetahui aktivitas antibakteri yang lebih tinggi terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* atau *Escherichia coli*. Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan tujuh perlakuan dan empat ulangan. Perlakuan perbandingan sari mangga kweni dan madu randu terdiri dari tujuh taraf yaitu, P0 (0% : 0%); P1 (0% : 25%); P2(5% : 20%); P3 (10% : 15%); P4 (15% : 10%); P5 (20% : 5%); dan P6 (25% : 0%). Data dianalisis menggunakan uji Bartlett dan Tukey, dilanjutkan dengan uji ANOVA dan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf 5%. Berdasarkan hasil penelitian, minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan sari mangga kweni dan madu randu terbaik adalah perlakuan P4 (15% sari mangga kweni : 10% madu randu), memiliki nilai total BAL 9,00 log CFU/mL; total asam laktat 0,89%; derajat keasaman (pH) 3,71; dan aktivitas antibakteri dengan diameter zona bening pada bakteri *Staphylococcus aureus* sebesar 9,27 mm, sedangkan pada bakteri *Escherichia coli* sebesar 4,47 mm.

Kata kunci : aktivitas antibakteri, madu randu, mangga kweni, prebiotik, probiotik

ABSTRACT

ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF ETAWA GOAT'S MILK SYNBIOTIC DRINK WITH THE ADDITION OF KWENI MANGO (*Mangifera odorata*) AND RANDU HONEY AGAINST *Staphylococcus aureus* AND *Escherichia coli*

By

YEREMIA BAGUS NUGROHO

Synbiotic drinks are fermented drinks that combine probiotics and prebiotics, so they can improve intestinal health. The aim of the research was to determine the presence of antibacterial activity in the synbiotic drink Etawa goat's milk and to determine the higher antibacterial activity against *Staphylococcus aureus* or *Escherichia coli* bacteria. This research was structured in a Complete Randomized Block Design (RAKL) with seven treatments and four replications. The comparison treatment of kweni mango juice and randu honey consisted of seven levels, namely, P0 (0% : 0%); P1 (0% : 25%); P2(5% : 20%); P3 (10% : 15%); P4 (15% : 10%); P5 (20% : 5%); and P6 (25% : 0%). Data were analyzed using the Bartlett and Tukey test, followed by the ANOVA test and Least Significant Difference (BNT) test at the 5% level. Based on the research results, the best synbiotic drink of Etawa goat's milk with the addition of kweni mango juice and kapok honey was the P4 treatment (15% kweni mango juice : 10% kapok honey), having a total BAL value of 9.00 log CFU/mL; total lactic acid 0.89%; degree of acidity (pH) 3.71; and antibacterial activity with a clear zone diameter for *Staphylococcus aureus* bacteria of 9.27 mm, while for *Escherichia coli* bacteria it was 4.47 mm.

Key words: antibacterial activity, kweni mango, prebiotics, probiotics, randu honey

**AKTIVITAS ANTIBAKTERI MINUMAN SINBIOTIK SUSU KAMBING
ETAWA DENGAN PENAMBAHAN MANGGA KWENI (*Mangifera
odorata*) DAN MADU RANDU TERHADAP *Staphylococcus aureus*
DAN *Escherichia coli***

Oleh

YEREMIA BAGUS NUGROHO

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : **AKTIVITAS ANTIBAKTERI MINUMAN SINBIOTIK SUSU KAMBING ETAWA DENGAN PENAMBAHAN MANGGA KWENI (*Mangifera odorata*) DAN MADU RANDU TERHADAP *Staphylococcus aureus* DAN *Escherichia coli***

Nama : **Yeremia Bagus Nugroho**

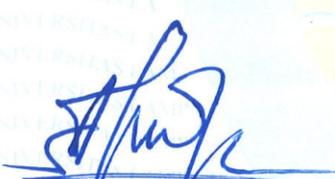
Nomor Pokok Mahasiswa : **1914051031**

Program Studi : **Teknologi Hasil Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

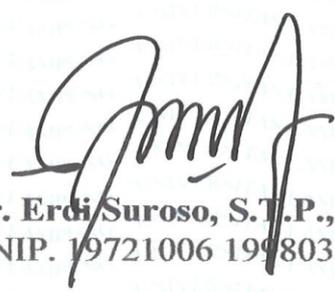


Dr. Ir. Samsul Rizal, M.Si.
NIP. 19690225 199403 1 002



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

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian



Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A.
NIP. 19721006 199803 1 005

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

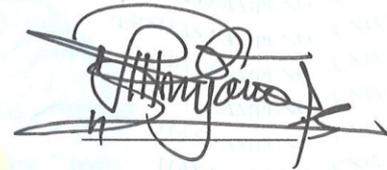
Ketua : Dr. Ir. Samsul Rizal, M.Si.



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



Anggota : Dr. Ir. Suharyono A.S., M.S.



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

NIP. 19641118 198902 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 15 Februari 2024

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Yeremia Bagus Nugroho

NPM : 1914051031

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

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 22 Februari 2024

Yang membuat pernyataan



METERAI
TEMPEL
FOAKXB26748650

Yeremia Bagus Nugroho

NPM. 1914051031

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Agung pada tanggal 2 Agustus 2001 sebagai anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Timotius dan Ibu Eko Martiningsih. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Xaverius Terbanggi Besar pada tahun 2013, Sekolah Menengah Pertama di SMP Xaverius Terbanggi Besar pada tahun 2016, dan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Terusan Nunyai pada tahun 2019. Pada tahun 2019, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada bulan Januari-Februari 2022 di Desa Gunung Batin Baru, Kabupaten Lampung Tengah. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT. Great Giant Pineapple dengan judul “Mempelajari Penerapan *Sanitation Standard Operating Procedure* (SSOP) pada Proses Produksi Nanas Kaleng di PT. Great Giant Pineapple” pada bulan Juni 2022. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam kegiatan kemahasiswaan yaitu Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung (HMJ THP FP Unila) periode 2019/2020.

SANWACANA

Puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Aktivitas Antibakteri Minuman Sinbiotik Susu Kambing Etawa dengan Penambahan Mangga Kweni (*Mangifera odorata*) dan Madu Randu terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*” dengan baik dan tepat waktu. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang memfasilitasi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang memfasilitasi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
3. Bapak Dr. Ir. Samsul Rizal, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Pertama, yang telah memberikan kesempatan, izin penelitian, bimbingan, saran dan nasihat kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi penulis.
4. Ibu Dr. Ir. Sussi Astuti, M.Si. selaku Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Pembimbing Kedua, yang telah memberikan banyak bimbingan, arahan, masukan, saran dan nasihat serta dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Ir. Suharyono A.S., M.S. selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan saran serta masukan terhadap skripsi penulis.
6. Seluruh Bapak dan Ibu dosen pengajar di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung, atas ilmu yang diberikan selama menjalani perkuliahan.

7. Seluruh staf dan karyawan di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah membimbing dan membantu penulis dalam menyelesaikan administrasi akademik.
8. Kedua orang tua penulis Bapak Timotius dan Ibu Eko Martiningsih yang telah memberikan dukungan berupa doa, motivasi, materi, serta kasih sayang tiada tara sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan baik.
9. Sahabat terbaik Deva, Rafi Andika, dan Ari yang selalu berbagi cerita seperti keluarga, selalu ada dalam kehidupan kampus baik suka maupun duka, selalu mendukung, memberikan saran, serta tempat penulis untuk berkeluh kesah.
10. Keluarga besar THP angkatan 2019 terima kasih atas perjalanan, kebersamaan serta seluruh cerita suka maupun dukanya selama ini.

Semoga seluruh kebaikan yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan berkat dari Tuhan Yang Maha Esa. Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi banyak pihak.

Bandar Lampung, 22 Februari 2024
Penulis,

Yeremia Bagus Nugroho

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang dan Masalah	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	3
1.3. Kerangka Pemikiran	3
1.4. Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Minuman Sinbiotik.....	8
2.1.1. Probiotik	9
2.1.2. Prebiotik	10
2.2. Aktivitas Antibakteri	11
2.2.1. Metode difusi	12
2.2.2. Metode dilusi.....	13
2.3. Mangga Kweni (<i>Mangifera odorata</i>)	14
2.4. Madu Randu	16
2.5. <i>Staphylococcus aureus</i>	18
2.6. <i>Escherichia coli</i>	20
III. METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.2. Bahan dan Alat	23

3.3. Metode Penelitian	24
3.4. Pelaksanaan Penelitian	24
3.4.1. Persiapan kultur kerja.....	24
3.4.2. Pembuatan sari buah mangga kweni	26
3.4.3. Pembuatan minuman sinbiotik	27
3.5. Pengamatan	29
3.5.1. Total bakteri asam laktat	29
3.5.2. Total asam laktat	30
3.5.3. Derajat keasaman (pH).....	30
3.5.4. Pengujian aktivitas antibakteri	31
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1. Total Bakteri Asam Laktat (BAL).....	32
4.2. Total Asam Laktat	34
4.3. Derajat Keasaman (pH)	36
4.4. Aktivitas Antibakteri	38
4.5. Penentuan Perlakuan Terbaik	42
V. KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1. Kesimpulan.....	46
5.2. Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	56

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perlakuan pembuatan minuman sinbiotik susu kambing etawa.....	29
2. Hasil uji lanjut BNT 5% total BAL minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan sari mangga kweni dan madu randu.....	32
3. Hasil uji lanjut BNT 5% total asam laktat pada minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan sari mangga kweni dan madu randu.....	34
4. Hasil uji lanjut BNT 5% pH minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan sari mangga kweni dan madu randu.....	36
5. Hasil uji lanjut BNT 5% aktivitas antibakteri minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan sari mangga kweni dan madu randu.....	38
6. Rekapitulasi penentuan perlakuan terbaik dari keseluruhan pengamatan minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan sari mangga kweni dan madu randu.....	43
7. Data total BAL pada minuman sinbiotik minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu (Log CFU/mL)	57
8. Uji Kehomogenan (kesamaan) ragam (Bartlett's test) total BAL pada minuman sinbiotik minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu.....	57
9. Analisis ragam pengujian total BAL pada minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu.....	58
10. Hasil uji lanjut BNT 5% total BAL minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu.....	58

11. Data total asam laktat pada minuman sinbiotik minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu (%).....	59
12. Uji Kehomogenan (kesamaan) ragam (Bartlett's test) total asam laktat pada minuman sinbiotik minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu	59
13. Analisis ragam pengujian total asam laktat pada minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu.....	60
14. Hasil uji lanjut BNT 5% total asam laktat minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu.....	60
15. Data pH pada minuman sinbiotik minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu	61
16. Uji Kehomogenan (kesamaan) ragam (Bartlett's test) pH pada minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu.....	61
17. Analisis ragam pengujian pH pada minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu	62
18. Hasil uji lanjut BNT 5% pH minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu.....	62
19. Data aktivitas antibakteri <i>Staphylococcus aureus</i> pada minuman sinbiotik minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu (mm)	63
20. Uji Kehomogenan (kesamaan) ragam (Bartlett's test) aktivitas antibakteri <i>Staphylococcus aureus</i> pada minuman sinbiotik minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu.....	63
21. Analisis ragam pengujian aktivitas antibakteri <i>Staphylococcus aureus</i> pada minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu	64
22. Hasil uji lanjut BNT 5% aktivitas antibakteri <i>Staphylococcus aureus</i> minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu.....	64
23. Data aktivitas antibakteri <i>Escherichia coli</i> pada minuman sinbiotik minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu (mm).....	65
24. Uji Kehomogenan (kesamaan) ragam (Bartlett's test) aktivitas antibakteri <i>Escherichia coli</i> pada minuman sinbiotik minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu.....	65

25. Analisis ragam pengujian aktivitas antibakteri <i>Escherichia coli</i> pada minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu.....	66
26. Hasil uji lanjut BNT 5% aktivitas antibakteri <i>Escherichia coli</i> minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu.....	66
27. Skor dan bobot nilai setiap parameter pada penentuan perlakuan terbaik dengan metode uji efektifitas pembobotan (De Garmo).....	67
28. Selisih antara skor perlakuan terbaik dan skor perlakuan terburuk pada penentuan perlakuan terbaik dengan metode uji efektifitas pembobotan (De Garmo).....	68
29. Nilai efektivitas (NE) dan nilai produktivitas (NP) pada penentuan perlakuan terbaik dengan metode uji efektifitas pembobotan (De Garmo)	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Mangga kweni (<i>Mangifera odorata</i>).....	15
2. Koloni bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	19
3. Koloni bakteri <i>Escherichia coli</i>	21
4. Diagram alir pembuatan kultur kerja	25
5. Diagram alir pembuatan sari buah mangga kweni	27
6. Diagram alir pembuatan minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu.....	28
7. Ilustrasi metode difusi cakram dalam pengujian aktivitas antibakteri ..	31
8. Bahan - bahan pembuatan minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan sari mangga kweni dan madu randu	70
9. Pembuatan kultur induk <i>Lactobacillus casei</i>	70
10. Pembuatan kultur antara <i>Lactobacillus casei</i>	70
11. Pembuatan kultur kerja <i>Lactobacillus casei</i>	71
12. Pembuatan minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu	71
13. Pengujian total BAL minuman sinbiotik susu kambing etawa	71
14. Pengujian total asam laktat minuman sinbiotik susu kambing etawa ..	72
15. Pengujian pH minuman sinbiotik susu kambing etawa	72
16. Pengujian aktivitas antibakteri minuman sinbiotik susu kambing etawa	72

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

Semakin berkembangnya ilmu dan teknologi pangan menyebabkan pola hidup sehat di masyarakat semakin meningkat. Masyarakat semakin peduli terhadap kesehatan dan mengkonsumsi pangan yang mampu memberikan efek menyehatkan bagi tubuh dengan semakin dikembangkannya pangan fungsional. Menurut Badan Pengawasan Obat dan Makanan (2011), pangan fungsional adalah pangan yang secara alamiah atau telah melalui proses, mengandung komponen bioaktif yang memiliki fungsi fisiologis tertentu sehingga bermanfaat bagi kesehatan. Pangan fungsional yang beredar di kalangan masyarakat terus mengalami peningkatan dan semakin beraneka ragam, salah satunya adalah minuman yang mengandung probiotik dan prebiotik. Manfaat bakteri probiotik yaitu mampu meningkatkan kesehatan usus, sistem imun dan melindungi inang dari infeksi patogen (Chandra dkk., 2022).

