

**UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI KOPI ROBUSTA YANG
DIFERMENTASIKAN DENGAN KOMBUCHA TERHADAP BAKTERI
Salmonella typhi SEBAGAI REFERENSI MODUL PRAKTIKUM
MIKROBIOLOGI**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

**Siti Millati Hanifa
NIM. 200207018**

Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Program Studi Pendidikan Biologi



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
DARUSSALAM, BANDA ACEH
2024 M/ 1446 H**

**UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI KOPI ROBUSTA YANG
DIFERMENTASIKAN DENGAN KOMBUCHA TERHADAP BAKTERI
Salmonella typhi SEBAGAI REFERENSI MODUL PRAKTIKUM
MIKROBIOLOGI**

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (FTK)
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Dalam Ilmu Pendidikan Biologi

OLEH

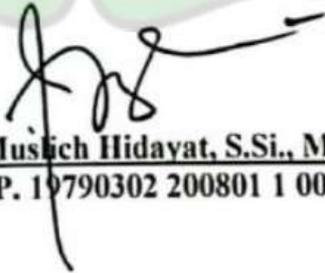
Siti Millati Hanifa

NIM. 200207018

Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Program Studi Pendidikan Biologi

Disetujui Oleh:

A R - Pembimbing,


Dr. Muslich Hidayat, S.Si., M.Si.

NIP. 19790302 200801 1 008

**UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI KOPI ROBUSTA YANG
DIFERMENTASIKAN DENGAN KOMBUCHIA TERHADAP BAKTERI
Salmonella typhi SEBAGAI REFERENSI MODUL PRAKTIKUM
MIKROBIOLOGI**

SKRIPSI

Telah Diuji oleh Panitia Munaqasyah Skripsi
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus serta
Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Pendidikan Biologi

Pada Hari/Tanggal

Senin, 28 Oktober 2024
25 Rabul Awal 1446

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,

Sekretaris,



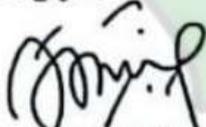
Dr. Muslich Hidayat, S.Si., M.Si.
NIP. 197903022008011008



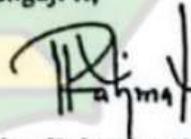
Cut Ratna Dewi, S.Pd.I., M.Pd.
NIP. 198809072019032013

Penguji I,

Penguji II,



Zuraidah, S.Si., M.Pd.
NIP. 197704012006042002



Lina Rahmiawati, S.Si., M.Pd.
NIP. 197505271997032003

Mengetahui,
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry
Danisalam Banda Aceh




Dr. Safrul Mahid, S.Ag., M.A., M.Ed., Ph.D.
NIP. 1963101021997031003



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Siti Millati Hanifa
Nim : 200207018
Prodi : Pendidikan Biologi
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan
Judul Skripsi : Uji Aktivitas Antibakteri Kopi Robusta Yang Difermentasikan Dengan Kombucha Terhadap Bakteri *Salmonella typhi* Sebagai Referensi Modul Praktikum Mikrobiologi

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan.
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain.
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya.
4. Tidak melakukan manipulasi dan pemalsuan data
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila di kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap diberikan sanksi lain berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry. Demikian pernyataan inisaya buat dengan sesungguhnya.

Banda Aceh, 18 Oktober 2024

Yang Menyatakan


METEAL
TEMTEL
J60ALX336973000
Siti Millati Hanifa

ABSTRAK

Salmonella typhi adalah strain bakteri yang menyebabkan terjadinya demam tifoid. Penyakit Infeksi yang disebabkan oleh bakteri dapat diterapi menggunakan antibiotik atau antibakteri yang berfungsi membunuh bakteri penyebab infeksi tersebut. Salah satu upaya kesehatan yang sedang berkembang yaitu pemanfaatan bahan alami sebagai obat-obatan seperti kultur kombucha yang mengandung polifenol, asam organik, dan vitamin yang mempunyai efek sebagai antibakteri. Pengukuran uji aktivitas antibakteri pada kopi Robusta yang difermentasi dengan Kombucha belum pernah dilakukan sehingga perlu adanya tambahan referensi pada modul praktikum Mikrobiologi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui hasil uji daya hambat pemberian kopi Robusta, Kombucha dan Fermentasi Kopi Robusta yang difermentasi dengan Kombucha terhadap uji daya hambat antibakteri pada bakteri *Salmonella typhi* dengan konsentrasi yang berbeda, serta untuk mengetahui hasil uji kelayakan modul praktikum dari penelitian ini sebagai referensi praktikum Mikrobiologi. Metode yang digunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap. Pengujian antibakteri menggunakan metode Sumuran. Perlakuan kontrol positif menggunakan antibiotik Seftriakson dan kontrol negatif yaitu kopi Robusta. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa konsentrasi 25%, 50%, 75% dan 100% pada kopi Robusta, Kombucha dan fermentasi Kopi Kombucha berpengaruh terhadap daya hambat bakteri *Salmonella typhi*. Konsentrasi paling berpengaruh pada kopi Robusta yaitu konsentrasi 100% dengan daya hambat 11.09 mm, Kombucha konsentrasi 50% dengan daya hambat 16.32 mm dan fermentasi kopi Kombucha konsentrasi 25% daya hambat 20.22 mm. Hasil uji kelayakan modul praktikum Mikrobiologi memperoleh persentase keseluruhan yaitu 80.8% dengan kriteria layak. Kesimpulan dari penelitian ini adalah kopi Robusta, kombucha dan kopi Robusta yang difermentasi dengan Kombucha memiliki aktivitas antibakteri pada bakteri *Salmonella typhi*, serta modul praktikum Mikrobiologi layak direkomendasikan sebagai referensi modul praktikum Mikrobiologi.

Kata Kunci : Kopi Robusta, Kombucha, Fermentasi Kopi Kombucha, *Salmonella typhi*, Modul Praktikum Mikrobiologi

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis sampaikan kehadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepa penulis. Sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul “Uji Aktivitas Antibakteri Kopi Robusta Yang Difermentasi Dengan Kombucha Terhadap Bakteri *Salmonella typhi* Sebagai Referensi Modul Praktikum Mikrobiologi”. Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dari Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan.

Shalawat dan salam penulis sanjung sajukan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. yang telah memberikan pengetahuan dan bimbingan kepada umat manusia di muka bumi ini. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Mulyadi, S.Pd.I., M.Pd. dan Bapak Nurdin Amin, M.Pd. selaku Ketua dan Sekretaris Prodi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Bapak Dr. Muslich Hidayat, S. Si., M. Si. Selaku Penasehat Akademik (PA) yang telah senantiasa memberikan arahan, bimbingan, serta motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
3. Bapak/Ibu staf pengajar serta asisten Prodi Pendidikan Biologi yang telah memberikan bimbingan selama masa perkuliahan.

4. Rekan-rekan seperjuangan seluruh mahasiswa Pendidikan Biologi Angkatan 2020, serta terkhusus Ade Fansella, Afifah Ikramaina Nazula, T. Alfat dan Muhammad Zhafran yang telah banyak membantu, memberikan motivasi, masukan, semangat dan doa kepada penulis.

Teristimewa penulis ucapkan terima kasih banyak kepada orangtua tercinta dan terkasih Ayahanda Asep Yudi, S.E., Ibunda Purwansari, M.Pd., serta saudara-saudara penulis Muhammad Syarif Hidayatullah, Muhammad Husen Sastranegara, Sarah Putri Azzahra dan seluruh keluarga yang sudah memberi motivasi, kasih sayang, dukungan dan do'a sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Semoga segala kebaikan dibalas oleh Allah Subhana wa Ta'ala dengan kebaikan yang berlipat ganda. Penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan kata-kata maupun bahasa yang kurang berkenan. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan skripsi ini nantinya. Demikian skripsi ini disusun dengan harapan dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Banda Aceh, 17 Oktober 2024
Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	i
LEMBAR PENGESAHAN SIDANG.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	9
C. Tujuan Penelitian.....	9
D. Manfaat Penelitian.....	10
E. Hipotesis Penelitian	11
F. Definisi Operasional	11
BAB II KAJIAN PUSTAKA	17
A. Antibakteri	17
B. Uji Aktivitas Antibakteri.....	19
C. Kopi	24
D. Antibakteri Kopi Robusta	27
E. Kombucha	29
F. Kopi Kombucha	41
G. Bakteri <i>Salmonella typhi</i>	45
H. Modul Praktikum Mikrobiologi	49
I. Uji Kelayakan Modul Praktikum Mikrobiologi	52
BAB III METODE PENELITIAN	54
A. Rancangan Penelitian.....	54
B. Tempat dan Waktu Penelitian	55
C. Subjek dan Objek Penelitian	55
D. Alat dan Bahan.....	56
E. Prosedur Penelitian.....	57
F. Teknik Analisis Data	69
G. Alur Penelitian	74
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	75
A. Hasil Penelitian	75

B. Pembahasan.....	103
BAB V PENUTUP.....	120
A. Kesimpulan	120
B. Saran.....	121
DAFTAR PUSTAKA.....	122
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	154



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 : Klasifikasi Kategori Zona Hambat Antibakteri	17
2.2 : Kandungan Nutrisi Kombucha dalam 120 ml	35
2.3 : Mikroorganisme dalam starter kombucha	40
3.1 : Alat yang digunakan dalam penelitian	56
3.2 : Bahan yang digunakan dalam penelitian	57
3.3 : Kategori Kekuatan Daya Hambat	72
3.4 : Skor Penilaian Indikator	73
3.5 : Kategori Kelayakan Berdasarkan Kriteria	73
4.1 : Pengukuran Zona Hambat Kopi Robusta Terhadap Bakteri <i>Salmonella typhi</i>	76
4.2 : Hasil Uji Normalitas <i>Saphiro-Wilk</i> Kopi Robusta	77
4.3 : Deskripsi Uji Homogenitas Kopi Robusta	78
4.4 : Hasil Uji Homogenitas Kopi Robusta	78
4.5 : Uji <i>One-Way</i> ANOVA Kopi Robusta	79
4.6 : Uji <i>Duncan</i> Kopi Robusta	80
4.7 : Pengukuran Zona Bening Kombucha Terhadap Bakteri <i>Salmonella typhi</i>	81
4.8 : Uji Normalitas Kombucha	83
4.9 : Deskripsi Uji Homogenitas Kombucha	84
4.10 : Hasil Uji Homogenitas Kombucha	84
4.11 : Uji <i>One-Way</i> ANOVA Kombucha	85
4.12 : Hasil Uji <i>Duncan</i> Kombucha	86
4.13 : Hasil Pengukuran Zona Bening Kopi Kombucha Terhadap Bakteri <i>Salmonella typhi</i>	87
4.14 : Uji Normalitas Fermentasi Kopi Kombucha	89
4.15 : Deskripsi Uji Homogenitas kopi Kombucha	89
4.16 : Uji Homogenitas kopi Kombucha	90
4.17 : Uji <i>One-Way</i> ANOVA	90
4.18 : Hasil Uji <i>Duncan</i> Fermentasi Kopi Kombucha	91
4.19 : Hasil Uji Kelayakan Ahli Media	94
4.20 : Hasil Uji Kelayakan Ahli Materi	101
4.21 : Hasil Kelayakan oleh Ahli Media dan Ahli Materi	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 : Buah Kopi.....	24
2.2 : Kombucha.....	30
2.3 : <i>Salmonella typhi</i> Perbesaran 100x	47
4.1 : Diagram Pengukuran Zona Hambat Kopi Robusta Terhadap Bakteri <i>Salmonella typhi</i>	76
4.2 : Hasil Daya Hambat Kopi Robusta	77
4.3 : Diagram Pengukuran Zona Bening Kombucha Terhadap Bakteri <i>Salmonella typhi</i>	82
4.4 : Hasil Daya Hambat Kombucha	82
4.5 : Diagram Pengukuran Zona Bening Kopi Kombucha Terhadap Bakteri <i>Salmonella typhi</i>	88
4.6 : Hasil Daya Hambat Kopi Kombucha.....	88
4.7 : Cover Modul Praktikum Mikrobiologi.....	92
4.8 : Tampilan ukuran tulisan sebelum perbaikan	94
4.9 : Tampilan cover modul praktikum sebelum perbaikan.....	95
4.10 : Lembar <i>Preliminaries</i>	96
4.11 : Tampilan daftar isi sebelum perbaikan	96
4.12 : Tampilan daftar tabel sebelum perbaikan.....	97
4.13 : Tampilan Tata Letak Judul Sebelum Perbaikan	97
4.14 : Tampilan indikator praktikum sebelum perbaikan	98
4.15 : Tampilan Landasan Teori Sebelum Perbaikan	98
4.16 : Tampilan Prosedur Kerja Sebelum Perbaikan	99
4.17 : Latihan Soal Uji Antibiotik/ Antimikroba.....	99
4.18 : Tabel Pengamatan	100
4.19 : Tampilan Daftar Pustaka Sebelum Perbaikan	100
4.20 : Lampiran Hasil Pengamatan.....	101

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 : Surat Keputusan Pembimbing Skripsi	132
2 : Surat Izin Penelitian	133
3 : Surat Selesai Penelitian	134
4 : Surat Bebas Penelitian.....	135
5 : Surat Pembelian Bakteri ATCC.....	136
6 : Uji Statistik SPSS 29 Kopi Robusta	137
7 : Uji Statistik SPSS 29 Kombucha.....	138
8 : Uji Statistik SPSS 29 Fermentasi Kopi Kombucha	139
9 : Hasil Uji Kelayakan Ahli Materi Terhadap Output Penelitian.....	140
10 : Hasil Uji Kelayakan Ahli Media Terhadap Output Penelitian	146
11 : Foto Dokumentasi Penelitian.....	151



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Mikrobiologi merupakan cabang ilmu biologi yang mempelajari tentang mikroba atau jasad renik. Dalam pertumbuhannya, mikroba menggunakan tempat atau media yang di dalamnya terdapat kandungan penting untuk sintesis dengan faktor pendukung seperti pH, temperatur, kekuatan ionik dan osmotik.¹ Antibiotik adalah bahan yang dihasilkan oleh mikroorganisme atau sintetis yang dalam jumlah kecil mampu menekan, menghambat atau membunuh mikroorganisme lainnya.² Mekanisme kerja antibiotik pada percobaan praktikum Daya Kerja antimikroba/antibiotik antara lain adalah menghambat sintesis dinding sel atau penghambatan antimikroba terhadap pertumbuhan mikroorganisme yang ditandai dengan zona hambat yang terlihat sebagai daerah jernih/bening di sekitar daerah yang mengandung zat antibakteri.³

Matakuliah Mikrobiologi merupakan salah satu mata kuliah yang menuntut pembelajarannya dilakukan secara teori dan praktikum. Praktikum Mikrobiologi di Program studi Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry dilaksanakan berdasarkan

¹Rani Suryani, *Mikrobiologi Dasar*, (Bandung: UIN Sunan Gunung Djati, 2021), h. 1

²Sekar Wulandari, *Uji AKtivitas Antibakteri Ekstrak Etanol dan Fraksi Etil Asetat dari Ekstrak Daun Jarak Pagar (Jatropha curcas L.) Terhadap Bakteri Staphylococcus aureus*, (Madiun: Farmasi STIKES Bhakti Husada Mulia, 2021), h. 7

³Buku Panduan Praktikum Mikrobiologi Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry, 2022

panduan pada modul praktikum dan arahan dari para asisten meja. Salah satu materi yang di praktikumkan adalah daya kerja antimikroba/antibiotik dengan menguji kandungan antibakteri dari suatu senyawa untuk mengetahui tingkat penghambatan terhadap pertumbuhan bakteri.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Dosen Pengampu mata kuliah Mikrobiologi, dapat diketahui bahwa Praktikum Mikrobiologi masih kurang referensi untuk sub bab Daya Kerja Antimikroba/Antibiotik, sehingga dibutuhkan Modul Praktikum tentang Uji Aktivitas Antibakteri yang dikulturkan pada media dan bahan serta metode pengujian antibakteri yang berbeda sebagai referensi Modul Praktikum Mikrobiologi.⁴

Berdasarkan hasil wawancara dengan mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi angkatan 2022 yang telah mengambil mata kuliah Praktikum Mikrobiologi dan melakukan praktikum sub materi Daya Kerja Antimikroba/Antibiotik, didapatkan informasi bahwa praktikum tentang daya kerja antimikroba/antibiotik sudah tidak hanya menggunakan bahan kimia saja dalam praktikumnya, tetapi telah menggunakan bahan-bahan alami seperti ekstrak daun dan buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia* [Christm. & Panz] Swingle.) dengan menggunakan metode pengujian antibakteri yaitu metode *disc diffusion* (Kirby-Bauer *test*) menggunakan referensi dan bahan penelitian Widyasari. Mikroba yang digunakan adalah *E. coli*.⁵

⁴Wawancara dengan Ibu Zuraidah, (Guru Pembimbing Mata Kuliah Mikrobiologi)

⁵Hasil Wawancara dengan Mahasiswa Letting 2022 Program Studi Pendidikan Biologi FTK UIN Ar-Raniry, 17 Juni 2024

Hasil yang ditunjukkan pada pengamatan menggunakan bahan alami ekstrak daun dan buah Jeruk Nipis yang diuji terdapat sedikit zona bening atau zona hambat pada media pertumbuhan bakteri. Hal ini sesuai hipotesis, bahwa terdapat pengaruh lama simpan ekstrak daun dan buah Jeruk Nipis karena semakin menurunnya kemampuan daya hambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. Lama penyimpanan berpengaruh signifikan terhadap aktivitas antioksidan, semakin lama disimpan semakin menurun aktivitas antioksidannya.⁶ Hasil dari pengamatan didapatkan bahwa ekstrak daun dan buah Jeruk Nipis dapat menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli*.⁷

Pelaksanaan praktikum banyak mengalami kendala salah satunya bahan dan referensi penuntun yang dimiliki sehingga dibutuhkan penelitian-penelitian terbaru dengan menggunakan bahan alami terbaru seperti Kopi Kombucha, bakteri seperti *Salmonella typhi* dan juga metode terbaru yaitu metode Sumuran pada Pengujian Aktivitas Antibakteri untuk membantu pengembangan dan memperbaharui modul praktikum yang dapat memudahkan proses praktikum materi tersebut.

Hasil permasalahan yang terjadi tersebut, menjadi landasan dilakukannya penelitian tentang “Uji Aktivitas Antibakteri Kopi Robusta yang Difermentasikan dengan Kombucha terhadap Bakteri *Salmonella typhi* Sebagai Referensi Modul

⁶Muhammad Sanjaya kusuma, “Pengaruh lama dan Suhu Penyimpanan Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper betle linn*) dengan Aquades terhadap Daya Hambat bakteri *Streptococcus agalactiae* Penyebab Mastitis pada Sapi Perah”, *Jurnal Ternak Tropika*, Vol. 18, No. 2, (2017), h. 19, DOI: 10.21776/ub.jtapro.2017.018.02.3

⁷⁷Hasil Wawancara dengan Mahasiswa Letting 2022 Program Studi Pendidikan Biologi FTK UIN Ar-Raniry, 17 Juni 2024

Praktikum Mikrobiologi”. Fermentasi kombucha dengan menggunakan medium kopi robusta perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui aktivitas antibakterinya terhadap bakteri *Salmonella typhi*.

Penyakit Infeksi yang disebabkan oleh bakteri dapat diterapi menggunakan antibiotik atau antibakteri yang berfungsi membunuh bakteri penyebab infeksi tersebut, umumnya memiliki spektrum yang luas dan telah banyak digunakan karena dianggap lebih efektif secara pembiayaan dan terbukti memiliki hasil yang kuat dan jelas. Sehingga, efek sampingnya mampu merusak flora normal apabila digunakan dalam jangka waktu yang panjang, serta menyebabkan resistensi terhadap antibiotik tersebut⁸ yakni dapat merusak sistem organ tubuh seperti sistem urinaria yang merusak sel-sel ginjal.⁹

Salah satu upaya kesehatan yang sedang berkembang yaitu pemanfaatan bahan alami sebagai obat-obatan seperti kultur kombucha. Kombucha adalah minuman tradisional berbahan dasar teh yang difermentasi oleh *Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast* (SCOBY). Masyarakat memiliki kepercayaan bahwa mengkonsumsi teh kombucha dapat meningkatkan kesehatan tubuh melalui fungsinya untuk menstimulasi sistem imun tubuh.¹⁰

⁸S Khairunnisa, dkk, *Hubungan Jumlah Leukosit Dan Persentase Limfosit Terhadap Tingkat Demam Pada Pasien Anak Dengan Demam Tifoid Di RSUD Budhi Asih Tahun 2018 – Oktober 2019*, Seminar Nasional Riset Kedokteran (SENSORIK), 2020, h. 60

⁹ Rahma K, *Aktivitas Antibakteri dan Antibiofilm Menggunakan Nanopartikel Perak yang Disintesis dengan Metode Biologi Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Langsung (*Lansium domesticum* var. *pubescens* Kooders et Valetton) Secara in Vitro*, (Jawa Timur: Universitas Airlangga, 2020), h. 1

¹⁰Romanna Julia Duma Simanjuntak, dkk, “Efek Antibakteri Kopi Robusta Yang Difermentasikan Dengan Kombucha Terhadap *Salmonella typhi*”, *J Agromedicine*, Vol. 6, No. 1, (2019), h. 84

Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast menghasilkan berbagai kandungan yang memiliki efek kesehatan bagi tubuh di antaranya antibakteri, antifungus, antioksidan, dan peningkat antibodi. Efek antibakteri telah diuji dan dinyatakan efektif pada bakteri seperti *Enterobacter coli*, *Staphylococcus aereus*, dan *Samonella sp.*¹¹

Pada dasarnya, kultur kombucha dapat hidup pada media cair yang berkarbon sekalipun air gula. Namun yang membedakan hasil akhir fermentasi cairan antara media yang satu dengan yang lain adalah komponen zat dari media perkembangan kombucha.¹² Kopi kombucha berasal dari bagian tumbuhan (biji) yang diolah menjadi minuman kesehatan. Hal ini telah dituliskan di dalam Q.S Asy-Syu'ara: 7, Allah Subhanahu Wa Ta'ala berfirman:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَيْفَ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

(a wa lam yarou ilal-ardhi kam ambatnaa fiihaa min kulli zaujin kariim)

Artinya: “Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam (tumbuh-tumbuhan) yang baik?” (Q.S. Asy-Syu'ara:7)

Pada Q.S Asy-Syu'ara ayat 7 di atas, berdasarkan tafsir Al-Qurthubi terdapat tiga kata yang ditekankan yaitu يَرَوْا yang artinya mempertahankan, زَوْجٍ yang artinya tumbuh-tumbuhan dan كَرِيمٍ berarti baik dan mulia.¹³ Berdasarkan ayat tersebut Allah memberikan berbagai macam “tumbuh-tumbuhan yang baik” salah satunya kopi yang diperoleh dari biji.

¹¹Romanna Julia Duma Simanjuntak, dkk, “Efek Antibakteri Kopi Robusta Yang Difermentasikan Dengan Kombucha Terhadap *Salmonella typhi*”, *J Agromedicine*, Vol. 6, No. 1, (2019), h. 84

¹²Gary Spedding, “SO What is Kombucha? An Alcoholic or a Non-Alcoholic Beverage? A Brief Selected Literature Review and Personal Reflection”, *Abstract-Overview. Bdas, Llc Wpsp#2*, (2015), h. 2

¹³Syaikh Imam Al Qurthubi, *Tafsir Al Qurthubi*, (Jakarta Selatan: Pustaka Azzam, 2009), h.

Bahan dasar pembuatan kombucha dapat diganti menggunakan kopi Robusta. Kopi Robusta memiliki kandungan senyawa kimia dua kali lebih banyak dari pada kopi Arabika. Biji kopi banyak mengandung senyawa kimia antioksidan yang berfungsi sebagai pengikat senyawa radikal bebas. Kopi dipilih sebagai media kultur kombucha karena memiliki senyawa bioaktif polifenol yang juga terdapat pada teh, yakni kafein, flavonoid, dan tannin.¹⁴

Senyawa polifenol yang dihasilkan dari proses ekstraksi kopi mampu mengurangi kadar logam dan membunuh bakteri penyebab penyakit seperti *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhi*.¹⁵ Kafein juga memiliki kemampuan untuk menstimulasi sintesis selulosa oleh *Acetobacter xylinum*.¹⁶

Fermentasi kombucha dapat dibiakkan pada media biji kopi Robusta dan telah dibuktikan adanya efek antibakteri khususnya pada bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* dengan metode sumuran, terlihat dari adanya diameter zona bening dengan nilai lama fermentasi 0, 6, 12 dan 18 hari. Kombucha *coffee* yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan *E.coli* dan *S. aureus* adalah kombucha *coffee* dengan lam fermentasi 18 hari yaitu 13,5 mm dan 12 mm.¹⁷

¹⁴ Farhaty, dkk, "Tinjauan Kimia dan Aspek Farmakologi Senyawa Asam Klorogenat Pada Biji Kopi", *Review Farmaka*, Vol. 14, No. 1, h. 214-216, DOI: 10.24198/JF.V14I1.10769

¹⁵ Dwi Puji Rahayu, dkk, "Aktivitas Antibakteri Fraksi Etil Asetat Kopi Robusta Terhadap *Staphylococcus aureus* Dan *Salmonella typhi*", *Jurnal Jimki*, Vol. 8, No. 2, (2020), h. 11, Doi. <https://doi.org/10.53366/jimki.v8i2.143>

¹⁶ Dufresne C, Farnworth E. "Tea, Kombucha, And Health: A Riview". *Food Research International*. Vol. 33, No. 6, (2000), h. 409, [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(00\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00067-3)

¹⁷ Sri Hanani, *Uji Antibakteri Kombucha Coffee Terhadap Escherichia coli dan Staphylococcus aureus*, (Surakarta: UMS, 2007), h. 15

Untuk mengetahui aktivitas antibakteri kopi Kombucha maka dilakukan pengujian pada bakteri *Salmonella typhi* yang merupakan bakteri penyebab penyakit tifoid.

Salmonella typhi merupakan salah satu spesies bakteri yang sering menimbulkan masalah kesehatan penting pada manusia. *S. typhi* adalah penyebab penyakit tifus atau demam tifoid.¹⁸ Penularan demam tifoid melalui *fecal-oral* yang berarti penularan berasal dari bakteri *Salmonella typhi* yang berasal dari tinja dan urin penderita atau *carier* yang tidak sakit masuk ke dalam tubuh melalui makanan atau minuman yang tercemar bakteri *Salmonella typhi*, kemudian hinggap di makanan sehingga menimbulkan kontaminasi pada makanan tersebut.¹⁹ Basil penyebab tifoid *Salmonella typhi* dan *Paratyphi* merupakan anggota dari Genus *Salmonella* bakteri Gram negatif.²⁰

Demam tifoid menjadi penyebab angka morbiditas dan mortalitas pada banyak Negara, khususnya di daerah tropis.²¹ Kasus demam tifoid di Indonesia pada tahun 2017 menunjukkan angka sekitar 433 kasus dalam 100.000 penduduk setiap tahunnya dengan angka kematian sebesar 2%. Kasus tersebut tersebar di semua provinsi di Indonesia dengan insiden 1,3%. Aceh merupakan provinsi

¹⁸Fairuza Imara, “*Salmonella typhi* Bakteri Penyebab Demam Tifoid”, *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, Vol. 6, No. 1, (2020), h. 2, <https://doi.org/10.24252/psb.v6i1.14264>

¹⁹Octavia Nur Laila, “Perilaku, Sanitasi Lingkungan Rumah Dan Kejadian Demam Tifoid”, *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*, Vol. 13, No. 2, (2022), h. 525, <http://dx.doi.org/10.33846/sf13247>

²⁰Karuniawati A, dkk, *Emerging Resistance Pathigen : Situasi Terkini di Asia, Eropa, Amerika Serikat, Timur Tengah, dan Indonesia*, (Jakarta: Departemen Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Indonesia, 2007), h. 76

²¹Riskesdas, 2018

dengan prevalensi demam tifoid tertinggi yang berjumlah 1.640 atau sebesar 7,0%.²²

Selain cairan teh manis ternyata kultur kombucha juga dapat ditumbuhkan dalam cairan kopi manis.²³ Senyawa-senyawa yang terdapat di dalam cairan kopi hampir sama dengan cairan teh, sehingga kopi juga dapat difermentasikan dengan inokulum kultur kombucha. Dari fermentasi cairan kopi ini diperoleh dua macam produk yaitu nata dan cairan kopi hasil fermentasi yang disebut dengan kopi kombucha, dimana kandungan senyawanya tidak jauh berbeda dengan teh kombucha diantaranya: kadar asam, katekin, alkohol dan kafein.²⁴

Biji kopi banyak mengandung senyawa kimia antioksidan yang berfungsi sebagai pengikat senyawa radikal bebas. Berdasarkan hal tersebut, maka diasumsikan bahwa *Kombucha Coffee* juga dapat dimanfaatkan sebagai minuman kesehatan, seperti halnya teh kombucha yang sudah dikonsumsi masyarakat luas.²⁵

Praktikum mata kuliah Mikrobiologi di setiap kampus diharapkan dapat mengupayakan referensi-referensi terkait pengobatan dengan bahan alami yang lebih praktis, ekonomis, dan tidak merusak sistem organ tubuh. Praktikum dalam perkuliahan menjadi salah satu cara membimbing mahasiswa memahami dan

²²Ghina Salsabila, dkk, “Hubungan Personal Hygiene Dengan Kejadian Demam Tifoid di Rumah Sakit Umum Daerah dr. Fauziah Bireun”, *Jurnal Impresi Indonesia*, Vol. 2, No. 9, (2023), h. 885, <https://doi.org/10.58344/jii.v2i9.3590>

²³Anik Purborini, *Pengaruh Waktu Inkubasi pada Fermentasi Cairan Kombucha kopi dengan Inokulum Kultur Kombucha terhadap Kadar Alkohol dan Tannin*, (Surakarta: FKIP UMS, 2003), h. 16

²⁴Tuti Rahayu, dkk, “Optimasi Fermentasi Cairan Kopi Dengan Inokulan Kultur Kombucha (*Kombucha Coffee*)”, *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi*, Vol. 8, No. 1, (2007), h. 17

²⁵Farhaty, N, dkk, “Tinjauan Kimia Dan Aspek Farmakologi Senyawa Asam Klorongenat Pada Biji Kopi : Review”, *Farmaka*, Vol. 14, No. 1, (2016), h. 214, Doi. <https://doi.org/10.24198/JF.V14I1.10769>

menguji proses daya kerja antibakteri dari bahan alami yang ada disekitar sehingga mampu kedepannya meneliti berbagai antibakteri dari bahan-bahan alami untuk referensi pengobatan penyakit.

B. Rumusan Masalah

Adapaun rumusan masalah penelitian sebagai berikut

1. Bagaimanakah hasil uji daya hambat antibakteri dan konsentrasi paling efektif dari kopi Robusta terhadap *Salmonella typhi* dengan konsentrasi yang berbeda ?
2. Bagaimanakah hasil uji daya hambat antibakteri dan konsentrasi paling efektif dari fermentasi kombucha terhadap *Salmonella typhi* dengan konsentrasi yang berbeda?
3. Bagaimanakah hasil uji daya hambat antibakteri dan konsentrasi paling efektif dari fermentasi kombucha kopi Robusta terhadap *Salmonella typhi* dengan konsentrasi yang berbeda?
4. Bagaimanakah hasil uji kelayakan modul praktikum dari penelitian ini sebagai referensi praktikum Mikrobiologi?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Untuk mengetahui hasil uji daya hambat dan konsentrasi paling efektif kopi Robusta terhadap uji daya hambat antibakteri pada bakteri *Salmonella typhi* dengan konsentrasi yang berbeda.

2. Untuk mengetahui hasil uji daya hambat dan konsentrasi paling efektif Kombucha terhadap uji daya hambat antibakteri pada bakteri *Salmonella typhi* dengan konsentrasi yang berbeda.
3. Untuk mengetahui hasil uji daya hambat dan konsentrasi paling efektif kopi Robusta yang difermentasi Kombucha terhadap uji daya hambat antibakteri pada bakteri *Salmonella typhi* dengan konsentrasi yang berbeda.
4. Untuk mengetahui hasil uji kelayakan modul praktikum dari penelitian ini sebagai referensi praktikum Mikrobiologi?