Kombinasi antara bakteri probiotik dengan kandungan pangan prebiotik akan menghasilkan minuman sinbiotik yang saling bersimbiosis sehingga akan bermanfaat lebih baik pada tubuh. Sinbiotik mengandung bakteri probiotik seperti bakteri asam laktat dalam keadaan hidup dan masih aktif saat mencapai saluran pencernaan (Elsaputra dkk., 2016), dan mengandung prebiotik yang tidak tercerna di sistem pencernaan atas namun dapat menjadi substrat bagi probiotik. Salah satu minuman sinbiotik yang sudah dikembangkan yaitu minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu. Sinbiotik sari mangga kweni dapat dikombinasikan dengan bahan pangan lain yang dapat meningkatkan gizi dan khasiatnya seperti pengombinasian dengan susu kambing

etawa yang memiliki gizi tinggi dan madu randu yang memiliki kandungan prebiotik serta memiliki sifat antibakteri.

Penggunaan susu kambing etawa dapat dikembangkan sebagai bahan baku pembuatan minuman sinbiotik yang berperan sebagai food carrier. Menurut Ratya dkk. (2017), perkembangan penggunaan susu kambing pada minuman fungsional dikarenakan khasiat baik susu kambing yang memiliki kemampuan cerna yang tinggi, komposisi kimia yang bermanfaat, dan alergenitas yang rendah, namun kelemahan penggunaan susu kambing etawa sebagai minuman sinbiotik yaitu memiliki aroma khas prengus. Aroma khas prengus pada susu kambing etawa dapat berkurang melalui proses fermentasi dan penambahan buah-buahan yang memiliki aroma segar, seperti mangga, blimbing, jeruk nipis, dan jahe (Melatiningsih, 2022). Salah satu buah yang dapat dijadikan sebagai penghilang aroma khas prengus adalah mangga kweni. Mangga kweni mengandung komponen volatil, seperti ethyl butanoate, α -pinene, camphene, myrcene, butyl butanoate, limonene, terpinolene, dan linalool yang membentuk aroma khas kweni yang kuat (Mustofa *et al.*, 2022). Mangga kweni juga mengandung senyawa-senyawa seperti flavonoid, tanin, saponin, mangiferin, terpenoid dan alkaloid yang diduga memiliki mekanisme kerja dalam menghambat pertumbuhan bakteri (Meliana dkk., 2021). Madu memiliki sifat antibakteri karena memiliki kandungan senyawa seperti asam organik, minyak atsiri, flavonoid, pH rendah, dan mengandung senyawa hidrogen peroksida (Rio dkk., 2015).

Bakteri yang mengontaminasi susu dikelompokkan menjadi dua, yaitu bakteri patogen dan bakteri pembusuk. Bakteri patogen meliputi *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Salmonella sp.*, sedangkan untuk bakteri pembusuk antara lain adalah *Micrococcus sp.*, *Pseudomonas sp.*, dan *Bacillus sp.* Oleh sebab itu dilakukan penelitian untuk mengetahui aktivitas antibakteri minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* menggunakan metode difusi cakram. Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dipilih karena bakteri tersebut sudah mewakili populasi dari bakteri Gram positif maupun Gram negatif,

selain itu populasi bakteri ini sering ditemukan pada susu kambing etawa (Humaida, 2014).

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui adanya aktivitas antibakteri dari minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan sari mangga kweni dan madu randu terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.
2. Mengetahui aktivitas antibakteri dari minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan sari mangga kweni dan madu randu yang lebih tinggi antara bakteri *Staphylococcus aureus* atau *Escherichia coli*.

1.3. Kerangka Pemikiran

Bahaya biologi (mikroba) pada bahan pangan perlu mendapat perhatian khusus, karena bahaya jenis ini yang sering menjadi agen penyebab kasus keracunan pangan. *Escherichia coli* merupakan bakteri patogen yang sering menyebabkan keracunan pangan dan menjadi salah satu mikroba indikator sanitasi dalam pengolahan, sedangkan *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri yang biasanya terdapat pada hidung, mulut, tenggorokan, maupun kulit. Keberadaan *Escherichia coli* pada bahan pangan menunjukkan praktek sanitasi lingkungan yang buruk, sedangkan adanya *Staphylococcus aureus* mengidentifikasi praktek higiene yang kurang. Berdasarkan Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (BPOM RI) Nomor HK.00.06.1.52.4011 tentang penetapan batas maksimum cemaran mikroba dalam makanan dan minuman, batas maksimum pencemaran bakteri pada produk susu pasteurisasi adalah *Escherichia coli* (<3/ml) dan *Staphylococcus aureus* (1×10^2 koloni/ml) sebagai indikator mikroba pencemar (BPOM, 2019).

Mangga kweni merupakan salah satu jenis buah musiman yang tergolong mudah ditemui terutama di pasar-pasar tradisional. Salah satu tanaman yang digunakan sebagai antibiotik alternatif adalah mangga kweni (*Mangifera odorata*). Mangga

kweni mengandung senyawa-senyawa seperti flavonoid, tanin, saponin, mangiferin, terpenoid dan alkaloid yang diduga memiliki mekanisme kerja dalam menghambat pertumbuhan bakteri (Meliana dkk., 2021). Senyawa flavonoid yang terkandung didalam buah mangga mampu bekerja sebagai antibakteri dengan mekanisme kerja membentuk senyawa kompleks dengan protein ekstraseluler dan dapat larut, sehingga mampu merusak membran sel bakteri yang akan menyebabkan senyawa intraseluler yang menunjang kehidupan bakteri akan keluar dari dalam sel bakteri (Basyar dkk., 2022). Selain itu, buah mangga juga mengandung tanin yang berpotensi menjadi antibakteri dengan mekanisme kerja berikatan dengan dinding sel polipeptida bakteri yang mengakibatkan dinding sel bakteri menjadi tidak sempurna dan menyebabkan bakteri tersebut mati (Khasanah dkk., 2020). Mangga kweni memiliki kandungan bakteri asam laktat (BAL) yang dapat menghasilkan aktivitas antimikroba, karena BAL dapat memproduksi senyawa antibakteri selama proses fermentasi yaitu asam organik (asam laktat dan asam asetat). Asam laktat yang di produksi oleh BAL dapat menurunkan pH lingkungan, sehingga dapat menghambat kontaminasi mikroba pembusuk dan juga membunuh mikroba patogen (Ibrahim dkk., 2015).

Madu adalah produk alami yang berasal dari serangga dan terbentuk dari nektar bunga yang bermanfaat bagi kesehatan termasuk antioksidan (Ahmed and Othman, 2014) dan anti-inflamasi (Khalil dkk., 2014). Madu merupakan salah satu obat tradisional yang digunakan oleh masyarakat dan dikenal sejak 10.000 tahun yang lalu serta mempunyai kemampuan sebagai antimikroba karena memiliki kandungan senyawa seperti asam organik, minyak atsiri, dan flavonoid (Rio dkk., 2015). Madu dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Hal ini terlihat dari zona penghambatan yang dihasilkan oleh madu yang diberikan pada media Mueller Hinton Agar (MHA) yang telah ditanam bakteri-bakteri tersebut (Dewi dkk., 2017). Pada penelitian yang dilakukan oleh Gawad *et al.* (2014), yogurt yang diproduksi menggunakan starter *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, dan *Bifidobacterium longum* memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri patogen yaitu *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

Madu memiliki aktivitas sebagai antibakteri atau antimikroba karena madu mempunyai tekanan osmosa yang tinggi yang mampu menarik air. Madu memiliki pH rendah yakni berkisar 3,2-4,5 yang merupakan penghambat efektif terhadap pertumbuhan bakteri. Madu memiliki aktivitas air yang rendah sebesar 0,562-0,62. Secara umum bakteri tidak akan tumbuh pada media yang memiliki aktivitas air yang rendah. Selain itu, madu memiliki fungsi sebagai antibakteri karena dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme melalui senyawa hidrogen peroksida yang dihasilkan sehingga bakteri sulit untuk berkembang. Mekanisme kerja dari hidrogen peroksida sebagai aktivitas antibakteri adalah menghancurkan membran luar sebagai pelindung bakteri, sehingga pertumbuhan sel bakteri akan terhambat dan mati (Kwakman and Zaat, 2017). Beberapa penelitian telah menguji kemampuan madu sebagai antibakteri, diantaranya penelitian Mohapatra *et al.* (2016) membuktikan bahwa ekstrak metanol madu mentah (belum diolah) dan madu hasil olahan dapat menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis* dan *Micrococcus luteus*) dengan diameter daerah hambatan berkisar antara 13,09 sampai 37,94 mm, sedangkan diameter daerah hambatan pada bakteri Gram negatif (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Salmonella typhi*) berkisar antara 6,94 sampai 37,94 mm. Menurut hasil penelitian Rio., dkk (2015), madu dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dengan diameter daerah hambatan rata-rata sebesar 3,14 mm untuk madu asli Sikabu dan 2,76 mm untuk Madu Lubuk Minturun, namun kedua jenis madu tidak memiliki daya hambat terhadap bakteri *Escherichia coli*.

Formulasi antara sari mangga kweni dan madu randu diduga akan mempengaruhi karakteristik minuman sinbiotik susu kambing etawa. Sari mangga kweni mengandung pigmen karotenoid yang menghasilkan warna kuning hingga oranye, sedangkan madu randu mengandung pigmen karotenoid dan flavonoid yang menghasilkan warna kuning keemasan (Sumarlin dkk., 2014). Formulasi antara sari mangga kweni dan madu randu diduga akan menghasilkan minuman sinbiotik susu kambing etawa yang berwarna agak putih hingga oranye. Madu randu mengandung fruktooligosakarida (FOS) dan inulin sebagai sumber prebiotik serta gula (fruktosa, glukosa dan sukrosa) yang mampu meningkatkan pertumbuhan

BAL, sehingga total BAL akan meningkat. BAL akan memproduksi asam laktat selama proses fermentasi, sehingga minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu akan mengalami penurunan pH dan menghasilkan rasa asam. Penambahan sari mangga akan mempengaruhi karakteristik minuman sinbiotik yang dihasilkan. Menurut penelitian Dewanti (2023), penambahan sari buah mangga kweni dan madu randu dengan konsentrasi P1 (0%:25%); P2 (5%:20%); P3 (10%:15%); P4 (15%:10%); P5 (20%:5%); dan P6 (25%:0%) berpengaruh terhadap karakteristik produk fermentasi berbasis susu kambing etawa. Penambahan sari buah mangga dan madu randu mempengaruhi aroma, rasa, dan warna dari minuman sinbiotik susu kambing etawa.

Aktivitas penghambatan antibakteri terhadap pertumbuhan bakteri Gram positif lebih kuat dibanding bakteri Gram negatif. Perbedaan kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* pada madu diakibatkan adanya perbedaan struktur dinding sel (jumlah lipid, peptidoglikan, aktivitas enzim) pada bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif yang akhirnya mengakibatkan adanya perbedaan aktivitas antibakteri madu terhadap bakteri tersebut (Qadara dan Noor, 2015). *Staphylococcus aureus* memiliki struktur dinding sel yang tersusun dari lapisan peptidoglikan yang banyak dan lemak yang relatif sedikit, sedangkan bakteri *Escherichia coli* memiliki struktur dinding sel yang lebih kompleks karena terdiri dari beberapa lapisan diantaranya membran luar yang berfungsi untuk melindungi peptidoglikan, lapisan dalam (fosfolipid), dan lapisan luar (lipopolisakarida). Perbedaan struktur dinding sel antara *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* mengakibatkan perbedaan aktivitas dalam menghambat pertumbuhan bakteri. *Escherichia coli* lebih susah ditembus daripada bakteri *Staphylococcus aureus* (Suryana, 2016).