D. Manfaat Penelitian.

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan

1. Manfaat Teoritis

Manfaat teoritis dari hasil penelitian ini dengan menghasilkan referensi bahan uji praktikum Mikrobiologi berupa modul praktikum, maka diharapkan dapat memberikan pengetahuan bagi mahasiswa dan masyarakat terhadap proses aktivitas antibakteri yang terdapat dalam kopi Robusta Kombucha yang mampu menghambat pertumbuhan patogen *Salmonella typhi*.

2. Manfaat Praktis

Manfaat praktis dari hasil penelitian ini dengan menghasilkan output berupa modul praktikum khusus pada materi daya kerja mikroba/antibiotik pada praktikum Mikrobiologi bagi mahasiswa, sehingga dapat memberikan

pemahaman kepada mahasiswa tentang proses uji aktivitas antibakteri dari kopi Robusta Kombucha.

E. Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang diuji dalam penelitian ini sebagai berikut:

Ho : Kopi Robusta, Kombucha dan fermentasi kopi Kombucha tidak berpengaruh terhadap daya hambat bakteri *Salmonella typhi* pada berbagai konsentrasi.

Ha : Kopi Robusta, Kombucha dan fermentasi kopi Kombucha berpengaruh terhadap daya hambat bakteri *Salmonella typhi* pada berbagai konsentrasi.

F. Definisi Operasional

Untuk menghindari kesalahpahaman dalam memahami fokus masalah pada penelitian ini, maka terdapat beberapa istilah definisi operasional, diantaranya:

1. Uji Aktivitas Antibakteri

Uji merupakan percobaan untuk mengetahui mutu sesuatu (ketulenan, kecakapan, ketahanan, dan sebagainya). Aktivitas merupakan kerja atau kegiatan yang dilakukan pada suatu bagian.²⁶ Antibakteri adalah suatu senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan atau membunuh bakteri penyebab infeksi atau mikroorganisme patogen.²⁷

²⁶Nia Lisnawati dan Tria Prayoga, *Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (Averhoa bilimbi L.)*, (Surabaya: Jakad Media Publishing, 2020), h. 21.

²⁷Pratiwi M, *Aktivitas Antibakteri Fraksi Buah Jambu Wer (Prunus persica L batsch) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus aureus*, (Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim, 2019), h. 17

Uji aktivitas yang dimaksud dalam penelitian ini adalah uji daya hambat antibakteri dari fermentasi kopi kombucha terhadap bakteri *Salmonella typhi* dengan variasi konsentrasi kopi kombucha 25%, 50%, 75%, dan 100% untuk menghambat pertumbuhan zona hambat yang terbentuk. Uji aktivitas antibakteri kopi Kombucha dilakukan bertempat di Laboratorium Mikrobiologi Prodi Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

2. Antibakteri Kopi Robusta

Biji kopi banyak mengandung senyawa kimia antioksidan yang berfungsi sebagai pengikat senyawa radikal bebas. Senyawa polifenol yang dihasilkan dari proses ekstraksi kopi mampu mengurangi kadar logam dan membunuh bakteri penyebab penyakit seperti *Staphylococcus aureus* dan *Eschericia coli*. Selain polifenol, kopi menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri gram positif dan gram negatif karena senyawa trigonelline, kafein, dan α -dicarbonyl.²⁸ Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kopi robusta yang diperoleh dari Kedai Kopi Bener Meriah.

3. Fermentasi Kombucha

Kombucha merupakan produk minuman hasil fermentasi yang mengandung sejumlah vitamin, mineral, enzim, dan asam organik. Teh kombucha merupakan produk minuman tradisional hasil fermentasi larutan teh dan gula dengan menggunakan starter kultur kombucha (*Acetobacter xylinum* dan beberapa jenis khamir).

²⁸Akhlaghi, N, dkk, "The antibacterial Effects of Coffee Extract, Chlorhexidine and Fluoride Against *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus plantarum*: An in Vitro Study", *Dent Res J (Isfahan)*, Vol. 16, No. 5, (2019), h. 346-353, <https://doi.org/10.4103/1735-3327.266093>

Khamir dalam kombucha hidup secara simbiosis dengan bakteri. Khamir di dominasi oleh *S. Ludwigi*, *Schizosacharomyces pombe*, *S. Apiculatuss*, *S. cerevisiae*, dan lainnya. Khamir dan bakteri ini bekerja secara aerob.²⁹ Waktu fermentasi kombucha berkisar antara 8-12 hari pada suhu 18-20°C, sedangkan pada suhu yang lebih tinggi fermentasi berlangsung lebih singkat. Pada umumnya, daerah beriklim tinggi (22-26°C) melakukan fermentasi kombucha selama 4-6 hari.³⁰

Kombucha memiliki bentuk massa gelatinosa atau menyerupai agar-agar biofilm yang berwarna putih dengan ketebalan 0,3-1,2 cm. kultur kombucha dikenal secara komersial dengan istilah SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*).³¹ Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah starter kombucha yang diperoleh dari Indokombucha daerah Bandung (Jawab Barat) dan telah di biakkan di Laboratorium Pendidikan Biologi.

4. Bakteri *Salmonella typhi*

Salmonella typhi merupakan bakteri gram negatif yang tidak memiliki spora, bergerak dengan flagel peritrik, bersifat intraseluler fakultatif dan anaerob fakultif. *Salmonella typhi* adalah strain bakteri yang menyebabkan

²⁹Merkuria Karyantina, dkk, “Kombucha Dengan Variasi Kadar Gula Kelapa Sebagai Sumber Karbon”, *Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian*, Vol. XIX, No. 2, (2008), h. 168

³⁰Duwi Wistiana, dkk, “Karakteristik Kimiawi dan Mikrobiologis Kombucha dari Berbagai Daun Tinggi Fenol Selama Fermentasi”, *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, Vol. 3, No. 3, (2015), h. 1447, DOI:

³¹Jayabalan, R, dkk, “A Review on Kombucha Tea-Microbiology, Composition, Fermentationm, Beneficial Effect, Toxicity and Tea Fungus ”, *Comprehensive Review in Food Science and Food Safety*, Vol. 13, No. 4, (2014), h. 538-550, <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12073>

terjadinya demam tifoid.³² Bakteri *Salmonella typhi* diperoleh dari Laboratorium Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala (USK).

5. Referensi Modul Praktikum Mikrobiologi

Referensi adalah sumber acuan (rujukan atau petunjuk) yang dapat dipakai sebagai bahan bagi bidang ilmu tertentu.³³ Modul merupakan suatu bahan ajar yang berisi materi pembelajaran yang disajikan secara tertulis agar pembaca mampu menyerap dan memahami isi materi secara mandiri.³⁴ Praktikum merupakan bagian dari pembelajaran yang bertujuan untuk membuktikan teori-teori yang telah dipelajari dengan cara melakukan uji coba di *outdoor* maupun *indoor*.

Modul praktikum terdiri atas topik, tujuan praktikum, dasar-dasar teori, alat dan bahan praktikum, prosedur kerja, lembar hasil pengamatan, dan evaluasi terkait pelaksanaan praktikum.³⁵ Mikrobiologi adalah ilmu yang mempelajari tentang organisme hidup dengan ukuran mikroskopis meliputi bakteri, virus, protozoa, virus serta jamur mikroskopis.

Praktikum Mikrobiologi merupakan mata kuliah wajib semester empat di Prodi Pendidikan Biologi yang terdiri dari 1 SKS pada mata kuliah

³²Fairuza Imara, “*Salmonella typhi* Bakteri Penyebab Demam Tifoid”, *Prisiding Seminar Nasional Biologi di Era Pandemi COVID-19*, Vol. 6, No. 1, (2020): h. 2, <https://doi.org/10.24252/PSB.V6I1.14264>

³³Umi Kalsum, “Referensi sebagai Layanan, Referensi sebagai Tempat: Sebuah Tinjauan terhadap Layanan Referensi di Perpustakaan Perguruan Tinggi”, *Jurnal Iqra'*, Vol. 10, No. 1, (2016), h. 133, <http://dx.doi.org/10.30829/iqra.v10i1.305>

³⁴Daryanto D, *Menyusun Modul: Bahan Ajar untuk Persiapan Guru Dalam Mengajar*, (Yogyakarta: Gava Media, 2013), h. 135

³⁵Sri Denengsih, “Pengembangan Penuntun Praktikum Mikrobiologi Berorientasi Inkuiri Terbimbing untuk Mahasiswa STKIP PGRI Sumatera Barat”, *Jurnal Pendidikan MIPA*, Vol. 1, No. 2, (2017), h. 53, <https://doi.org/10.33387/saintifik.v1i2.534>

praktikum Mikrobiologi. Referensi praktikum Mikrobiologi yang dimaksud pada penelitian ini menghasilkan modul praktikum pada materi Uji Aktivitas Antibakteri pada bab dengan judul Daya Kerja Antimikroba/antibiotik yang akan dijadikan sebagai penunjang praktikum Mikrobiologi.

6. Uji Kelayakan Modul Praktikum

Uji kelayakan modul hasil penelitian ini akan diuji dari kelayakan media maupun materi dalam beberapa indikator. Penilaian modul dilakukan oleh ahli materi dan media menggunakan lembar uji validasi atau instrument yang berisi pertanyaan. Pengujian kelayakan modul praktikum dari kelayakan materi akan dinilai dari 4 indikator, yaitu kelayakan isi, kegrafikan, penyajian dan kelayakan pengembangan. Sedangkan kelayakan media akan dinilai dari 5 indikator, yaitu kesederhanaan, keterpaduan, penekanan, keseimbangan dan bentuk.³⁶

Pengujian kelayakan materi pada modul memiliki kategori validasi isi yang sangat tinggi dan beberapa aspek kelayakannya, yaitu sesuai dengan tuntutan kompetensi inti dan materi kompetensi kebutuhan pengguna, persiapan modul sesuai dengan perkembangan praktikan, penyusunan modul sudah sesuai dengan kebutuhan materi pembelajaran, modul memiliki substansi materi yang benar, konten modul dapat menambah

³⁶Widiasari, *Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun dan Buah Jeruk Nipis (Citrus aurantifolia [Christm. & Panz] Swingle) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Klebsiella oxytoca Sebagai Referensi Praktikum Mikrobiologi*, (Banda Aceh: UIN AR-Raniry, 2021), h. 38

wawasan, dan karakteristik modul sesuai dengan nilai-nilai moral dan sosial.³⁷



³⁷Rina Rahayu, dkk, “Analisis Kelayakan Modul Petunjuk Praktikum Anatomi dan Fisiologi Makhluk Hidup”, *Indonesian Journal of Natural Science Education*, Vol. 03, No. 02, (2020), h. 334, <https://doi.org/10.31002/nse.v3i2.1185>

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Antibakteri

Antibakteri adalah suatu zat yang dihasilkan oleh mikroorganisme yang pada konsentrasi rendah dapat menghambat pertumbuhan atau bahkan membunuh suatu bakteri. Antibakteri diukur secara *in vitro* untuk menentukan potensi agen bakteri dalam larutan dengan konsentrasi tertentu.

1. Sifat Antibakteri

Senyawa antibakteri dapat bekerja sebagai bakteristatik yaitu zat yang bersifat menghambat pertumbuhan bakteri dan bakterisida yang bersifat membunuh bakteri. Senyawa antibakteri mempunyai kisaran tertentu dalam menghambat suatu bakteri lain. Berikut adalah klasifikasi kategori zona hambat antibakteri dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 1 Klasifikasi Kategori Zona Hambat Antibakteri

No	Daerah Hambatan	Potensi Antibakteri
1.	≥ 20	Sangat kuat
2.	10 – 20	Kuat
3.	5 – 10	Sedang
4.	≤ 5	Lemah ³⁸

2. Mekanisme Kerja Antibakteri

Mekanisme penghambatan bakteri oleh senyawa antibakteri dapat berupa:

³⁸Riza Nurhermi Ningtyas, *Pengaruh lama Fermentasi dan Jumlah Inokulum Terhadap Karakteristik Kimia dan Potensi Antibakteri Teh Kombucha dari Air Rebusan Jagung Manis (Zea mays saccharata Sturt)*, (Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim, 2015), h. 29

- a. Penghambatan dinding sel dengan cara menghambat pembentukannya atau mengubahnya setelah selesai terbentuk,
- b. Perubahan permeabilitas membran sitoplasma sehingga menyebabkan keluarnya bahan makanan dari dalam sel perubahan molekul protein dan asam nukleat,
- c. Penghambatan kerja enzim, setiap enzim yang ada di dalam sel merupakan sasaran potensial bagi pelaku suatu hambatan. Penghambatan ini dapat mengakibatkan terganggunya metabolisme atau matinya sel, dan
- d. Penghambatan sintesis asam nukleat dan protein. Penghambatan sintesis asam nukleat dilakukan dengan memutuskan ikatan polimerase RNA dan menghambat metabolisme folat. Penghambatan sintesis protein dilakukan dengan menghambat perlekatan tRNA dan mRNA ke ribosom sehingga mengganggu translasi dan transkripsi bahan genetik.³⁹

3. Golongan Senyawa Aktif Sebagai Antibakteri

Kopi merupakan salah satu tanaman yang kaya akan senyawa alkaloid flavonoid yang sangat berperan penting pada mekanisme antibakteri. Aktivitas biologis senyawa flavonoid dilakukan dengan cara mengganggu metabolisme bakteri yaitu dengan mengikat protein dan merusak dinding sel.

a. Alkaloid

Alkaloid adalah gugus basa yang mengandung nitrogen apabila mengalami kontak dengan bakteri akan beraksi dengan senyawa asam amino yang menyusun dinding sel dan DNA bakteri yang merupakan

³⁹Romanna dan Hanna, "Pengaruh Pemberian Teh Kombucha Terhadap Pertumbuhan *Salmonella typhi*", *Majority*, Vol. 5, No. 5, (2016), h. 51

penyusun utama sel inti. Perubahan susunan asam amino akan merubah susunan-susunan rantai DNA pada inti sel yang semula memiliki susunan asam dan basa yang saling berpasangan.

b. Flavonoid

Flavonoid merupakan golongan terbesar dari fenol yang mampu mendenaturasi dan berfungsi sebagai antibakteri dan antijamur.⁴⁰

Berdasarkan penelitian terdahulu, menunjukkan adanya potensi antibakteri kombucha coffee dengan lama fermentasi 0, 6, 12, dan 18 hari terhadap *E. coli* yang secara berturut-turut sebesar 0 mm (tidak terbentuk zona hambat), 9,8 mm (bersifat irradikal), 18,3 mm (bersifat irradikal), dan 13,5 mm (potensi antibakteri kuat) bersifat radikal. Sedangkan potensi antibakteri kombucha coffee dengan lama fermentasi 0, 6, 12 dan 18 hari terhadap *S. aureus* secara berturut-turut adalah 0 mm (tidak terbentuk zona hambat), 19,2 bersifat irradikal, 10,3 mm (potensi antibakteri kuat) bersifat radikal, dan 12 mm (potensi antibakteri kuat) bersifat radikal. *Kombucha coffee* yang paling efektif menghambat pertumbuhan *E. coli* dan *S. aureus* adalah kombucha coffee dengan lama fermentasi 18 hari.⁴¹

B. Uji Aktivitas Antibakteri

Metode pengujian antibakteri dilakukan untuk mengetahui efektivitas suatu zat terhadap bakteri. Pengujian antibakteri memanfaatkan mikroorganisme sebagai penentu konsentrasi komponen tertentu pada campuran kompleks kimia,

⁴⁰Silvitalia Putri, dkk, "Potensi Kopi Robusta Sebagai Antibakteri dan Antijamur pada Penyakit Rongga Mulut", *Prosiding the 5th Dentistry Scientific Meeting of Jember*

⁴¹Sri Hanani, *Uji Antibakteri Kombucha Coffee Terhadap Escherichia coli dan Staphylococcus aureus*, (Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2007), h. 44

untuk mendiagnosis penyakit tertentu. Pada uji ini diukur pertumbuhan mikroorganisme terhadap agen antimikroba. Berikut metode pengujian antibakteri, yaitu:

1. Metode Difusi

a. Metode Disc (Cakram)

Metode ini merupakan metode yang paling sering digunakan untuk menentukan kepekaan bakteri terhadap berbagai macam obat-obatan. Pada metode ini, digunakan suatu cakram kertas saring yang berfungsi sebagai tempat menampung zat antimikroba. Kertas saring tersebut kemudian diletakkan pada lempeng agar yang telah diinokulasi mikroba uji, kemudian diinkubasi pada waktu tertentu dan suhu tertentu, sesuai dengan kondisi optimum dari mikroba uji. Pada umumnya, hasil yang didapat bisa diamati setelah inkubasi selama 18-24 jam dengan suhu 37°C. hasil pengamatan yang diperoleh berupa ada atau tidaknya daerah bening yang terbentuk disekeliling kertas cakram yang menunjukkan zona hambat pada pertumbuhan bakteri.⁴²

Kelebihannya adalah tidak memerlukan peralatan khusus dan relative murah, sedangkan kelemahannya adalah tergantung oleh kondisi inkubasi, inokulum, predifusi dan preinkubasi serta ketebalan medium. Apabila

⁴²Sekar Wulandari, *Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Dan Fraksi Etil Asetat Dari Ekstrak Daun Jarak Pagar (Jatpropha curcas) Terhadap Bakteri Staphylococcus aureus*, (Madiun: Stikes Bhakti Husada Mulia, 2021), h. 17

keempat faktor tersebut tidak sesuai maka hasil dari metode cakram disk biasanya sulit untuk diinterpretasikan.⁴³

b. Metode Parit (*Ditch*)

Pada metode ini, sampel agen antimikroba (bakteri uji) yang diletakkan pada parit yang digunakan dengan cara memotong media agar dalam cawan petri pada bagian tengahnya secara membujur dan mikroba uji dioleskan ke arah parit yang terdapat agen antimikroba. Hasil pengamatan yang akan diperoleh berupa ada tidaknya zona hambat yang akan terbentuk disekitar parit.⁴⁴

c. Metode Sumuran (*Well Diffusion Method*)

Metode ini hampir sama dengan metode *Disc* yaitu dengan membuat sumur pada media agar yang ditanami mikroorganisme dan pada sumur diberi gen antimikroba yang akan diuji. Dilakukan pengamatan dengan melihat ada atau tidaknya zona hambat disekeliling lubang.⁴⁵

Metode sumuran terjadi proses osmolaritas secara menyeluruh dan lebih homogen. Metode sumuran juga terjadi kontak langsung antara bahan uji/ekstrak senyawa antibakteri dengan media agar yang didalamnya sudah

⁴³Sekar Wulandari, *Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Dan Fraksi Etil Asetat Dari Ekstrak Daun Jarak Pagar (Jatpropha curcas)* Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*, (Madiun: Stikes Bhakti Husada Mulia, 2021), h. 17

⁴⁴Widiasari, *Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Dan Buah Jeruk Nipis (Citrus aurantifolia [Christm. & Panz] Swingle.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Klebsiella oxytoca Sebagai Referensi Praktikum Mikrobiologi*, (Banda Aceh: Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry, 2021), h. 13

⁴⁵Sekar Wulandari, *Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Dan Fraksi Etil Asetat Dari Ekstrak Daun Jarak Pagar (Jatpropha curcas)* Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*, (Madiun: Stikes Bhakti Husada Mulia, 2021), h. 18

mengandung bakteri, sehingga bahan uji secara langsung terserap dan terjadi kontak secara langsung antara senyawa uji dengan bakteri.⁴⁶ Kelebihan dari metode sumuran atau lubang adalah lebih mudah mengukur luas zona hambat yang terbentuk karena isolate beraktivitas tidak hanya di permukaan atas nutrient agar, tetapi juga sampai ke bawah.⁴⁷

d. Metode *Dics Diffusion*

Metode ini merupakan yang digunakan untuk menentukan aktivitas agen antimikroba. Pirinan agen yang berisi antimikroba diletakkan pada media agar yang telah ditanami mikroorganisme yang akan berdifusi pada media agar. Area jernih mengindikasikan adanya hambatan pertumbuhan mikroorganisme oleh agen antimikroba permukaan media agar.

Ukuran zona hambatan dapat dipengaruhi oleh kepadatan media biakan, kecepatan difusi antibiotik, konsentrasi antibiotik pada cakram filter, sensitivitas organisme terhadap antibiotik dan interaksi antibiotik dengan media.

e. Metode *E-Test*

Metode ini merupakan metode yang digunakan untuk mengestimasi MIC (*Minimum Inhibitor Concentration*), yaitu konsentrasi minimal suatu agen antimikroba untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme.

⁴⁶Zada Amalia, dkk, "Perbedaan Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Metode *Well Diffusion* Dan *Kirby Bauer* Terhadap Pertumbuhan Bakteri", *Jurnal Medika Hutama*, Vol. 02, No. 04, (2021), h. 1160

⁴⁷Listari, *Efektifitas Penggunaan Metode Pengujian Antibiotik Isolat *Streptomyces* dari *Rhizofer* Familian *Poaceae**, (Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2009)

Prosesnya digunakan strip plastic yang mengandung agen antimikroba dari kadar terendah sampai kadar tertinggi dan diletakkan dipermukaan media agar yang ditanami mikroorganismenya. Pengamatan antimikroba dilakukan pada air jernih yang dihasilkan sehingga menunjukkan kadar keefektifan agen antimikroba dapat menghambat pertumbuhan mikroorganismenya.

2. Metode Dilusi

Metode ini menggunakan pengenceran antibakteri sehingga diperoleh beberapa konsentrasi yang ditambah suspensi bakteri dalam media. Pada metode ini yang diamati adalah ada atau tidaknya pertumbuhan bakteri, jika ada diamati tingkat kesuburan dari pertumbuhan bakteri dengan cara menghitung jumlah koloni. Tujuan akhirnya adalah untuk mengetahui seberapa banyak jumlah zat antibakteri yang diuji. Metode dilusi dibedakan menjadi dua, yaitu:

a. Metode dilusi cair (*Broth Dilution Test*)

Metode ini digunakan untuk mengukur Konsentrasi Hambat minimum (KHM) dan Kadar Bunuh Minimum (KBM). Cara yang dilakukan adalah dengan membuat seri pengenceran agen bakteri pada medium cair yang ditambahkan dengan bakteri uji. Larutan uji agen antibakteri pada kadar terkecil yang terlihat jernih tanpa adanya pertumbuhan bakteri uji ditetapkan sebagai KHM. Larutan yang ditetapkan sebagai KHM tersebut selanjutnya dikultur ulang pada media cair tanpa penambahan bakteri uji

ataupun agen antibakteri, dan diinkubasi selama 18-24 jam. Media cair yang tetap terlihat jernih setelah diinkubasi ditetapkan sebagai KBM.⁴⁸

b. Metode Dilusi Padat

Metode dilusi padat merupakan metode untuk menentukan konsentrasi minimum dari zat antibakteri. Kelebihan dari metode ini adalah dapat menguji beberapa bakteri uji dengan satu konsentrasi agen antibakteri.⁴⁹

C. Kopi

Kopi merupakan salah satu tanaman dari keluarga Rubiaceae yang banyak diproduksi dan dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia bahkan masyarakat di Dunia. Kopi secara umum memiliki beberapa manfaat seperti merangsang proses pernapasan, membantu asimilasi dan pencernaan makanan, sebagai obat diare, dan membantu mempercepat proses penutupan luka yang pada penelitian sebelumnya telah dilakukan percobaan pada mencit.⁵⁰



Gambar 2. 1 Buah Kopi⁵¹

⁴⁸Mauliyanti, R., *Ujia Aktivitas Gel Ekstrak Etanol Daun Cempedak (ARTHOCarpus champeden) Terhadap Bakteri Penyebab Jerawat*, (Makassar: Fakultas Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan UIN Alauddin, 2017)

⁴⁹Pratiwi, *Aktivitas Antibakteri Fraksi Buah Jambu Wer (Prunus pesica L. batsch) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus aureus*, (Malang: Fakultas Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan UIN Maulana Malik Ibrahim, 2019)

⁵⁰Yulia Susanto, dkk, "Efek Serbuk Biji Kopi Robusta (*Coffea robusta* Linn. Ex de Wild) Terhadap Waktu Penutupan Luka pada Mencit Jantan Galur Balb/C yang di Induksi Aloksa", *JKM*, Vol. 8, No. 2, h. 125

⁵¹Farah, A dan Dos Santos, *The Coffee Plant and Beans: An Introduction. In Coffee in Health and Disease Prevention*, (USA: Elsevier Inc, 2015), DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00001-2>

Secara ilmiah, kopi diklasifikasikan sebagai berikut⁵²:

Kingdom	: Plantae
Sub Kingdom	: Tracheobionita
Super Divisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Sub Kelas	: Asteridae
Ordo	: Rubiaceace
Family	: Rubiaceae
Genus	: Coffea
Spesies	: <i>Coffea canephora</i> .

Ada empat jenis kelompok kopi yang sangat dikenal, yaitu kopi arabika, robusta, liberika, dan ekselsa. Kelompok kopi yang dikenal memiliki nilai ekonomis dan diperdagangkan secara komersil, yaitu kopi Arabika dan kopi Robusta.⁵³ Pada hakekatnya, jenis-jenis kopi mempunyai perbedaan tempat tumbuh diantaranya yaitu:

1. Kopi Arabika

Kopi arabika (*Coffea Arabica* L.) termasuk ke dalam genus Coffea dengan family Rubiaceae (suku kopi-kopian). Daun kopi arabika berwarna hijau gelap dan dengan lapisan lilin mengkilap.⁵⁴ Kopi arabika Merupakan jenis kopi yang cocok ditanam di dataran tinggi dengan ketinggian minimum 800 mdpl dengan kisaran suhu 16-20° C. apabila ditanam di wilayah dataran rendah di bawah 600 mdpl, hasil kopi arabika tidak maksimum dan rentan terkena penyakit karat daun.

⁵²Susilawati, *Analisis Mutu Fisik Kopi Robusta (Coffea canephora A. Froehner) dengan Lama Pengerinan Yang Berbeda*, (Pekanbaru: Agroteknologi UIN SUSKA Riau, 2021), h. 3

⁵³Rahardjo P, *Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*, (Jakarta: Penebar Swadaya, 2012)

⁵⁴Prastowo B, dkk, *Budidaya dan Pasca Panen Kopi*, (Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, 2010)

2. Kopi Robusta

Kopi Robusta (*Coffea canefora*) mempunyai karakteristik rasa yang lebih pahit, sedikit asam dan mengandung kadar kafein lebih tinggi dari pada kopi arabika.⁵⁵ Tanaman kopi robusta dapat ditanam di dataran yang lebih rendah, yaitu pada ketinggian 400-800 mpdl dan beradaptasi pada suhu 20-28° C. salah satu kelebihan tanaman robusta adalah tahan terhadap penyakit karat daun.⁵⁶

3. Kopi Liberika

Kopi liberika merupakan kopi jenis Liberoid yang berasal dari Liberia (pantai barat Afrika). Kopi liberika sering disebut sebagai kopi nangka karena memiliki aroma khas yang mirip dengan aroma buah nangka. Kopi liberika memiliki karakteristik tidak se pahit tidak se pahit robusta, memiliki aroma nangka dengan rasa asam mirip kopi arabika.⁵⁷ Kopi liberika tumbuh dengan subur di daerah yang memiliki tingkat kelembapan yang tinggi dan panas. Tinggi pohon kopi liberika mencapai 9 meter. Selain lebih tinggi daripada

⁵⁵Dionesius Budi, dkk, “Karakterisasi Kopi Bubuk Robusta (*Coffea canephora*) Tulungrejo Trefermentasi Dengan Ragi *Saccharomyces cerevisiae*”, *Jurnal Agroindustri*, Vol. 10, No. 2, (2020), h. 130

⁵⁶Romanna Julia D. S, *Efek Antibakteri Kopi Robusta Yang Difermentasikan Dengan Kombucha Terhadap Salmonella typhi*, (Lampung: Universitas lampung, 2017), h.)

⁵⁷Tazkiyatun Nufus, dkk, “Warna Seduhan Kopi Liberika (*Coffea liberica*) dengan Variasi Derajat Penyangraian dan Metode Penyeduhan”, *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, Vol. 8, No. 2, (2023), h. 371, DOI: <https://doi.org/10.17969/jimfp.v8i2.24437>

jenis tanaman kopi yang lain, cabang, bunga, dan buahnya lebih besar dari jenis kopi yang lainnya.⁵⁸

4. Kopi Ekselsa

Kopi ekselsa (*Coffea liberica* Var. *dewevrei*) merupakan salah satu jenis kopi yang dibudidayakan di Indonesia, tanaman ini merupakan tanaman introduksi untuk ditanam di dataran rendah, produksi kopi ekselsa rendah dan cita rasanya asam sehingga kurang disukai. Tanaman kopi ekselsa dikembangkan pada ketinggian lahan sekitar 0-750 mdpl. Idealnya di daerah beriklim tropis dengan curah hujan sedang.⁵⁹

D. Antibakteri Kopi Robusta

Penelitian zat yang berkhasiat sebagai antibakteri perlu dilakukan untuk menemukan produk antibiotik baru yang berpotensi untuk menghambat atau membunuh bakteri yang resisten antibiotik dengan harga terjangkau. Salah satu alternatif yang dapat ditempuh adalah memanfaatkan zat aktif pembunuh bakteri yang terkandung dalam tanaman obat.⁶⁰ Salah satu tanaman yang secara empiris digunakan sebagai obat antibakteri adalah kopi.

Kopi memiliki efek antibakteri bagi rongga mulut, hal ini disebabkan dalam kopi terkandung beberapa zat antibakteri antara lain kafein, asam volatile, dan

⁵⁸Annisa, *Kopi dan Variasinya*, (Medan: Balai Besar Perbenihan & Proteksi Tanaman Perkebunan Medan, 2013)

⁵⁹Muhammad Imron Rosadi, dkk, “Pengolahan Kopi Excelsa Pasca Panen Terhadap Roasting Kopi di Kelurahan Pecalukan Kecamatan Prigen Kabupaten Pasuruan”, *Jurnal Abdimas Berdaya*, Vol. 4, No. 2, (2021), h. 153, DOI: <https://doi.org/10.30736/jab.v4i02.134>

⁶⁰Tanauma, H.A, dkk, “Aktivitas Antibakteri Ekstrak Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*) terhadap Bakteri *Escherichia coli*, *Jurnal Ilmiah Farmasi UNSRAT Manado*, Vol. 5, No. 4, h. 230-249, DOI: <https://doi.org/10.35799/pha.5.2016.14008>

fenol, jenis kopi robusta memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri Gram Positif dan Gram Negatif. Selain senyawa volatile, dalam kopi juga terdapat kafein, senyawa fenolik, trigonelline dan asam klorogenik yang dilaporkan memiliki aktivitas antimikroba.⁶¹

Di dalam kopi yang telah disangrai terdapat beberapa senyawa penting, diantaranya kafein, karbondioksida, asam organik, serta trigonelin.⁶² Kafein merupakan senyawa alkaloid yang berwujud Kristal berwarna putih. Kafein adalah satu kandungan dalam biji kopi yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri, dimana kopi robusta mempunyai kandungan sebanyak 1,6% -- 2,4%.⁶³

Berdasarkan hasil penelitian menyatakan bahwa kopi robusta memiliki efek antibakteri terhadap bakteri *Eschericia coli*, *Salmonella typhi*, *pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus lactis* dan *Streptococcus faecalis*.⁶⁴ Senyawa fenol merupakan flavonoid yang terdapat dalam biji kopi.