1.4. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Terdapat aktivitas antibakteri dalam minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan sari mangga kweni dan madu randu terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.
2. Aktivitas antibakteri dalam minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan sari mangga kweni dan madu randu terhadap *Staphylococcus aureus* lebih tinggi dibanding *Escherichia coli*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Minuman Sinbiotik

Kombinasi antara prebiotik dengan probiotik disebut sinbiotik (Senditya dkk., 2014). Penggabungan antara keduanya mampu membentuk 15 interaksi yang sinergis dalam memberikan manfaat sehat untuk tubuh. Aplikasi sinbiotik menyebabkan bakteri probiotik dapat bertahan lebih lama dan berkolonisasi lebih baik. Beberapa studi menunjukkan bahwa aplikasi sinbiotik akan lebih bermanfaat daripada pengaplikasian prebiotik dan probiotik secara tunggal (Konuray and Erginkaya, 2018).

Minuman sinbiotik merupakan salah satu pengembangan pangan fungsional dengan penggabungan probiotik dan prebiotik yang memberikan efek fungsional pada tubuh. Pengombinasian ini menguntungkan karena prebiotik menjadi substrat yang spesifik untuk bakteri probiotik sehingga manfaat yang diperoleh menjadi lebih sempurna. Prebiotik menjadi substrat spesifik bagi BAL yang meningkatkan proses fermentasi dengan meningkatnya daya hidup probiotik sehingga memberikan dampak baik bagi mikroflora usus (Senditya dkk., 2014). Minuman sinbiotik bersifat saling sinergis dalam meningkatkan daya tahan usus.

Penggabungan probiotik dan prebiotik menghasilkan mekanisme yang menguntungkan. Probiotik pada dasarnya aktif pada usus halus dan sebagian besar di usus besar. Efek prebiotik di usus besar menjadi fokus utama dengan efeknya yang sinergis (Markowiak and Slizewska, 2017). Prebiotik di pangan sinbiotik berperan menjadi media selektif bagi pertumbuhan strain probiotik dalam proses fermentasi. Stimulasi probiotik dan prebiotik akan memodulasi aktivitas metabolisme di usus dengan memelihara biostruktur usus, pengembangan mikroflora yang menguntungkan dan penghambatan patogen yang berpotensi

masuk ke saluran pencernaan (Markowiak and Slizewska, 2017). Menurut penelitian Rizal dkk. (2020), faktor-faktor yang dapat mempengaruhi mutu minuman yang mengandung strain probiotik, yaitu lama fermentasi, konsentrasi substrat, dan jenis strain probiotik. Menurut penelitian Rahayu dkk. (2020), fermentasi prebiotik berupa oligosakarida pada kolon memberikan sejumlah efek fisiologis, yaitu terjadi peningkatan populasi *Bifidobacterium sp.* pada kolon. Penelitian yang dilakukan oleh Moroti *et al.* (2015), menyatakan bahwa konsumsi rutin milk shake sinbiotik (200 mL/hari selama 30 hari) yang mengandung probiotik (*Lactobacillus acidophilus* dan *Bifidobacterium bifidum*) dan oligofruktosa menghasilkan perubahan positif, yaitu peningkatan kolesterol high density lipoprotein (HDL) dan penurunan kadar glukosa darah. Selain itu, menurut penelitian Mohammadi *et al.* (2018), pemberian yoghurt (2 x 250 g/hari selama 10 minggu) kepada 94 relawan dengan kombinasi probiotik berupa *Bifidobacterium lactis* dan prebiotik inulin mampu mengurangi massa lemak tubuh dan meningkatkan sensitivitas insulin, serta meningkatkan trigliserida dan HDL relawan.

2.1.1. Probiotik

Probiotik merupakan jenis mikroorganisme dengan sifat yang menguntungkan bagi inangnya. Menurut Farnworth and Champagne (2015), pengonsumsi probiotik dengan jumlah tertentu mampu memberikan efek menyehatkan bagi inangnya. Probiotik mampu memberikan efek kesehatan dengan mengendalikan dan menyeimbangkan mikroba yang ada di usus. Probiotik berperan dalam sistem metabolisme dengan meningkatkan daya tahan atau imunitas tubuh dan berpengaruh nyata dalam pencegahan penyakit menular pada anak (Lebaka *et al.*, 2018). Efek menguntungkan tersebut dilakukan pengujian dengan uji in-vitro dan akan divalidasi dengan uji in-vivo. Berdasarkan pengujian, probiotik dapat digunakan untuk pengobatan penyakit seperti diare dan penyakit inflamasi kritis seperti kolitis ulseratif dan pouchitis (Saad *et al.*, 2015). Manfaat kesehatan tersebut dapat diperoleh pada konsentrasi tertentu.

Minuman fermentasi seperti probiotik dan sinbiotik akan memberikan manfaat yang optimal bagi inangnya dengan memiliki jumlah sel hidup 10^7 - 10^9 koloni/mL

(Istiqomah, 2018). Pangan dapat dikatakan sebagai produk probiotik apabila mengandung bakteri probiotik hidup yang dapat sampai di saluran pencernaan sebanyak 10^7 cfu/mL (Umam dkk., 2014). Konsumsi probiotik seharusnya dilakukan secara teratur karena waktu kolonisasi dari mikroba probiotik bersifat terbatas dan terdapat kompetisi dengan mikroorganisme intestinal patogen (Istiqomah, 2018). Manfaat kesehatan tersebut diperoleh dari mikroba jenis BAL *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Bifidobacterium*, dan *yeast*.

Jenis probiotik yang sering digunakan untuk produk fermentasi yaitu strain dari bakteri asam laktat *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* dan *Streptococcus* (Aleta et al., 2020). Spesies BAL yang sering digunakan dalam fermentasi pangan yaitu *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, dan *Streptococcus thermophilus* (Setiarto dkk., 2018). Bakteri asam laktat akan menghasilkan bakteriosin yang berfungsi mempengaruhi hingga menghambat bakteri patogen sehingga probiotik dapat disebut memiliki sifat antibakteri. Jenis *Bifidobacterium* akan menghasilkan produk metabolit yang menurunkan pH di dalam lingkungan usus yang tidak menguntungkan bakteri patogen. Produk metabolit tersebut berupa asam laktat, asam asetat, dan protein yang dapat menghambat adhesi dari bakteri patogen seperti *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia Coli*.

2.1.2. Prebiotik

Prebiotik merupakan unsur nutrisi yang tidak tercerna dalam usus kecil dan masuk ke dalam usus besar yang mampu memberikan efek yang baik pada bakteri probiotik (Konuray and Zerrine, 2017). Prebiotik merupakan golongan pati resisten yang berpotensi untuk dikembangkan. Perkembangan penggunaan prebiotik dikarenakan mampu memberikan manfaat yang baik bagi kesehatan manusia. Prebiotik pada pencernaan dapat dijadikan sebagai makanan bagi bakteri baik dalam kolon, sehingga aktivitas baik dari bakteri probiotik dapat meningkat dan mampu memberikan efek menyehatkan bagi tubuh manusia. Suatu pangan dapat dikatakan sebagai prebiotik karena memiliki syarat-syarat tertentu berupa sifat dan karakteristiknya.

Suatu pangan dikatakan sebagai prebiotik apabila memiliki sifat dan karakteristik tertentu. Prebiotik haruslah berupa pangan yang tidak dapat dicerna atau dapat dicerna hanya sebagian pada sistem pencernaan lambung dan usus halus (Markowiak and Katarzyna, 2017). Prebiotik harus dapat dicerna atau dihidrolisis oleh bakteri atau mikroflora di kolon, prebiotik ini akan bersifat selektif terhadap mikroflora di kolon dan mampu mendorong proliferasinya (Konuray and Zerrine, 2017). Prebiotik mampu menghambat bakteri patogen seperti *Clostridium* yang mampu menghasilkan toksik. Proliferasi bakteri patogen dan efek pencahar dapat dihasilkan oleh pangan prebiotik (Konuray and Zerrine, 2017). Adanya karakteristik tersebut membuat prebiotik bersifat menguntungkan inangnya. Komponen prebiotik dapat diperoleh dari serat pangan terutama serat larut seperti senyawa fruktooligosakarida (FOS), oligofruktosa, galaktooligosakarida (GOS), inulin, laktulosa, isomaltooligosakarida (IMO), dan xynooligosakarida (Maryati dkk., 2016).

2.2. Aktivitas Antibakteri

Aktivitas antibakteri adalah kemampuan suatu senyawa atau bahan untuk menghambat atau membunuh pertumbuhan bakteri. Senyawa atau bahan yang memiliki aktivitas antibakteri umumnya digunakan dalam pengobatan infeksi bakteri atau dalam produk-produk sanitasi dan kesehatan. Senyawa atau bahan yang memiliki aktivitas antibakteri umumnya bekerja dengan mengganggu struktur atau fungsi sel bakteri, seperti menghambat sintesis dinding sel atau protein, merusak membran sel, atau menghambat proses metabolisme bakteri. Beberapa senyawa atau bahan yang memiliki aktivitas antibakteri meliputi antibiotik, senyawa kimia seperti fenol dan klorin, serta bahan alami seperti minyak atsiri, ekstrak tumbuhan, atau produk-produk lebah seperti propolis dan madu (Rio, 2015).

Mekanisme kerja antibakteri senyawa fenol dapat mengganggu komponen peptidoglikan pada dinding sel bakteri Gram positif seperti *Staphylococcus aureus* dengan cara mencegah penggabungan ikatan asam N-asetilmuramat ke dalam struktur mukopeptida yang biasanya membentuk sifat kaku pada dinding sel, sehingga sintesis dinding sel bakteri terganggu dan tidak terbentuk secara

sempurna. Hal ini menyebabkan bakteri kehilangan dinding sel yang kaku dan menyisakan membran sel yang rentan terhadap kerusakan dan kebocoran. Aktivitas antibakteri senyawa fenol juga terkait dengan inaktivasi enzim seluler yang dipengaruhi oleh kemampuannya dalam melakukan penetrasi ke dalam sel atau disebabkan oleh adanya perubahan permeabilitas membran sel akibat bergabungnya senyawa antibakteri dengan membran sel. Hal ini menyebabkan kerusakan fungsi integritas membran sitoplasma, makromolekul dan ion sel keluar, kemudian disorientasi komponen-komponen lipoprotein serta mencegah berfungsinya membran sebagai pelindung terhadap tekanan osmotik (Jawetz dkk., 2014).

Metode pengujian daya antibakteri dikelompokkan ke dalam 2 macam metode, yaitu metode difusi dan dilusi. Metode difusi adalah metode yang sering digunakan untuk analisis aktivitas antibakteri. Prinsip kerja metode difusi adalah terdifusinya senyawa antibakteri ke dalam media padat di mana mikroba uji telah diinokulasikan. Hasil pengamatan yang diperoleh berupa ada atau tidaknya daerah bening yang terbentuk di sekeliling kertas cakram yang menunjukkan zona hambat pada pertumbuhan bakteri (Balaouri *et al.*, 2016).

Metode pengujian daya antibakteri dilakukan untuk mendapatkan konsentrasi dari suatu zat antibakteri sehingga diperoleh hasil yang dapat dimanfaatkan dengan efektif dan efisien. Menurut Pratiwi (2018), metode difusi dan dilusi terdiri dari beberapa metode diantaranya:

2.2.1. Metode difusi

Metode difusi terbagi menjadi 4 metode yaitu;

a. Metode *disc diffusion* atau metode *Kirby Baure*

Metode ini menggunakan kertas cakram yang sebelumnya sudah diisi dengan zat antibakteri, setelah itu diletakkan di media agar yang telah ditanam bakteri uji.

b. Metode *E-test*

Metode ini digunakan saat ingin menentukan KHM (Kadar Hambat Minimum). Dengan menggunakan metode ini, akan didapat konsentrasi minimum zat antibakteri yang dapat menghambat bakteri. Metode ini dilakukan dengan

menggunakan strip plastik berisi zat antibakteri, kemudian strip ini diletakkan pada media agar.

c. *Cup-late technique* atau difusi sumur

Metode ini mirip dengan metode *disc diffusion* tetapi pada metode ini tidak menggunakan kertas cakram. Metode ini dilakukan dengan membuat sumur pada media agar, selanjutnya zat antibakteri dimasukkan ke dalam sumur tersebut.

d. *Gradient-plate technique*

Metode ini dilakukan dengan mencairkan media agar, kemudian media agar ditambahkan dengan larutan zat antibakteri, selanjutnya campuran tersebut dimasukkan ke dalam cawan petri dan disimpan dalam keadaan miring.