Aktifitas biologis senyawa flavonoid di lakukan dengan merusak dinding sel bakteri, melalui perbedaan kepolaran antara lipid penyusun DNA dengan gugus alkohol pada senyawa flavonoid sehingga dinding sel akan rusak dan senyawa

⁶¹Sinta Nova Sari, dkk, “Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Terhadap Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*”, *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, Vol. 6, No. 1, (2022), h. 30, DOI: <https://doi.org/10.21157/jim%20vet..v6i1.7729>

⁶²Tuti Rahayu, dkk, “Optimasi Fermentasi cairan Kopi dengan Inokulan Kultur Kombucha (*Kombucha Coffea*)”, *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi*, Vol. 8, No. 1, (2007), h. 17, <http://hdl.handle.net/11617/401>

⁶³Sinta Nova Sari, dkk, “Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Terhadap Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*”, *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, Vol. 6, No. 1, (2022), h. 33, DOI: <https://doi.org/10.21157/jim%20vet..v6i1.7729>

⁶⁴Radji M, *Mikrobiologi*, (Jakarta: Buku Kedokteran ECG, 2011)

tersebut dapat masuk ke dalam inti sel bakteri. Mekanisme aktifitas biologis oleh senyawa flavonoid ini berbeda dengan yang dilakukan oleh senyawa alkaloid, dimana senyawa flavonoid dalam merusak sel bakteri memanfaatkan perbedaan kepolaran antara lipid penyusun sel bakteri dengan gugus alkohol pada senyawa flavonoid. Sedangkan senyawa alkaloid memanfaatkan sifat reaktif gugus basa pada senyawa alkaloid untuk bereaksi dengan gugus asam amino pada sel bakteri.⁶⁵

E. Kombucha

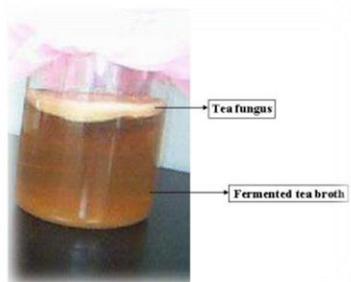
Kombucha merupakan jamur teh yang berasal dari Asia Timur yang kemudian menyebar hingga Eropa. Teh kombucha telah ditemukan lebih dari 2000 tahun lalu yang diperkirakan ditemukan di daerah Siberia Selatan. Di Indonesia, kombucha pertama kali dikenal di daerah Sulawesi dibawa oleh seorang penerbang yang bertujuan untuk menyembuhkan penyakit kronis.⁶⁶

Kombucha merupakan produk minuman hasil fermentasi larutan teh dan gula sukrosa menggunakan starter mikroba kombucha sebagai nutrisi yang difermentasi oleh bakteri *Acetobacter xylinum* dan beberapa jenis khamir dan difermentasi selama 8-12 hari sehingga menjadi asam amino esensial yang bermanfaat bagi tubuh. Mikroba yang berperan dalam proses fermentasi kombucha selain *Acetobacter xylinum* yaitu *Bacterium* sp, *Gluconobacter*

⁶⁵Sinta Nova Sari, dkk, "Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*) terhadap Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, Vol. 6, No. 1, (2022) h. 34", DOI: <https://doi.org/10.21157/jim%20vet.v6i1.7729>

⁶⁶Hendra Wijaya, dkk, "Karakteristik Fisik Produk Fermentasi Kombucha Dari Berbagai Daun Berflavonoid Tinggi", *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 4, No. 3, (2017), h. 255, DOI: <https://doi.org/10.36706/jtk.v23i4.1080>

glukonicum, *Acetobacter aceti*, *Acetobacter ketogenum*, *Sacharomyces cerevisiae*, *Phicia fermentan*. Media cair yang telah mengandung zat-zat penting inilah yang akan dikonsumsi.⁶⁷



Gambar 2. 2 Kombucha⁶⁸

Kombucha menyerupai lembaran gelatin (gel) yang berwarna putih dengan ketebalan 0,3-1,2 cm dan terbungkus selaput liat. Para ahli menyebut jamur bakteri ini dengan sebutan *Symbiosis Colony of Bactery Yeast* (SCOBY). Koloni ini akan membentuk susunan yang berlapis-lapis yang semakin lama semakin menebal. Sifatnya yang seperti gel membuat bentuk koloni scoby mengikuti bentuk wadah (tempat pembiakan). Tumbuh pada lingkungan yang mengandung glukosa, misalnya teh manis atau teh hitam, karena adanya kandungan nitrogen (turunan purin, kafein dan teofilin) yang diperlukan untuk pertumbuhan kombucha.⁶⁹

Keunggulan teh kombucha dibandingkan dengan minuman teh biasa yaitu mengandung polifenol, asam organik, dan vitamin yang mempunyai efek sebagai antibakteri dan mencegah kontaminasi kombucha dari bakteri patogen, khususnya

⁶⁷Hartanto,dkk, *Rainbow Afer Cancer*, (Jakarta: Kawan Pustaka, 2015)

⁶⁸Rasu Jayabalan, dkk, "A Review on Kombucha Tea-Microbiology, Composition, Fermentation, Beneficial Effect, Toxicity, and Tea Fungus", *Comprehensive Review in Food Science and Food Safety*, Vol. 13, DOI: 10.1111/1541-4337.12073

⁶⁹Naland, H, *kombucha Teh Dengan Seribu Khasiat*, (Jakarta: Agromedia, 2008), h. 2-58

Salmonella typhi penyebab penyakit tifoid.⁷⁰ Jenis kandungan asam organik pada kultur kombucha yang satu dengan yang lain dapat berbeda, tergantung dari jenis bakteri yang terdapat pada kultur kombucha. Namun, asam asetat dianggap sebagai asam organik utama yang pasti terkandung dalam kultur kombucha karena ciri khas kombucha adalah terdiri atas bakteri penghasil asam asetat dan ragi.

Kombucha mampu bertindak sebagai antibakteri karena adanya simbiosis antara bakteri dan *yeast* di dalamnya. Kandungan zat pada kombucha yang berperan sebagai antimikroba adalah *usnic acid* pada kultur kombucha, asam asetat sebagai agen antimikroba yang utama dan senyawa lain seperti *bacteriocins*, protein, enzim, teh yang mengandung senyawa fenolik serta tannin.⁷¹ Senyawa asam organik yang dihasilkan oleh kombucha selama proses fermentasi memiliki kemampuan sebagai antibakteri. Salah satunya, asam asetat pada kombucha merupakan senyawa yang bertanggung jawab sebagai antibakteri.⁷²

Penelitian terdahulu, telah dibuktikan bahwa teh kombucha dapat menghambat pertumbuhan *Salmonella* sp. secara *invitro* dengan daya inhibisi yang tidak lama sehingga efek antibakteri yang terjadi tidak permanen. Daya inhibisi teh fermentasi kombucha secara *invitro* tersebut disebabkan oleh beberapa

⁷⁰Romanna Julia Duma Simanjuntak, dkk, "Efek Antibakteri Kopi Robusta Yang Difermentasikan Dengan Kombucha Terhadap *Salmonella typhi*", *J Agromedicine*, Vol. 6, No. 1, (2019), h. 84

⁷¹Sreeramulu, dkk, "Characterization of Antimicrobial Activity in Kombucha Fermentation", *Acta Biotechnol*, Vol. 21, No. 1, (2001), h. 49-56, <http://dx.doi.org/10.1002/1521-3846>

⁷²Romanna Julia Duma Simanjuntak, dkk, "Efek Antibakteri Kopi Robusta yang Difermentasi dengan Kombucha Terhadap *Salmonella typhi*", *J Agromedicine*, Vol. 6, No. 1, (2019), h. 85

faktor yaitu kondisi asam dan zat antimikroba yang ada dalam teh kombucha yaitu asam organik glukoronat.⁷³ Penelitian terdahulu telah dibuktikan bahwa Kombucha sirsak (*Annona muricata* Linn.) menggunakan metode sumuran mampu menghambat pertumbuhan bakteri *E.coli* dengan konsentrasi efektif 100% daya hambat 12.3 mm dan *S. typhi* dengan konsentrasi efektif 50% daya hambat 8.47 mm.⁷⁴

1. Pembuatan Kombucha

Pembuatan kombucha dilakukan dengan memasukkan kultur kombucha, baik yang berbentuk padat maupun cair pada media teh manis. Kultur kombucha merupakan kumpulan koloni hasil simbiosis antara bakteri dan khamir. Kultur kombucha padat merupakan lapisan bersifat gelatinoid dan liat seperti nata, berbentuk piringan datar. Struktur ini tersusun atas selulosa hasil metabolisme bakteri asam asetat.⁷⁵

Proses fermentasi dan oksidasi berlangsung secara asimilatif (terjadi perubahan senyawa) dan disimilatif (proses yang mengakibatkan pengurangan senyawa atau zat organik). Komposisi inokulum dalam kultur kombucha menjadi sangat penting karena jamur dan ragi yang tumbuh bersimbiosis mempunyai aktivitas sinergis dan saling melengkapi dalam fermentasi jamur yang tumbuh di larutan teh manis yang diyakini dapat membentengi manusia

⁷³Rofiq MN, *Potensi Suspensi Teh Fermentasi Kombucha (STK) Pengaruh Kombucha Dalam Mengontrol Infeksi Salmonella sp dan Pengaruh Terhadap Performan Ayam Boiler*, (Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2003)

⁷⁴Kalyana Palupi, dkk, *Penghambatan Escherichia coli dan Salmonella typhi oleh Kombucha Annona muricata* Linn., (Malang: FK Universitas Islam Malang, 2021), h. 1

⁷⁵Elisa Rinihapsari, dkk, "Fermentasi Kombucha dan Potensinya sebagai Minuman Kesehatan", *Media Farmasi Indonesia*, Vol. 3, No. 2, (2008), h. 241

dari penyakit dan memperbaiki metabolisme tubuh yang berperan penting dalam pembentukan kualitas kesehatan.

Kombucha difermentasi selama 1 minggu atau lebih. Starter mikroba kombucha dimasukkan ke dalam teh dan gula yang sudah dicampur. Koloni pertama yang tumbuh berada pada lapisan paling atas dan pertumbuhannya memenuhi lapisan tersebut. Pertumbuhan selanjutnya, lapisan tersebut semakin lama akan semakin tebal. Apabila fermentasi dibiarkan maka kultur kombucha akan tetap tumbuh terus, kultur yang baru tumbuh di atas permukaan kultur kombucha yang lama dan membentuk berlapis-lapis.⁷⁶

2. Manfaat dan Senyawa yang Terkandung Dalam Kombucha

Kultur kombucha merupakan gabungan simbiotik dari ragi dan bakteri yaitu *Acetobacter xylinum* dan khamir yaitu *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces ludwigii*, *Saccharomyces bisporus*, *Zygosaccharomyces* sp dan beberapa jenis khamir (*Torulopsis* sp.).⁷⁷

Kombucha mengandung berbagai jenis asam organik seperti asam glukuronat, asam glukonat, asam asetat, asam folat, juga mengandung asam amino, vitamin, dan antibiotik. Kombucha merupakan salah satu olahan minuman yang mengandung antioksidan yang cukup tinggi. Antioksidan

⁷⁶Towaha, J, dkk, "Kandungan Senyawa Kimia Pada Daun Teh (*Camellia sinensis*)", *Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri*, Vol. 19, No. 3, (2013), h. 12

⁷⁷Malbasa, dkk, "Comparison of the Products of Kombucha Fermentation on Sucrose and Molasses", *Journal Food Chemistry*, Vol. 106, (2008), h. 1039, DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2007.07.020>

merupakan suatu zat yang mampu menstabilkan, menonaktifkan, dan menangkal radikal bebas.⁷⁸

Fermentasi kombucha teh menghasilkan beberapa senyawa kimia di antaranya asam organik seperti asam asetat, asam glukoronat, asam sitrat, dan polifenol, vitamin B1, vitamin B3, vitamin C, beberapa asam amino, enzim, dan antibiotik tertentu yang berpotensi mencegah pertumbuhan bakteri Gram negatif (*Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, dan *Pseudomonas aeruginosa*) maupun fermentasi teh kombucha hijau yang mempunyai antibakteri pada bakteri Gram positif (*Micrococcus luteus*, *Staphylococcus aureus*, dan *S. epidermidis*).⁷⁹

Analisis kimia pada kombucha menunjukkan adanya berbagai asam organik seperti asam asetat, glukonat, glukoronat, sitrat, L-laktat, malat, tartarat, malonat, oksalat, suksinat, piruvat, usnat. Gula seperti sukrosa, glukosa, dan fruktosa. Vitamin B1, B2, B6, B12 dan C, asam amino, pigmen, lipid, protein, enzim hidrolitik, etanol, senyawa aktif yang bersifat antibiotik, karbondioksida, fenol, dan mineral.⁸⁰ Penelitian lain menunjukkan bahwa dalam 120 ml kombucha mengandung beberapa zat gizi yang dapat dilihat pada Tabel 2.1

⁷⁸Agustin Wulandari, *Aktivitas Antioksidan Kombucha Daun Kopi (Soffea arabica) dengan Variasi Lama Waktu Fermentasi dan Konsentrasi Ekstrak*, (Surakarta: Pendidikan Biologi UMS, 2014), h. 1

⁷⁹Cyrilla Angelica Andhika Pramesti, dkk, "Uji Antibakteri Teh Hitam dan Teh Hijau Kombucha Pada Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA)", *Jurnal Biologi Udayana*, Vol. 26, No. 1, (2022), h. 123, DOI: <https://doi.org/10.24843/jbiounud.2022.v26.i01.p12>

⁸⁰Jayabalan, dkk, "A Review on Kombucha Tea-Microbiology, Composition, Fermentation, Beneficial Effects, Toxicity, and Tea Fungus", *Comprehensive reviews in Food Science and Food Safety*, Vol. 13, No. 4, (2014), h. 538-550, DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12073>

Tabel 2. 2 Kandungan Nutrisi Kombucha dalam 120 ml⁸¹

Zat Gizi	Kandungan
Kalori	40 Kal
Total lemak	0 g
Sodium	0 g
Total karbohidrat	8 g
Gula	8 g
Protein	0 g
Vitamin C	0, 1152 mg
Asam folat	0,6420 mg
Riboflavin	1,1594 mg

Kandungan dan Manfaat Kombucha bagi Kesehatan Secara Umum⁸²:

1) Vitamin B1 (Tiamin)

Vitamin B1 berperan dalam metabolisme karbohidrat untuk pembentukan energi. Pada prinsipnya, tiamin berperan sebagai koenzim dalam reaksi-reaksi yang menghasilkan energy dari karbohidrat dan memindahkan energy untuk membentuk senyawa kaya energy yang disebut adenosintrifosfat (ATP).

2) Vitamin B2 (Riboflavin)

Vitamin B2 diperlukan oleh tubuh untuk memproses asam amino, lemak dan karbohidrat sehingga menghasilkan energy ATP. Energy ATP diperlukan bagi sel tubuh dan juga berfungsi sebagai antioksidan.

3) Vitamin B3 (Niasin)

Vitamin B3 berfungsi membantu metabolisme dalam menghasilkan energi. Niasin juga berperan dalam metabolisme lemak untuk menurunkan

⁸¹ Nurul Afifah, *Analisis Kondisi Dan Potensi Lama Fermentasi Medium Kombucha (Teh, Kopi Rosela) Dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri Patogen (Vibrio cholera dan Bacillus cereus)*, (Malang: UIN Malang, 2010), h. 16

⁸²Naland, h, *Kombucha Teh Ajaib Pencegah Dan Penyembuh Aneka Penyakit*, (Jakarta: PT Agro Media Pustaka, 2004)

kadar kolestrol jahat, yakni LDL (*Low Density Lipoprotein*) dan trigliserida, serta meningkatkan kadar HDL (*High Density Lipoprotein*) hingga bisa mengurangi penyakit pembuluh darah dan jantung koroner.

4) Vitamin B6 (Piridoksin)

Vitamin B6 terdapat dalam 3 bentuk: vitamin B6 yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dinamakan piridoksin, sedangkan yang berasal dari hewan dinamakan piridoksal dan piridoksamin. Ketiga bentuk vitamin B6 didalam tubuh diubah menjadi fosfat yang merupakan koenzim dalam metabolisme berbagai asam amino.

5) Vitamin B12 (Sianokobalamin)

Vitamin B12 dibantu asam folat berperan penting didalam metabolisme antar sel didalam tubuh.

6) Vitamin B15

Vitamin B15 juga disebut asam pangamat. Vitamin B15 berasal dari asam amino glisin. Vitamin B15 berperan sebagai oksigenator jaringan tubuh dan sebagai penangkap radikal bebas.

7) Vitamin C

Vitamin C berperan dalam pembentukan substansi antar sel dan berbagai jaringan, serta meningkatkan daya tahan tubuh, misalnya aktifitas fagositosis sel darah putih dan transportasi zat besi dari transferrin didalam darah ke ferritin didalam sumsum tulang, hati dan limpa.

8) Asam Folat (*Citroforum Factor* atau *Leucovorin*)

Asam Folat berfungsi untuk membantu produksi sel-sel darah, menyembuhkan luka, membentuk otot, serta membantu proses pembelahan sel. Asam folat sangat penting untuk pembentukan DNA dan RNA. Asam folat berperan melindungi dan memperbaiki konsentrasi dan depresi.

9) Asam Glukoronat (*Glucoronic Acid*)

Asam ini berfungsi mengkonjugasi atau mengikat toksin (racun) dan logam-logam berat, sehingga lemak mudah Larut dalam air dan mudah dikeluarkan oleh tubuh.

10) Asam Glukonat (*Gluconic Acid*)

Asam glukonat dalam kombucha berfungsi untuk membentuk ketajaman rasa, nilai pH yang rendah dapat mencegah kerusakan makanan oleh enzim dan mikroorganisme.

11) Asam Asetat (Asam etanoat atau Asam Cuka)

Asam asetat merupakan bagian terbesar dari asam yang dihasilkan oleh proses fermentasi kombucha. Asam inilah yang memberikan rasa masam pada kombucha. Peran utama asam asetat adalah mengikat toksin dan bisa menjadi bentuk ester yang mudah larut dalam air, sehingga mudah dikeluarkan oleh tubuh. Didalam tubuh, peranan asam asetat diperkirakan lebih besar dibandingkan dengan asam glukoronat.

12) Asam Kondrotin Sulfat

Asam ini merupakan bagian dari tulang rawan yang melapisi permukaan sendi, berperan menjaga keutuhan dan kesehatan persendian.

13) Asam Hyaluronik atau Asam Hyaluronidase

Asam ini juga berada dicairan sendi dan berperan sebagai pelumas, sehingga fungsi sendi tetap terjaga dengan baik.

14) Asam laktat (Asam 2-Hidroksipropanoat)

Asam laktat yang dihasilkan dalam proses fermentasi kombucha sangat tinggi, sehingga dapat mencegah serangan penyakit kanker.

15) Acetaminophen (Parasetamol)

Kombucha mengandung senyawa yang sangat mirip dengan Acetaminophen. Fungsinya sebagai analgetik atau penghilang rasa nyeri.

16) Asam Amino Esensial

Selain mengandung jenis protein tertentu, kombucha juga mengandung berbagai macam asam amino. Asam amino berperan sebagai bahan untuk membangun protein yang bermanfaat mengganti bagian sel-sel tubuh yang telah rusak. Jenis asam amino tersebut antara lain isoleusin, leusin, lisin, metionin, Penilalanin, threonine, triptopan, glisin dan valin.

17) Enzim

Enzim adalah senyawa organik tertentu yang berperan memperlancar metabolisme zat-zat didalam tubuh.

18) Antibiotik

Antibiotik yang terkandung di dalam kombucha berfungsi dalam membatasi pertumbuhan bakteri lain (terutama bakteri patogen) yang dapat mencemari koloni jamur kombu. Dengan adanya antibiotik ini, jamur kombu dapat memproteksi dirinya sendiri.

3. Aspek Keamanan

Meskipun banyak yang memuji manfaat kombucha, penting juga untuk mengetahui langkah-langkah keamanan dan risikonya. Karena kombucha merupakan campuran mikroorganisme yang kompleks, penting untuk mendiskusikan keamanan teh kombucha untuk dikonsumsi. Berdasarkan mikroorganisme yang menyusunnya, yakni *Sacharomyces cerevisiae* dan *Acetobacter xylinum*, kombucha merupakan suatu probiotik. Mikroorganisme probiotik memberikan keseimbangan mikrobiota usus, menormalkan proses di usus dan meningkatkan sistem kekebalan tubuh. Tidak hanya sebagai probiotik, kombucha juga berperan sebagai prebiotic. Prebiotic merupakan kandungan dari suatu bahan pangan yang secara selektif menstimulasi pertumbuhan dan aktivitas dari mikroorganisme yang menguntungkan pada tubuh hospes.⁸³

Dari segi pembuatan, teh kombucha dapat terkontaminasi mikroorganisme patogen sebelum pH mencapai 4,2. Oleh karena itu, sangat penting untuk selalu menjaga ke higienisan dalam pembuatan teh kombucha ataupun larutan kombucha dengan media lain.⁸⁴ Fermentasi yang berlebihan dapat menyebabkan hilangnya beberapa kontaminan kimia dari wadah fermentasi atau bahan pengemas. Terdapat bukti bahwa keracunan timbal yang parah

⁸³N.O Kozyrovska, dkk, "Mikrobioma Kombucha Sebagai probiotik: Pandangan Dari Perspektif Pasca-Genomik dan Ekologi Sintetik", *Biopolymers and Cell*, Vol. 28, No. 2, (2012), h. 103-104, Doi. <http://dx.doi.org/10.7124/bc.000034>

⁸⁴Watawana M, dkk, "Health, Wellness and Safety Aspect of the Consumption of Kombucha", *Hindawi Publishing Corporation Journal of Chemistry*, (2015), h. 1-39

dapat disebabkan oleh penggunaan teh kombucha yang diseduh dalam panci keramik.

Hal ini memungkinkan terjadi karena teh kombucha bersifat asam dan reaksi yang ditimbulkannya disebabkan oleh beberapa bahan dari keramik. Penting untuk menggunakan wadah kaca untuk penyiapan dan penyimpanan teh kombucha guna mencegah pencucian unsur beracun yang timbul ke dalam minuman.⁸⁵

4. Starter Kombucha

Starter Kombucha adalah simbiosis bakteri asam asetat dan khamir. Bakteri utamanya adalah *Acetobacter xylinum*. Mikroorganisme yang terdapat pada starter kombucha dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Mikroorganisme dalam starter kombucha⁸⁶

Mikroorganisme	Spesies
Bakteri	<i>Acetobacter xylinum</i> , <i>Acetobacter aceti</i> , <i>Acetobacter pasteurianus</i> , <i>Gluconobacter</i>
khamir	<i>Brettanomyces</i> , <i>Brettanomyces bruxellensis</i> , <i>Brettanomyces intermedius</i> , <i>Candida fatama</i> , <i>Mycoderma</i> , <i>Mycotorula</i> , <i>Phichia</i> , <i>Phicia</i> <i>membrane efaciis</i> , <i>Saccharomyces</i> , <i>Saccharomyces</i> <i>cerevisiae</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae sbp. Aceti</i> , <i>Schizosaccharomyces</i> , <i>Torula</i> , <i>Torulasporea</i> <i>delbbrueckii</i> , <i>Torulopsis</i> , <i>Zygosaccharomyces</i> , <i>Zygosaccharoomyces bailii</i> , <i>Zygosaccharomycesrouziz</i>

⁸⁵Mindani I. Watawana, "Review Article Aspek Kesehatan, Kebugaran, dan Keamanan Konsumsi Kombucha", *Journal of Chemistry*, (2015), h. 7

⁸⁶Greenwalt, dkk, "Kombucha the Fermented Tea: Microbiology, Composition and Claimed a Health effect", *J Food Protect*, Vol. 63, No. 7, (2000), h. 976, DOI: <https://doi.org/10.4315/0362-028X-63.7.976>

F. Kopi Kombucha

Selain cairan teh manis ternyata kultur kombucha juga dapat ditumbuhkan dalam cairan kopi manis. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan aspek fungsional kopi adalah dengan proses fermentasi kombucha. Kopi kombucha merupakan hasil fermentasi dari cairan kopi manis oleh mikroorganisme dari kelompok bakteri dan jamur. Kombinasi bakteri dan khamir ini selanjutnya di sebut SCOBY (*Symbiotic Colony of Bacteria and Yeast*) yang terdiri dari beberapa bakteri dan khamir, bakteri yang paling berperan adalah *Acetobacter xylinum* dan khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Dari fermentasi cairan kopi ini diperoleh dua macam produk yaitu nata dan cairan kopi hasil fermentasi yang disebut dengan kombucha coffee yang kandungan senyawa tidak jauh berbeda dengan kombucha teh diantaranya adalah kadar asam, katekin, alkohol dan kafein, sehingga kopi juga dapat difermentasikan dengan inokulum kultur kombucha.⁸⁷

Cara kerja kombucha ini tidak hanya membidik organ tubuh tertentu, namun mempengaruhi tubuh secara menyeluruh dengan menstabilkan metabolisme tubuh dan menawarkan racun dengan asam glukoronat. Hal ini dapat menyebabkan peningkatan kapasitas pertahanan endogenesis tubuh terhadap pengaruh racun dan

⁸⁷Asep Edi Sukmayadi, dkk, "Uji Efektivitas Kopi Kombucha Sebagai Penurun Berat Badan dengan Menggunakan Ikan Zebra (*Danio rerio*), *Jurnal Kesehatan Aeromedika*, Vol. V, No. 2, (2019), h. 37, DOI: <https://doi.org/10.58550/jka.v5i2.84>

tekanan lingkungan, sehingga metabolisme sel yang rusak diperkuat dan berlanjut dengan pemulihan kesehatan tubuh.⁸⁸

Fermentasi kombucha dapat dibiakkan pada media biji kopi Robusta dan telah dibuktikan adanya efek antifungal khususnya pada bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan Jamur *Candida albicans*, terlihat dari adanya diameter pertumbuhan dengan nilai konsentrasi hambat minimum masing-masing adalah 2,5%, 0,180%, dan 0,312%.⁸⁹ Keunggulan kombucha kopi robusta dibandingkan dengan kopi lainnya adalah Kopi memiliki kandungan senyawa kimia yang hampir sama dengan teh di antaranya kafein dan tannin.⁹⁰ Kandungan tannin dan senyawa polifenol pada kopi juga memiliki efek serupa pada teh yaitu memberi rasa sepet dan kecoklatan. Beberapa manfaat kesehatan dari polifenol adalah sebagai antioksidan, menurunkan risiko diabetes mellitus, penyakit kardiovaskuler, kanker, serta menurunkan kadar asam urat darah.

Penelitian mengenai hubungan lama fermentasi dengan efek antibakteri kombucha juga pernah dilakukan dengan media teh manis pada *Escherichia coli* dan memiliki daya antibakteri terhadap *Escherichia coli* penghasil ESBL. Terjadi peningkatan daya hambat pada lama fermentasi 6 hari, 10 hari, 14 hari dan 18

⁸⁸Lilie Mahmudah, *Efek Pemberian Kombucha Coffee Terhadap Struktur Histologis Hepar Tikus Putih (Rattus norvegicus L) yang Diinduksi Glukosa*, (Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2008), h. 4

⁸⁹Ahmad Nugraha, dkk, "Potensi Anti Mikroba dari Rebusan Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora* L) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan Jamur *Candida albicans*", *Prosiding Farmasi*, Vol. 2, No. 2, (2016), h. 411, DOI: <http://dx.doi.org/10.29313/v0i0.4416>

⁹⁰Rahayu T, "Uji Antijamur Kombucha *Coffee* Terhadap *Candida albicans* dan *Tricophyton mentagrophytes*", *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi*, Vol. 10, No. 1, h. 10-7, <http://hdl.handle.net/11617/427>

hari.⁹¹ Penelitian terdahulu yang membahas Uji antibakteri *kombucha coffee* terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* menunjukkan bahwa *kombucha coffee* yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan *E.coli* dan *S. aureus* adalah *kombucha coffee* dengan lama fermentasi 18 hari.⁹²

Lama fermentasi yang berbeda akan mempengaruhi kadar senyawa hasil fermentasi. Kekurangan dari penelitian sebelumnya tidak adanya konsentrasi yang tepat untuk mengetahui adanya efek antibakteri kopi kombucha. Peneliti mengasumsikan bahwa dengan pemakaian konsentrasi yang berbeda pada kopi kombucha Robusta akan lebih diketahui efek antibakterinya pada kopi kombucha. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk mengetahui pengaruh kopi robusta yang difermentasi dengan kombucha dengan konsentrasi yang berbeda terhadap *Salmonella typhi*.

1. Pembuatan Kopi Kombucha

Langkah pembuatan media kopi kombucha yaitu :

- a. Kopi robusta ditimbang 15 gram dimasukkan ke dalam 1 liter air mendidih bersuhu 92,2-94-4°C.
- b. Ditambahkan gula pasir 200 gram dan diaduk sampai rata.
- c. Cairan kopi disaring dan didinginkan sampai temperatur 30-40° C.
- d. Setelah dingin, cairan kopi manis dimasukkan ke dalam toples-toples steril masing-masing 200 ml.

⁹¹Aryadnyani NP, *Peningkatan Waktu Fermentasi Kombucha Tea Meningkatkan daya hambat pertumbuhan Bakteri Escherichia coli Penghasil Extend Spectrum Beta Lactamases (ESBL) Secara In Vitro*, (Denpasar: Universitas Udayana, 2012)

⁹²Sri Hanani, *Uji Aktivitas Antibakteri Kombucha Coffee Terhadap Escherichia coli dan Staphylococcus aureus*, (Surakarta: Pendidikan Biologi UMS, 2007), h. 5

- e. Kemudian menginokulasi kultur kombucha cair ke dalam air kopi sebanyak 10 ml. menginokulasi kultur kombucha ke dalam air kopi dengan posisi bagian yang lebih putih di atas dan yang coklat dibawah.
- f. Toples yang sudah diinokulasi ditutup dengan kain berpori (serbet) dan diikat dengan karet gelang. Fermentasi berlangsung pada suhu ruang (20-25°C) dan menempatkannya di tempat yang tidak terkena matahari, selama 7 hari fermentasi jar kombucha tidak digoyang dan dipindah-pindah.⁹³

2. Kandungan Kopi Kombucha

Kombucha *coffee* merupakan hasil fermentasi dari cairan kopi manis oleh mikroorganisme dari kelompok bakteri dan jamur. Berdasarkan hasil uji analisis kandungan *kombucha coffee* yang dilakukan di Laboratorium Penelitian Dan Pengujian Terpadu (LPPT) Universitas Gadjah Mada, disebutkan bahwa *kombucha coffee* mengandung senyawa-senyawa kimia yaitu asam asetat, asam laktat, alkohol, kafein, protein, vitamin B2 serta memiliki kadar gula reduksi dan pH dengan tingkat yang berbeda-beda pada lama fermentasi yang berbeda-beda pula, yaitu 0, 6, 12, dan 18 hari.⁹⁴

⁹³Tuti Rahayu, dkk, "Optimasi Fermentasi Cairan Kopi dengan Inokulan Kultur Kombucha (Kombucha Coffee)", *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi*, Vol. 8, No. 1, (2007), h. 19, <http://hdl.handle.net/11617/401>

⁹⁴Triastuti Rahayu, dkk, "Uji Antijamur Kombucha Coffee Terhadap *Candida albicans* dan *Tricophyton mentagrophytes*", *Jurnal Penelitian Sains dan teknologi*, Vol. 10, No. 1, (2009), h. 11, <http://hdl.handle.net/11617/427>

Kandungan asam glukoronat yang terkandung dalam kombucha coffee berfungsi sebagai penawar racun. Asam glukoronat yang terdapat dalam kombucha coffee mampu membentuk sistem pertahanan tubuh dengan mengikat toksin (racun) yang selanjutnya akan dikeluarkan dari tubuh. Kombinasi asam laktat dan asam glukoronat dalam kombucha coffee sangat efektif untuk menghancurkan mikroorganisme yang merusak seperti bakteri, virus, dan jamur serta membuang kotoran dan racun dalam tubuh.⁹⁵ Berdasarkan kemampuan ini, maka memungkinkan kombucha coffee memiliki daya antibakteri terhadap bakteri penyebab penyakit dalam tubuh, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

G. Bakteri *Salmonella typhi*

Di Indonesia, demam tifoid menjadi penyakit endemis yang mengancam kesehatan masyarakat, hal tersebut dikarenakan penularan infeksi meningkatkan kasus *carrier* dan adanya resistensi terhadap obat sehingga upaya terhadap pencegahan dan pengobatan menjadi sulit.⁹⁶

1. Morfologi dan Klasifikasi

Salmonella typhi merupakan bakteri gram negatif yang tidak memiliki spora, bergerak dengan flagel peritrik, bersifat intraseluler fakultif dan anaerob fakultif, berbentuk batang. Ukurannya berkisar antara 1-3,5 um x

⁹⁵Triastuti Rahayu, dkk, "Uji Antijamur Kombucha Coffee Terhadap *Candida albicans* dan *Tricophyton mentagrophytes*", *Jurnal Penelitian Sains dan teknologi*, Vol. 10, No. 1, (2009), h. 12, <http://hdl.handle.net/11617/427>

⁹⁶Riskesdas, 2018

0,5-0,8 um. Jika membentuk koloni, ukurannya dapat mencapai 2-4 um.⁹⁷ *Salmonella typhi* disebut juga *Salmonella choleraesuis serovar typhi*, *Salmonella serovar typhi*, *Salmonella enterica serovar typhi*. *Salmonella typhi* adalah strain bakteri yang menyebabkan terjadinya demam tifoid.

Bakteri ini mampu bertahan hidup dalam beberapa bulan sampai setahun jika melekat dalam tinja, mentega, susu, keju dan air beku. Bakteri ini merupakan parasit intraseluler yang dapat hidup dalam makrofag dan menyebabkan gejala-gejala gastrointestinal hanya pada akhir perjalanan penyakit, biasanya sesudah demam yang lama, bakteremia dan akhirnya lokalisasi infeksi dalam jaringan limfoid submukosa usus kecil.⁹⁸

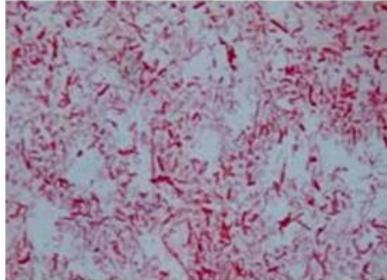
Salmonella typhi merupakan bakteri yang berdasarkan kebutuhan oksigen bersifat fakultif anaerob, membutuhkan suhu optimal 37°C untuk pertumbuhannya, memfermentasikan D-glukosa menghasilkan asam tetapi tidak membentuk gas, oksidase negative, katalase positif, tidak memproduksi indol karena tidak menghasilkan *enzim* tryptophanase yang dapat memecah tryptophan menjadi indol, *methyl red* (MR) positif menunjukkan bahwa fermentasi glukosa.⁹⁹

⁹⁷Rovian Cahya Prasetya, *Efektivitas Ekstrak Etanol Biji Kopi Robusta (Coffea canephora) dalam Menghambat Pertumbuhan Salmonella typhi secara in Vitro*, (Jember: Kedokteran Universitas Jember, 2016), h. 6

⁹⁸Silaban M, *Pengaruh Jenis Teh dan lama Fermentasi Pada Proses Pembuatan Teh Kombucha*, (Medan: Universitas Sumatera Utara, 2005)

⁹⁹Awaluddin Susanto, *Bakteriologi Carrier Penyakit Typus*, (Jombang: STIKes Majapahit Mojokerto, 2020), h. 52

Berikut ini merupakan gambar bakteri *Salmonella typhi*.



Gambar 2. 3 *Salmonella typhi* Perbesaran 100x¹⁰⁰

Adapun klasifikasi dari *Salmonella typhi* sebagai berikut:¹⁰¹

Kingdom : Bacteria
 Filum : Proteobacteria
 Kelas : Gammaproteobacteria
 Ordo : Enterobacteriales
 Family : Enterobacteriaceae
 Genus : Salmonella
 Spesies : *Salmonella typhi*

2. Patogenitas *Salmonella typhi*

Demam tifoid adalah penyakit demam akut yang disebabkan oleh bakteri *Salmonella typhi*. Penyakit ini khusus menyerang manusia, ditularkan melalui makanan dan minuman yang terkontaminasi oleh kotoran atau tinja dari seorang pengidap atau penderita demam tifoid.¹⁰²

Penularan demam tifoid melalui *fecal-oral* yang berarti penularan berasal dari bakteri *Salmonella typhi* yang berasal dari tinja dan urin penderita atau

¹⁰⁰Arweniama Ikawikanti, dkk, *Isolasi Karakterisasi Salmonella spp. Pada Lingkungan Peternakan Ayam Broiler di Kota Malang*, (Malang: Universitas Brawijaya, 2013), h. 6

¹⁰¹Vivien Novarina A. Kasim, *Peran Imunitas Pada Infeksi Salmonella typhi*, (Gorontalo: CV. Athra Samudra, 2020), h. 12

¹⁰²Shafira Salsabila, *Pengaruh Media Audiovisual tentang Personal Hygiene terhadap Pencegahan Demam Tifoid Pada aSiswa SMK Negeri 1 Bireun Tahun 2023*, (Lhokseumawe: Fakultas Kedokteran UNIMAL, 2023), h. 7

carier yang tidak sakit masuk ke dalam tubuh melalui makanan atau minuman yang tercemar bakteri *Salmonella typhi* kemudian hinggap di makanan sehingga menimbulkan kontaminasi pada makanan tersebut.¹⁰³ Basil penyebab tifoid *Salmonella typhi* dan *Paratyphi* merupakan anggota dari Genus *Salmonella* bakteri Gram negatif.¹⁰⁴

Bakteri *Salmonella typhi* dapat mengeluarkan toksin yang dapat menimbulkan gejala demam. Hal itu yang menyebabkan penyakit ini juga disebut demam tifoid. Demam tifoid adalah penyakit infeksi yang bersifat sistemik dengan ciri penderita mengalami demam dan nyeri abdominal karena penyebaran dari bakteri *Salmonella typhi*.¹⁰⁵

Bakteri *Salmonella typhi* masuk melalui mulut dan hanyut ke saluran pencernaan. Apabila bakteri masuk ke dalam tubuh manusia, tubuh akan berusaha untuk mengeliminasinya. Tetapi bila bakteri dapat bertahan dan jumlah yang masuk cukup banyak, maka bakteri akan berhasil mencapai usus halus dan berusaha masuk ke dalam tubuh yang akhirnya dapat merangsang sel darah putih untuk menghasilkan interleukin dan merangsang terjadinya

¹⁰³Octavia Nur Laila, “Perilaku, Sanitasi Lingkungan Rumah Dan Kejadian Demam Tifoid”, *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*, Vol. 13, No. 2, (2022), h. 525, <http://dx.doi.org/10.33846/sf13247>

¹⁰⁴Karuniawati A, dkk, *Emerging Resistance Pathigen : Situasi Terkini di Asia, Eropa, Amerika Serikat, Timur Tengah, dan Indonesia*, (Jakarta: Departemen Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Indonesia, 2007), h. 76

¹⁰⁵S Khairunnisa, dkk, *Hubungan Jumlah Leukosit Dan Persentase Limfosit Terhadap Tingkat Demam Pada Pasien Anak Dengan Demam Tifoid Di RSUD Budhi Asih Tahun 2018 – Oktober 2019*, (Jakarta: Fakultas Kedokteran UPN Veteran Jakarta, 2020), h. 60

gejala demam, perasaan lemah, sakit kepala, nafsu makan berkurang, sakit perut, gangguan buang air besar serta gejala lainnya.¹⁰⁶

3. Identifikasi Bakteri *Salmonella typhi*

Bakteri uji di ambil dari Laboratorium FKH Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh. Sebelum perlakuan, bakteri uji di identifikasi terlebih dahulu untuk menghindari bias penelitian. Isolate bakteri diidentifikasi dengan ditanam di media diferensial yaitu *Salmonella Shigella Agar*.¹⁰⁷ Pewarnaan gram juga dilakukan terhadap isolate bakteri dan didapatkan hasil bakteri berbentuk basil berwarna merah muda yang menunjukkan bakteri gram negatif.¹⁰⁸

H. Modul Praktikum Mikrobiologi

Mikrobiologi merupakan salah satu mata kuliah wajib semester empat yang di praktikumkan di Program Studi Pendidikan Biologi FTK UIN Ar-Raniry yang terdiri dari 3 SKS. Proses pembelajaran dilakukan dengan 2 SKS pemberian teori dan 1 SKS praktikum sebagai kegiatan keterampilan praktikum, bertujuan untuk memberikan pemahaman kepada mahasiswa tentang konsep, azas, prinsip, teori,

¹⁰⁶Awaluddin Susanto, *Bakteriologi Carrier Penyakit Typus*, (Jombang: STIKes Majapahit Mojokerto, 2020), h. 52

¹⁰⁷Brooks *et al*, *Jawel, Melnick, and Adelberg Medical Microbiology ed 25*, (Hill Companies: The McGraw, 2010)

¹⁰⁸Darmawati, “Keanekaragaman Genetik *Salmonella typhi*”, *Jurnal Kesehatan*, Vol. 1, No. 1, (2009), h. 27-33

dan hukum dalam dunia mikrobiologi sehingga mahasiswa mampu memahami dan mendorong mereka untuk mahir dan kompeten dalam mengerjakan sesuatu.¹⁰⁹

Praktikum merupakan bentuk pengajaran yang kuat untuk mempelajari keterampilan, pemahaman, dan sikap. Modul merupakan bahan ajar yang bersifat mandiri dan individual, modul praktikum merupakan bahan ajar yang bersifat mandiri dan individual yang digunakan untuk kegiatan praktikum.¹¹⁰

Modul praktikum yang disusun harus memiliki beberapa langkah agar dapat digunakan oleh praktikan guna memperlancar proses berjalannya praktikum.

Modul praktikum yang disusun berisi:

- a) penentuan judul, modul praktikum terlebih dahulu berisi judul praktikum yang sesuai dengan materi yang akan dipraktikkan,
- b) merumuskan tujuan praktikum. Hal ini akan membuat praktikan dapat mengetahui hal-hal yang akan dipelajari dalam praktikum,
- c) alat dan bahan yang akan dibawa oleh praktikan,
- d) tinjauan pustaka dibuat sesuai dengan materi praktikum yang akan dipraktikkan, materinya dimuat secara umum,
- e) menentukan prosedur kerja, hal ini untuk memudahkan praktikan pada saat melakukan praktikum,

¹⁰⁹Sri Kenengsih, "Pengembangan Penuntun Praktikum Mikrobiologi Berorientasi Inkuiri Terbimbing Untuk Mahasiswa STKIP PGRI Sumatera Barat", *Saintifik*, Vol. 1, No. 2, (2017), h. 50-51, DOI: <https://doi.org/10.33387/saintifik.v1i2.534>

¹¹⁰Siti Yuni Sufinah, dkk, "Penerapan Modul Praktikum Biologi Berbasis Produk untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains (KPS) Siswa di Kelas X SMA Negeri 1 Lemahabang Kab Cirebon", *Jurnal Scientiae Educatia*, Vol. 2, No. 2, (2013), h. 4, DOI: <http://dx.doi.org/10.24235/sc.educatia.v2i2.527>

- f) tabel pengamatan yang dirancang, selanjutnya akan diisi oleh praktikan sesuai dengan pengamatan,
- g) pembahasan dan kesimpulan, yang berisi hasil pengamatan serta inti sari dari praktikum yang telah dilakukan oleh praktikan,
- h) daftar pustaka, merupakan sumber referensi yang menjadi acuan dalam penyusunan materi yang terdapat dalam modul praktikum.¹¹¹

Pengembangan modul dilakukan dengan memperhatikan tampilan dan penulisan bahasa yang digunakan. Selain itu modul harus memuat keterangan-keterangan sebagai penunjang penilaian pengetahuan dan keterampilan yang telah ditentukan. Modul yang telah terbentuk harus di nilai oleh pakar materi dan media yaitu meliputi bahasa penulisan, tampilan, dan isi modul. Penilaian dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah modul yang dihasilkan berkualitas atau tidak sebagai modul praktikum.¹¹²

Hasil dari penelitian ‘Uji Aktivitas Antibakteri Kopi Robusta Yang Difermentasikan Dengan Kombucha Terhadap Bakteri *Salmonella Tyhphi* Sebagai Referensi Modul Praktikum Mikrobiologi’ berupa modul yang dapat dijadikan referensi Praktikum Pada bab ‘Daya Kerja Antimikroba/antibiotik’, sehingga modul ini dapat dijadikan sebagai penunjang dalam pelaksanaan praktikum Mikrobiologi.

¹¹¹Cut Nirawati, *Uji Daya Hambat Ekstrak Daun dan Buah Mengkudu (Morinda citrifolia) terhadap Pertumbuhan Bakteri Escherichia coli sebagai Penunjang Praktikum Mata Kuliah Mikrobiologi*, (Banda Aceh: Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry, 2016), h. 22

¹¹²Ayel Sarwono Lahra, dkk, “Pengembangan Modul Berbasis Pendekatan *Open Ended* untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa”, *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, Vol. 5, No. 1, (2017), h. 38

I. Uji Kelayakan Modul Praktikum Mikrobiologi

Uji kelayakan merupakan suatu percobaan yang dilakukan untuk mendapatkan data awal tentang kualitas bahan ajar yang sudah di sahkan oleh ahli yang dapat memberikan penilaian kelayakan secara struktur terhadap produk yang akan digunakan sebagai bahan ajar didalam proses pembelajaran.¹¹³

Kriteria dalam pemilihan media ditentukan atas 2 bentuk kelayakan, yaitu kelayakan materi dan kelayakan media. Uji kelayakan terbatas dari hasil materi pembelajaran, hasil pengembangan dari aspek pembelajaran dan aspek materi.. Sedangkan kelayakan dari ahli media mengevaluasi media pembelajaran hasil pengembangan dan mengukur layak atau tidaknya media tersebut untuk digunakan.¹¹⁴

Uji kelayakan dalam penelitian ini yaitu modul yang akan diuji dari kelayakan materi akan dinilai dari 4 indikator meliputi komponen 1) kelayakan isi, mencakup kesesuaian dengan materi yang disampaikan. 2) kelayakan penyajian, yang mencakup kejelasan tujuan, urutan sajian materi, daya tarik dan kelengkapan informasi. 3) kelayakan bahasa, yang mencakup penggunaan bahasa yang baik yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar serta pemanfaatan bahasa secara efektif (jelas dan singkat). 4) kelayakan tampilan, yang mencakup penggunaan font (jenis dan ukuran), tata letak, ilustrasi, gambar,

¹¹³Yosi Wulandari, "Kelayakan Aspek Materi Dan Media Dalam Pengembangan Buku Ajar Sastra Lama", *Jurnal Gramatika*, Vol. 3, No. 2, (2017), h. 171, DOI: <https://doi.org/10.22202/jg.2017.v3i2.2049>

¹¹⁴Fitri Rizalina, *Keanekaragaman Jamur Makroskopis di Kecamatan Pegasing Aceh Tengah sebagai Referensi Praktikum Mikologi*, (Banda Aceh: Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry, 2021), h. 30-31

foto dan desain tampilan.¹¹⁵ Sedangkan kelayakan media akan dinilai dari 5 indikator, yaitu kesederhanaan, keterpaduan, penekanan, keseimbangan dan bentuk.¹¹⁶



¹¹⁵Agus Susilo Dkk, “Pengembangan Modul Berbasis Pembelajaran Saintifik untuk Peningkatan Kemampuan Mencipta Siswa dalam Proses Pembelajaran Akutansi Siswa Kelas XII SMAN 1 Slogohimo 2014”, *Jurnal Pendidikan Ilmu Sosial*, Vol. 26, No. 1, (2016), h.51, DOI: <https://doi.org/10.2317/jpis.v26i1.2127>

¹¹⁶Widiasari, *Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun dan Buah Jeruk Nipis (Citrus aurantifolia [Christm.& Panz] Swingle.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Klebsiella oxytoca Sebagai Referensi Praktikum Mikrobiologi*, (Banda Aceh: Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry, 2021), h. 38

BAB III METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Pola Faktorial dengan satu faktor yaitu kopi kombucha dengan variasi konsentrasi yang berbeda yaitu 25%, 50%, 75%, dan 100%. Pengujian ini dilakukan dengan 6 perlakuan, dan setiap perlakuan terdiri atas 3 ulangan, total 18 perlakuan. Metode eksperimen berupa pengaruh pemberian konsentrasi berbeda pada kopi robusta dengan fermentasi kombucha terhadap bakteri *Salmonella typhi*. Kontrol positif menggunakan Seftriakson dan kontrol negatifnya adalah larutan kopi tanpa fermentasi kultur kombucha. Untuk menentukan besar pengulangan pada penelitian ini digunakan rumus Federer¹¹⁷:

$$(t - 1)(r - 1) \geq 15$$

$$(6 - 1)(r - 1) \geq 15$$

$$5(r - 1) \geq 15$$

$$5r - 5 \geq 15$$

$$r \geq 3$$

Rumus Federer

Keterangan:

Jumlah replikasi (r) $\geq 4,75 = 5$

Keterangan:

t = Jumlah perlakuan

r = Replikasi/pengulangan

¹¹⁷Ratih Annisah, dkk, "Uji Efektivitas Ekstrak Kencur (*Kaemferia galangal* L.) terhadap Pertumbuhan *Candida albicans* secara *In Vitro*", *Ibnu Sina Biomedika*, Vol. 2, No. 2, (2018), h. 125, DOI: <https://doi.org/10.30596/isb.v2i2.2598>

Konsentrasi yang digunakan mengacu pada beberapa jurnal yang menggunakan konsentrasi di bawah konsentrasi yang telah ditentukan, adapun konsentrasi yang tertera dalam jurnal rata-rata menggunakan konsentrasi yaitu 2.5%, 5%, 10%, dan 15% diujikan pada koloni bakteri *S. aureus* dan *S. typhi* pada fraksi etil asetat ekstrak etanol biji kopi robusta. Disimpulkan bahwa fraksi etil asetat ekstrak etanol biji kopi robusta memiliki aktivitas antibakteri terhadap pertumbuhan *S. aureus* dan *S. typhi* pada konsentrasi 15%.¹¹⁸ Oleh sebab itu, peneliti ingin menggunakan konsentrasi di atas konsentrasi tersebut dengan menggunakan konsentrasi minimal 25% sampai dengan konsentrasi 100% dengan kelipatan 25%.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Mikrobiologi Pendidikan Biologi FTK UIN Ar-Raniry untuk uji aktivitas antibakteri. Penelitian ini dilaksanakan pada Juli 2024.

C. Subjek dan Objek Penelitian

Adapun subjek dalam penelitian ini adalah modul praktikum Mikrobiologi pada bab 'Daya Kerja Antimikroba/antibiotik'. Uji kelayakan modul hasil penelitian ini akan diuji dari kelayakan media maupun materi dalam beberapa indikator. Penilaian modul dilakukan oleh 2 dosen ahli materi dan 2 dosen ahli media menggunakan lembar uji validasi atau instrumen yang berisi pertanyaan. Objek penelitian ini adalah isolat bakteri *Salmonella typhi* yang didapatkan dari

¹¹⁸Dwi Puji Rahayu, dkk, "Aktivitas Antibakteri Fraksi Etil Asetat Kopi Robusta terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhi*", *Jimki*, Vol. 8, No. 2, (2020), h. 15

Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala (USK), koloni bakteri akan ditumbuhkan dalam media MHA (*Muller Hinton Agar*).

D. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan 3.2 berikut ini:

Tabel 3. 1. Alat yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

No	Nama Alat	Fungsi
1	Kompur listrik	Untuk memasak dan memanaskan media MHA
2	<i>Beaker glass</i>	Untuk menampung media MHA, <i>aquadest</i>
3	Toples kaca	Untuk tempat penyimpanan larutan fermentasi kombucha
4	Saringan teh	Untuk menyaring ampas kopi
5	Kain penutup toples	Untuk menutupi toples
6	Karet gelang	Untuk mengikat kain pada toples
7	Neraca	Untuk menimbang bahan atau zat percobaan
8	Pengaduk	Untuk membantu melarutkan larutan
9	Labu Erlenmeyer	Sebagai tempat penyimpanan dan penampung media MHA
10	Autoklaf	Untuk mensterilkan media MHA dan NA dan alat yang digunakan
11	<i>Petridish</i>	Sebagai wadah yang diisi dengan media pertumbuhan untuk penanaman bakteri <i>S. typhi</i>
12	Sumbat kapas	Untuk menutup tabung reaksi
13	Tabung reaksi	Sebagai tempat pertumbuhan isolate bakteri <i>S. typhi</i> pada proses peremajaan
14	Ose	Untuk penanaman isolate bakteri <i>S. typhi</i>
15	Lampu Bunsen	Untuk mensterilkan media tumbuh mikroba
16	Mikropipet dan tip	Untuk mengambil larutan
17	Pinset	Untuk menjepit benda-benda
18	Jangka sorong	Untuk mengukur zona hambat pada media
19	Inkubator	Untuk menginkubasi atau mengerami suatu biakan
20	<i>Laminar Air Flow</i>	Sebagai meja kerja steril untuk kegiatan inokulasi/ penanaman

Tabel 3. 2 Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

No	Bahan	No	Bahan
1	Isolat bakteri <i>Salmonella typhi</i>	6	Media Agar <i>Muller Hinton Agar</i> (MHA)
2	Kultur kombucha SCOBY	7	Media Agar <i>Salmonella Shigella Agar</i> (SSA)
3	Kopi Robusta	8	Aquadesh
4	Gula	9	Larutan 0,5 Mc. Farland
5	Air	10	Teh Hitam

E. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dimulai dari persiapan alat dan bahan. Persiapan alat dilakukan dengan menyediakan semua alat yang diperlukan.

1. Pengambilan dan Preparasi Bahan Baku

Sebelum digunakan, kultur kombucha disimpan dalam media teh manis yang berwarna hitam sehingga tetap dapat berkembang biak. Dalam proses penyimpanan, media teh manis diganti tiap 7-10 hari sesuai lama pematangan kultur kombucha baru sampai waktunya digunakan untuk penelitian.¹¹⁹

2. Sterilisasi Alat

Seluruh alat yang digunakan dicuci dengan sabun, kemudian disterilisasi dengan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121° C dengan tekanan 1,5 atm.¹²⁰

¹¹⁹T Rahayu, "Uji Anti Jamur Kombucha *Coffee* terhadap *Candida albicans* dan *Tricophyton mentagruophytes*", *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi*, Vol. 10, No. 1, (2009), h. 10, <http://hdl.handle.net/11617/427>

¹²⁰Cut Nirawati, *Uji Daya Hambat Ekstrak Daun dan Buah Mengkudu (Morinda citrifolia) terhadap Pertumbuhan Bakteri Escherichia coli sebagai Penunjang Praktikum Mata Kuliah Mikrobiologi*, (Banda Aceh: Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry, 2016), 27

3. Pembuatan Teh Kombucha

- a. Pembuatan teh kombucha dilakukan dengan cara menuangkan 30 gr teh hitam ke dalam wadah kaca atau *stainlees steel* yang sudah berisi dua liter air, kemudian direbus sampai mendidih dan dibiarkan sekitar 15 menit hingga teh larut.
- b. Teh disaring menggunakan penyaringan kain, kemudian menambahkan 250 gr gula dan aduk sampai larut.
- c. Teh di masukkan ke dalam wadah kaca atau *stainlees steel* yang bersih.
- d. Setelah teh dingin, ditambahkan Starter Kombucha dan cairan induk yang berasal dari fermentasi sebelumnya sebanyak 10%. Penambahan Starter Kombucha 10% dibuat berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$V_1M_1 = V_2M_2^{121}$$

Keterangan: V_1 : Volume larutan yang diambil (mL)

M_1 : Konsentrasi ekstrak yang diambil (%)

V_2 : Volume larutan yang akan dibuat (mL)

M_2 : Konsentrasi larutan yang akan dibuat (%)

Jadi pengencerannya: 100 ml starter Kombucha ditambahkan 900 ml Teh dingin.

- e. Bagian atas wadah ditutup dengan kain kasa yang diikat dengan karet gelang untuk memberikan oksigen dalam jumlah kecil (mikroaerofilik), selanjutnya di inkubasi selama 7-10 hari dalam suhu

¹²¹Dian Annisa Rahim, *Uji Daya Hambat Ekstrak Kulit Lidah Buaya (Aloe barbadensis Miller) Terhadap Bakteri E.coli*, (Medan: Kedokteran UMSU, 2019), h. 24

ruangan. Suhu optimal 23-27°C, terhindar dari sinar matahari serta goncangan/getaran.¹²²

4. Pembuatan Kopi Robusta

Pada labu Erlenmeyer, dimasukkan 15 gram serbuk simplisia biji kopi Robusta untuk dilarutkan ke dalam 1 Liter air panas. Kopi robusta sebanyak 15 gram dimasukkan ke dalam 1 liter air dan biarkan sekitar 15 menit. Cairan kopi disaring dan didinginkan sampai temperatur 30-40° C.

5. Pembuatan Kopi Kombucha

- a. Kopi robusta sebanyak 15 gram dimasukkan ke dalam 1 liter air mendidih dimasukkan ke dalam 1 liter air mendidih dan biarkan sekitar 15 menit.
- b. Gula pasir sebanyak 100 gram ditambahkan dan diaduk sampai rata.
- c. Cairan kopi disaring dan didinginkan sampai temperatur 30-40o C.
- d. Setelah dingin, cairan kopi manis dimasukkan ke dalam toples-toples steril.
- e. Kultur kombucha SCOBY (*Symbiosis Colony of Bactery Yeast*) diinokulasikan sebanyak 10 gram/L ke dalam media kopi.
- f. Toples ditutup dengan kain selama fermentasi berlangsung selama 8 hari. Toples diinkubasi pada suhu ruangan yaitu 23-27° C, terhindar dari sinar matahari dan bebas getaran.

¹²²Very Indriyani, *Pengaruh Peningkatan Waktu fermentasi Teh Kombucha terhadap Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus aureus secara in Vitro*, (Medan: Fakultas Biologi UMA, 2018), h. 18

g. Setelah fermentasi selesai, kopi hasil fermentasi disaring, dimasukkan ke dalam botol steril, dan disimpan di lemari es. Untuk menghindari fermentasi lanjutan, kopi dipanaskan dulu sebelum disimpan.¹²³

6. Variasi Konsentrasi Pengenceran Kopi Kombucha

Variasi pengenceran dengan cara melarutkan kopi kombucha dengan aquades steril. Dibuat beberapa variasi konsentrasi kopi kombucha, meliputi konsentrasi 25%, 50%, 75% dan 100%. Masing-masing perlakuan memerlukan 10 ml larutan dalam setiap tabung reaksi. Pembuatan berbagai konsentrasi kopi Kombucha dibuat dengan cara mencari jumlah volume larutan kopi Kombucha dengan menggunakan rumus perkalian volume larutan dan konsentrasi larutan.

Rumus Pengenceran: $V_1M_1 = V_2M_2$ ¹²⁴

Keterangan:

V_1 : Volume larutan yang diambil (mL)

M_1 : Konsentrasi ekstrak yang diambil (%)

V_2 : Volume larutan yang akan dibuat (mL)

M_2 : Konsentrasi larutan yang akan dibuat (%)

Pembuatan tiap-tiap konsentrasi berdasarkan rumus adalah sebagai berikut:

¹²³Tuti Rahayu, dkk, "Optimasi Fermentasi Cairan Kopi dengan Inokulan Kultur Kombucha (*Kombucha Coffee*)", *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi*, Vol. 8, No. 1, (2007), h. 19-20, <http://hdl.handle.net/11617/401>

¹²⁴Dian Annisa Rahim, *Uji Daya Hambat Ekstrak Kulit Lidah Buaya (Aloe barbadensis Miller) Terhadap Bakteri E.coli*, (Medan: Kedokteran UMSU, 2019), h. 24

a. Konsentrasi 25% : $V_1.M_1 = V_2.M_2$

$$V_1.100\% = 25\%.10 \text{ ml}$$

$$V_1 = 2,5 \text{ ml}$$

Jadi pengencerannya: 2,5 ml kopi Kombucha ditambahkan 7,5 ml aquades.

b. Konsentrasi 50% : $V_1.M_1 = V_2.M_2$

$$V_1.100\% = 50\%.10 \text{ ml}$$

$$V_1 = 5 \text{ ml}$$

Jadi pengencerannya: 5 ml kopi Kombucha ditambahkan 5 ml aquades.

c. Konsentrasi 75% : $V_1.M_1 = V_2.M_2$

$$V_1.100\% = 75\%.10 \text{ ml}$$

$$V_1 = 7,5 \text{ ml}$$

Jadi pengencerannya: 7,5 ml kopi Kombucha ditambahkan 2,5 ml aquades.

d. Konsentrasi 100% : $V_1.M_1 = V_2.M_2$

$$V_1.100\% = 100\%. 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = 10 \text{ ml}$$

Jadi pengencerannya: 10 ml kopi Kombucha tanpa menambahkan aquades.

7. Pembuatan Media *Salmonella-Shigella Agar* (SSA)

Sebanyak 6 gram *Salmonella-Shigella Agar* (SSA) dilarutkan dalam 100 ml aquades, kemudian diaduk sampai larut dan dipanaskan hingga mendidih,

dan disterilkan selama 15 menit di autoclave dengan tekanan udara 1 atm dan suhu 121°C.¹²⁵

a. Penanaman Kultur bakteri

- 1) Siapkan media *Salmonella-Shigella Agar* (SSA). Beri label sesuai dengan sampel yang akan ditanam.
- 2) Sterilkan ose dengan Bunsen.
- 3) Isolat bakteri *Salmonella typhi* sebanyak satu ose yang telah steril, kemudian oleskan pada media *Salmonella Shigella Agar* (SSA) dengan membuat goresan-goresan.
- 4) Lakukan inkubasi dengan suhu 37°C selama 24 jam.

Setelah 24 jam, bakteri *Salmonella* sp. Pada media SSA akan berwarna transparan dengan inti hitam. Ambil koloni tunggal bakteri *Salmonella* sp. Yang tumbuh pada media *Salmonella Shigella Agar* (SSA) dengan ose steril.¹²⁶

8. Pembuatan Media *Muller Hinton Agar* (MHA)

Perlakuan diawali dengan membuat media uji, yaitu *Muller Hinton Agar* (MHA). Pada 18 perlakuan diberi masing-masing 20 ml media MHA. Media dibuat dengan melarutkan sebanyak 3.8 gram *Muller Hinton Agar* dalam aquades sebanyak 360 ml pada Erlenmeyer 500 ml, kemudian dipanaskan

¹²⁵Yunita Sari, *Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Aquous Biji Pepaya (Carica papaya L. terhadap Isolat Bakteri Salmonella sp. Dari Pasien Diare di Rumah Sakit Muhammadiyah Palembang*, (Palembang: Kedokteran Universitas Muhammadiyah Palembang, 2017), h. 40-41

¹²⁶ Yunita Sari, *Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Aquous Biji Pepaya (Carica papaya L. terhadap Isolat Bakteri Salmonella sp. Dari Pasien Diare di Rumah Sakit Muhammadiyah Palembang*, (Palembang: Kedokteran Universitas Muhammadiyah Palembang, 2017), h. 42

hingga mendidih disertai pengadukan sampai bubuk benar-benar larut. Media ini kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121° C selama 15 menit. Selanjutnya sebanyak 20 ml media ini, dimasukkan ke dalam 18 cawan petri dan dibiarkan memadat, kemudian disimpan dalam lemari pendingin.

9. Pembuatan Standart Mc. Farland

- a. Pembuatan standar kekeruhan 0,5 Mc Farland, dibuat dari campuran H₂SO₄ 1% sebanyak 9,25 ml dan larutan BaCl 1% sebanyak 0.05 ml.
- b. Larutan BaCl₂ 1% sebanyak 0,05 ml dicampur dengan larutan H₂SO₄ 1% sebanyak 9,95 ml dalam labu takar hingga homogen. Suspensi ini digunakan sebagai larutan standar pembanding kekeruhan suspensi.

10. Pembuatan Suspensi Bakteri

Pembuatan suspensi *Salmonella typhi* 0.5 Mc. Farland, diambil satu ujung ose koloni *Salmonella typhi* dari biakan murni. Disuspensikan ke dalam tabung yang berisi 10 ml NaCl 0.9%, kemudian dibandingkan sampai sama dengan standar kekeruhan 0.5 Mc Farland yang setara dengan 1.5 x 10⁸ CFU/ml.¹²⁷

11. Uji Daya Hambat Kopi Kombucha Terhadap *Salmonella typhi* pada Media Mueller Hinton

Uji daya antibakteri yang digunakan adalah metode difusi sumuran (*well diffusion method*). Metode sumuran dipilih karena penanaman bakteri yang langsung dicampurkan ke dalam larutan sehingga menyebabkan pertumbuhan bakteri yang lebih merata dibandingkan dengan metode lain. Selain itu

¹²⁷Dwi Puji Rahayu, dkk, "Aktivitas Antibakteri Fraksi Etil Asetat Kopi Robusta Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhi*", *Jimski*, Vol. 8, No. 2, (2020), h. 13

substrat uji akan langsung diinjeksikan ke dalam lubang sumuran sehingga diharapkan kerja dari substrat uji lebih efektif dan hasil yang diperoleh lebih maksimal.