2.2.2. Metode dilusi

Metode dilusi terbagi dari 2 metode yaitu dilusi cair dan dilusi padat.

a. Metode dilusi cair/*broth dilution test*

Metode ini dilakukan untuk menentukan KHM (Konsentrasi Hambat Minimum) dan KBM (Konsentrasi Bunuh Minimum). Metode dilusi cair ini dilakukan dengan cara mengencerkan zat antibakteri dan dituangkan pada media cair yang sudah berisi bakteri uji. KHM ditentukan dengan melihat larutan antibakteri yang berwarna jernih. KHM kemudian dikultur ulang pada media cair tanpa ada penambahan bakteri uji dan zat antibakteri, lalu dilakukan inkubasi selama 18-24 jam. KBM ditentukan dengan melihat media yang tetap cair.

b. Metode dilusi padat/*solid dilution test*

Metode ini mirip dengan metode dilusi cair, bedanya pada metode ini menggunakan media yang padat atau solid. Pada metode ini dapat digunakan untuk menguji berbagai macam jenis bakteri dalam satu konsentrasi zat antibakteri.

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode difusi cakram. Metode difusi cakram merupakan pengukuran daerah zona bening yang terbentuk di sekitar kertas cakram yang digunakan untuk mengetahui aktivitas antimikroba. Kertas cakram direndam dalam sampel minuman sinbiotik susu kambing etawa selama 5 menit dengan tujuan agar sampel menyerap secara sempurna kedalam kertas cakram, selanjutnya diletakkan pada media agar yang telah ditanami bakteri.

Pengujian daya hambat bakteri ditandai dengan terbentuknya zona bening pada permukaan media agar (Fitri, 2020). Kelebihan dari metode difusi cakram yaitu proses pengujian cepat, biaya relatif murah, mudah dan tidak memerlukan keahlian khusus. Sedangkan kelemahan dari metode ini yaitu sulit untuk diaplikasikan pada mikroorganisme yang perkembangannya lambat dan zona bening yang terbentuk dipengaruhi pada kondisi inkubasi, inokulum serta ketebalan medium (Handayani dkk., 2018).

2.3. Mangga Kweni (*Mangifera odorata*)

Mangga kweni (*Mangifera odorata*) merupakan jenis buah tropis yang berasal dari Negara Guam, Filipina, Thailand dan Vietnam. Buah ini termasuk dalam familia mangga-mangga (Famili *Anacardiaceae*). Mangga kweni merupakan salah satu jenis buah musiman yang tergolong mudah ditemui terutama di pasar-pasar tradisional. Mangga kweni yang telah masak dapat menghasilkan aroma yang khas, sehingga jenis buah ini dapat dikenali secara langsung hanya dengan melalui aroma. Menurut Sadri (2017), mangga kweni digolongkan dalam tanaman pohon berukuran sedang, memiliki tinggi 9-13 meter dengan batang tegak lurus bertajuk bundar. Buah mangga kweni berbentuk lonjong dengan pucuk buah runcing disertai pangkal yang bulat dan tidak berlekuk.

Mangga kweni secara umum memiliki kulit buah yang tebal yang diselimuti oleh lapisan lilin dengan permukaan yang halus dan terdapat bintik-bintik berwarna hijau keputihan. Daging buah mangga kweni berwarna kuning cerah dan bertekstur lunak. Rasa daging buah mangga kweni yaitu manis keasaman. Buah mangga kweni yang sudah tergolong masak menghasilkan aroma harum menyengat yang khas, sehingga dapat dengan mudah dikenal melalui aroma yang dihasilkan karena kandungan volatil pada mangga kweni. Komponen-komponen volatil yang terkandung pada mangga kweni antara lain ethyl butanoate, α -pinene, camphene, myrcene, butyl butanoate, limonene, terpinolene, dan linalool yang membentuk aroma khas mangga kweni yang kuat (Mustofa *et al.*, 2022). Mangga kweni dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Mangga kweni (*Mangifera odorata*)
Sumber: Dokumen pribadi (2023)

Menurut Mandey., dkk (2020), klasifikasi mangga kweni berdasarkan tata nama sistematika (taksonomi) tumbuhan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
 Divisi : Spermatophyta
 Kelas : Dicotyledonae
 Ordo : Sapindales
 Famili : Anarcadiaceae
 Genus : *Mangifera*
 Spesies : *Mangifera odorata*

Didalam buah mangga kweni terkandung vitamin A, C dan betakaroten serta mineral seperti fosfor. Serat yang terkandung didalam mangga kweni berperan untuk melancarkan pencernaan bagi penderita sembelit. Mangga kweni merupakan buah konsumsi yang berpotensi sebagai sumber antioksidan bagi tubuh. Hal ini dikarenakan mangga kweni mengandung cukup vitamin C dan betakaroten. Vitamin C dikenal sebagai antioksidan yang mampu menumpas paparan radikal bebas pada tubuh secara langsung. Cara kerja antioksidan yaitu dengan memperlambat atau menghambat proses oksidasi pada tubuh. Beberapa khasiat buah mangga kweni menurut Mustofa *et al.* (2022) yaitu, mencegah gangguan

kesehatan mata, pertumbuhan sel kanker, membantu proses kelancaran pencernaan di lambung, dan meningkatkan sistem imunitas tubuh.

Mangga kweni mengandung senyawa-senyawa seperti flavonoid, tanin, saponin, mangiferin, terpenoid dan alkaloid yang diduga memiliki mekanisme kerja dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Senyawa flavonoid yang terkandung didalam buah mangga mampu bekerja sebagai antibakteri dengan mekanisme kerja membentuk senyawa kompleks dengan protein ekstraseluler dan dapat larut, sehingga mampu merusak membran sel bakteri yang akan menyebabkan senyawa intraseluler yang menunjang kehidupan bakteri akan keluar dari dalam sel bakteri (Basyar dkk., 2022). Mangga kweni memiliki kandungan bakteri asam laktat (BAL) yang dapat menghasilkan aktivitas antimikroba, karena BAL dapat memproduksi senyawa antibakteri selama proses fermentasi yaitu asam organik (asam laktat dan asam asetat), diasetil, etanol, hidrogen peroksida, reuterin, asetaldehid, asetoin, karbon dioksida, dan bakteriosin yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba patogen. Semakin tinggi asam laktat yang di produksi oleh BAL, maka pH lingkungan akan semakin menurun, sehingga dapat menghambat kontaminasi mikroba pembusuk dan juga membunuh mikroba patogen akibat kadar pH yang rendah (Ibrahim dkk., 2015).

2.4. Madu Randu

Madu adalah zat alami yang dihasilkan oleh lebah yang mengandung fruktosa, glukosa dan sukrosa (Tafere, 2021). Madu randu merupakan salah satu jenis madu jenis monofloral yang berasal dari lebah yang mengkonsumsi nektar bunga randu (*Ceiba pentandra*). Komponen gula terbesar pada madu randu yaitu, gula pereduksi 67,82% serta sukrosa 2,80% (Lovita, 2019). Total gula pereduksi pada madu merupakan jumlah total antara fruktosa dan glukosa. Kandungan vitamin dalam madu adalah thiamin, riboflavin, asam askorbat, dan vitamin K (Wulandari, 2017).

Karakteristik madu randu yaitu berwarna coklat muda dan bening, manis sedikit asam, dan kental (Lovita, 2019). Menurut penelitian Ariyanti (2021), kandungan prebiotik madu randu yaitu 14,76% fruktooligosakarida (FOS) dan 6.6 % inulin. Inulin merupakan karbohidrat polidispersi yang terdiri dari ikatan β (2-1) fruktosil-

fruktosa, sedangkan FOS karbohidrat yang tidak dicerna oleh saluran pencernaan yang terdiri dari unit fruktosa yang dihubungkan oleh ikatan β (2-1) (Aritonang, 2019).

Madu randu memiliki sifat antibakteri, kandungan madu randu yang bersifat antibakteri yaitu senyawa Hidrogen Peroksida. Senyawa Hidrogen Peroksida memiliki kemampuan untuk membunuh bakteri patogen. Selain itu diketahui bahwa madu randu memiliki pH yang rendah yang dapat mempengaruhi aktivitas antibakteri. Madu juga memiliki sifat hidroskopik yang mampu menarik air dari lingkungan hidup bakteri, sehingga bakteri mengalami dehidrasi. Selain itu terdapat pula senyawa organik seperti polifenol, flavonoid, inhibin, dan glikosida yang bersifat antibakteri dengan cara merusak integritas dinding sel sehingga dapat menghambat atau membunuh agen mikroba (Aliyah, 2021).

Madu randu memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri secara langsung dan tidak langsung. Mekanisme secara langsung terjadi akibat terbentuknya hidrogen peroksida, osmolalitas, pH, faktor non-peroksida, dan fenol. Kandungan hidrogen peroksida madu mampu membunuh bakteri. Hidrogen peroksida merusak gugus fungsi biomolekul pada bakteri. Cara kerja senyawa tersebut dengan mendenaturasi protein serta menghambat fungsi dari nukleat bakteri sehingga terjadi kerusakan pada dinding bakteri dan gangguan sintesis asam nukleat yang mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan bakteri (Putri dan Asparini, 2017).

Madu randu memiliki pH yang rendah berkisar 3,2–4,5. Keasaman pH yang rendah merupakan penghambat efektif terhadap pertumbuhan bakteri. Ketidaksesuaian pH tersebut akan menghambat pertumbuhan bakteri yang ditandai dengan besarnya diameter zona bening yang dihasilkan. Madu randu memiliki senyawa flavonoid seperti fenol yang bersifat antibakteri. Mekanisme kerja antibakteri senyawa fenol dapat mengganggu komponen peptidoglikan pada dinding sel bakteri dengan cara mencegah penggabungan ikatan asam N-asetilmuramat ke dalam struktur mukopeptide yang biasanya membentuk sifat kaku pada dinding sel, sehingga sintesis dinding sel bakteri terganggu dan tidak terbentuk secara sempurna. Hal ini

menyebabkan bakteri kehilangan dinding sel yang kaku dan menyisakan membran sel yang rentan terhadap kerusakan dan kebocoran (Jawetz dkk., 2014).

2.5. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus adalah bakteri Gram positif, non motil, berbentuk bulat, dan biasanya bergerombol seperti anggur dalam bentuk tidak teratur, berpasangan, maupun tunggal. Bakteri ini berdiameter 0,5-1 μm pada perbesaran mikroskop 1000x (Hadiyanto *et al.*, 2015). *Staphylococcus aureus* bersifat anaerob fakultatif, dan membentuk koloni yang licin, bulat dan cembung pada media agar. *Staphylococcus* merupakan sebagian dari flora normal pada kulit, saluran pernapasan dan saluran pencernaan manusia, bakteri ini mudah ditemukan pada udara dan lingkungan (Adji, 2015). *Staphylococcus aureus* mampu menghasilkan toksin yang berupa enterotoksin (Khoiriyah, 2015). Infeksi yang ditimbulkan terhadap manusia bisa terjadi di seluruh jaringan dengan tanda-tanda yang sangat khas yaitu peradangan, nekrosis dan pembentukan abses.

Beberapa penyakit infeksi yang diakibatkan oleh *Staphylococcus aureus* adalah bisul, jerawat, impetigo, dan infeksi luka. Infeksi yang lebih berat diantaranya pneumonia, mastitis, plebitis, meningitis, infeksi saluran kemih, osteomielitis, dan endokarditis. *Staphylococcus aureus* juga merupakan penyebab utama infeksi nosokomial, keracunan makanan, dan sindrom syok toksik (Turkyilmaz and Kaya, 2016). *Staphylococcus aureus* adalah bakteri infeksi yang paling kuat daya tahannya diantara bakteri lain yang tidak membentuk spora, karena bakteri ini dapat bertahan hidup sampai ± 14 minggu dalam media kering maupun basah (Adji, 2015). *Staphylococcus aureus* mempunyai temperatur optimum pertumbuhan pada temperatur antara 20°-40°C. Temperatur minimum pertumbuhan antara 10°-20°C dan temperatur maksimum antara 40°-45°C. Umumnya pertumbuhan *Staphylococcus aureus* terjadi pada kisaran temperatur 7°- 47,8°C (Oktaviantris, 2017). Koloni bakteri *Staphylococcus aureus* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Koloni bakteri *Staphylococcus aureus*
Sumber: Hayati dkk. (2019)

Menurut Lisnawati dan Prayoga (2020), klasifikasi *Staphylococcus aureus* sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria
 Phylum : Firmicutes
 Class : Bacilli
 Ordo : Bacillales
 Family : Staphylococcaceae
 Genus : *Staphylococcus*
 Spesies : *Staphylococcus aureus*

Bakteri *Staphylococcus aureus* dapat tumbuh pada pH 4,5-9,3 dan tumbuh optimum pada pH 7,0-7,5. *Staphylococcus aureus* adalah salah satu bakteri patogen penting yang berkaitan dengan virulensi toksin, invasif, dan ketahanan terhadap antibiotik. Menurut Hayati dkk. (2019), bakteri *Staphylococcus aureus* dapat menyebabkan terjadinya berbagai jenis infeksi mulai dari infeksi kulit ringan, keracunan makanan sampai dengan infeksi sistemik. Infeksi yang terjadi misalnya keracunan makanan. Gejala keracunan makanan akibat *Staphylococcus aureus* adalah kram perut, muntah-muntah yang kadang-kadang di ikuti oleh diare.

Staphylococcus aureus merupakan bakteri yang beredar di mana-mana, seperti udara, debu, air, susu, makanan, peralatan makan, lingkungan dan tubuh manusia atau hewan yang terdapat pada kulit, rambut atau bulu dan saluran pernafasan.

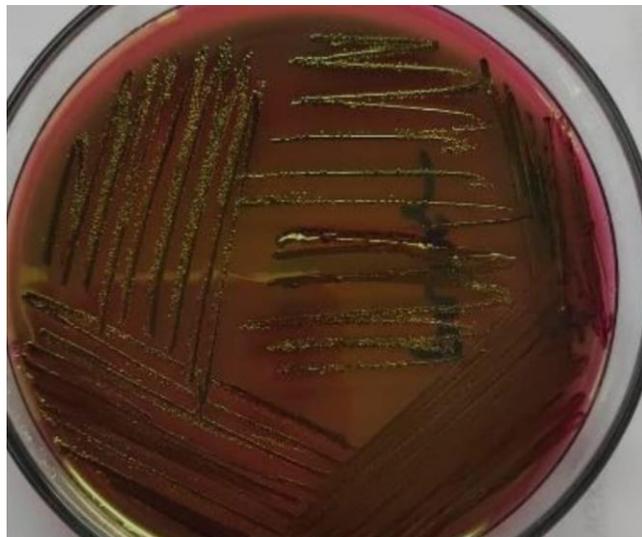
Manusia dan hewan merupakan sumber utama infeksi. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup *Staphylococcus aureus* tergantung pada sejumlah faktor lingkungan seperti suhu, aktivitas air, pH, adanya oksigen dan komposisi makanan. Parameter pertumbuhan fisik bervariasi untuk berbagai strain *Staphylococcus aureus*. Kisaran suhu untuk pertumbuhan *Staphylococcus aureus* adalah 12-44°C, dengan suhu optimum 37°C. *Staphylococcus aureus* resisten terhadap pembekuan dan bertahan dengan baik dalam makanan yang disimpan di bawah -20°C. Namun, kelangsungan hidup berkurang pada suhu -10 sampai 0°C. *Staphylococcus aureus* mudah mati dalam pasteurisasi. Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* terjadi pada pH optimal 7,4. *Staphylococcus aureus* adalah bakteri anaerob fakultatif sehingga dapat tumbuh di kondisi aerobik dan anaerobik. Namun, pertumbuhan terjadi pada tingkat yang lebih lambat dalam kondisi anaerob (Wulan dan Kaunang, 2022).

2.6. *Escherichia coli*

Escherichia coli adalah bakteri Gram negatif yang bersifat fakultatif anaerob. *Escherichia coli* termasuk bakteri yang berada di usus besar manusia. *Escherichia coli* dapat membantu melindungi tubuh dari infeksi bakteri lain dengan berkompetisi dan menghasilkan colisin yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen lain seperti *Shigella* dan *Salmonella* (Puspaningrum, 2018). *Escherichia coli* menjadi patogen jika jumlah bakteri ini dalam saluran pencernaan meningkat atau berada di luar usus.

Beberapa strain *Escherichia coli* dapat menimbulkan penyakit pada manusia dan hewan dengan memproduksi enterotoksin dan menimbulkan gejala menyerupai kolera, menyerang sel-sel epitelium saluran usus dengan melakukan adhesi dan kolonisasi pada saluran usus serta mengeluarkan enterotoksin. Bakteri *Escherichia coli* patogen dapat menimbulkan sindrom klinis, yaitu gastroenteritis akut pada anak-anak dan infeksi pada saluran pencernaan (Winarti dan Miskiyah, 2015). Keberadaan *Escherichia coli* dalam minuman atau makanan dianggap memiliki korelasi tinggi dengan ditemukannya bibit penyakit (patogen) pada pangan (Djaafar dan Rahayu, 2017). Kontaminasi bakteri ini biasanya berasal dari air yang digunakan untuk mencuci bahan makanan yang akan dikonsumsi maupun peralatan

yang digunakan dalam proses pengolahan. Koloni bakteri *Escherichia coli* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Koloni Bakteri *Escherichia coli*
Sumber: Lukmanul dan Chylen (2018)

Menurut Lisnawati dan Prayoga (2020), klasifikasi *Escherichia coli* sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria
Phylum : Proteobacteria
Class : Gamma Proteobacteria
Ordo : Enterobacteriales
Family : Enterobacteriaceae
Genus : *Escherichia*
Spesies : *Escherichia coli*

Bakteri *Escherichia coli* tergolong bakteri *coliform* dalam famili Enterobacteriaceae. Famili ini dapat bertahan hidup dalam saluran pencernaan. Ukurannya 1,00 - 1,50 μm x 2,00 - 6,00 μm , motil atau tidak motil, dapat berkembang tanpa oksigen atau terdapat oksigen, dan dapat hidup dalam media yang minim nutrisi (Rahayu dkk., 2018). Karakteristik yang dimiliki oleh bakteri dengan famili Enterobacteriales termasuk dalam ordo paling besar berbentuk batang pendek dan bergerak dengan flagel. Bakteri *Escherichia coli* umumnya hidup di dalam saluran pencernaan manusia atau hewan. Secara fisiologi,

Escherichia coli memiliki kemampuan untuk bertahan hidup pada kondisi lingkungan yang sulit. *Escherichia coli* tumbuh dengan baik di air tawar, air laut, atau di tanah. Pada kondisi tersebut *Escherichia coli* terpapar lingkungan abiotik dan biotik. Penyakit yang ditimbulkan oleh *Escherichia coli* disebabkan karena kemampuannya untuk beradaptasi dan bertahan pada lingkungan yang berbeda. Ada beberapa jenis kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan bagi *Escherichia coli* untuk dapat tetap bertahan, misalnya lingkungan asam (pH rendah) seperti pada saluran pencernaan manusia, perubahan suhu, serta tekanan osmotik. Kemampuan *Escherichia coli* untuk bertahan hidup selama pendinginan dan pembekuan telah terbukti menjadikan *Escherichia coli* toleran terhadap kondisi kering (Rahayu dkk., 2018).

Escherichia coli umumnya bersifat tidak berbahaya dan hidup dalam pencernaan manusia. Apabila *Escherichia coli* yang awalnya bersifat non patogen memperoleh tambahan gen virulensi dari mikroorganisme lain melalui mekanisme perpindahan gen (transformasi), perpindahan plasmid (konjugasi) atau perpindahan gen melalui bakteriofage (transduksi) akan berubah menjadi bakteri patogen. Penyakit yang diakibatkan *Escherichia coli* patogen berbeda tergantung virulensi dan mekanisme patogenesisnya. *Escherichia coli* dapat menimbulkan suatu gejala penyakit bila mampu masuk ke tubuh inangnya dan mampu beradaptasi serta bertahan di dalam tubuh manusia, kemudian menyerang sistem imun dan akhirnya menimbulkan penyakit. Mekanisme patogenesis ini dilakukan melalui beberapa tahapan seperti bakteri patogen lainnya. Tahapan tersebut adalah kolonisasi pada titik tertentu di bagian sel permukaan usus (sel mukosa), pembelahan sel, kerusakan sel usus, melintasi sel usus dan memasuki aliran darah, penambatan ke organ target dan akhirnya menyebabkan kerusakan organ (Rahayu dkk., 2018).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner (Kesmavet), Balai Veteriner Lampung, Kota Bandar Lampung pada bulan Agustus 2023 sampai dengan Oktober 2023.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan minuman sinbiotik susu kambing etawa adalah susu kambing etawa yang diperoleh dari Peternak di Sukoharjo, mangga kweni dengan tingkat kematangan sempurna yang diperoleh dari Pasar Swalayan Gelael, air mineral merk Aqua, madu randu merk Tava, susu skim merk Indoprima, dan kultur *Lactobacillus casei* yang diperoleh dari minuman probiotik Yakult. Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis adalah media Mueller Hinton Agar (MHA), De Man Rogosa and Sharpe Agar (MRSA), MRS Broth (MRSB), aquades, indikator fenolftalein 1%, larutan NaOH 0,1 N, larutan buffer 7,0, kultur bakteri uji *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* yang diperoleh dari Balai Veteriner Lampung.

Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan minuman sinbiotik susu kambing etawa adalah timbangan analitik, baskom, pisau, gunting, waterbath, saringan teh, blender, sendok, botol kaca, jarum ose, pipet volumetri, Erlenmeyer, aluminium foil, dan gelas ukur. Alat-alat yang digunakan untuk analisis yaitu erlenmeyer, vortex, beaker glass, jarum ose, pinset, mikropipet, tip kuning, bunsen, refrigerator (5-12°C), colony counter, pH meter, buret, statif, jangka sorong, tabung reaksi, cawan petri, autoklaf, dan inkubator.

3.3. Metode Penelitian

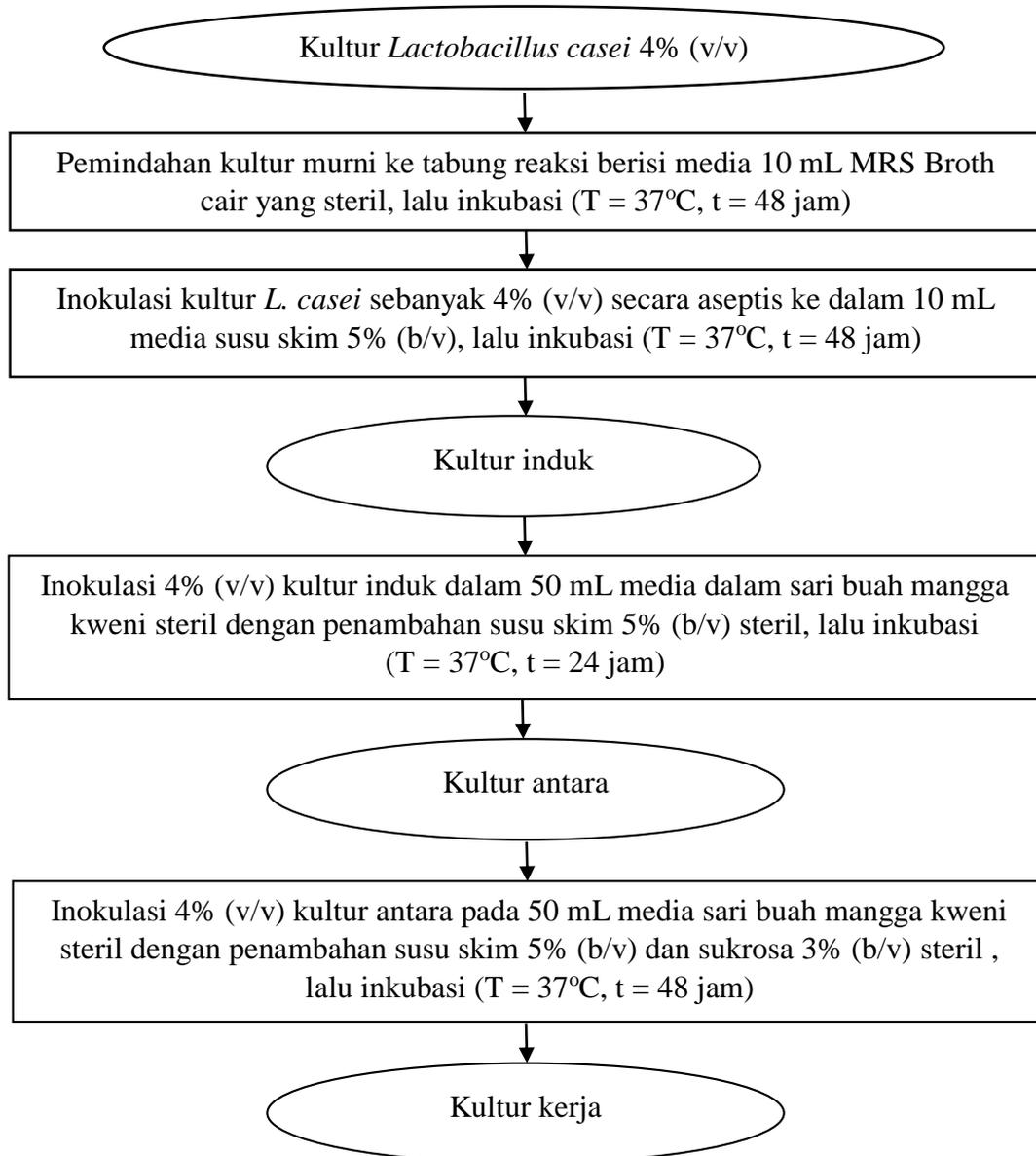
Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) menggunakan faktor tunggal yang terdiri dari 7 taraf dengan 4 kali ulangan, sehingga total unit percobaan sebanyak 28 unit. Faktor tunggal adalah formulasi sari mangga kweni dan madu randu. Formulasi sari mangga kweni dan madu randu dalam pembuatan minuman sinbiotik susu kambing etawa yaitu P0 (0% : 0%), P1 (0% : 25%), P2 (5% : 20%), P3 (10% : 15%), P4 (15% : 10%), P5 (20% : 5%), dan P6 (25% : 0%). Pengamatan yang dilakukan pada produk minuman sinbiotik susu kambing etawa meliputi total bakteri asam laktat, total asam laktat, pH, dan aktivitas antibakteri. Seluruh data dilakukan uji Bartlett untuk mengetahui kesamaan ragam dan uji Tuckey untuk mengetahui kemenambahan data. Data dianalisis dengan sidik ragam untuk memperoleh penduga ragam galat dan uji signifikansi untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Data, dianalisis lebih lanjut dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Persiapan kultur kerja