- a. Perlakuan diawali dengan membuat media uji, yaitu *Muller Hinton Agar* (MHA). Pada setiap petridish dituangkan media MHA hangat sebanyak 20 ml kemudian suspensi bakteri *Salmonella typhi* sebanyak 2 ml sesuai standar kekeruhan 0.5 Mc Farland yang setara dengan $1,5 \times 10^8$ CFU/mL.¹²⁸
- b. Diinokulasikan pada media MHA dan diaduk atau diratakan sampai merata menggunakan pengaduk atau batang L dan didiamkan hingga kering.
- c. Setelah itu, media yang telah berisi bakteri didiamkan selama 15-20 menit di dalam Laminar Air Flow agar bakteri terserap seluruhnya ke dalam media, dan media dibiarkan memadat.
- d. Pada setiap media MHA yang telah diinokulasi *Salmonella typhi* dibuat 6 lubang sumuran di daerah Kontrol negatif larutan kopi tanpa fermentasi kombucha, Kontrol positif Seftriakson, P1 (larutan kopi kombucha konsentrasi 25%), P2 (larutan kopi kombucha konsentrasi 50%), P3 (larutan kopi kombucha konsentrasi 75%), dan P4 (larutan kopi kombucha konsentrasi dengan diameter 6 mm dan kedalaman 4 mm menggunakan sedotan kaku steril. Sumuran dibuat dengan menggunakan *cylinder cup*. Selanjutnya *cylinder cup* diangkat secara

¹²⁸Dwi Puji Rahayu, dkk, “Aktivitas Antibakteri Fraksi Etil Asetat Kopi Robusta Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhi*”, *Jimski*, Vol. 8, No. 2, (2020), h. 13

aseptik dari cawan petri, sehingga terbentuklah sumur-sumur yang akan digunakan.¹²⁹

- e. Kemudian pada masing-masing lubang sumuran dimasukkan 50 μ L kopi kombucha dari tiap konsentrasi berbeda 25%, 50%, 75%, dan 100%, kontrol positif Seftriakson, dan kontrol negatif larutan kopi tanpa kultur kombucha menggunakan mikropipet, lakukan secara triplo dengan cara yang sama.
- f. Selanjutnya, inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.
- g. Aktivitas antibakteri diamati dengan mengukur zona hambat yang ditunjukkan oleh area terang atau bening disekitar sumur dengan jangka sorong.¹³⁰

12. Pembuatan Kontrol Positif

Kontrol positif pada penelitian ini adalah seftriakson. Kontrol positif diperlukan untuk membandingkan perlakuan ekstrak dengan antibiotik murni, seftriakson merupakan lini pertama pengobatan demam tifoid karena kloramfenikol, ampisilin, dan kotrimoksazol telah resisten terhadap *Salmonella typhi*. Kontrol positif dibuat dari sediaan obat seftriakson injeksi

¹²⁹Nur Saadah Daud, "Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Batang *Meistera chinensis* Terhadap *Escherichia coli* ATCC 35218", *Warta Farmasi*, Vol. 12, No. 1, h.11, DOI: <https://doi.org/10.46356/wfarmasi.v12i1.236>

¹³⁰Yunita Sari, *Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Aquous Biji Pepaya (Carica papaya L. terhadap Isolat Bakteri Salmonella sp. Dari Pasien Diare di Rumah Sakit Muhammadiyah Palembang*, (Palembang: Kedokteran Universitas Muhammadiyah Palembang, 2017), h. 41-42

30 µg/disk. 1 gram serbuk seftriakson dilarutkan dengan aquades 10 ml. lalu homogenkan sampai partikelnya larut dan terbentuk warna kuning bening.¹³¹

13. Pembuatan Kontrol Negatif

Kontrol negatif pada penelitian ini adalah larutan kopi Robusta tanpa fermentasi kultur Kombucha SCOBY. Pembuatan kopi Robusta menggunakan metode seduhan, yaitu metode ekstraksi paling sederhana hanya dengan merendam simplisia kopi Robusta dengan air panas selama waktu tertentu (5-15 menit).¹³²

Pada labu Erlenmeyer, dimasukkan 15 gram serbuk simplisia biji kopi Robusta untuk dilarutkan ke dalam 1 Liter air panas. Kopi robusta sebanyak 15 gram dimasukkan ke dalam 1 liter air mendidih dimasukkan ke dalam 1 liter air mendidih dan biarkan sekitar 15 menit. Cairan kopi disaring dan didinginkan sampai temperatur 30-40° C.

14. Pengamatan dan Pengukuran

Pengamatan dilakukan setelah 1 x 24 jam masa inkubasi. Daerah bening merupakan petunjuk kepekaan bakteri terhadap antibiotik atau bahan antibakteri lainnya yang digunakan sebagai bahan uji yang dinyatakan dengan lebar diameter zona hambat.¹³³

¹³¹Emma Susanti, dkk, “Uji Sensitivitas Antibakteri Sediaan Injeksi *Ceftriaxone* Generik Terhadap *Salmonella typhi*”, *Journal Pharmasci*, Vol. 7, No. 1, (2022), h. 11, DOI: <https://dx.doi.org/10.53342/pharmasci.v7i1.235>

¹³²Amelia Febriani, dkk, “Studi Literatur Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun, Kulit Buah, biji Kopi Arabika (*Coffea arabica*) dan Robusta (*Coffea canephora*) terhadap Berbagai Bakteri”, *Saintech Farma*, Vol. 16, No. 2, (2023), h. 96, e-ISSN 2776-1878 p-ISSN 2086-7816

¹³³Vandepitte, (2005)

Diameter zona hambat diukur dalam satuan millimeter (mm) menggunakan jangka sorong. Kemudian diameter zona hambat tersebut dikategorikan kekuatan daya antibakterinya berdasarkan penggolongan Greenwood. Tujuannya untuk melihat area zona hambat pada kontrol negatif kopi robusta tanpa fermentasi kultur kombucha SCOBY, kontrol positif Seftriakson, dan fermentasi kombucha dan kopi kombucha terhadap *Salmonella typhi* dengan 4 konsentrasi berbeda yaitu 25%, 50.%, 75%, dan 100%.

15. Modul Praktikum Mikrobiologi

Modul praktikum sebagai hasil dari penelitian ini dapat digunakan oleh dosen pengampu mata kuliah mikrobiologi sebagai sumber belajar pada saat melakukan praktikum ‘daya kerja antimikroba’. Modul dirancang dengan menggunakan kertas dengan dasar putih, ukuran 21,5 x 16,5 cm atau berukuran 29,7 x 21 cm (A4). Margin untuk kertas yang berukuran 21, 5 x 16,5 cm, margin atas, kiri, kanan, bawah masing-masing 2 cm, 2 cm, 2 cm. margin untuk kertas A4 margin atas, kiri, kanan, bawah masing-masing 2,5 cm, 3 cm, 2 cm, 2,5 cm¹³⁴. komponen isi dari modul praktikum yaitu:

a. Judul

Judul praktikum harus singkat yang dapat menggambarkan secara umum kegiatan praktikum yang akan dilakukan.

b. Tujuan praktikum

¹³⁴Aqilla Izzati, *Pertumbuhan Jamur Merang (Volcariella volvacea) Pada Media Tanam Alang-alang (Imperata cylindrical) sebagai Penunjang Praktikum Mikologi*, (Banda Aceh: Pendidikan Biologi, 2022), h. 42-43

Tujuan praktikum menggambarkan apa yang akan dilakukan, diuji, dibuktikan, yang akan dipelajari selama kegiatan praktikum.

c. Dasar Teori

Dasar teori mengemukakan berbagai teori atau kajian ilmu yang berkaitan dengan kegiatan praktikum yang dilaksanakan..

d. Alat dan Bahan

Komponen ini berupa daftar alat dan bahan yang dibutuhkan dalam praktikum.

e. Prosedur kerja atau langkah-langkah kerja

Merupakan cara kerja yang dilakukan untuk melakukan praktikum. Cara kerja ini berupa uraian ataupun poin-poin.

f. Data Hasil Pengamatan

Meliputi tabel-tabel data atau grafik kosong yang dapat diisi peserta didik untuk membantu peserta didik mengorganisasikan data.

g. Analisis dan Pembahasan

Berisikan hasil analisis data dari data yang di dapat pada saat pengumpulan dan pengolahan data yang sudah dilakukan. Analisis data dilakukan berdasarkan teori yang sudah ada, baik dari literatur buku maupun jurnal. Dari analisis data didapatkan informasi yang dapat digunakan untuk mengambil kesimpulan dari hasil praktikum.

Pembahasan antara lain mencakup:

- 1) Pembahasan mengapa prinsip atau metode yang digunakan dalam kegiatan dalam kegiatan praktikum

- 2) Pembahasan mengenai kesesuaian prinsip atau metode dengan pelaksanaan praktikum
 - 3) Pembahasan mengenai setiap langkah dalam pelaksanaan kegiatan praktikum dan alasan/ tujuan dilakukannya langkah tersebut
 - 4) Pembahasan mengenai pengolahan data
 - 5) Ulasan hal-hal yang perlu diperhatikan dalam kegiatan praktikum sehingga diperoleh akurasi data yang baik. Dibahas juga (jika ada) kesalahan-kesalahan pengambilan data/ pengukuran yang terjadi selama praktikum
 - 6) Pembahasan hal-hal lain yang dirasa perlu
- h. Kesimpulan
- Berisikan kesimpulan dan saran dari hasil analisa deskriptif terhadap data yang diperoleh dari pengamatan yang dilakukan pada saat praktikum.¹³⁵

F. Teknik Analisis Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan teknik analisis deskriptif dan analisis statistik. Teknik analisis deskriptif yaitu analisis dengan membuat gambaran dari data-data yang terkumpul, sedangkan analisis statistik menggunakan ANOVA yang diolah dengan alat bantu perangkat komputer *software* SPSS 29 (*Statistic Program for Social Science*) untuk melihat apakah

¹³⁵Eddy Winarno, *Buku Panduan Praktikum Jurusan Teknik Pertambangan*, (Yogyakarta: Teknik Pertambangan UPN Veteran Yogyakarta, 2021), h. 7-8

Kopi robusta, Kombucha dan Kopi Kombucha mampu menghambat pertumbuhan *Salmonella typhi*, dengan taraf kepercayaan 95% atau $\alpha = 0,05$..

Pengolahan data ANOVA dapat dilakukan setelah penentuan normalitas dan homogenitas. Uji normalitas adalah uji untuk mengukur apakah data mempunyai distribusi normal, sehingga dapat digunakan dalam statistic parametric dan jika data tidak berdistribusi normal, dapat digunakan dalam statistic non parametrik. Uji normalitas dilakukan dengan *Saphiro-Wilk*. Data berdistribusi normal jika Sig $> 0,05$ dan jika Sig $< 0,05$ maka data tidak berdistribusi normal.¹³⁶

Data yang terdistribusi normal, selanjutnya dianalisis dengan *One-Way Anova*. Data diterima jika Sig $> 0,05$ dan jika Sig $< 0,05$ maka data ditolak. Asumsi *One-Way Anova* dilakukan dengan uji homogenitas yang bertujuan untuk menguji kesamaan (homogenitas) beberapa sampel, yakni seragam tidaknya variasi sampel-sampel yang diambil dari populasi yang sama. Pengujian homogenitas dilakukan menggunakan *levene statistics*. H_0 ditolak jika (p) value *levene statistics* $< 0,05$.¹³⁷ Berikut teknik analisis data daya hambat kopi Robusta, Kombucha dan kopi Kombucha terhadap *Salmonella typhi*:

1. Analisis daya hambat Kopi Robusta Terhadap *Salmonella typhi*

Analisis aktivitas antibakteri kopi robusta terhadap *Salmonella typhi* dilakukan dengan mengukur diameter zona hambat. Diameter zona hambat

¹³⁶Arum Fajarwati, *Uji Aktivitas Antibakteri Gel fraksi dari Ekstrak Sokhlet Zibethinus folium terhadap Escherichia coli Secara In Vitro*, (TulungAgung: Stikes karya Putra Farmasi, 2018), h. 39

¹³⁷Eko Prayoga, *Perbandingan Efek Ekstrak Daun Sirih Hijau (Piper betle L) dengan Metode Difusi Disk dan Sumuran terhadap Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus aureus*, (Jakarta: Kedokteran UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2013), h. 17

diukur dalam satuan millimeter (mm) menggunakan jangka sorong berskala dengan cara diameter keseluruhan dikurangi diameter sumur 6 mm. kemudian diameter zona hambat tersebut dikategorikan kekuatan daya antibakterinya berdasarkan penggolongan menurut Greenwood.

2. Analisis daya hambat Fermentasi Kombucha Terhadap *Salmonella typhi*

Analisis aktivitas antibakteri Fermentasi Kombucha terhadap *Salmonella typhi* dilakukan dengan mengukur diameter zona hambat. Diameter zona hambat diukur dalam satuan millimeter (mm) menggunakan jangka sorong berskala dengan cara diameter keseluruhan dikurangi diameter sumur 6 mm. kemudian diameter zona hambat tersebut dikategorikan kekuatan daya antibakterinya berdasarkan penggolongan menurut Greenwood.

3. Analisis daya hambat Kopi Kombucha Terhadap *Salmonella typhi*

Analisis aktivitas antibakteri kopi kombucha terhadap *Salmonella typhi* dilakukan dengan mengukur diameter zona hambat. Diameter zona hambat diukur dalam satuan millimeter (mm) menggunakan jangka sorong berskala dengan cara diameter keseluruhan dikurangi diameter sumur 6 mm. kemudian diameter zona hambat tersebut dikategorikan kekuatan daya antibakterinya berdasarkan penggolongan menurut Greenwood.

Berikut rumus rata-rata zona hambat yang digunakan.

$$\frac{(Dv - Dc) + (Dh - Dc)}{2}$$

Keterangan :

Dv = Diameter Vertikal

Dh = Diameter Horizontal

Dc = Diameter cakram (6 mm)

Tabel 3. 3 Kategori Kekuatan Daya Hambat¹³⁸

Diameter	Kekuatan Daya Hambat
≤ 5 mm	lemah
6 – 10 mm	sedang
11 – 20 mm	kuat
≥ 21 mm	sangat kuat

Setelah didapatkan hasil, dilakukan analisis data dengan metode *One Way ANOVA*. Pengujian *One Way Anova* (Pengujian varian satu arah) dengan program *Statistical Product Services Solution* (SPSS 29) dengan taraf kepercayaan 95% atau $\alpha = 0,05$, yang dilakukan dengan membandingkan diameter daya hambat pada 4 konsentrasi 25%, 50%, 75%, dan 100%.

4. Uji Kelayakan Modul

Uji kelayakan modul hasil penelitian ini akan diuji dari kelayakan media maupun materi dalam beberapa indikator. Penilaian modul dilakukan oleh 2 dosen ahli materi dan media menggunakan lembar uji validasi atau instrument yang berisi pertanyaan untuk mengetahui tingkat kelayakan modul yang di hasilkan dalam penelitian. Uji validasi merupakan teknis pengumpulan data yang diperoleh dari hasil lembar validasi.¹³⁹

Analisis kelayakan modul yang dihasilkan dari penelitian dianalisis secara deskriptif. Hasil penilaian terhadap seluruh aspek diukur dengan skala *Likert* yaitu sejumlah pertanyaan mengenai objek sikap. Dalam penelitian ini

¹³⁸Nih Luh Arisa, dkk, “Aktivitas Antibakteri Air Perasan dan Rebusan Daun Calincing (*Oxalis corniculata* L.) terhadap *Streptococcus mutans*”, *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati*, Vol. 19, No. 9, (2020), h. 225, DOI: <https://doi.org/10.14203/beritabiologi.v19i2.3786>

¹³⁹Ratika Zahra, dkk, “Pengaruh Celebrity Endorser Hamidah Rachmayanti Terhadap Keputusan Pembelian Produk Online Shop Mayoutfit Di Kota Bandung”, *Jurnal Lontar*, Vol. 6, No. 1, (2018), h. 49, DOI: <https://doi.org/10.30656/lontar.v6i1.648>

jawaban setiap butir instrument diklasifikasikan menjadi 5 pilihan, setiap indikator yang diukur diberikan skor 1-5.

Tabel 3. 4 Skor Penilaian Indikator¹⁴⁰

Skor Penilaian Indikator	Kategori Kelayakan
5	Sangat layak
4	Layak
3	Kurang layak
2	Tidak layak
1	Sangat tidak layak

Setelah data diperoleh, selanjutnya untuk mengetahui bobot masing-masing tanggapan dan menghitung persentasenya dengan rumus persentase sebagai berikut:

$$\text{Hasil} = \frac{\text{Total yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100\%$$

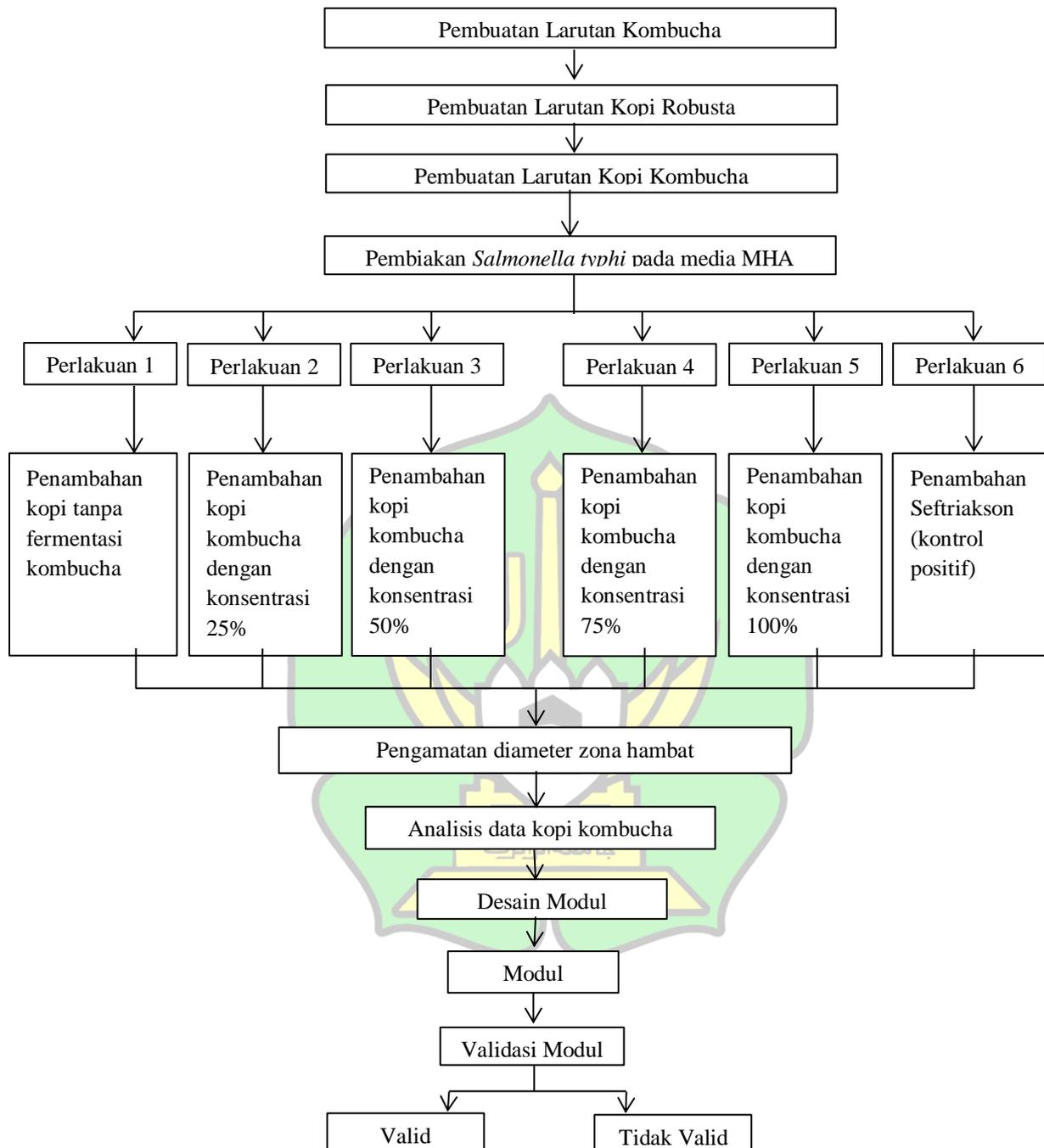
Tabel 3. 5 Kategori Kelayakan Berdasarkan Kriteria¹⁴¹

No	Skor Dalam Persen (%)	Kategori Kelayakan
1	<21%	sangat tidak layak
2	21 – 40%	tidak layak
3	41 – 60%	cukup layak
4	61 – 80%	layak
5	81 – 100%	sangat layak

¹⁴⁰Farina, dkk “Konsentrasi Hambat”, h. 70

¹⁴¹Iis Ernawati dan Totok Sukardiyono, “Uji Kelayakan Media Pembelajaran Interaksi Pada Mata Pelajaran Administrasi Server”, *Jurnal Elinvo*, Vol. 2, No. 2, (2017), h. 207, DOI: <https://doi.org/10.21831/elinvo.v2i2.17315>

G. Alur Penelitian



Gambar 3.1 Alur Penelitian dan Pembuatan Modul¹⁴²

¹⁴²Niswatulmunna Algita, *Karakteristik Anatomi Stomata Aktinositik pada Genus Mangifera sebagai Penunjang Praktikum Anatomi Tumbuhan*, (Banda Aceh: Prodi Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry, 2020), 39

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian mengenai aktivitas antibakteri Kopi Robusta yang di fermentasikan dengan Kombucha terhadap bakteri *Salmonella typhi* diperoleh data dengan pengukuran zona hambat yang terbentuk di sekitar sumuran. Pengukuran zona hambat dengan metode difusi sumuran, dilakukan menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0,05 mm. Pengukuran tersebut dengan melihat zona bening yang terbentuk di sekitar sumuran. Medium yang digunakan adalah *Muller Hinton Agar* (MHA) yang telah terinokulasi bakteri uji dengan petridish dibagi menjadi 6 perlakuan dengan masing-masing sampel dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali pengulangan.

Zona bening yang terbentuk dari masing-masing perlakuan menghasilkan ukuran zona bening yang berbeda-beda sehingga pengamatan dilakukan menggunakan rumus rata-rata diameter zona hambat dengan mengukur terlebih dahulu zona bening di bagian horizontal dan vertikalnya. Hasil pengukuran setiap perlakuan dapat dilihat pada tabel pengukuran hasil zona hambat berikut.

1. Hasil Pengukuran Daya Hambat Kopi Robusta terhadap Bakteri *Salmonella typhi*

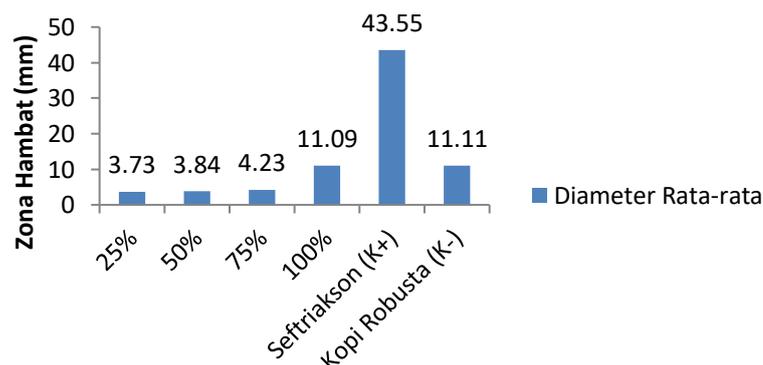
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang uji aktivitas antibakteri kopi Robusta terhadap bakteri *Salmonella typhi*, maka didapatkan rata-rata diameter zona hambat bakteri *Salmonella typhi* dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengukuran Zona Hambat Kopi Robusta Terhadap Bakteri *Salmonella typhi*

No	Konsentrasi (%)	Ulangan (mm)			Rata-rata	Kategori
		I	II	III		
1	25%	1.07	2.09	8.05	3.73	Lemah
2	50%	2.61	3.52	5.41	3.84	Lemah
3	75%	1.73	2.51	8.45	4.23	Lemah
4	100%	8.07	9.15	16.05	11.09	Kuat
5	Seftriakson (K+)	39.6	40.45	50.6	43.55	Sangat kuat
6	Kopi Robusta (K-)	8.18	9.07	16.09	11.11	Kuat

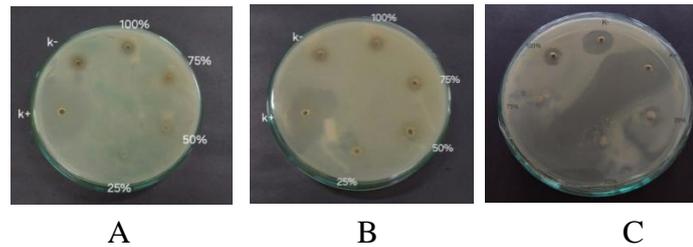
Sumber: Hasil Penelitian 2024

Data tabel 4.1 terlihat bahwa rata-rata zona hambat terbesar pada kontrol positif Seftriakson yaitu 43.55 mm, sedangkan zona hambat terkecil ada pada konsentrasi 25% yaitu 3.73 mm. Keseluruhan hasil pengukuran dapat dilihat pada diagram pada gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Diagram Pengukuran Zona Hambat Kopi Robusta Terhadap Bakteri *Salmonella typhi*

Berdasarkan gambar 4.1 di atas menunjukkan diameter rata-rata konsentrasi yang dapat dikategorikan sangat kuat yaitu pada daya hambat kontrol positif antibiotik Seftriakson (43.55 mm), kategori kuat ditunjukkan pada kontrol negatif kopi Robusta (11.11 mm) dan konsentrasi 100% (11.09 mm), Kategori lemah ditunjukkan pada konsentrasi 25% (3.73 mm), 50% (3.84 mm) dan 50% (4.23 mm). Berikut gambar hasil pengamatan daya hambat bakteri setiap pengulangan.



Gambar 4.2 Hasil Daya Hambat Kopi Robusta

A. Pengulangan 1

B. Pengulangan 2

C. Pengulangan 3

Selanjutnya, hasil diameter daya hambat dilakukan pengujian secara statistika menggunakan *software* SPSS versi 29 dengan uji *One-Way* ANOVA untuk mengetahui perbedaan nyata tiap perlakuan. Pengujian uji *One-Way* ANOVA memiliki beberapa asumsi untuk dipenuhi yaitu data harus normal dan homogen. Berikut tabel hasil pengujian secara statistika.

a. Uji Normalitas

Uji normalitas adalah uji untuk mengukur apakah data mempunyai distribusi normal, sehingga dapat digunakan dalam statistika parametrik dan jika data tidak berdistribusi normal, dapat digunakan dalam statistik non parametrik. Uji normalitas dilakukan dengan *Saphiro-Wilk*. Data berdistribusi normal jika $\text{Sig} > 0,05$ dan jika $\text{Sig} < 0,05$ maka data tidak berdistribusi normal. Adapun hipotesis yang digunakan sebagai berikut.

H_0 : Data sampel berdistribusi normal ($\text{sig} > 0,05$)

H_1 : Data sampel tidak berdistribusi secara normal ($\text{sig} < 0,05$)

Tabel 4.2 Hasil Uji Normalitas *Saphiro-Wilk* Kopi Robusta

	Nilai P	Keterangan
Konsentrasi 25%	0.259	Data normal
Konsentrasi 50%	0.619	Data normal
Konsentrasi 75%	0.203	Data normal
Konsentrasi 100%	0.239	Data normal
Kontrol Positif	0.222	Data normal
Kontrol Negatif	0.196	Data normal

Berdasarkan uji secara statistik pada tabel 4.2, didapatkan hasil nilai signifikansi masing-masing konsentrasi lebih besar dari *P-value* ($\alpha = 0,05$), maka dapat disimpulkan bahwa data yang digunakan pada penelitian ini berdistribusi normal, kemudian dilakukan uji homogenitas.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas merupakan syarat kedua dalam pengujian parametrik dimana asumsi homogenitas ini bertujuan untuk menguji apakah data yang diuji berasal dari populasi dengan variansi yang sama atau tidak. Adapun hipotesis yang digunakan pada uji homogenitas ini sebagai berikut:

H_0 : Data sampel bervariasi secara homogen ($\text{sig.} > 0,05$)

H_1 : Data sampel tidak bervariasi secara homogen ($\text{sig.} < 0,05$)

Tabel 4.3 Deskripsi Uji Homogenitas Kopi Robusta

Rerata Diameter	Descriptives							
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
konsentrasi 25%	3	3.7367	3.77011	2.17667	-5.6288	13.1021	1.07	8.05
konsentrasi 50%	3	3.8467	1.42830	.82463	.2986	7.3948	2.61	5.41
konsentrasi 75%	3	4.2300	3.67538	2.12198	-4.9001	13.3601	1.73	8.45
konsentrasi 100%	3	11.0900	4.32930	2.49952	.3354	21.8446	8.07	16.05
kontrol positif	3	43.1900	5.99005	3.45836	28.3099	58.0701	39.06	50.06
kontrol negatif	3	11.1133	4.33283	2.50156	.3500	21.8767	8.18	16.09
Total	18	12.8678	14.75576	3.47797	5.5299	20.2056	1.07	50.06

Tabel 4.4 Hasil Uji Homogenitas Kopi Robusta

Nilai P	Keterangan
0.180	Data homogen

Berdasarkan tabel 4.3 dan 4.4 menunjukkan bahwa hasil pengujian homogenitas kopi Robusta memperoleh nilai signifikansi sebesar 0.180. hasil tersebut berada diatas nilai *P-value* ($\alpha = 0.05$), maka dapat disimpulkan bahwa data bervariasi secara homogen.

Setelah hasil uji normalitas normal dan homogenitas terpenuhi. Selanjutnya data dapat dilakukan pengujian secara parametrik menggunakan uji *One-Way* ANOVA dengan uji lanjut *Duncan*.

c. Uji *One-Way* ANOVA

Uji *One-Way* ANOVA merupakan uji yang digunakan untuk melihat ada tidaknya daya antibakteri pada setiap perlakuan, tetapi tidak dapat digunakan untuk melihat seberapa besar signifikansi perbedaan rerata daya hambat tiap perlakuan, sehingga dilakukan uji selanjutnya uji *Post-Hoc Test* yaitu uji *Duncan*.

Pengujian dengan uji *One-Way* ANOVA dilakukan untuk melihat apakah data berbeda nyata atau tidak dan menguji nilai yang dihasilkan menggunakan uji lanjut *Duncan* untuk melihat perlakuan mana saja yang berbeda. adapun hipotesis dari uji *One-Way* ANOVA sebagai berikut:

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar populasi ($\text{sig} > 0,05$)

H_1 : Terdapat perbedaan yang signifikan antar populasi ($\text{sig} < 0,05$)

Tabel 4.5 Uji *One-Way* ANOVA Kopi Robusta

Rerata Diameter	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3495.134	5	699.027	40.657	<,001
Within Groups	206.318	12	17.193		
Total	3701.452	17			

Sumber: Hasil penelitian 2024

Berdasarkan tabel 4.5 pada uji *One-Way* ANOVA di atas didapatkan hasil dimana nilai dibawah probabilitas yaitu $(p)=0.001$ atau nilai $(p)<0,05$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hipotesis penelitian H_0 ditolak dan H_1 diterima, yaitu terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan, yang berarti kopi Robusta setiap perlakuan konsentrasi dan

kedua kontrol memiliki diameter zona hambat yang berbeda, maka dapat disimpulkan bahwa kopi Robusta memiliki daya antibakteri terhadap bakteri *Salmonella typhi*. Tahap selanjutnya adalah uji *Duncan*.

d. Uji *Duncan*

Uji *Duncan* bertujuan untuk membandingkan rata-rata antar perlakuan dengan menggunakan nilai signifikansi tertentu dan interval kepercayaan. Pada uji *Duncan*, terlebih dahulu dilakukan pengurutan rata-rata respon terkoreksi dari yang terbesar hingga yang terkecil. Kemudian, dilakukan uji perbandingan antara setiap pasangan perlakuan dengan menggunakan perhitungan nilai *p* yang didasarkan pada nilai signifikansi dan jumlah perlakuan. Adapun hipotesis uji lanjut *post-hoc Duncan* sebagai berikut:

H_0 : Nilai sig. (*p-value*) < 0,05 berkesimpulan tidak ada perbedaan secara nyata

H_1 : Nilai sig. (*p-value*) > 0,05 berkesimpulan ada perbedaan secara nyata

Tabel 4.6 Uji *Duncan* Kopi Robusta

Rerata Diameter			
Duncan ^{a,b}			
	N	Subset	
		1	2
Konsentrasi	3		
konsentrasi 25%	3	3.7367	
konsentrasi 50%	3	3.8467	
konsentrasi 75%	3	4.2300	
konsentrasi 100%	3	11.0900	
kontrol negatif	3	11.1133	
kontrol positif	3		43.1900
Sig.		.070	1.000

Keterangan:

1. Perbedaan letak kolom nilai subset menunjukkan tingkat perbedaan antar varian
2. Nilai yang terletak pada kolom subset yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antara perlakuan

Uji *Duncan* dilakukan jika hasil uji *One-Way* ANOVA terdapat perbedaan atau diperoleh hasil $p < 0,05$ dengan taraf kepercayaan 0,05. Dengan demikian, jika dilihat pada nilai uji *Duncan*, maka pada kopi Robusta konsentrasi 25%, 50%, 75%, 100%, dan kontrol negatif kopi Robusta menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$), namun berbeda nyata dengan kontrol positif Seftriakson ($p > 0,05$) yang memiliki tingkat zona hambat yang tinggi.