Prosedur persiapan kultur kerja diawali dengan menyiapkan kultur *Lactobacillus casei* yang berasal dari minuman probiotik Yakult sebanyak 4% (v/v). Selanjutnya dilanjutkan pemindahan kultur *Lactobacillus casei* ke dalam tabung reaksi berisi 10 mL media De Man Rogosa and Sharpe Broth (MRSB) cair yang steril, lalu inkubasi dengan inkubator pada suhu 37°C selama 48 jam. Inokulasi kultur *Lactobacillus casei* sebanyak 4% (v/v) dimasukkan ke dalam 10 mL susu skim 5% (b/v) steril, lalu inkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam dengan inkubator, sehingga diperoleh kultur induk. Kultur induk *Lactobacillus casei* sebanyak 4% (v/v) selanjutnya diinokulasi ke dalam 50 mL media sari buah mangga kweni steril dengan penambahan susu skim 5% (b/v) steril, lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam dengan inkubator, sehingga diperoleh kultur antara. Kultur antara *Lactobacillus casei* sebanyak 4% (v/v) diinokulasi ke dalam 50 mL media sari buah mangga kweni steril dengan penambahan susu skim 5% (b/v) dan 3% sukrosa (b/v) steril,

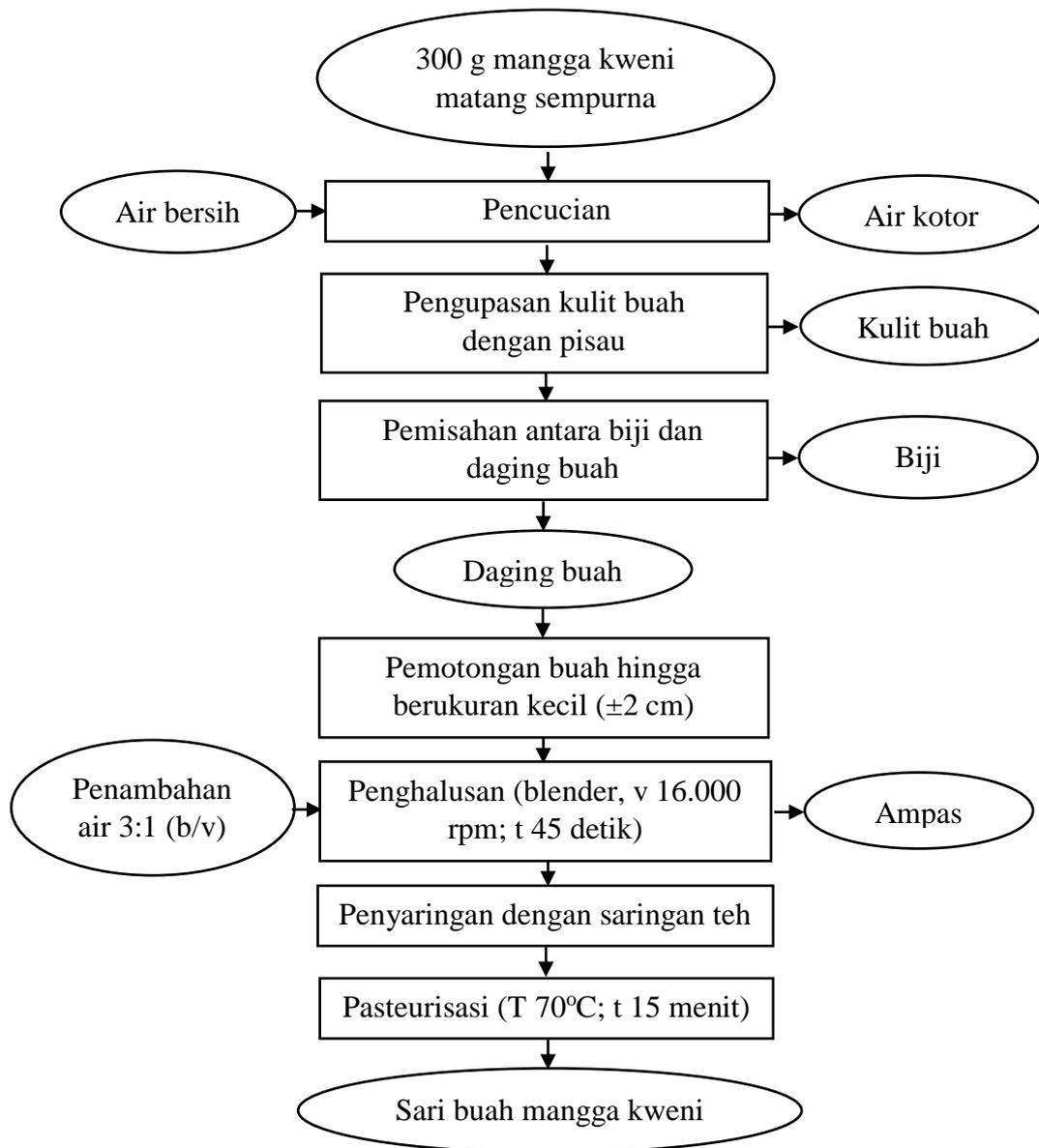
lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam dengan inkubator. Kultur yang dihasilkan disebut sebagai kultur kerja. Diagram alir pembuatan kultur kerja dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir pembuatan kultur kerja (Rizal dkk., 2016) yang telah dimodifikasi

3.4.2. Pembuatan sari buah mangga kweni

Prosedur pembuatan sari buah mangga kweni diawali dengan menyiapkan 300 g mangga kweni dengan tingkat kematangan sempurna, lalu mangga kweni dicuci dengan air bersih. Mangga kweni dikupas kulit buahnya, lalu dipisahkan bagian daging mangga dan biji mangga. Selanjutnya, bagian daging buah dipotong hingga berukuran kecil, lalu dilakukan penghalusan dengan penambahan air pada perbandingan 3:1 (b/v) (air : buah mangga kweni) menggunakan blender dengan kecepatan 16.000 rpm selama 45 detik. Saring sari buah mangga kweni dengan menggunakan saringan teh dan dipisahkan bagian sari buah dan bagian ampas buah, sehingga diperoleh sari buah mangga kweni. Diagram alir pembuatan sari buah mangga kweni dapat dilihat pada Gambar 5.

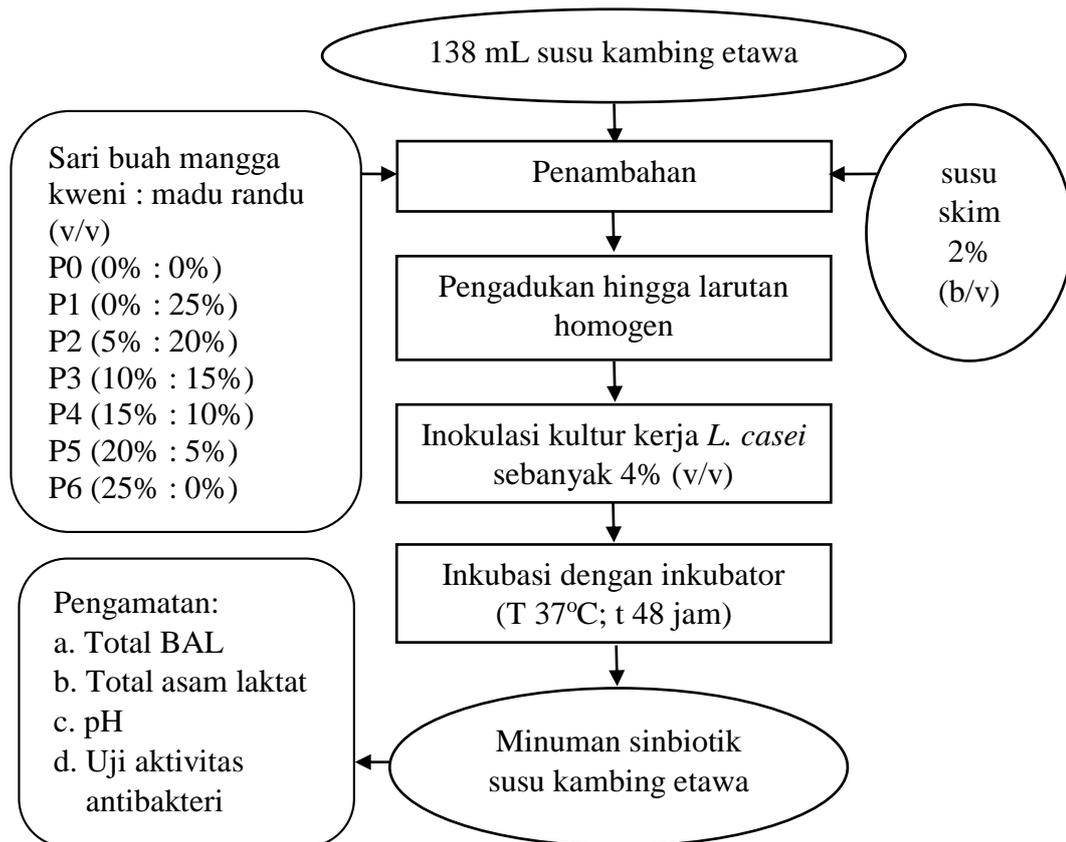


Gambar 5. Diagram alir pembuatan sari buah mangga kweni (*Mangifera odorata*)
Sumber: Ahni (2022) yang telah dimodifikasi

3.4.3. Pembuatan minuman sinbiotik

Tahap pertama pembuatan minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu adalah persiapan 138 mL susu kambing etawa pasteurisasi. Tambahkan 2% (b/v) susu skim serta formulasi sari mangga kweni dan madu randu dengan perbandingan P0 (0% : 0%), P1 (0% : 25%), P2 (5% : 20%), P3 (10% : 15%), P4 (15% : 10%), P5 (20% : 5%), dan P6 (25% : 0%) (v/v total) dari 200 mL volume total. Homogenkan campuran tersebut dengan

batang pengaduk. Inokulasikan 4% (v/v) kultur kerja *Lactobacillus casei* dari 200 mL volume total ke dalam campuran bahan. Inkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Diagram alir pembuatan minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu dapat dilihat pada Gambar 6 dan perlakuan pembuatan minuman sinbiotik dengan penambahan mangga kweni dan madu randu dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 6. Diagram alir pembuatan minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu
Sumber: Rizal dkk. (2019) yang telah dimodifikasi

Tabel 1. Perlakuan pembuatan minuman sinbiotik susu kambing etawa

Perlakuan	Bahan-bahan				
	Sari Mangga Kweni (mL)	Madu Randu (mL)	Susu Kambing Etawa (mL)	Susu Skim (g)	Kultur Kerja <i>L.</i> <i>casei</i> (mL)
P0 (0% : 0%)	0	0	188	4	8
P1 (0% : 25%)	0	50	138	4	8
P2 (5% : 20%)	10	40	138	4	8
P3 (10% : 15%)	20	30	138	4	8
P4 (15% : 10%)	30	20	138	4	8
P5 (20% : 5%)	40	10	138	4	8
P6 (25% : 0%)	50	0	138	4	8

3.5. Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan terhadap produk minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan mangga kweni dan madu randu yaitu total bakteri asam laktat (BAL) (Rahayu dan Nurwitri, 2014), total asam laktat (AOAC, 2019), derajat keasaman (pH) (AOAC, 2019), dan aktivitas antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* (Rizal dkk., 2019).

3.5.1. Total bakteri asam laktat (BAL) (Rahayu dan Nurwitri, 2014)

Pengamatan total bakteri asam laktat (BAL) dilakukan setelah inkubasi selama 48 jam dengan menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC). Analisis dilakukan dengan menghitung jumlah koloni bakteri yang tumbuh dalam cawan petri. Sebanyak 1 mL minuman sinbiotik berbasis susu kambing etawa dimasukkan ke dalam 9 mL larutan garam fisiologis steril untuk mendapatkan larutan pengenceran 10^{-1} . Campuran kemudian dihomogenkan dan diambil 1 mL larutan pengenceran 10^{-1} lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 mL larutan garam fisiologis steril sehingga diperoleh pengenceran 10^{-2} . Pengenceran dilakukan hingga 10^{-8} dengan cara yang sama. Sebanyak 1 mL dari tiga pengenceran terakhir diinokulasikan pada cawan petri steril. Media MRS agar steril kira-kira sebanyak 15 mL ditambahkan pada cawan petri. Kemudian campuran tersebut dihomogenkan dengan cara memutar cawan petri mengikuti pola angka delapan. Cawan petri diinkubasi dengan posisi terbalik pada suhu 37 °C selama 48 jam.

Jumlah koloni yang tumbuh dihitung dengan menggunakan *Colony Counter*. Total koloni yang diperoleh harus sesuai standar *International Commission Microbiology Food* (ICMF) yaitu berkisar antara 30 – 300 koloni percawan petri. Jumlah total bakteri asam laktat (BAL) dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Total BAL (koloni/mL)} = \text{Jumlah koloni terhitung} \times \frac{1}{\text{Faktor pengenceran}}$$

3.5.2. Total asam laktat (AOAC, 2019)

Persentase total asam laktat pada penelitian minuman sinbiotik berbasis susu kambing etawa dilakukan dengan menggunakan metode titrasi. Sampel sebanyak 1 mL dimasukkan ke dalam erlenmeyer lalu ditambahkan 10 mL air destilat dan dihomogenkan, sehingga diperoleh larutan campuran. Setelah itu, 2 tetes indikator phenolphthalein (PP) 1% ditambahkan untuk menentukan titik ekuivalen. Campuran tersebut dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N hingga terbentuk warna merah muda yang konstan, Jumlah total asam laktat yang diproduksi saat proses fermentasi dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Total asam laktat (\% b/v)} = \frac{N \text{ NaOH} \times \text{mL NaOH} \times \text{FP} \times \text{BM Asam Laktat}}{\text{Volume sampel (mL)}}$$

Keterangan :

N = Normalitas titran (mol/L)

FP = Faktor pengenceran

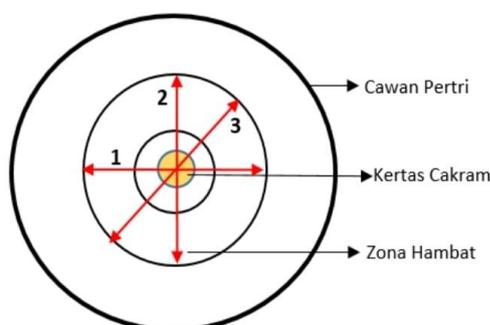
BM = Berat molekul asam laktat (90.8)

3.5.3. Derajat keasaman (pH) (AOAC, 2019)

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH meter (AOAC, 2019). pH meter terlebih dahulu dikalibrasi menggunakan larutan buffer 7,0 sebelum digunakan untuk mengukur pH sampel. Elektroda pH meter dicelupkan ke dalam sampel dan dibiarkan selama beberapa saat hingga didapatkan nilai pH yang stabil.

3.5.4. Pengujian aktivitas antibakteri

Pengujian aktivitas antibakteri pada minuman sinbiotik berbasis susu kambing etawa menggunakan metode difusi cakram. Pembuatan suspensi bakteri uji dilakukan dengan mengambil kultur murni berupa bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* yang telah dibiakkan pada media agar masing-masing sebanyak 2 ose, kemudian dilarutkan ke dalam larutan NaCl steril 0,9% secara aseptik dan dihomogenkan dengan vortex. Setelah itu, mengukur tingkat kekeruhan suspensi bakteri uji dengan membandingkan kekeruhannya dengan standar *McFarland* 0,5. Standar *McFarland* 0,5 merupakan pembanding yang biasa digunakan untuk membandingkan kekeruhan medium cair dengan kepadatan setara dengan 1×10^8 CFU/mL. Sebanyak 1 mL suspensi bakteri tersebut diinokulasikan ke dalam cawan petri steril, kemudian ditambahkan 15 mL media Mueller Hinton Agar (MHA). Cawan petri selanjutnya digoyangkan sampai media MHA dan suspensi bakteri tersebut homogen dan diamkan hingga agar mengeras. Kertas cakram yang telah dicelupkan pada masing-masing konsentrasi sampel selanjutnya diletakkan pada media MHA yang telah dicampur dengan suspensi bakteri, lalu diinkubasi dalam inkubator dengan suhu 37°C selama 24 jam. Setelah proses inkubasi selesai, dilanjutkan dengan mengukur diameter zona hambat yang terbentuk pada media menggunakan jangka sorong. Perhitungan zona hambat mengikuti prosedur oleh Rizal dkk. (2019), zona hambat diukur berdasarkan diameter (d mm) yang terbentuk berupa areal bening yang ada pada sekitar kertas cakram. Gambar ilustrasi pengujian aktivitas antibakteri dengan metode difusi cakram dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Ilustrasi metode difusi cakram dalam pengujian aktivitas antibakteri
Sumber: (Muhammad dan Wipsar, 2021).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan sari mangga kweni dan madu randu memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* yang ditandai dengan adanya daerah zona hambat di sekitar kertas cakram. Diameter zona hambat pada *Staphylococcus aureus* berkisar antara 2,94 mm – 9,27 mm, sedangkan pada *Escherichia coli* berkisar antara 2,88 mm - 4,47 mm.
2. Aktivitas antibakteri pada minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan sari mangga kweni dan madu randu terhadap *Staphylococcus aureus* (9,27 mm) lebih tinggi dibanding *Escherichia coli* (4,47 mm).

5.2. Saran

1. Menjaga kondisi ruangan kerja, alat, dan bahan baku dalam kondisi aseptis agar tidak terjadi kontaminasi pada saat pembuatan produk minuman sinbiotik susu kambing etawa maupun pada saat pengujian aktivitas antibakteri.
2. Pembuatan minuman sinbiotik susu kambing etawa dengan penambahan sari mangga kweni dan madu randu selanjutnya disarankan menggunakan formulasi (15% sari mangga kweni dan 10% madu randu), karena formulasi tersebut merupakan formulasi yang terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adji, K. 2015. Evaluasi Kontaminasi Bakteri Pathogen pada Ikan Segar di Perairan Teluk Semarang. (Tesis). Program Studi Magister Manajemen Sumberdaya Pantai. Universitas Diponegoro. Semarang. 120 hlm.
- Ahmed, S. and Othman N.H. 2014. Honey as a potential natural anticancer agent: A review of its mechanisms. *Review Article Evid Based Complement Alternative Medicine*. 1(1):1-7.
- Ahni, S. 2022. Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Minuman Probiotik Sari Buah Mangga Kweni (*Mangifera odorata*) dengan Variasi Konsentrasi Susu Skim dan Sukrosa. (Skripsi). Fakultas Pertanian Universitas Lampung. 113 hlm.
- Aleta, A., Hrvat, F., and Dzuho, A. 2020. Probiotics review and future aspects. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*. 5(5):270 -274.
- Aliyah, S.S. 2021. Manfaat Madu Randu Sebagai Antibakteri Bahan Herbal. (Skripsi). Universitas Airlangga. Surabaya. 89 hlm.
- Aritonang, S., Roza, E., dan Rossi, E. 2019. *Probiotik dan Prebiotik dari Kedelai untuk Pangan Fungsional*. Indomedia Pustaka. Sidoarjo. 134 hlm.
- Ariyanti, Y. 2021. Potensi Prebiotik Madu Randu untuk Meningkatkan Kesehatan Pertumbuhan dan Status Kesehatan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). (Tesis). Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Kota Bogor. 112 hlm.
- Association of Official Analytical (AOAC). 2019. *Official Methods of Analisis*. Chemist. Washington DC. USA. 434 page.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2019. *Batas Maksimal Cemaran Mikroba Dalam Pangan Olahan*. BPOM. Jakarta. 48 hlm.

- Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2011. *Pengawasan Klaim dalam Label dan Iklan Pangan Olahan*. BPOM. Jakarta. 91 hlm.
- Basyar, F.K., Carolina, N., Oktafany, dan Oktarlina, R.Z. 2022. Aktivitas antibakteri dari tanaman mangga (*Mangifera indica* L.). *Jurnal Agromedicine Unila*. 9(1):31-36.
- Chandra, E., Lokapirnasari, W., Hidanah, S., Al-Arif, M., Yuniarti, W., dan Luqman, E. 2022. Potensi probiotik bakteri asam laktat terhadap efisiensi pakan, berat dan persentase karkas itik pedaging. *Jurnal Medik Veteriner*. 5(1):69-73.
- De Garmo, E.D.G., Sullivan, and J.R. Canada. 1984. *Engineering Economy*. Mc Millan Publishing Company. New York. 700 page.
- Desnilasari, D., dan Lestari, N, P, A. 2014. Formulasi minuman sinbiotik dengan penambahan puree pisang ambon (*Musa paradisiaca var Sapientum*) dan inulin menggunakan inokulum *Lactobacillus casei*. *Jurnal Agritech*. 34(3):257-265.
- Dewanti, A. S. 2023. Karakteristik Mikrobiologi, Kimia, dan Sensori Minuman Sinbiotik Susu Kambing Etawa dengan Penambahan Mangga Kweni dan Madu Randu. (Skripsi). Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. 92 hlm.
- Dewi, M. A., Kartasasmita, R. E., dan Wibowo, M. S. 2017. Uji aktivitas antibakteri beberapa madu asli lebah asal Indonesia terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Kartika Jurnal Ilmiah Farmasi*. 5(1):27-30.
- Djaafar, T. F. dan S. Rahayu. 2017. Cemaran mikroba pada produk pertanian, penyakit yang ditimbulkan dan pencegahannya. *Jurnal Litbang Pertanian*. 26(2):67-75.
- Elsaputra, Usman, P., dan Rahmayuni. 2016. Pembuatan minuman probiotik berbasis kulit nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) menggunakan *Lactobacillus casei subsp. casei* R-68 yang diisolasi dari dadih. *Jurnal Jom Faperta*. 3(1):156-172.
- Farnworth, E. R. and Champagne, C. P. 2015. *Production of Probiotic Cultures and Their Incorporation Into Foods, Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics*. Bioactive Foods in Health Promotion (Chapter 20). 303-318 page.

- Fatmawati, U., Prasetyo, F. I., Mega, S. T. A., dan Utami A. N. 2014. Karakteristik yogurt yang terbuat dari berbagai jenis susu dengan penambahan kultur campuran *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. *Jurnal Bioedukasi*. 6(2):1-9.
- Fitri, A. F. 2020. Uji daya hambat antibakteri salep ekstrak etanol daun pandan hutan (*Freycinetia sessiliflora*) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*. 5(1):1-9.
- Gawad, A. E., Sayed, E., Zeini, E., Hafiez, and Saleh. 2014. Anti-bacterial activity of probiotic yoghurt and soy yogurt against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Journal of Nutrition and Food Sciences*. 4(5):11-17.
- Hadiyanto, J., R. D. Hariyadi, dan E. H. Purnomo. 2015. Ketahanan Panas Isolat Lokal *Staphylococcus aureus*. (Skripsi). Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. 115 hlm.
- Handayani, R., Qamariah, N., dan Mardova, S. A. 2018. Uji daya hambat ekstrak etanol batang saluang belum terhadap bakteri *Escherichia coli*. *Borneo Journal of Pharmacy*. 1(1):16-18.
- Harun, N., Rahmayuni, dan Sitepu, Y. 2014. Penambahan gula kelapa dan lama fermentasi terhadap kualitas susu fermentasi kacang merah (*Phaesolus vulgaris L.*) *Jurnal Sagu*. 12(2):9-16.
- Hayati, L. N., Tyaningsih, W., Praja, R. N., Chusniati, S., Yunita, N. Y. dan Wibawati, P. A. 2019. Isolasi dan identifikasi *Staphylococcus aureus* pada susu kambing peranakan etawah penderita mastitis subklinis di Kelurahan Kalipuro, Banyuwangi. *Jurnal Medik Veteriner*. 2(2):76-82.
- Humaida, R. 2014. Strategy to handle resistance of antibiotics. *Journal Major*. 3(1):113-120.
- Ibrahim, A., Fridayanti, A., dan Delvia, F. 2015. Isolasi dan identifikasi bakteri asam laktat (BAL) dari buah mangga (*Mangifera indica L.*). *Jurnal Ilmiah Manuntung*. 1(2):159-163.
- Istiqomah, L. 2018. Pengaruh Konsentrasi Jahe Merah dan Serai terhadap Karakteristik Minuman Probiotik Sari Jambu Biji Merah (*Psidium guajava L*) Menggunakan Bakteri *Lactobacillus casei*. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 95 hlm.