2. Hasil Pengukuran Daya Hambat Kombucha terhadap Bakteri *Salmonella typhi*

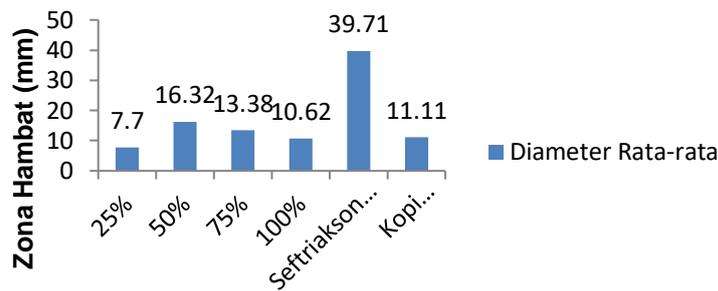
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang uji aktivitas antibakteri Kombucha terhadap bakteri *Salmonella typhi*, maka didapatkan rata-rata diameter zona hambat bakteri *Salmonella typhi* dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.7 Pengukuran Zona Bening Kombucha Terhadap Bakteri *Salmonella typhi*

No	Konsentrasi (%)	Ulangan (mm)			Rata-rata	Ketegori
		I	II	III		
1	25%	6.82	7.15	9.15	7.70	Sedang
2	50%	17.3	17.65	14.02	16.32	Kuat
3	75%	9.65	14.00	16.5	13.38	Kuat
4	100%	8.01	19.85	4.02	10.62	Kuat
5	Seftriakson (K+)	30.35	41.35	47.45	39.71	Sangat kuat
	Kopi Robusta (K-)	8.18	9.07	16.09	11.11	Kuat

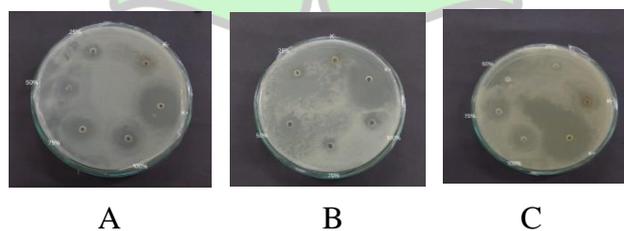
Sumber: Hasil Penelitian 2024

Berdasarkan data tabel 4.8 terlihat bahwa kombucha dengan rata-rata zona hambat terbesar yaitu kontrol positif Seftriakson yaitu 39.71 mm, sedangkan zona hambat terkecil ada pada konsentrasi 25% yaitu 7.70 mm. Keseluruhan hasil pengukuran zona hambat dapat dilihat pada diagram pada gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Diagram Pengukuran Zona Bening Kombucha Terhadap Bakteri *Salmonella typhi*

Berdasarkan gambar 4.3 di atas menunjukkan diameter rata-rata konsentrasi yang dapat dikategorikan sangat kuat yaitu pada daya hambat kontrol positif menggunakan antibiotik Seftriakson (39.71 mm), kategori kuat ditunjukkan pada Kombucha konsentrasi 50% (16.23 mm), 75% (13.23 mm), 100% (10.62 mm) dan kontrol negatif (11.11 mm), dan kategori sedang ditunjukkan pada Kombucha konsentrasi 25% (7.7 mm). Kontrol positif dengan menggunakan Seftriakson memiliki daya hambat yang lebih besar dibandingkan dengan perlakuan kombucha dan kontrol negatif yang menggunakan kopi Robusta. Berikut gambar hasil pengamatan zona hambat Kombucha setiap pengulangan.



Gambar 4.4 Hasil Daya Hambat Kombucha

- A. Pengulangan 1
- B. Pengulangan 2
- C. Pengulangan 3

Selanjutnya hasil diameter daya hambat dilakukan pengujian secara statistika menggunakan *software* SPSS versi 29 dengan uji *one way* ANOVA

untuk mengetahui perbedaan nyata tiap perlakuan. Pengujian uji *one way* ANOVA memiliki beberapa asumsi untuk dipenuhi yaitu data harus normal dan homogen. Berikut tabel hasil pengujian secara statistika.

a. Uji Normalitas

Uji normalitas adalah uji untuk mengukur apakah data mempunyai distribusi normal, sehingga dapat digunakan dalam statistik parametrik dan jika data tidak berdistribusi normal, dapat digunakan dalam statistic non parametrik. Uji normalitas dilakukan dengan *Saphiro-Wilk*. Data berdistribusi normal jika $Sig > 0,05$ dan jika $Sig < 0,05$ maka data tidak berdistribusi normal.¹⁴³ Adapun hipotesis yang digunakan sebagai berikut:

H_0 : Data sampel berdistribusi secara normal ($sig > 0,05$)

H_1 : Data sampel tidak berdistribusi secara normal ($sig < 0,05$)

Tabel 4.8. Uji Normalitas Kombucha

	Nilai P	Keterangan
Konsentrasi 25%	0.251	Data normal
Konsentrasi 50%	0.306	Data normal
Konsentrasi 75%	0.609	Data normal
Konsentrasi 100%	0.467	Data normal
Kontrol positif	0.687	Data normal
Kontrol negatif	0.196	Data normal

Berdasarkan uji secara statistik pada tabel 4.8 didapatkan hasil signifikansi masing-masing konsentrasi lebih besar dari *P-value* ($\alpha = 0,05$). Maka, dapat disimpulkan bahwa data yang digunakan pada penelitian ini berdistribusi normal.

¹⁴³Arum Fajarwati, *Uji Aktivitas Antibakteri Gel fraksi dari Ekstrak Sokhlet Zibethinus folium terhadap Escherichia coli Secara In Vitro*, (TulungAgung: Stikes karya Putra Farmasi, 2018), h. 39

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas merupakan syarat kedua dalam pengujian parametrik dimana asumsi homogenitas ini bertujuan untuk menguji apakah data yang diuji berasal dari populasi dengan variansi yang sama atau tidak.¹⁴⁴ Adapun hipotesis yang digunakan pada uji ini sebagai berikut:

H_0 : Data sampel bervariasi secara homogen ($\text{sig} > 0,05$)

H_1 : Data sampel tidak bervariasi secara homogen ($\text{sig} < 0,05$)

Tabel 4.9 Deskripsi Uji Homogenitas Kombucha
Descriptive

Diameter Rata-rata									
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
konsentrasi 25%	3	7.7067	1.26081	.72793	4.5746	10.8387	6.82	9.15	
konsentrasi 50%	3	16.2333	1.94171	1.12105	11.4099	21.0568	14.02	17.65	
konsentrasi 75%	3	13.2333	3.26815	1.88687	5.1148	21.3519	9.65	16.05	
konsentrasi 100%	3	10.6267	8.23301	4.75333	-9.8253	31.0786	4.02	19.85	
kontrol positif	3	39.7167	8.66622	5.00344	18.1886	61.2447	30.35	47.45	
kontrol negatif	3	11.1133	4.33283	2.50156	.3500	21.8767	8.18	16.09	
Total	18	16.4383	11.94867	2.81633	10.4964	22.3803	4.02	47.45	

Tabel 4.10 Hasil Uji Homogenitas Kombucha

Nilai P	Keterangan
0.061	Data homogen

Berdasarkan Tabel 4.9 dan Tabel 4.10 menunjukkan bahwa hasil pengujian homogenitas pada uji daya hambat bakteri *Salmonella typhi* pada fermentasi kombucha memperoleh nilai signifikansi sebesar 0.061. Hasil tersebut berada di atas nilai $p\text{-value}$ ($\alpha = 0,05$) maka dapat disimpulkan bahwa data bervariasi secara homogen.

¹⁴⁴Nuryadi, dkk, *Dasar-dasar Statistik Penelitian*, (Yogyakarta: Gramasurya,2017), h. 89

Setelah hasil uji normalitas dan homogenitas terpenuhi maka data dapat dilakukan pengujian secara uji parametrik menggunakan uji *One Way* ANOVA dengan uji lanjut Uji *Duncans*.

c. Uji *One Way* ANOVA

Uji *One-Way* ANOVA merupakan uji yang digunakan untuk melihat ada tidaknya daya antibakteri pada setiap kelompok perlakuan, tetapi tidak dapat digunakan untuk melihat seberapa besar signifikansi perbedaan rerata daya hambat tiap kelompok perlakuan, sehingga dilakukan uji selanjutnya yaitu Uji *Post Hoc* test yaitu uji *Duncan*.

Pengujian dengan uji *One Way* ANOVA dilakukan untuk melihat apakah data berbeda nyata atau tidak dan menguji nilai yang dihasilkan menggunakan uji lanjut uji *Duncan* untuk melihat kelompok mana saja yang berbeda. Adapun hipotesis dari uji *One Way* ANOVA sebagai berikut:

H_0 :Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar populasi ($\text{sig} > 0,05$)

H_1 :Terdapat perbedaan yang signifikan antar populasi ($\text{sig} < 0,05$)

Tabel 4.11 Uji *One-Way* ANOVA Kombucha
ANOVA

Diameter Rata-rata	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2071.704	5	414.341	13.990	<.001
Within Groups	355.400	12	29.617		
Total	2427.104	17			

Berdasarkan tabel 4.11 pada Uji *One-Way* ANOVA di atas didapatkan hasil dimana nilai dibawah probabilitas (p) = 0.001 atau nilai (p) < 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa hipotesis

penelitian H_0 ditolak dan H_1 diterima, terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan, yang berarti bahwa fermentasi Kombucha setiap perlakuan konsentrasi, dan kedua kontrol memiliki diameter zona hambat yang berbeda yang berarti memiliki daya antibakteri terhadap pertumbuhan bakteri *Salmonella typhi*.

d. Uji *Duncan*

Uji *Duncan* bertujuan untuk membandingkan rata-rata antar perlakuan dengan menggunakan nilai signifikansi tertentu dan interval kepercayaan. Pada uji *Duncan*, terlebih dahulu dilakukan pengurutan rata-rata respon terkoreksi dari yang terbesar hingga yang terkecil. Kemudian, dilakukan uji perbandingan antara setiap pasangan perlakuan dengan menggunakan perhitungan nilai p yang didasarkan pada nilai signifikansi dan jumlah perlakuan. Adapun hipotesis uji lanjut *Post-Hoc Duncan* sebagai berikut¹⁴⁵:

H_0 :Nilai Sig. (*P Value*) < 0,05 berkesimpulan tidak ada perbedaan secara nyata.

H_1 :Nilai Sig. (*P Value*) > 0,05 berkesimpulan ada perbedaan secara nyata.

Tabel 4.12 Hasil Uji *Duncan* Kombucha rerata Diameter

Duncan ^{a,b}		Subset for alpha = 0.05	
Konsentrasi	N	1	2
kontrol negatif	3	7.7067	
konsentrasi 25%	3	10.6267	
konsentrasi 100%	3	11.1133	
konsentrasi 75%	3	13.2333	
konsentrasi 50%	3	16.2333	
kontrol positif	3		39.7167
Sig.		.105	1.000

¹⁴⁵Ihksa Munawwaroh, "Implementasi Analisis Variansi Pada Desain Bujur Sangkar Youden Untuk Eksperimen", *Equator JMSS*, Vol. 2, No.1, (2023), h. 13, Doi: <https://dx.doi.org/10.26418/ejmss.v2i1.64598>

Keterangan:

1. Perbedaan letak kolom nilai subset menunjukkan tingkat perbedaan antar varian
2. Nilai yang terletak pada kolom subset yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antara perlakuan

Uji *Duncans* dilakukan jika hasil uji *One-Way ANOVA* terdapat perbedaan atau diperoleh hasil $p < 0,05$ pada uji *One-Way ANOVA* dengan taraf kepercayaan 0,05. Dengan demikian jika dilihat pada nilai uji *Duncan*, maka pada konsentrasi Kombucha 25%, 50%, 75%, 100% dan kontrol negatif kopi Robusta menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$), namun berbeda nyata dengan kontrol positif Seftriakson ($p > 0,05$) yang memiliki tingkat zona hambat yang tinggi.

3. Hasil Pengukuran Daya Hambat Kopi Kombucha terhadap Bakteri *Salmonella typhi*

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang uji aktivitas antibakteri kopi Robusta yang difermentasi dengan Kombucha terhadap bakteri *Salmonella typhi*, maka didapatkan rata-rata diameter zona hambat bakteri *Salmonella typhi* dapat dilihat pada tabel 4.13.

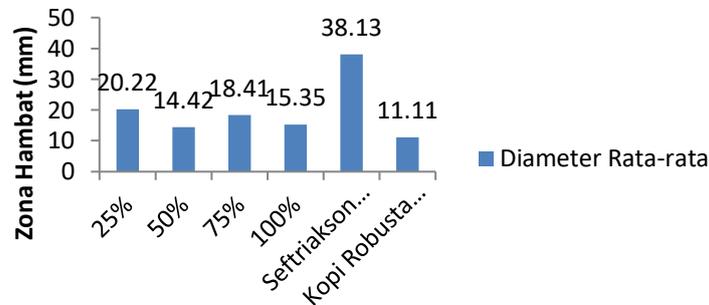
Tabel 4.13 Hasil Pengukuran Zona Bening Kopi Kombucha Terhadap Bakteri *Salmonella typhi*

No	Konsentrasi (%)	Zona Hambat (mm)			Rata-rata	Kategori
		I	II	III		
1	25%	8.00	20.02	32.65	20.22	Sangat kuat
2	50%	7.00	9.25	27.02	14.42	Kuat
3	75%	27.17	10.02	18.04	18.41	Kuat
4	100%	21.55	17.09	7.42	15.35	Kuat
5	Seftriakson (K+)	37.2	32.95	44.25	38.13	Sangat kuat
6	Kopi Robusta (K-)	8.18	9.07	16.09	11.11	Kuat

Sumber: Hasil Penelitian 2024

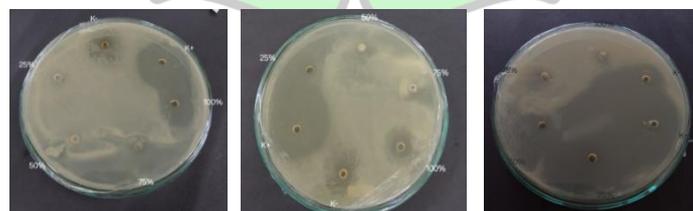
Berdasarkan data tabel 4.13 terlihat bahwa diameter rata-rata zona hambat terbesar adalah kontrol positif Seftriakson yaitu 38.13 mm, sedangkan zona

hambat terkecil ada pada konsentrasi 50% yaitu 14.48 mm. Keseluruhan hasil pengukuran dapat dilihat pada diagram pada gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 Diagram Pengukuran Zona Bening Kopi Kombucha Terhadap Bakteri *Salmonella typhi*

Berdasarkan gambar 4.5 di atas menunjukkan diameter rata-rata konsentrasi yang dapat dikategorikan sangat kuat yaitu pada daya hambat kontrol positif Seftriakson (38.13 mm). Kategori kuat ditunjukkan pada konsentrasi 25% (20.28 mm), 100% (15.62 mm), 75% (18.59 mm), 50% (14.48 mm) dan kontrol negatif kopi Robusta (11.11 mm). Kontrol positif Seftriakson, konsentrasi sediaan adalah 0,30 g/3mL dilarutkan dengan pelarut aquadest steril 10 mL. Berikut gambar hasil pengamatan zona hambat kopi Kombucha setiap pengulangan.



Gambar 4.6 Hasil Daya Hambat Kopi Kombucha
 A. Pengulangan 1
 B. Pengulangan 2
 C. Pengulangan 3

Data yang diperoleh dilanjutkan analisis statistika parametrik berupa uji *One-Way* ANOVA, sebelum dilakukan uji tersebut maka dilakukan uji normalitas dan uji variansi dimana data tersebut harus homogen. Setelah mendapatkan hasil uji normalitas data dan homogenitas variansi dapat dilakukan uji *One-Way* ANOVA. Berikut tabel hasil pengujian secara statistika.

a. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan dengan *Saphiro-Wilk*. Adapun hipotesis yang digunakan sebagai berikut:

H_0 : Data sampel berdistribusi secara normal (sig. > 0,05)

H_1 : Data sampel tidak berdistribusi secara normal (sig. < 0,05)

Tabel 4.14 Uji Normalitas Fermentasi Kopi Kombucha

	Nilai P	Keterangan
Konsentrasi 25%	0.973	Data normal
Konsentrasi 50%	0.196	Data normal
Konsentrasi 75%	0.929	Data normal
Konsentrasi 100%	0.599	Data normal
Kontrol positif	0.694	Data normal
Kontrol negatif	0.196	Data normal

Berdasarkan tabel 4.14 diperoleh hasil signifikansi dari masing-masing konsentrasi lebih besar dari *P-value* ($\alpha = 0,05$). Maka dapat disimpulkan bahwa data diameter daya hambat berdistribusi normal.

b. Uji Homogenitas

Tabel 4.15 Deskripsi Uji Homogenitas kopi Kombucha

		Descriptives							
Rata-rata									
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
konsentrasi 25%	3	20.2233	12.32626	7.11657	-10.3968	50.8435	8.00	32.65	
konsentrasi 50%	3	14.4233	10.96689	6.33174	-12.8199	41.6666	7.00	27.02	
konsentrasi 75%	3	18.4100	8.58098	4.95423	-2.9063	39.7263	10.02	27.17	
konsentrasi 100%	3	15.3533	7.22331	4.17038	-2.5904	33.2970	7.42	21.55	
kontrol positif	3	38.0733	5.72317	3.30427	23.8562	52.2905	32.95	44.25	
kontrol negatif	3	11.1133	4.33283	2.50156	.3500	21.8767	8.18	16.09	
Total	18	21.7517	11.63551	2.74252	15.9655	27.5379	7.00	44.25	

Tabel 4.16 Uji Homogenitas kopi Kombucha

Nilai P	Keterangan
0.599	Data homogen

Tabel 4.15 dan 4.16 menunjukkan bahwa hasil pengujian homogenitas kopi Kombucha memperoleh nilai signifikansi sebesar 0.599, hasil tersebut berada di atas nilai *p-value* ($\alpha = 0,05$), maka dapat disimpulkan bahwa data bervariasi secara homogen. Setelah hasil uji normalitas dan homogenitas terpenuhi maka data dapat dilakukan pengujian secara uji parametrik menggunakan uji *One-Way ANOVA* dengan uji lanjut Uji *Duncan*.

c. Uji *One-Way ANOVA*

Pengujian dengan *One-Way ANOVA* dilakukan untuk melihat apakah data berbeda nyata atau tidak dan menguji nilai yang dihasilkan menggunakan uji lanjut uji *Duncan* untuk melihat perlakuan mana saja yang berbeda. jika hasil uji menunjukkan H_0 ditolak (tidak ada perbedaan), maka uji lanjut (*Post Hoc Test*) tidak dilakukan.

Adapun hipotesis dari uji *One-Way ANOVA* sebagai berikut:

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar populasi (sig > 0,05)

H_1 : Terdapat perbedaan yang signifikan antar populasi (sig < 0,05)

Tabel 4.17 Uji *One-Way ANOVA*

Rata-rata	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1140.969	5	228.194	2.359	.030
Within Groups	1160.579	12	96.715		
Total	2301.548	17			

Berdasarkan tabel 4.17 pada Uji *One Way ANOVA* di atas didapatkan hasil dimana nilai dibawah probabilitas (p) = 0.030 atau nilai (p) < 0,05,

sehingga dapat disimpulkan bahwa hipotesis penelitian H_0 ditolak dan H_1 diterima, yang berarti fermentasi kopi Kombucha tiap konsentrasi dan kedua kontrol terdapat perbedaan yang signifikan pada daya hambat fermentasi kopi Kombucha terhadap pertumbuhan bakteri *Salmonella typhi*. secara statistik.

d. Uji *Duncan*

Uji *Duncan* bertujuan untuk membandingkan rata-rata antar perlakuan dengan menggunakan nilai signifikansi tertentu dan interval kepercayaan. Pada uji *Duncan*, terlebih dahulu dilakukan pengurutan rata-rata respon terkoreksi dari yang terbesar hingga yang terkecil. Kemudian, dilakukan uji perbandingan antara setiap pasangan perlakuan dengan menggunakan perhitungan nilai p yang didasarkan pada nilai signifikansi dan jumlah perlakuan. Adapun hipotesis uji lanjut *Duncan* sebagai berikut:

- H_0 : Nilai sig (p -value) $< 0,05$ berkesimpulan tidak ada perbedaan secara nyata
 H_1 : Nilai sig (p -value) $> 0,05$ berkesimpulan ada perbedaan secara nyata

Tabel 4.18 Hasil Uji *Duncan* Fermentasi Kopi Kombucha
Rata-rata

Konsentrasi	N	Subset	
		1	2
kontrol negatif	3	11.1133	
konsentrasi 50%	3	14.4233	
konsentrasi 100%	3	15.3533	
konsentrasi 75%	3	18.4100	
konsentrasi 25%	3	20.2233	
kontrol positif	3		38.0733
Sig.		.261	1.000

Keterangan:

1. Perbedaan letak kolom nilai subset menunjukkan tingkat perbedaan antar varian
2. Nilai yang terletak pada kolom subset yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antara perlakuan

Uji *Duncan* dilakukan jika hasil uji *One-Way* ANOVA terdapat perbedaan atau diperoleh hasil $p < 0,05$ pada uji *One-Way* ANOVA dengan taraf kepercayaan 0,05. Dengan demikian jika dilihat pada nilai uji *Duncan*, maka pada konsentrasi kopi Kombucha 25%, 50%, 75%, 100 dan kontrol negatif kopi Robusta menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$), namun berbeda nyata dengan kontrol positif Seftriakson ($p > 0,05$) yang memiliki tingkat zona hambat yang tinggi.

4. Kelayakan Modul Praktikum Sebagai Referensi Praktikum Mikrobiologi

Hasil penelitian uji aktivitas antibakteri kopi Robusta yang difermentasi dengan Kombucha terhadap bakteri *Salmonella typhi* akan menghasilkan referensi praktikum Mikrobiologi berupa Modul. Modul yang dihasilkan akan menjadi referensi tambahan bagi mahasiswa maupun dosen dalam pelaksanaan praktikum materi Uji Antibiotik/antimikroba dengan memperbaharui bahan yang digunakan yaitu bahan alami berupa kopi Robusta, Kombucha dan fermentasi kopi Kombucha. Cover modul praktikum Mikrobiologi dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Cover Modul Praktikum Mikrobiologi

Gambar 4.7 merupakan cover modul praktikum Mikrobiologi. Cover modul memuat judul, nama pengarang dan tempat terbit. Sampul modul memuat judul “Uji Aktivitas Antibakteri Kopi Robusta Yang Difermentasikan Dengan Kombucha Terhadap Bakteri *Salmonella typhi* Sebagai Referensi Modul Praktikum Mikrobiologi”. Adapun cover modul praktikum ini didesain dengan sangat menarik dengan menampilkan gambar kopi Kombucha, gambar uji aktivitas antibakteri, gambar isolat *Salmonella typhi*, dan gambar kopi Robusta.

Uji kelayakan modul praktikum dinilai dengan menggunakan lembar angket yang diberikan kepada validator yang bersangkutan. Validator uji kelayakan modul dilakukan oleh 2 tim validator yang dibagi menjadi 2 ahli, yakni 1 validator ahli materi dan 1 validator ahli media.

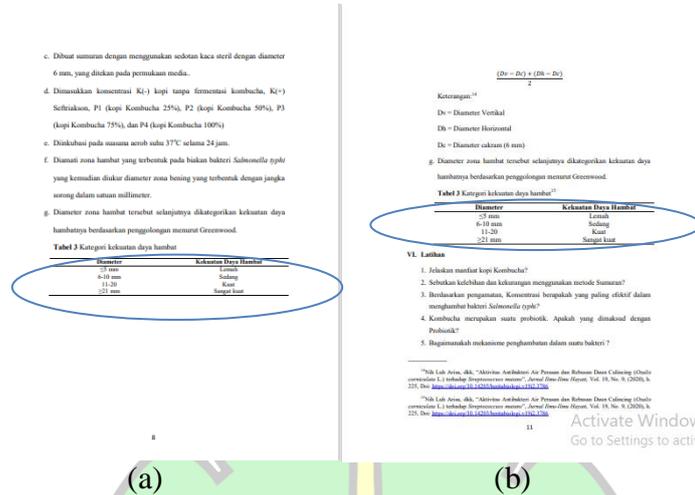
a. Uji Kelayakan Media pada Modul Praktikum

Uji kelayakan media modul praktikum dilakukan oleh satu validator ahli media, dengan mengisi lembar angket. Lembar angket ahli media terdiri dari 10 pertanyaan yang dibagi dalam 5 komponen yaitu komponen kesederhanaan, komponen keterpaduan, komponen penekanan, komponen keseimbangan dan komponen bentuk.

Validator ahli media menyatakan bahwa modul praktikum sudah layak digunakan dengan perbaikan ringan seperti beberapa kesalahan dalam ukuran penulisan dalam tabel. Berikut ini saran perbaikan pada uji kelayakan media oleh validator.

1) Perubahan Ukuran Tulisan

Berikut merupakan gambar perbaikan ukuran tulisan pada tabel setelah melalui proses dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Tampilan Ukuran Tulisan, (a) Sebelum perbaikan. (b) Setelah perbaikan

Perubahan ukuran tulisan pada tabel sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan adalah *size* 10 dan menjadi ukuran standart yakni *size* 12, agar tulisan sama dengan tulisan lainnya. Hasil uji kelayakan ahli media pada modul praktikum dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4. 19 Hasil Uji Kelayakan Ahli Media

No	Komponen Penilaian	Skor Total	\bar{X} Skor	Skor Maksimal	%	Kategori
1	Kesederhanaan	8	4	10	80	Layak
2	Keterpaduan	8	4	10	80	Layak
3	Penekanan	8	4	10	80	Layak
4	Keseimbangan	7	3.5	10	70	Layak
5	Bentuk	10	5	10	100	Sangat Layak
Total Skor Keseluruhan		41	4.1	50	82	Sangat Layak

Sumber: Hasil Penelitian 2024

Berdasarkan tabel 4.19 menunjukkan bahwa hasil uji validasi produk penilaian berupa modul praktikum Mikrobiologi oleh validator ahli media

memperoleh persentase kelayakan 82% dengan kategori sangat layak. Indikator penilaian tertinggi yaitu pada komponen bentuk yang memperoleh skor rata-rata 5 dengan kategori sangat layak. Sedangkan indikator penilaian terendah yaitu pada komponen keseimbangan yang memperoleh skor 3.5 dengan kategori kurang layak.

b. Uji Kelayakan Materi pada Modul Praktikum Mikrobiologi

Uji kelayakan materi modul praktikum dilakukan oleh 1 validator ahli materi dengan mengisi angket. Lembar angket ahli materi terdiri dari 21 pertanyaan yang dibagi dalam 4 komponen yaitu kelayakan isi modul praktikum Mikrobiologi, kelayakan penyajian, kelayakan kegrafika, dan kelayakan pengembangan. Validator memberikan komentar dan saran untuk perbaikan materi praktikum. Berikut saran perbaikan pada uji kelayakan materi oleh validator.

1) Perubahan Tampilan Cover

Perubahan tampilan cover terlihat pada Gambar 4.9.



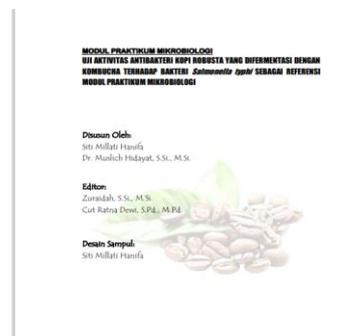
Gambar 4. 9 Tampilan cover modul praktikum, (a) Sebelum Perbaikan. (b) Setelah Perbaikan

Perubahan pada beberapa tampilan cover terlihat pada gambar 4.9 diatas. Perubahan yang dilakukan yakni pada penulisan nama ilmiah bakteri *Salmonella typhi* yang dimana nama genus wajib huruf kapital

dan nama spesies tidak kapital, kemudian penambahan keterangan di setiap gambar pada cover seperti kopi Kombucha, uji aktivitas antibakteri, isolat *Salmonella typhi*, dan kopi Robusta. Perubahan juga terjadi pada nama penerbit yang ditambahkan pada cover, serta perubahan pada tampilan cover yang diubah agar lebih menarik.

2) Penambahan Lembar *Preliminaries*

Berikut lembar *Preliminaries* pada Gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Lembar *Preliminaries*

Penambahan lembar *Preliminaries* merupakan halaman pendahuluan yang sangat perlu disertakan sebelum informasi atau isi utama buku disampaikan. Lembar ini berisi judul, nama penulis, editor, desain sampul.

3) Perubahan Daftar Isi pada Modul Praktikum

Berikut perubahan daftar isi pada Gambar 4.11.

DAFTAR ISI		DAFTAR ISI	
KATA PENGANTAR	1	TIM KALIBATOR	1
DAFTAR ISI	4	KATA PENGANTAR	4
DAFTAR GAMBAR	6	DAFTAR ISI	6
PELUKUK PENGANTARAN MENDALAM	8	DAFTAR GAMBAR	6
DAFTAR KATA ANTIBIOTIK/ANTIBIOTIK	9	PELUKUK PENGANTARAN MENDALAM	8
I. Pabrik Pembuatan	9	DAFTAR KATA ANTIBIOTIK/ANTIBIOTIK	9
II. Lahan	9	I. Pabrik Pembuatan	9
III. Lahan Test	9	II. Lahan	9
IV. Cara Kerja	9	III. Lahan Test	9
V. Peralatan Kerja	9	IV. Cara Kerja	9
VI. Hasil Pengamatan	9	V. Peralatan Kerja	9
VII. Pembahasan	9	VI. Hasil Pengamatan	9
VIII. Kesimpulan	9	VII. Pembahasan	9
IX. Daftar Pustaka	9	VIII. Kesimpulan	9
LAMPIRAN FORDI DAHAR PEMERIKSAAN	10	IX. Daftar Pustaka	9
REKAPITULASI	10	LAMPIRAN FORDI DAHAR PEMERIKSAAN	10
		REKAPITULASI	10

(a)

(b)

Gambar 4.11 Tampilan daftar isi, (a) Sebelum Perbaikan. (b). Setelah Perbaikan

berdasarkan gambar 4.11 Perubahan pada daftar isi terletak pada halaman daftar, dimana jenis *font* belum sama dengan yang lainnya dan terlihat belum rapi pada daftar.

4) Perubahan Daftar Tabel

Berikut perubahan daftar tabel pada Gambar 4.11.

DAFTAR TABEL		DAFTAR TABEL	
Tabel 1 Alat yang Digunakan dalam Praktikum Uji Aktivitas Antibakteri Keping Rebusan Yang Didifermentasi Dengan Kambucha Terhadap <i>Salmonele typhi</i>	3	Tabel 1	4
Tabel 2 Bahan yang Digunakan dalam Praktikum Uji Aktivitas Antibakteri Keping Rebusan Yang Didifermentasi Dengan Kambucha Terhadap <i>Salmonele typhi</i>	4	2. Bahan yang Digunakan dalam Praktikum Uji Aktivitas Antibakteri Keping Rebusan Yang Didifermentasi Dengan Kambucha Terhadap <i>Salmonele typhi</i>	5
Tabel 3 Kategori kekeuhan daya hambat.....	8	3. Kategori Kekeuhan Daya Hambat.....	11

(a)

(b)

Gambar 4. 12 Tampilan daftar tabel, (a) Sebelum Perbaikan.
(b) Setelah Perbaikan

Perubahan daftar tabel terletak pada tata letak dan penambahan kata. penambahan kata tabel sebagai acuan nomor pada tabel dan kata halaman sebagai acuan pada nomor halaman. Perubahan pada daftar tabel agar terlihat lebih rapi dan sejajar pada setiap nomor halaman.

5) Perubahan Tata Letak Judul Praktikum

Perubahan tata letak judul praktikum terlihat pada Gambar 4.12.

PRAKTIKUM		PRAKTIKUM	
DAYA KERJA ANTIMIKROBA/ANTIBIOTIK		DAYA KERJA ANTIMIKROBA/ANTIBIOTIK	

(a)

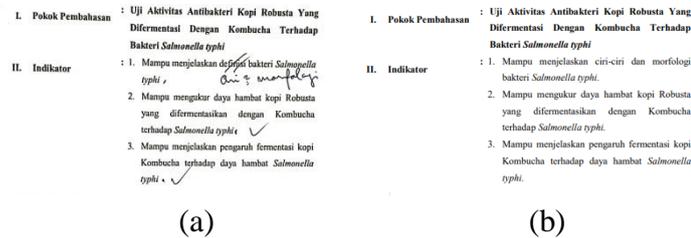
(b)

Gambar 4. 13 Tampilan Tata Letak Judul, (a) Sebelum Perbaikan.
(b) Setelah Perbaikan

Perubahan tata letak pada judul dilakukan dengan mengurangi spasi antar paragraf. Jarak awal spasi yakni 2 dan diubah menjadi 1 agar tidak terlalu jauh dan tidak berjarak antar paragraf.

6) Perubahan Indikator Praktikum

Perubahan indikator praktikum terlihat pada Gambar 4.13



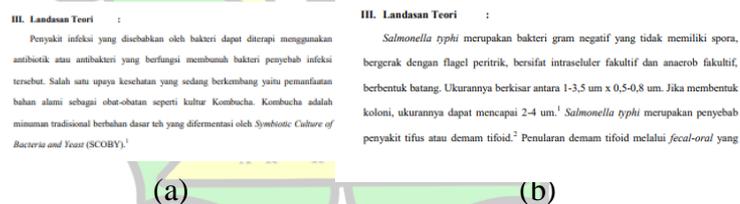
Gambar 4. 14 Tampilan indikator praktikum, (a) Sebelum Perbaikan (b) Setelah Perbaikan

Perubahan indikator praktikum terletak pada indikator satu.

Indikator satu diubah menjadi ‘mampu menjelaskan ciri-ciri dan morfologi *Salmonella typhi*. Artinya bahwa indikator satu harus dimulai dengan ciri dan morfologi dari bakterinya, bukan hanya menjelaskan definisi saja. Penambahan tanda titik (.) juga dilakukan pada perubahan ini.

7) Perubahan Landasan Teori

Perubahan landasan teori terlihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4. 15 Tampilan Landasan Teori, (a) Sebelum Perbaikan. (b) Setelah Perbaikan

Perubahan landasan teori berupa penambahan materi yang menyesuaikan indikator praktikum. Penambahan materi yang disesuaikan adalah ciri-ciri dan morfologi *Salmonella typhi*, teori tentang uji daya hambat, fungsi dan manfaat kombucha dalam dunia kesehatan, dan penelitian terdahulu uji daya hambat kombucha dengan bakteri lain, serta penambahan nomor doi pada setiap sumber jurnal.

8) Perubahan Prosedur Kerja

Berikut perubahan prosedur kerja pada Gambar 4.15.

5. Variasi Konsentrasi Pengenceran Kopi Kombucha
 Variasi pengenceran dengan cara melarutkan kopi kombucha dengan aquadest steril. Dibuat beberapa variasi konsentrasi kopi kombucha, meliputi konsentrasi 25%, 50%, 75% dan 100%. *→ Porsi jumlah dan jenisnya dibuat dan dicampurkan!*

6. Prosedur Pembuatan Media Mueller Hinton Agar (MHA)
 a. Media dibuat dengan melarutkan sebanyak 3,8 gram *Muller Hinton Agar* dalam aquadest sebanyak 340 ml pada Erlenmeyer 500 ml, kemudian diguncang hingga mendidih disertai pengadukan sampai bubuk benar-benar larut.
 b. Media ini kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121° C selama 15 menit.

b. Teh disaring menggunakan penyaringan kain, kemudian menambahkan 250 gr gula dan aduk sampai larut.
 c. Teh di masukkan ke dalam wadah kaca atau *stainless steel* yang bersih.
 d. Setelah teh dingin, ditambahkan Starter Kombucha dan cairan induk yang berasal dari fermentasi sebelumnya sebanyak 10%. *→ Gula dan pengenceran*
 e. Bagian atas wadah ditutup dengan kain kasa yang dikat dengan karet gelang untuk memberikan oksigen dalam jumlah kecil (mikroserefik), selanjutnya di inkubasi selama 7-10 hari dalam suhu ruangan.
 f. Suhu optimal 23-27°C, hindari dari sinar matahari serta guncangan/getaran.

(a)

konsentrasi 25%, 50%, 75% dan 100%. Masing-masing perlakuan menambahkan 10 ml larutan dalam setiap tabung reaksi. Perubahan berbagai konsentrasi kopi Kombucha dibuat dengan cara mencair jumlah volume larutan kopi Kombucha dengan menggunakan teknik perhitungan volume larutan dan konsentrasi larutan.
 Rumus Pengenceran: $V_1 M_1 = V_2 M_2$
 Keterangan:
 V₁: Volume larutan yang diambil (ml)
 M₁: Konsentrasi diambil yang diambil (%)
 V₂: Volume larutan yang akan diambil (ml)
 M₂: Konsentrasi larutan yang akan dibuat (%)
 Perubahan tiap-tiap konsentrasi berdasarkan rumus adalah sebagai berikut:
 a. Konsentrasi 25%: $V_1 M_1 = V_2 M_2$
 $V_1 (100\% = 25\% \cdot 10 \text{ ml})$
 $V_1 = 2,5 \text{ ml}$
 b. Konsentrasi 50%: $V_1 M_1 = V_2 M_2$
 $V_1 (100\% = 50\% \cdot 10 \text{ ml})$
 $V_1 = 5 \text{ ml}$
 c. Konsentrasi 75%: $V_1 M_1 = V_2 M_2$
 $V_1 (100\% = 75\% \cdot 10 \text{ ml})$
 $V_1 = 7,5 \text{ ml}$

b. Teh disaring menggunakan penyaringan kain, kemudian menambahkan 250 gr gula dan aduk sampai larut.
 c. Teh di masukkan ke dalam wadah kaca atau *stainless steel* yang bersih.
 d. Setelah teh dingin, ditambahkan Starter Kombucha dan cairan induk yang berasal dari fermentasi sebelumnya sebanyak 10%. Perbandingan Starter Kombucha 10% dibuat berdasarkan rumus sebagai berikut:
 Rumus: $V_1 M_1 = V_2 M_2$
 Keterangan: V₁: Volume larutan yang diambil (ml)
 M₁: Konsentrasi diambil yang diambil (%)
 V₂: Volume larutan yang akan dibuat (ml)
 M₂: Konsentrasi larutan yang akan dibuat (%)
 Jadi pengencerannya: 100 ml starter Kombucha ditambahkan 100 ml Teh dingin.
 e. Bagian atas wadah ditutup dengan kain kasa yang dikat dengan karet gelang untuk memberikan oksigen dalam jumlah kecil (mikroserefik), selanjutnya di inkubasi selama 7-10 hari dalam suhu ruangan.
 f. Suhu optimal 23-27°C, hindari dari sinar matahari serta guncangan/getaran.

$$\frac{(Dv - Dc) + (Dh - Dc)}{2}$$

Keterangan:¹⁴
 Dv = Diameter Vertikal
 Dh = Diameter Horizontal
 Dc = Diameter cakram (6 mm)

(b)

Gambar 4. 16 Tampilan Prosedur Kerja, (a) Sebelum Perbaikan. (b) Setelah Perbaikan

Perubahan prosedur kerja berupa penambahan cara kerja pada pengenceran larutan konsentrasi kopi kombucha 25%, 50%, 75%, 100% dan pelarutan konsentrasi 10% kombucha untuk pembuatan teh Kombucha. Perubahan juga terlihat pada penambahan rumus untuk mengukur uji daya hambat.

9) Penambahan Latihan Soal

Penambahan latihan soal terlihat pada Gambar 4.16.

VI. Latihan

1. Jelaskan manfaat kopi Kombucha?
2. Sebutkan kelebihan dan kekurangan menggunakan metode Sumuran?
3. Berdasarkan pengamatan, Konsentrasi berapakah yang paling efektif dalam menghambat bakteri *Salmonella typhi*?
4. Kombucha merupakan suatu probiotik. Apakah yang dimaksud dengan Probiotik?
5. Bagaimanakah mekanisme penghambatan dalam suatu bakteri ?

Gambar 4. 17 Latihan Soal Daya Kerja Antimikroba/ Antibiotik

Validator ahli materi menyarankan untuk menambahkan latihan soal. Latihan soal ini bertujuan untuk melatih kemampuan teori mahasiswa setelah menjalani praktikum. Latihan ini berupa soal esai

dengan 5 pertanyaan terkait teori dan praktikum ‘daya kerja antimikroba/ antibiotik’ uji aktivitas antibakteri kopi Robusta yang difermentasi dengan Kombucha terhadap bakteri *Salmonella typhi* sebagai referensi modul praktikum Mikrobiologi.

10) Penambahan Tabel Pengamatan

Penambahan tabel pengamatan terlihat pada Gambar 4.17.

VIII. Tabel Pengamatan :

Gambar :	Keterangan
Gambar :	Keterangan

Gambar 4.18 Tabel Pengamatan

Penambahan tabel pengamatan bertujuan untuk memudahkan mahasiswa dalam menulis hasil pengamatan yang telah didapatkan dari praktikum ‘uji antibiotik/antimikroba’.

11) Perubahan Daftar Pustaka

Perubahan daftar pustaka terlihat pada Gambar 4.18.

<p>IX. Daftar Pustaka :</p> <p>Khairunnisa. 2020. Hubungan Jumlah Leukosit dan Persentase Limfosit Terhadap Tingkat Demam Pada Pasien Anak Dengan Demam Tifoid Di RSUD Buana Arah Tahun 2018 – Oktober 2019 Seminar Nasional Riset Kesehatan (SENSORIK)</p> <p>Spedding G. 2015. "So What is Kombucha? An Alcoholic or a Non-Alcoholic Beverage? A Brief Selected Literature Review and Personal Reflection". <i>Brewing and Distilling Analytical Service</i></p> <p>Farhaty. 2017. "Tinjauan Kimia dan Aspek Farmakologi Senyawa Asam Klorogenat Pada Biji Kopi". <i>Review Farmaka</i>. Vol. 14. No. 1.</p> <p>Dwi Puji Rahayu. 2020. "Aktivitas Antibakteri Fraksi Etil Asetat kopi Robusta Terhadap <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Salmonella typhi</i>". <i>Jurnal Ankti</i>. Vol. 8. No. 2</p> <p>Fairuz Inara. 2020. "<i>Salmonella typhi</i> Bakteri Penyebab Demam Tifoid". <i>Prosiding Seminar Nasional Biologi</i>. Vol. 6. No. 1.</p> <p>Karunawati. 2007. <i>Emerging Resistance Pathogen: Situasi Terkini di Asia, Eropa, Amerika Serikat, Timur Tengah, dan Indonesia</i>. Jakarta: Departemen Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Indonesia</p>	<p>XI. Daftar Pustaka :</p> <p>Artisa, Nih Lih. 2020. "Aktivitas Antibakteri Air Perasan dan Rebusan Daun Calamag (Ocotea coromandel L.) terhadap <i>Styptococcus mutans</i>". <i>Jurnal Ilmu-Him. Hayati</i>. Vol. 19. No. 9. 8. 225. Doi: https://doi.org/10.14703/bembiologi.v19i2.3796</p> <p>Farhaty. 2016. "Tinjauan Kimia dan Aspek Farmakologi Senyawa Asam Klorogenat Pada Biji Kopi". <i>Review Farmaka</i>. Vol. 14. No. 1. h. 215. Doi https://doi.org/10.24198/IF.V14i1.10709</p> <p>Hanani, Sri. 2007. <i>Uji Aktivitas Antibakteri Kombucha Coffee Terhadap Escherichia coli dan Staphylococcus aureus</i>. Surakarta: Pendidikan Biologi UMS</p> <p>Inara, Fairuz. 2020. "<i>Salmonella typhi</i> Bakteri Penyebab Demam Tifoid". <i>Prosiding Seminar Nasional Biologi</i>. Vol. 6. No. 1. h. 2. Doi: https://doi.org/10.24252/PSB.V01.14264</p> <p>Karunawati. 2007. <i>Emerging Resistance Pathogen: Situasi Terkini di Asia, Eropa, Amerika Serikat, Timur Tengah, dan Indonesia</i>. Jakarta: Departemen Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Indonesia</p> <p>Khairunnisa. 2020. Hubungan Jumlah Leukosit dan Persentase Limfosit Terhadap Tingkat Demam Pada Pasien Anak Dengan Demam Tifoid Di</p>
(a)	(b)

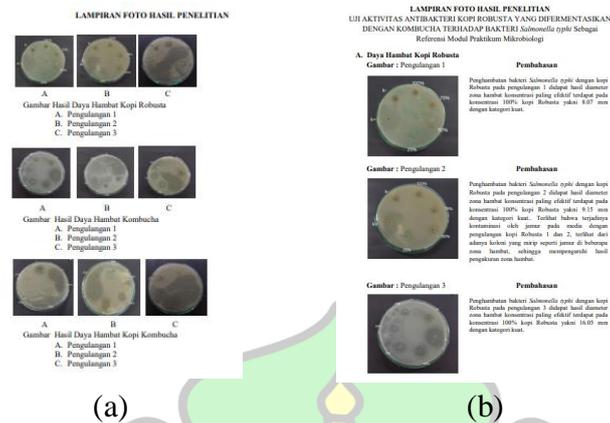
Gambar 4.19 Tampilan Daftar Pustaka, (a) Sebelum Perbaikan. (b) Setelah Perbaikan

Perubahan daftar pustaka berupa perbaikan salah satu sumber dengan melengkapi nama jurnal, halaman serta alamat doi pada setiap

sumber jurnal. Penambahan alamat doi bertujuan agar penulis memudahkan pencarian jurnal di internet dan mempermudah sitasi.

12) Perubahan Lampiran Hasil Pengamatan

Perubahan lampiran hasil pengamatan terlihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4. 20 Lampiran Hasil Pengamatan, (a) Sebelum Perbaikan. (b) Setelah Perbaikan

Perubahan lampiran hasil pengamatan berupa penambahan penjelasan dari setiap gambar hasil penelitian. Penambahan penjelasan bertujuan agar mahasiswa lebih mengerti maksud dan tujuan dari gambar tersebut. Hasil uji kelayakan ahli materi pada modul praktikum dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4. 20 Hasil Uji Kelayakan Ahli Materi

No	Komponen Penilaian	Total Skor	\bar{X} Skor	Skor Maksimal	%	Kategori
1	Kelayakan Isi	26	4.3	30	86.6	Sangat Layak
2	Kelayakan Penyajian	11	3.6	15	73.3	Layak
3	Kelayakan Kegrafikan	18	3.6	25	72	Layak
4	Kelayakan Pengembangan	26	4.3	30	86.6	Sangat Layak
Total Skor Keseluruhan		81	4	100	79.6	Layak

Sumber: Hasil Penelitian 2024

Berdasarkan tabel 4.20 menunjukkan bahwa hasil uji validasi produk penilaian berupa modul praktikum Mikrobiologi oleh validator

ahli materi memperoleh persentase kelayakan 79.6% dengan kategori layak. Indikator penilaian tertinggi yaitu pada komponen kelayakan isi dan komponen kelayakan pengembangan yang memperoleh skor rata-rata 4.3 dengan kategori layak. Sedangkan indikator penilaian terendah yaitu pada komponen kelayakan penyajian dan komponen kelayakan kegrafikan yang memperoleh skor rata-rata 3.6 dengan kategori kurang layak.

c. Kelayakan Modul Praktikum Mikrobiologi

Hasil total keseluruhan uji kelayakan modul praktikum Mikrobiologi yang diperoleh dari ahli media dan ahli materi kemudian dijumlahkan dan menjadi hasil akhir dari uji kelayakan modul praktikum. Nilai akhir diambil dari hasil nilai akhir persentase diperoleh dari tiap uji kelayakan media yaitu 82% dan uji kelayakan materi yaitu 76.9%, kemudian dibagikan dua sehingga menghasilkan nilai total keseluruhan sebanyak 79.45% dengan kategori layak. Hasil kelayakan oleh ahli media dan ahli materi dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4. 21 Hasil Kelayakan oleh Ahli Media dan Ahli Materi

No	Uji Kelayakan	Nilai Akhir	Kategori
1	Media	82%	Sangat Layak
2	Materi	79.6%	Layak
Total Aspek Keseluruhan		80.8%	Layak

Berdasarkan data Tabel 4.21 di atas menunjukkan bahwa hasil uji kelayakan modul praktikum Mikrobiologi oleh ahli media dan ahli materi memperoleh nilai total keseluruhan 80.8% dengan kategori layak. Hasil persentase nilai akhir uji kelayakan menyatakan bahwa modul praktikum

Mikrobiologi layak direkomendasikan sebagai referensi tambahan pada materi daya kerja antimikroba/antibiotik dengan judul “uji aktivitas antibakteri kopi Robusta yang difermentasi dengan Kombucha terhadap bakteri *Salmonella typhi*”.

B. Pembahasan

1. Daya Hambat Kopi Robusta Terhadap Bakteri *Salmonella typhi*

Penelitian ini dilakukan untuk melihat daya hambat kopi Robusta dalam menghambat bakteri *Salmonella typhi* dalam berbagai konsentrasi. Uji daya hambat dilakukan dengan menggunakan metode difusi sumuran. Metode sumuran memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan menggunakan metode sumuran yaitu lebih mudah mengukur zona hambat yang terbentuk karena isolat beraktivitas sampai ke bawah dan pada metode sumuran terjadi proses osmolaritas yang lebih tinggi dari metode cakram, sehingga dapat menghasilkan zona hambat yang besar, sedangkan kekurangannya adalah memerlukan proses dengan perlakuan yang lebih kompleks, sehingga dapat menjadi lebih sulit dilakukan pengujian, jika sumuran yang dilakukan tidak sama besarnya maka akan mempengaruhi hasil yang tidak stabil.¹⁴⁶

Hasil diameter zona hambat kopi Robusta terhadap bakteri *Salmonella typhi* telah dirangkum dalam tabel 4.1. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapat hasil kategori sangat kuat pada Seftriakson dengan diameter 43.55 mm yang artinya sangat efektif bekerja membunuh bakteri

¹⁴⁶ Siti Fatimah, “Uji Efektivitas Ekstrak Gel Lidah Buaya (*Aloe vera*) Terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes*”, *Forte Jurnal*, Vol. 01, No. 02, (2021), h. 29, Doi. <https://doi.org/10.51771/fj.v1i2.120>

Salmonella typhi. Bila dibandingkan dengan kontrol positif, pada kontrol negatif kopi Robusta didapat hasil dengan kategori kuat karena terbentuk zona hambat 11.11 mm. Pada konsentrasi 100% kopi Robusta didapat hasil dengan kategori kuat yakni 11.09 mm. Kategori lemah terdapat pada konsentrasi 25% dengan diameter rata-rata 3.73 mm, konsentrasi dengan diameter rata-rata 50% 3.84 mm, dan konsentrasi 75% dengan diameter rata-rata 4.23 mm, yang berarti dapat menghambat dengan daya yang rendah sekalipun..

Berdasarkan hasil pengukuran zona hambat kopi Robusta, maka konsentrasi 100% kopi Robusta paling berpengaruh terhadap bakteri *Salmonella typhi* yakni sebesar 11.09 mm. Hal ini sejalan dengan penelitian Yaqin dan Mumun (2015), menunjukkan bahwa pertumbuhan *Staphylococcus aureus* akan terhambat setelah pemberian ekstrak kopi Robusta (*Coffea canephora*) dengan konsentrasi minimal 12.5% dan daya hambat yang paling efektif adalah dengan konsentrasi 100%.¹⁴⁷

Zona bening yang terbentuk oleh kopi Robusta memiliki ukuran yang jauh lebih kecil dari kontrol positif, hal ini disebabkan karena kontrol positif berupa Seftriakson merupakan sepalosporin parental baru, memiliki beberapa sifat yang membuatnya sangat berguna dalam pengobatan demam tifoid. Pertama, obat ini memiliki aktivitas invitro yang sangat baik terhadap sebagian besar isolat klinis *Salmonella* spp. Kedua, obat ini memiliki tingkat

¹⁴⁷Angesti Atiqah Ranasatri, dkk, "Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 70% Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Terhadap *Staphylococcus epidermidis* dan *Salmonella typhi*", *Biomedika*, Vol. 13, No. 2, (2021), h. 108, Doi. <https://doi.org/10.23917/biomedika.v13i2.11634>

ekskresi bilier yang tinggi. Peningkatan ekskresi bilier yang diinginkan dalam pengobatan demam tifoid, karena kantung empedu mengandung sejumlah besar basil dan mengeluarkannya bahkan dalam tahap akut.¹⁴⁸

Perbedaan diameter zona hambat pada setiap perlakuan disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya senyawa aktif tidak dapat terlarut sempurna pada proses ekstraksi kopi Robusta sehingga aktivitas antibakteri tidak maksimal. Faktor lain juga dapat mempengaruhi besar kecilnya zona hambat bakteri antara lain kepekaan pertumbuhan bakteri, reaksi antara bahan aktif dengan medium dan suhu inkubasi, komponen media, kerapatan koloni, pH, waktu inkubasi dan aktivitas metabolik organismenya, serta jumlah kandungan zat aktif yang terdapat dalam larutan tersebut.¹⁴⁹ selain itu, terjadinya kontaminasi oleh jamur pada media dengan pengulangan kopi Robusta 1 dan 2, terlihat dari adanya koloni yang mirip seperti jamur di beberapa zona hambat, sehingga mempengaruhi hasil pengukuran zona hambat.

Bakteri *Salmonella typhi* merupakan bakteri yang termasuk ke dalam golongan bakteri gram negatif, dimana dinding sel bakteri terdiri atas membran plasma, lapisan peptidoglikan tipis, dan membran luar yang mengandung lipopolisakarida (endotoksin). Lipopolisakarida bertanggung

¹⁴⁸Hee Young Chung, dkk, “Pengobatan Demam Tifoid yang Berhasil dengan Dosis Tunggal Ceftriaxone Selama Satau atau Dua Hari”, *PubMed Central*, Vol. 2, No. 1, (1987), h. 91, Doi. <https://doi.org/10.3904/kjim.1987.2.1.90>

¹⁴⁹Anika Rizki, dkk, “daya Hambat Rkstrak Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Asal Bengkulu Terhadap Pertumbuhan Bakteri Penyebab Infeksi Kulit”, *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*, Vol. 13, No. Khusus, (2022), Doi. <http://dx.doi.org/10.33846/sf13nk206>

jawab atas aktivitas endotoksin non-spesifik pada bakteri gram negatif. Dinding sel bersifat permeable non-selektif, akan tetapi membran luar menghalangi masuknya molekul-molekul yang relatif besar. Dalam kelangsungan hidupnya DNA, RNA dan protein memegang peranan yang penting dalam proses kehidupan sel.¹⁵⁰

Kopi Robusta terbukti memiliki kandungan kafein sebesar 1,6%-2,4%. Kafein merupakan senyawa alkaloid xantin berbentuk kristal. Senyawa alkaloid dan flavonoid yang terkandung dalam kopi robusta diketahui mempunyai potensi sebagai antibakteri. Mekanisme antibakteri senyawa alkaloid yaitu dengan menghambat sintesis dinding sel yang menyebabkan lisis yang berakhir dengan kematian sel. Mekanisme aktivitas biologis senyawa flavonoid dilakukan dengan cara mengganggu metabolisme bakteri yaitu dengan mengikat protein dan merusak dinding sel.¹⁵¹

Pada analisis data daya hambat kopi Robusta terhadap bakteri *Salmonella typhi* diperoleh hasil uji normalitas (*Saphiro-Wilk*) yaitu didapatkan hasil nilai signifikansi masing-masing konsentrasi lebih besar dari *p-value* ($\alpha=0,05$). Maka dapat disimpulkan bahwa data yang digunakan pada penelitian ini berdistribusi normal, selanjutnya dilakukan uji homogenitas.

Pada uji homogenitas (*Levene's test*) menunjukkan data homogen yakni $0.180 > 0,05$. Berdasarkan hasil tersebut maka pengujian *One-Way ANOVA*

¹⁵⁰Olivia Yolanda Pasaribu, "Uji AKTivitas Antibakteri Dari Air Perasan Bawang Putih Terhadap Bakteri *Salmonella typhi*", *NJM*, Vol. 6, No. 1, (2020), h. 11, Doi: <https://doi.org/10.36655/njm.v6i1.233>

¹⁵¹Dwi Puji Rahayu, skk, "Aktivitas Antibakteri Fraksi Etil Asetat Kopi Robusta Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhi*", *JIMKI*, Vol. 8, No. 2, (2020), h. 15, Doi.

dapat dilakukan sehingga pengujian dilanjutkan dengan uji parametrik *One-Way ANOVA*.

Pada hasil uji *One-Way ANOVA* didapatkan hasil dimana nilai dibawah probabilitas yaitu nilai $P=0.001$, menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antar perlakuan pada pemberian kopi Robusta terhadap aktivitas antibakteri *Salmonella typhi*. Untuk mengetahui perbedaan daya hambat secara lebih spesifik dapat dilakukan dengan uji *post-hoc* uji *Duncan*. Berdasarkan tabel 4.6 pada uji *Duncan*, menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$), namun berbeda nyata dengan kontrol positif Seftriakson ($p > 0,05$) yang memiliki tingkat zona hambat yang tinggi. diketahui bahwa antara kopi Robusta konsentrasi 25%, 50%, 75%, 100%, kontrol negatif memiliki perbedaan yang nyata dengan kontrol positif ($p < 0,05$) hipotesis nol diterima.

Jika hipotesis diterima maka artinya terdapat perbedaan rata-rata diameter antara kontrol positif dengan semua perlakuan terhadap daya hambat bakteri *Salmonella typhi*. namun konsentrasi tersebut tidak berbeda nyata dengan sesamanya atau $p > 0,05$ H_1 diterima H_0 ditolak. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa tidak dapat perbedaan kemampuan daya hambat konsentrasi 25%, 50%, 75%, 100%, dan kontrol negatif dengan semua perlakuan.

2. Daya Hambat Kombucha Terhadap Bakteri *Salmonella typhi*

Penelitian ini dilakukan untuk melihat daya hambat Kombucha dalam menghambat bakteri *Salmonella typhi* dalam berbagai konsentrasi. Kombucha

merupakan minuman teh fermentasi yang dikembangkan melalui konsorsium bakteri dan ragi yang dikenal dengan nama SCOBY (*Symbiotic Culture Bacteria & Yeast*) sebagai kultur awal yang membantu proses fermentasi, serta menghasilkan aroma dan rasa asam. Penelitian ini dilakukan untuk melihat daya hambat Kombucha dalam menghambat bakteri *Salmonella typhi*. Hasil uji daya hambat fermentasi kombucha menunjukkan adanya daya hambat pada setiap konsentrasi yaitu 25%, 50%, 75%, 100%, terhadap bakteri *Salmonella typhi* dengan nilai zona hambat yang berbeda-beda. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode difusi sumuran dan menambahkan fermentasi Kombucha dengan konsentrasi yang berbeda-beda. Seftriakson sebagai kontrol positif berspektrum luas, dan suspensi bakteri *Salmonella typhi* pada medium MHA (*Mueller Hinton Agar*) dengan sampel uji diinkubasi pada suhu 37° C selama 24 jam.

Kelebihan menggunakan metode sumuran yaitu lebih mudah mengukur zona hambat yang terbentuk karena isolat beraktivitas sampai ke bawah dan pada metode sumuran terjadi proses osmolaritas yang lebih tinggi dari metode cakram, sehingga dapat menghasilkan zona hambat yang besar, sedangkan kekurangannya adalah memerlukan proses dengan perlakuan yang lebih kompleks, sehingga dapat menjadi lebih sulit dilakukan pengujian, jika sumuran yang dilakukan tidak sama besarnya maka akan mempengaruhi hasil yang tidak stabil.¹⁵²

¹⁵² Siti Fatimah, "Uji Efektivitas Ekstrak Gel Lidah Buaya (*Aloe vera*) Terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes*", *Forte Jurnal*, Vol. 01, No. 02, (2021), h. 29, Doi. <https://doi.org/10.51771/fj.v1i2.120>

Hasil diameter zona hambat Kombucha telah dirangkum dalam tabel 4.7. berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan didapat hasil kategori sangat kuat pada Seftriakson dengan diameter 39.71 mm yang artinya sangat efektif bekerja membunuh bakteri *Salmonella typhi*. Bila dibandingkan dengan kontrol positif, pada Kombucha konsentrasi 50%, 75%, dan 100% dan kontrol negatif kopi Robusta didapat hasil dengan kategori kuat, pada zona hambat 50% (16.32 mm), 75% (13.38 mm), 100% (10.62 mm), dan kontrol negatif kopi Robusta (11.11 mm). Pada konsentrasi 25% didapat hasil dengan kategori sedang yakni 25% (7.70 mm) yang berarti pada kemampuan sedang sekalipun Kombucha masih dapat menghambat bakteri *Salmonella typhi*.

Berdasarkan hasil pengukuran zona hambat Kombucha, maka konsentrasi 50% paling berpengaruh terhadap bakteri *Salmonella typhi* yakni sebesar 16.32 mm. Perbedaan zona hambat kombucha dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya jumlah inokulum (SCOBY), suhu inkubasi, pH, kadar sukrosa awal dan lama fermentasi. Jumlah inokulum (SCOBY) akan mempengaruhi jumlah asam asetat yang diproduksi oleh kombucha. pH dan kadar sukrosa awal juga mempengaruhi kadar asam asetat yang diproduksi.¹⁵³ Perbedaan zona hambat kontrol positif Seftriakson memiliki zona hambat paling tinggi. Hal ini menyatakan bahwa bakteri Gram negatif yang digunakan dalam penelitian ini sensitif dan relatif peka terhadap antibiotik Seftriakson. Menurut Nelwan (2002) sensitif disini dimaksudkan bahwa

¹⁵³Pingkan Aditiwati, dkk, "Kultur Campuran dan Faktor Lingkungan Mikroorganisme yang Berperan dalam Fermentasi *Tea-Cider*", *Proc. ITB Sains & Tek*, Vol. 35 A, No. 2, (2003), h. 157, Doi. <https://doi.org/10.5614/itbj.sci.2003.35.2.5>

antibiotik memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri dengan spektrum zona hambat yang luas.¹⁵⁴

Teh kombucha memiliki daya hambat terhadap bakteri *Salmonella typhi*. hal ini disebabkan karena teh kombucha memiliki senyawa-senyawa aktif yang mempunyai efek sebagai antibakteri meliputi polifenol, asam organik (asam glukonat, asam asetat, asam folat, asam glukoronat, asam oksalat, asam malonat, asam laktat, asam piruvat, asam sitrat, asam malat dan tartarat).¹⁵⁵

Analisis data daya hambat Kombucha terhadap bakteri *Salmonella typhi* diperoleh hasil uji normalitas (*Saphiro-Wilk*) bahwa nilai $p > 0,05$, sehingga data tersebut berdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji homogenitas menunjukkan nilai $p > 0,05$ sebesar 0,061, sehingga dapat disimpulkan bahwa data homogen. Karena data berdistribusi normal dan data homogen, maka proses analisis data selanjutnya dilakukan dengan pendekatan statistik parametrik dengan uji *One-Way ANOVA*, yang menunjukkan nilai $p < 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Untuk mengetahui perlakuan mana yang berbeda signifikan perlu dilanjutkan dengan analisis *Duncan*. Hasil uji *Duncan* telah dirangkum dalam tabel 4.13 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antar beberapa

¹⁵⁴Asri S, dkk, "Uji AKtivitas Antimikroba Kombucha Teh Hitam dan Kombucha Teh Kulit Manggis Berdasarkan Lama Fermentasi", *Jurnal Mikologi Indonesia*, Vol. 2, No. 2, (2018), h. 74, Doi: <http://doi.org/10.46638/jmi.v2i2.48>

¹⁵⁵Leal, dkk, "A Review on Health Benefits of Kombucha nutritional Compounds and Metabolites", *CYTA-J.Food*, Vol. 16, No. 1, (2018), h. 395, Doi. <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1410499>

konsentrasi. Sehingga dari uji statistik ini dapat membuktikan bahwa masing-masing perlakuan konsentrasi memiliki nilai hambat yang berbeda-beda.