- Jawetz, E., Melnick, J.L., dan Adelberg, E.A. 2014. *Mikrobiologi Kedokteran Buku 1*. Salemba Medika. Jakarta. 110 hlm.
- Khalil, I., Moniruzzaman, M., Boukraâ, L., Benhanifia, M., Islam, A., and Islam, N. 2014. Physicochemical and antioxidant properties of Algerian honey. *Journal Molecules*. 17(11):199–215.
- Khasanah, N., Nawangsari, D., dan Sunarti. 2020. Review: aktivitas antibakteri dari daging buah mangga kweni (*Mangifera odorata*). *Jurnal Dunia Farmasi*. 5(1):1-12.
- Khoiriyah, F. 2015. Identifikasi Molekular Isolat Lokal *Staphylococcus aureus* dengan Metode Polymerase Chain Reaction. (Tesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 94 hlm.
- Konuray, G., and Erginkaya, Z. 2017. *Antimicrobial Effect of Probiotics, Prebiotics and Synbiotic. Novel Bioknowledge and Educational Programs* (A. Méndez-Vilas, Ed.) Faculty of Agriculture University of Cukurova. Adana Turkey. 213-218 page.
- Kwakman, and Zaat. 2017. Antibacterial components of honey. *IUBMB Life Journal*. 64(1):48–55.
- Lebaka, V. R., Y. J. Wee, V. R. Narala, and Joshi, V. K. 2018. Development of New Probiotic Foods- A Case Study on Probiotic Juices Therapeutic, Probiotic, and Unconventional Foods (Chapter 4). Elsevier Inc. 55-78 page.
- Lovita, M. 2019. Pengaruh Penambahan Madu Randu (*Ceiba pentandra*) terhadap Kandungan Mikrobiologi Sampo. (Skripsi). Program Studi Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Malang. 94 hlm.
- Lukmanul, K., dan Chylen, S. R. 2018. Identifikasi *Eschericia coli* dan *Salmonella sp.* pada air kolam renang Candi Pari. *Journal of Medical Laboratory Science/Technology*. 1(2):84-90.
- Mandey, L. C., Christine F., dan Mamujaja. 2016. Teknologi produksi jam mangga (*Mangifera indica*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 4(1):28-35.
- Markowiak, P., and Katarzyna, S. 2017. Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on human health. *Journal of Nutriens*. 9(1):1-30.

- Martharini, D., dan Indratiningsih. 2017. Kualitas mikrobiologis dan kimiawi kefir susu kambing dengan penambahan *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051 dan tepung kulit pisang kepok (*Musa Paradisiaca*). *Jurnal Agritech*. 37(1):22-29.
- Maryati, Y., Nuraida, L., dan Hariyadi, R. D. 2016. Kajian isolat bakteri asam laktat dalam menurunkan kolesterol secara in vitro dengan keberadaan oligosakarida. *Jurnal Agritech*. 36(2):195-205.
- Melatiningsih, A. 2022. Pengaruh Penambahan Kulit Pisang Kepok dan Jahe Emprit terhadap Karakteristik Minuman Sinbiotik Berbasis Susu Kambing Etawa. (Skripsi). Fakultas Pertanian Universitas Lampung. 85 hlm.
- Meliana, Sogandi, dan Kining, E. 2021. Uji aktivitas antibakteri ekstrak dan fraksi daging buah mangga kweni (*Mangifera odorata*) terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Bacillus cereus*. *Buletin Penelitian Kesehatan*. 49 (2):113-122.
- Mohammadi, M., Bellissimo, N., Totosy de Zepetnek, J. O., Brett, N. R., Mazloomi, S. M., Fararouie, M., and Mazloom, Z. 2018. The effect of daily fortified yogurt consumption on weight loss in adults with metabolic syndrome: A 10-week randomized controlled trial. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases Journal*. 28(6):565–574.
- Mohapatra, D.P., Thakur, V and Brar, S.K. 2016. *Antibacterial Efficacy of Raw and Processed Honey*. *Biotechnol Res Int*. 1-6 page.
- Moroti, C., Souza Magri, L., de Rezende Costa, M., Cavallini, D. C., and Sivieri, K. 2015. Effect of the consumption of a new symbiotic shake on glycemia and cholesterol levels in elderly people with type 2 diabetes mellitus. *Lipids in Health and Disease Journal*. 11(1):1-8.
- Muhammad, F. A., dan Wipsar, S. B. D. 2021. Sintesis *carbon nanodots* berbahan dasar limbah padat tanaman kayu putih sebagai antibakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Student UNY*. 8(2):36-42.
- Mustofa, S., Wang, Y., Zeng, W., and Jin, B. 2022. Floral scents and fruit aromas: fuctions, compositions, biosynthesis, and regulation. *Frontiers in Plant Science Journal*. 13(1):1-23.
- Nugraha, A., nur, I., dan Sulistyani, S. 2017. Pengaruh konsentrasi madu randu terhadap aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*. 15(2):147-152.

- Nurjannah, L., Suryani., Achmadi, S, S., dan Azhari, A. 2017. Produksi asam laktat oleh *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* dengan sumber karbon tetes tebu. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 9(1):1-9.
- Nurainy, F., Rizal, S., Suharyono, A. S., dan Destiyani, N. 2017. Aktivitas antibakteri dan karakteristik minuman sinbiotik ekstrak cincau hijau dengan penambahan sari buah nanas dan jambu biji selama penyimpanan dingin. *Prosiding Seminar Nasional BKS PTN Wilayah Barat Bidang Pertanian*: 1186-1195.
- Oktaviantris, F. A. 2017. Deteksi Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Susu Bubuk Skim (*Skim Milk Powder*) Impor. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 87 hlm.
- Patricia C. F., Leticia, M. E., Rita, T. S., and Acacio, G. R. 2020. Antibacterial action mechanisms of honey: physiological effects of avocado, chestnut, and polyfloral honey upon *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Molecules Journal*. 25(1):1-11.
- Pranayanti, I dan Sutrisno, A. 2015. Pembuatan minuman probiotik air kelapa muda (*Cocos Nucifera L.*) dengan starter *Lactobacillus casei starain shirota*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(2):763-772.
- Pratiwi, R. 2018. Perbedaan daya hambat terhadap *Streptococcus mutans* dari beberapa pasta gigi yang mengandung herbal. *Majalah Kedokteran Gigi*. 38(2):64-67.
- Puspaningrum, A. 2018. Penerapan Metode *Polymerase Chain Reaction* Menggunakan Primer 16E1 dan 16E2 untuk Mendeteksi *Escherichia coli* dalam Berbagai Sampel Air. (Skripsi). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia. 92 hlm.
- Putri, N.A. dan Asparini, R.R. 2017. Peran madu dalam menghambat pertumbuhan bakteri pada luka bakar. *Jurnal Sainika Medika*. 13(2):63-68.
- Qadara, S. dan Noor, A.M. 2015. Karakteristik fisika kimia madu hutan Desa Terasa. *Jurnal Techno*. 4(2):37-41.
- Rachman, A., Taufik, E., dan Arief, I.I. 2018. Karakteristik yogurt probiotik rosella berbahan baku susu kambing dan susu sapi selama penyimpanan suhu ruang. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 6(2):73-80.

- Rahayu, P. dan Nurwitri, C. 2014. *Mikrobiologi Pangan*. IPB Press. Bogor. 156 hlm.
- Rahayu, W.P., Nurjanah, S. dan Komalasari, E. 2018. *Escherichia coli: Patogenesis, Analisis, dan Kajian Risiko (Edisi 1)*. IPB Press. Bogor. 156 hlm.
- Rahayu, W.P., Suliantari, Safitri, U.M., dan Adhi, W. 2020. Susu fermentasi dengan biji nangka sebagai prebiotik. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 31(2):138 – 146.
- Rasbawati, Irmayani, I. D. Novieta, dan Nurmiati. 2019. Karakteristik organoleptik dan nilai pH yogurt dengan penambahan sari buah mengkudu (*Morinda citrifolia L*). *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 7(1):41-46.
- Ratya, N., Taufik, E., dan Arief, I. I. 2017. Karakteristik kimia, fisik dan mikrobiologis susu kambing peranakan etawa di Bogor. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 5(1):1-4.
- Rio, Y.B.P., Djamal, A dan Asterina. 2015. Perbandingan efek antibakteri madu asli sikabu dengan madu lubuk minturun terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* secara in Vitro. *Jurnal Kesehatan Andalas*. 1(2):59-62.
- Rizal, S., Erna, M., Nurainy, F., dan Tambunan, A. R. 2016. Karakteristik probiotik minuman fermentasi laktat sari buah nenas dengan variasi jenis bakteri asam laktat. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*. 18(1):63-71.
- Rizal, S., Suharyono, A. S., dan Amelia, J. R. 2019. Pengaruh penambahan larutan sukrosa terhadap aktivitas antibakteri minuman sinbiotik ekstrak cincau hijau selama penyimpanan suhu dingin. *Jurnal AGRIC*. 31(1):53-66.
- Rizal, S., Udayana, S., Suharyono, A.S., dan Marniza. 2020. Kajian potensi sari kulit buah nenas yang difermentasi dengan *Lactobacillus casei* sebagai minuman probiotik secara in vivo. *Jurnal Agroindustri*. 10(1):12-20.
- Rizky, R. F., Diyantoro, Dwi, W. I., and Aliyah, S. S. 2020. Antibacterial potency of Indonesian randu honey against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*. 16(1):67-71.

- Saad, N., Delattre, C., Urdaci, M., Schmitter, J. M., and Bressollier, P. 2015. An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field. *Food Science and Technology*. 50(1):1-16.
- Sadri, M. 2017. Identifikasi karakter morfologi dan anatomi mangga lokal (*Mangifera spp.*) morowali di desa Bente dan desa Bahomoleo kecamatan Bungku Tengah. *Jurnal Agroland*. 24(2):138-145.
- Saraswati, F.N. 2015. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 96% Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa Balbisiana*) terhadap Bakteri Penyebab Jerawat (*Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, dan *Propionibacterium acne*). (Skripsi). UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta. 67 hlm.
- Senditya, M., Hadi, M. S., Estiasih, T., dan Saparianti, E. 2014. Efek prebiotik dan sinbiotik simplisia daun cincau hitam (*Mesona palustris* BL) secara in vivo: kajian pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(3):141-151.
- Setiarto, R. H. B., Widhyastuti, N., Octavia, N. D., dan Himawan, H. C. 2018. Produksi sari pepaya (*Carica papaya*) fermentasi sebagai minuman probiotik antihiperkolesterolemia. *Jurnal Litbang Industri*. 8(1):23-30.
- Setiarto, R. H. B., Widhyastuti, N., dan Rikmawati, N. A. 2017. Optimasi konsentrasi fruktooligosakarida untuk meningkatkan pertumbuhan bakteri asam laktat starter yoghurt. *Jurnal Veteriner*. 18(3):428-440.
- Sumarlin, L., Muawanah, A., Wardhani, P., dan Masito. 2014. Aktivitas antikanker dan antioksidan madu di pasaran lokal Indonesia. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 19(3):136-144.
- Suryana, S. 2016. Aktivitas antibakteri madu murni Kalimantan Barat terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dengan metode difusi agar. *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*. 7(2):31-36.
- Tafere, D. 2021. Chemical composition and uses of honey: a review. *Journal Food Science and Nutrition Research*. 4(3):194-201.
- Turkyilmaz, S. and Kaya, O. 2016. Determination of some virulence factors in *Staphylococcus Spp.* isolated from various clinical samples. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 30(1):127-129.

- Umam, M. F., Utami, R., dan Widowati, E., 2014. Kajian karakteristik minuman sinbiotik pisang kepok (*Musa paradisiaca forma typical*) dengan menggunakan starter *Lactobacillus acidophilus* IFO 13951 dan *Bifidobacterium longum* ATCC 15707. *Jurnal Teknosains Pangan*. 1(1):2-11.
- Winarti, C. dan Miskiyah. 2015. Status kontaminan pada sayuran dan upaya pengendaliannya di Indonesia. *Pengembangan Inovasi Pertanian*. 3(3):227-229.
- Wulandari, D. 2017. Kualitas madu berdasarkan perbedaan suhu penyimpanan. *Jurnal Kimia Riset*. 2(1):16-22.
- Wulan, P.J. dan Kaunang, G. 2022. *Staphylococcus aureus*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi. Manado. 11 hlm.