Pada umumnya, diameter zona hambat cenderung meningkat sebanding dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak. Tetapi ada penurunan luas zona hambat pada beberapa konsentrasi yang lebih besar, seperti pada konsentrasi 75% dan 100%. Hal serupa dialami juga oleh Elifah (2010), dimana diameter zona hambat tidak selalu naik sebanding dengan naiknya konsentrasi antibakteri, kemungkinan ini terjadi karena perbedaan kecepatan difusi senyawa antibakteri pada media agar serta jenis dan konsentrasi senyawa antibakteri yang berbeda juga memberikan diameter zona hambat yang berbeda pada lama waktu tertentu.¹⁵⁶

3. Daya Hambat Fermentasi Kopi Robusta Yang Difermentasikan Dengan Kombucha Terhadap Bakteri *Salmonella typhi*

Penelitian ini dilakukan untuk melihat aktivitas antibakteri kopi kombucha dalam menghambat bakteri *Salmonella typhi* dalam berbagai konsentrasi. Penelitian ini menggunakan sampel kopi Robusta yang difermentasi dengan Kombucha. Uji daya hambat dilakukan dengan menggunakan metode difusi sumuran. Metode sumuran memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan menggunakan metode sumuran yaitu lebih mudah mengukur zona hambat yang terbentuk karena isolat beraktivitas sampai ke bawah dan pada metode sumuran terjadi proses osmolaritas yang lebih tinggi dari metode cakram, sehingga dapat menghasilkan zona hambat yang besar, sedangkan

¹⁵⁶Fajar Kusuma Dewi, *Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Buah Mengkudu (Morinda citrifolia Linnaeus.) Terhadap Bakteri Pembusuk Daging Segar*, (Surakarta: Biologi Universitas Sebelas Maret, 2010), h. 27

kekurangannya adalah memerlukan proses dengan perlakuan yang lebih kompleks, sehingga dapat menjadi lebih sulit dilakukan pengujian, jika sumuran yang dilakukan tidak sama besarnya maka akan mempengaruhi hasil yang tidak stabil.¹⁵⁷

Hasil uji daya hambat kopi Robusta yang difermentasi dengan Kombucha menunjukkan bahwa kopi Kombucha memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Salmonella typhi*. Hal ini ditandai dengan terbentuknya zona bening pada sekitar sumuran yang dapat dihitung nilai zona hambatnya. Hasil uji daya hambat kopi Robusta yang difermentasi dengan Kombucha menunjukkan adanya daya hambat pada setiap konsentrasi 25%, 50%, 75%, 100% dalam menghambat bakteri *Salmonella typhi* dengan nilai zona hambat berbeda-beda. Sefriakson sebagai kontrol Positif berspektrum luas, dan suspensi bakteri *Salmonella typhi* pada medium MHA (*Mueller Hinton Agar*) dengan sampel uji diinkubasi pada suhu 37° C selama 24 jam.

Hasil diameter zona hambat fermentasi kopi Kombucha telah dirangkum dalam tabel 4.13. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan didapat hasil diameter zona hambat disekitar sumuran kopi kombucha dengan konsentrasi 25%, 50%, 75%, dan 100%. Hasil rata-rata diameter zona hambat pada penelitian ini secara berurutan yaitu 20.22 mm, 14.42 mm, 18.41 mm, dan 15.35 mm. Pada kontrol positif terbentuk zona hambat dengan rata-rata diameter yaitu 38.13 mm dan kontrol negatif terbentuk zona hambat dengan

¹⁵⁷ Siti Fatimah, "Uji Efektivitas Ekstrak Gel Lidah Buaya (*Aloe vera*) Terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes*", *Forte Jurnal*, Vol. 01, No. 02, (2021), h. 29, Doi. <https://doi.org/10.51771/fj.v1i2.120>

rata-rata 11.11 mm. Dari rata-rata diameter zona hambat bakteri *Salmonella typhi* yang didapatkan pada penelitian ini diketahui kategori sangat kuat terdapat pada konsentrasi 25% dan kontrol positif Seftriakson. Kategori kuat terdapat pada konsentrasi 25%, 75%, dan 100% dan kontrol negatif kopi Robusta.

Berdasarkan hasil pengukuran zona hambat kopi Kombucha, maka konsentrasi 25% kopi Kombucha paling berpengaruh terhadap bakteri *Salmonella typhi* yakni sebesar 20.22 mm. Pada umumnya, diameter zona hambat cenderung meningkat sebanding dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak. Tetapi ada penurunan luas zona hambat pada beberapa konsentrasi yang lebih besar, seperti pada konsentrasi 50% dan 100% yang mengalami penurunan daya hambatnya. Hal ini disebabkan dimana diameter zona hambat tidak selalu naik sebanding dengan naiknya konsentrasi antibakteri, kemungkinan ini terjadi karena perbedaan kecepatan difusi senyawa antibakteri pada media agar serta jenis dan konsentrasi senyawa antibakteri yang berbeda juga memberikan diameter zona hambat yang berbeda pada lama waktu tertentu.¹⁵⁸

Terbentuknya daya hambat (zona bening) pada penelitian ini terjadi karena senyawa aktif yang terkandung dalam gabungan kopi Robusta dan Kombucha yang difermentasi bersamaan. Kopi Robusta (*Coffea canephora*) memiliki kandungan sebagai antibakteri, salah satunya yaitu flavonoid, kafein,

¹⁵⁸Fajar Kusuma Dewi, *Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Buah Mengkudu (Morinda citrifolia, Linnaeus.) Terhadap Bakteri Pembusuk Daging Segar*, (Biologi: Universitas Sebelah Maret, 2010), h. 27

trigonelin, dan klorogenat.¹⁵⁹ Kombucha mampu bertindak sebagai antibakteri karena adanya simbiosis antara bakteri dan *yeast* di dalamnya. Kandungan zat pada Kombucha yang berperan sebagai antimikroba adalah *usnic acid* pada kultur kombucha, asam asetat sebagai agen antimikroba utama dan senyawa lain seperti *bacteriocins*, protein, dan enzim.¹⁶⁰

Acetobacter xylinum merupakan mikroba yang dominan dalam kultur kombucha merupakan bakteri asam asetat yang mampu menghasilkan asam asetat pada produk akhir fermentasinya. *Acetobacter xylinum* mengubah sukrosa pada kopi manis Robusta menjadi fruktosa dan glukosa. *Saccharomyces cereviciae* sebagai ragi yang dominan dalam kultur kombucha mengubah fruktosa dan glukosa menjadi etanol yang selanjutnya diubah menjadi asam asetat oleh *Acetobacter xylinum*.¹⁶¹

Perbedaan zona hambat kontrol positif Seftriakson memiliki zona hambat paling tinggi. Hal ini menyatakan bahwa bakteri Gram negatif yang digunakan dalam penelitian ini sensitif dan relatif peka terhadap antibiotik Seftriakson. Seftriakson injeksi adalah antibiotik golongan beta laktam, yang bekerja menghambat sintesis dinding sel bakteri terutama bakteri Gram

¹⁵⁹Anika Rizki, dkk, “Daya Hambat Ekstrak Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Asal Bengkulu Terhadap Pertumbuhan Bakteri Penyebab Infeksi Kulit”, *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*, Vol. 13, No. 3, (2022), h. 39, Doi.

¹⁶⁰Surahmada, dkk, “Uji Aktivitas Kombucha Teh dan Kopi Sebagai Antibakteri Bakteri Gram Positif dan Bakteri Gram Negatif”, *Journal of Pharmacy and Science*, Vol. 4, No. 2, (2019), h. 64, Doi. <https://dx.doi.org/10.53342/pharmasci.v4i2.135>

¹⁶¹Romana Juli D.M, “Efek Antibakteri Kopi Robusta Yang Difermentasi dengan Kombucha Terhadap *Salmonella typhi*”, *J Agromedicine*, Vo. 6, No. 1, (2019), h.

negatif. *Salmonella typhi* adalah bakteri Gram negatif, sehingga Seftriakson cocok digunakan untuk pengobatan penyakit tifoid.¹⁶²

Berdasarkan analisis data daya hambat fermentasi kopi Kombucha terhadap bakteri *Salmonella typhi* diperoleh hasil uji normalitas (*Saphiro-Wilk*) bahwa nilai $p > 0,05$, sehingga data tersebut berdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji homogenitas menunjukkan nilai $p > 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa data homogen. Karena data berdistribusi normal dan data homogen, maka proses analisis data selanjutnya dilakukan dengan pendekatan statistik parametrik dengan uji *One-Way ANOVA*, yang menunjukkan nilai $p < 0,05$ yakni 0.030, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan pada daya hambat fermentasi kopi Kombucha terhadap bakteri *Salmonella typhi*. Untuk mengetahui perbedaan nyata maka dilakukan uji lanjut yaitu uji *Duncan*.

Hasil uji *Duncan* telah dirangkum dalam tabel 4.18 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antar beberapa konsentrasi. Sehingga dari uji statistik, dapat membuktikan bahwa masing-masing perlakuan konsentrasi memiliki nilai hambat yang berbeda-beda. Hasil konsentrasi terbesar terdapat pada konsentrasi 25% sebesar 20.22 mm.

4. Kelayakan Modul Praktikum Mikrobiologi Uji Aktivitas Antibakteri Kopi Robusta Yang Difermentasikan Dengan kombucha Terhadap Bakteri *Salmonella typhi* Sebagai Referensi Modul Praktikum Mikrobiologi

¹⁶²Emma Susanti, dkk, "Uji Aktivitas Antibakteri Sediaan Injeksi *Ceftriakxone* Generik terhadap *Salmonella typhi*", *Journal Pharmasci*, Vol. 7, No. 1, (2022), h. 64 , Doi. <https://dx.doi.org/10.53342/pharmasci.v7i1.235>

Hasil penelitian Uji Aktivitas Antibakteri Kopi Robusta Yang Difermentasikan Dengan Kombucha Terhadap *Salmonella typhi* Sebagai Referensi Modul Praktikum Mikrobiologi akan menghasilkan berupa modul. Modul yang dihasilkan akan menjadi referensi tambahan bagi mahasiswa maupun dosen dalam pelaksanaan praktikum materi Daya Kerja Antimikroba/Antibiotik dengan memperbaharui bahan yang digunakan yaitu bahan alami berupa kopi Robusta yang difermentasi dengan Kombucha atau kopi Kombucha.

Modul yang dihasilkan mencakup Judul Praktikum, Tujuan atau Indikator praktikum, Landasan teori, alat dan bahan, prosedur kerja praktikum, tabel analisis, tabel pengamatan, lembar pembahasan, kesimpulan, lampiran yang berisi hasil penelitian dan daftar pustaka. Modul yang tersusun sudah sesuai dengan arahan pembimbing maupun saran validator dan selanjutnya dilakukan uji kelayakan terhadap modul untuk mengetahui tingkat kelayakan modul baik dari isi maupun tampilannya

Uji kelayakan modul dilakukan oleh 2 tim validator yang dibagi menjadi 2 ahli, yakni 1 validator ahli materi dan 1 validator ahli media. Uji kelayakan media modul praktikum dilakukan oleh satu validator ahli media, dengan mengisi lembar angket. Lembar angket ahli media terdiri dari 10 pertanyaan yang dibagi dalam 5 komponen yaitu komponen kesederhanaan, komponen keterpaduan, komponen penekanan, komponen keseimbangan dan komponen bentuk. Penilaian atau skor menggunakan skala *likert* dari rentang 1 sampai 5

dengan kategori tidak layak, kurang layak, cukup layak, layak dan sangat layak.

Hasil penilaian oleh validator ahli media memiliki nilai disetiap masing-masing komponen, yaitu komponen kesederhanaan terdapat 2 indikator penilaian, memperoleh skor rata-rata 4 dengan kategori layak. Komponen keterpaduan terdapat 2 indikator penilaian, memperoleh skor rata-rata 4 dengan kategori layak. Komponen penekanan terdapat 2 indikator penilaian dengan skor rata-rata 4 dengan kategori layak. Komponen keseimbangan terdapat 2 indikator penilaian, memperoleh skor rata-rata 3.5 dengan kategori kurang layak. Komponen bentuk terdapat 2 indikator penilaian, memperoleh skor rata-rata 5 dengan kategori sangat layak. Total skor keseluruhan komponen memperoleh nilai 4.1 dengan kategori layak. Skor tertinggi diperoleh pada komponen bentuk dengan skor rata-rata 5 kategori sangat layak. Total persentase kelayakan media modul praktikum Mikrobiologi diperoleh nilai 82% dengan kategori sangat layak, sehingga dapat disimpulkan bahwa modul praktikum Mikrobiologi Uji Aktivitas Antibakteri Kopi Robusta Yang Difermentasikan Dengan Kombucha Terhadap *Salmonella typhi* Sebagai Referensi media tambahan Modul Praktikum Mikrobiologi Sangat Layak direkomendasikan sebagai salah satu modul praktikum yang digunakan sebagai sumber belajar praktikum Mikrobiologi.

Uji kelayakan materi modul praktikum dilakukan oleh satu validator ahli materi, dengan mengisi lembar angket. Lembar angket terdiri dari 21 pertanyaan yang dibagi dalam 4 komponen yaitu kelayakan isi modul

praktikum Mikrobiologi, kelayakan penyajian, kelayakan kegrafikan, dan kelayakan pengembangan. Penilaian atau skor menggunakan skala *likert* dari rentang 1 sampai 5 dengan kategori tidak layak, kurang layak, cukup layak, layak dan sangat layak.

Hasil penilaian oleh validator ahli materi memiliki nilai disetiap masing-masing komponen, yaitu komponen kelayakan isi terdapat 6 indikator penilaian, memperoleh skor rata-rata 4.3 dengan kategori layak. Komponen kelayakan penyajian terdapat 3 indikator penilaian, memperoleh skor rata-rata 3.6 dengan kategori kurang layak. Komponen kelayakan kegrafikan terdapat 6 indikator penilaian, memperoleh skor rata-rata 3.6 dengan kategori kurang layak. Komponen kelayakan pengembangan terdapat 6 indikator penilaian, memperoleh skor rata-rata 4.3 dengan kategori layak. Total skor keseluruhan komponen memperoleh nilai 4 dengan kategori layak dan skor tertinggi diperoleh pada komponen kelayakan isi dan komponen kelayakan pengembangan dengan skor rata-rata 4.3 kategori layak. Total persentase kelayakan materi modul praktikum Mikrobiologi diperoleh nilai 79.6% dengan kategori layak, sehingga dapat disimpulkan bahwa materi modul praktikum Mikrobiologi Uji Aktivitas Antibakteri Kopi Robusta Yang Difermentasikan Dengan Kombucha Terhadap *Salmonella typhi* Sebagai Referensi materi modul praktikum Mikrobiologi Layak direkomendasikan sebagai salah satu modul praktikum yang digunakan sebagai sumber belajar praktikum Mikrobiologi dengan perbaikan ringan.

Hasil total keseluruhan yang diperoleh dari uji kelayakan media dan uji kelayakan materi pada modul praktikum Mikrobiologi memperoleh nilai 80.8% dengan kriteria layak, dapat disimpulkan bahwa modul praktikum Mikrobiologi layak direkomendasikan sebagai referensi tambahan pada media dan materi daya kerja antimikroba/antibiotik dengan judul “uji aktivitas antibakteri kopi Robusta yang difermentasi dengan Kombucha terhadap bakteri *Salmonella typhi*”.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian uji aktivitas antibakteri kopi Robusta yang difermentasi dengan Kombucha terhadap bakteri *Salmonella typhi* sebagai referensi modul praktikum Mikrobiologi, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kopi Robusta konsentrasi 25%, 50%, 75% dan 100% berpengaruh terhadap daya hambat *Salmonella typhi*, dengan rerata diameter zona hambat berurutan 3.73 mm, 3.84 mm, 4.23 mm, dan 11.09 mm. Konsentrasi paling berpengaruh yaitu konsentrasi 100% dengan daya hambat 11.09 mm.
2. Kombucha konsentrasi 25%, 50%, 75% dan 100% berpengaruh terhadap daya hambat *Salmonella typhi*, dengan rerata diameter zona hambat berurutan 7.70 mm, 16.32 mm, 13.38 mm, dan 10.62 mm. Konsentrasi paling berpengaruh yaitu konsentrasi 50% dengan daya hambat 16.32 mm.
3. Kopi Robusta yang difermentasi dengan Kombucha konsentrasi 25%, 50%, 75% dan 100% berpengaruh terhadap daya hambat *Salmonella typhi*, dengan rerata diameter zona hambat berurutan 20.22 mm, 14.42 mm, 18.41 mm, dan 15.38 mm. Konsentrasi paling berpengaruh yaitu konsentrasi 25% dengan daya hambat 20.22 mm.
4. Uji kelayakan modul Praktikum Mikrobiologi yang telah divalidasi oleh validator ahli materi diperoleh rata-rata 82% dan validator ahli media 79.6%, maka diperoleh persentase keseluruhan 80.8% dengan kriteria

layak direkomendasikan sebagai referensi tambahan pada materi daya kerja antimikroba/antibiotik dengan judul “uji aktivitas antibakteri kopi Robusta yang difermentasi dengan Kombucha terhadap bakteri *Salmonella typhi*”.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, adapun saran yang dapat penulis kemukakan terkait dengan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi serta membantu mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi dalam melaksanakan proses pembelajaran teori maupun praktek pada materi uji aktivitas antibakteri.
2. Perlu adanya penelitian lanjutan tentang uji aktivitas antibakteri kopi Robusta yang difermentasi dengan Kombucha dengan metode yang berbeda, bakteri yang berbeda dan konsentrasi berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- A, Karuniawati. 2007. *Emerging Resistance Pathigen: Situasi Terkini di Asia, Eropa, Amerika Serikat, Timur Tengah, dan Indonesia*. Jakarta: Departemen Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Indonesia
- Aditiwati, Pingkan. 2003. "Kultur Campuran dan Faktor Lingkungan Mikroorganisme yang Berperan dalam Fermentasi *Tea-Cider*". *Proc. ITB Sains & Tek.* Vol. 35 A. No. 2. h. 157. Doi. <https://doi.org/10.5614/itbj.sci.2003.35.2.5>
- Afifah, Nurul. 2010. *Analisis Kondisi Dan Potensi Lama Fermentasi Medium Kombucha (Teh, Kopi Rosela) Dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri Patogen (Vibrio cholera dan Bacillus cereus)*. Malang: UIN Malang
- Akhlaghi, N. 2019. "The antibacterial Effects of Coffee Extract, Chlorhexidine and Fluoride Against *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus plantarum*: An in Vitro Study". *Dent Res J (Isfahan)*. Vol. 16. No. 5. DOI: <https://doi.org/10.4103/1735-3327.266093>
- Algita, Niswatulmunna. 2020. *Karakteristik Anatomi Stomata Aktinositik pada Genus Mangifera sebagai Penunjang Praktikum Anatomi Tumbuhan*. Banda Aceh: Prodi Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry
- Amalia, Zada. 2021. "Perbedaan Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Metode *Well Duffusion* Dan *Kirby Bauer* Terhadap Pertumbuhan Bakteri". *Jurnal Medika Hutama*. Vol. 02. No. 04
- Annisa. 2013. *Kopi dan Variasinya*. Medan: Balai Besar Perbenihan & Proteksi Tanaman Perkebunan Medan
- Annisah, Ratih. 2018. "Uji Efektivitas Ekstrak Kencur (*Kaemferia galangal* L.) terhadap Pertumbuhan *Candida albicans* secara *In Vitro*". *Ibnu Sina Biomedika*. Vol. 2. No. 2. DOI: <https://doi.org/10.30596/isb.v2i2.2598>
- Arisa, Nih Luh. 2020. "Aktivitas Antibakteri Air Perasan dan Rebusan Daun Calincing (*Oxalis corniculata* L.) terhadap *Streptococuss mutans*". *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati*. Vol. 19. No. 9. DOI: <https://doi.org/10.14203/beritabiologi.v19i2.3786>
- Aryadnyani, Ni Putu. 2012. *Peningkatan Waktu Fermentasi Kombucha tea Meningkatkan Daya Hambat Pertumbuhan Bakteri Escherichia coli Penghasil Extend Spectrum Beta Lactamases (ESBL) Secara In Vitro*. Denpasar: Prodi Ilmu Biomedik
- B, Prastowo. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Kopi*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan

- Brooks. 2010. *Jawel, Melnick, and Adelberg Medical Microbiology ed 25*. Hill Companies: The McGraw
- Budi, Dionesius. “Karakterisasi Kopi Bubuk Robusta (*Coffea canephora*) Tulungrejo Trefermentasi Dengan Ragi *Saccharomyces cerevisiae*”. *Jurnal Agroindustri*. Vol. 10. No. 2
- Buku Panduan Praktikum Mikrobiologi Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry. 2022
- Chung, Hee Young. 1987. “Pengobatan Demam Tifoid yang Berhasil dengan Dosis Tunggal Ceftrixone Selama Satau atau Dua Hari”. *PubMed Central*. Vol. 2. No. 1. h. 91. Doi. <https://doi.org/10.3904/kjim.1987.2.1.90>
- D, Daryanto. 2013. *Menyusun Modul: Bahan Ajar untuk Persiapan Guru Dalam Mengajar*. Yogyakarta: Gava Media
- Darmawati. 2009. “Keanekaragaman Genetik *Salmonella typhi*”. *Jurnal Kesehatan*. Vol. 1. No. 1
- Daud, Nur Saadah. 2023. “Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Batang *Meistera chinensis* Terhadap *Escherichia coli* ATCC 35218”. *Warta Farmasi*. Vol. 12. No. 1. h. 11 DOI: <https://doi.org/10.46356/wfarmasi.v12i1.236>
- Denengsih, Sri. 2017. “Pengembangan Penuntun Praktikum Mikrobiologi Berorientasi Inkuiri Terbimbing untuk Mahasiswa STKIP PGRI Sumatera Barat”. *Jurnal Pendidikan MIPA*. Vol. 1. No. 2. h. 53. Doi. <https://doi.org/10.33387/saintifik.v1i2.534>
- Dewi, Fajar Kusuma. 2010. *Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia* Linnaeus.) Terhadap Bakteri Pembusuk Daging Segar*. Surakarta: Biologi Universitas Sebelas Maret
- Dos Santos, Farah, A. 2015. *The Coffee Plant and Beans: An Introduction. In Coffee in Health and Disease Prevention*. USA: Elsevier Inc. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00001-2>
- Dufresne C, Farnworth E. 2000. “Tea, Kombucha, And Health: A Riview”. *Food Research International*. Vol. 33. No. 6. h. 409. Doi. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(00\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00067-3)
- Edi, Sukmayadi, Asep. 2019. “Uji Efektivitas Kopi Kombucha Sebagai Penurun Berat Badan dengan Menggunakan Ikan Zebra (*Danio rerio*). *Jurnal Kesehatan Aeromedika*. Vol. V. No. 2. DOI: <https://doi.org/10.58550/jka.v5i2.84>
- Fajarwati, Arum. 2018. *Uji Aktivitas Antibakteri Gel fraksi dari Ekstrak Sokhlet *Zibethinus folium* terhadap *Escherichia coli* Secara In Vitro*. Tulungagung: Stikes karya Putra Farmas

- Farhaty. 2016. "Tinjauan Kimia dan Aspek Farmakologi Senyawa Asam Klorogenat Pada Biji Kopi". *Review Farmaka*. Vol. 14. No. 1. h. 214-216. Doi: 10.24198/JF.V14I1.10769
- Fatimah, Siti. 2021. "Uji Efektivitas Ekstrak Gel Lidah Buaya (*Aloe vera*) Terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes*". *Forte Jurnal*. Vol. 01. No. 02. h. 29. Doi: <https://doi.org/10.51771/fj.v1i2.120>
- Farina. "Konsentrasi Hambat", h. 70
- Febriani, Amelia. 2023. "Studi Literatur Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun, Kulit Buah, biji Kopi Arabika (*Coffea arabica*) dan Robusta (*Coffea canephora*) terhadap Berbagai Bakteri". *Saintech Farma*. Vol. 16. No. 2. h. 96. e-ISSN 2776-1878 p-ISSN 2086-7816
- Greenwalt. 2000. "Kombucha the Fermented Tea: Microbiology, Composition and Claimed a Health effect". *J Food Protect*. Vol. 63. No. 7. DOI: <https://doi.org/10.4315/0362-028X-63.7.976>
- H Naland. 2004. *Kombucha Teh Ajaib Pencegah Dan Penyembuh Aneka Penyakit*. Jakarta: PT Agro Media Pustaka
- H, Naland, . 2008. *Kombucha Teh Dengan Seribu Khasiat*. Jakarta: Agromedia
- Hanani, Sri. 2007. *Uji Aktivitas Antibakteri Kombucha Coffee Terhadap Escherichia coli dan Staphylococcus aureus*. Surakarta: Pendidikan Biologi UMS
- Hanna, Romanna. 2016. "Pengaruh Pemberian Teh Kombucha Terhadap Pertumbuhan *Salmonella typhi*". *Majority*. Vol. 5. No. 5. h. 51
- Hartanto. 2015. *Rainbow Afer Cancer*. Jakarta: Kawan Pustaka
- Hasil Wawancara dengan Mahasiswa Letting 2022 Program Studi Pendidikan Biologi FTK UIN Ar-Raniry. 17 Juni 2024
- Hasil Wawancara dengan Mahasiswa Letting 2022 Program Studi Pendidikan Biologi FTK UIN Ar-Raniry. 17 Juni 2024
- Ikawikanti, Arweniuma. 2013. *Isolasi Karakterisasi Salmonella spp. Pada Lingkungan Peternakan Ayam Broiler di Kota Malang*. Malang: Universitas Brawijaya
- Imara, Fairuza. 2020. "*Salmonella typhi* Bakteri Penyebab Demam Tifoid". *Prosiding Seminar Nasional Biologi*. Vol. 6. No. 1. DOI: <https://doi.org/10.24252/psb.v6i1.14264>

- Indriyani, Very. 2018. *Pengaruh Peningkatan Waktu fermentasi Teh Kombucha terhadap Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus aureus secara in Vitro*. Medan: Fakultas Biologi UMA
- Izzati, Aqilla. 2022. *Pertumbuhan Jamur Merang (Volcariella volvacea) Pada Media Tanam Alang-alang (Imperata cylindrical) sebagai Penunjang Praktikum Mikologi*. Banda Aceh: Pendidikan Biologi
- J, Towaha. 2013. “Kandungan Senyawa Kimia Pada Daun Teh (*Camellia sinensis*)”, *Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri*. Vol. 19. No. 3
- Jayabalan, Rasu. 2014. “A Review on Kombucha Tea-Microbiology, Composition, Fermentation, Beneficial Effect, Toxicity, and Tea Fungus”. *Comprehensive Review in Food Science and Food Safety*. Vol. 13. DOI: 10.1111/1541-4337.12073
- Kalsum, Umi. 2016. “Referensi sebagai Layanan, Referensi sebagai Tempat: Sebuah Tinjauan terhadap Layanan Referensi di Perpustakaan Perguruan Tinggi”. *Jurnal Iqra'*. Vol. 10. No. 1. DOI: <http://dx.doi.org/10.30829/iqra.v10i1.305>
- Karuniawati A. 2007. *Emerging Resistance Pathigen : Situasi Terkini di Asia, Eropa, Amerika Serikat, Timur Tengah, dan Indonesia*. Jakarta: Departemen Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Indonesia
- Karyantina, Merkuria. 2008. “Kombucha Dengan Variasi Kadar Gula Kelapa Sebagai Sumber Karbon”. *Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian*. Vol. XIX. No. 2
- Kasim, Vivien Novarina A.. 2020. *Peran Imunitas Pada Infeksi Salmonella typhi*. Gorontalo: CV. Athra Samudra
- Kenengsih, Sri. 2017. “Pengembangan Penuntun Praktikum Mikrobiologi Berorientasi Inkuiri Terbimbing Untuk Mahasiswa STKIP PGRI Sumatera Barat”. *Saintifik*. Vol. 1. No. 2. DOI: <https://doi.org/10.33387/saintifik.v1i2.534>
- Khairunnisa, S. 2020. *Hubungan Jumlah Leukosit Dan Persentase Limfosit Terhadap Tingkat Demam Pada Pasien Anak Dengan Demam Tifoid Di RSUD Budhi Asih Tahun 2018 – Oktober 2019*. Seminar Nasional Riset Kedokteran (SENSORIK). h. 60
- Kozyrovska, N.O .2012. “Mikrobioma Kombucha Sebagai proiotik: Pandangan Dari Perspektif Pasca-Genomik dan Ekologi Sintetik”. *Biopolymers and Cell*. Vol. 28 No. 2

- Kusuma, Muhammad Sanjaya. 2017. "Pengaruh lama dan Suhu Penyimpanan Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper betle linn*) dengan Aquades terhadap Daya Hambat bakteri *Streptococcus agalactiae* Penyebab Mastitis pada Sapi Perah". *Jurnal Ternak Tropika*. Vol. 18. No. 2. h. 19. Doi: 10.21776/ub.jtapro.2017.018.02.3
- Laila, Octavia Nur. 2022. "Perilaku, Sanitasi Lingkungan Rumah Dan Kejadian Demam Tifoid". *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*. Vol. 13. No. 2. DOI: <http://dx.doi.org/10.33846/sf13247>
- Leal. 2018. "A Review on Health Benefits of Kombucha Nutritional Compounds and Metabolites". *CYTA-J.Food*. Vol. 16. No. 1. h. 395. Doi: <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1410499>
- Lisnawati, Nia dan Prayoga, Tria. 2020. *Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (Averhoa bilimbi L.)*. Surabaya: Jakad Media Publishing
- Listari. 2009. *Efektifitas Penggunaan Metode Pengujian Antibiotik Isolat Streptomyces dari Rhizofer Familian Poaceae*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta
- M, Pratiwi. 2019. *Aktivitas Antibakteri Fraksi Buah Jambu Wer (Prunus persica L batsch) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus aureus*. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim
- M, Radji. 2011. *Mikrobiologi*. Jakarta: Buku Kedokteran ECG
- Mahmudah, Liliek. 2008. *Efek Pemberian Kombucha Coffee Terhadap Struktur Histologis Hepar Tikus Putih (Rattus norvegicus L) yang Diinduksi Glukosa*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Malbasa. 2008. "Comparison of the Products of Kombucha Fermentation on Sucrose and Molasses". *Journal Food Chemistry*. Vol. 106. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2007.07.020>
- MN, Rofiq. 2003. *Potensi Suspensi Teh Fermentasi Kombucha (STK) Pengaruh Kombucha Dalam Mengontrol Infeksi Salmonella sp dan Pengaruh Terhadap Performan Ayam Boiler*. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Munawwaroh, Ihksa. 2023. "Implementasi Analisis Variansi Pada Desain Bujur Sangkar Youden Untuk Eksperimen". *Equator JMSS*. Vol. 2. No.1. h. 13. Doi: <https://dx.doi.org/10.26418/ejmss.v2i1.64598>
- Ningtyas, Riza Nurhermi. 2015. *Pengaruh lama Fermentasi dan Jumlah Inokulum Terhadap Karakteristik Kimia dan Potensi Antibakteri Teh Kombucha dari Air Rebusan Jagung Manis (Zea mays saccharata Sturt)*. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim

- Nirawati, Cut. 2016. *Uji Daya Hambat Ekstrak Daun dan Buah Mengkudu (Morinda citrifolia) terhadap Pertumbuhan Bakteri Escherichia coli sebagai Penunjang Praktikum Mata Kuliah Mikrobiologi*. Banda Aceh: Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry
- Nufus, Tazkiyatun. 2023. “Warna Seduhan Kopi Liberika (*Coffea liberica*) dengan Variasi Derajat Penyangraian dan Metode Penyeduhan”. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. Vol. 8. No. 2. DOI: <https://doi.org/10.17969/jimfp.v8i2.24437>
- Nugraha, Ahmad. 2016. “Potensi Anti Mikroba dari Rebusan Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora* L) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan Jamur *Candida albicans*”. *Prosiding Farmasi*. Vol. 2. No. 2. H. 411. DOI: <http://dx.doi.org/10.29313/v0i0.4416>
- Nuryadi. 2017. *Dasar-dasar Statistik Penelitian*. Yogyakarta: Gramasurya
- P, Rahardjo. 2012. *Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Palupi, Kalyana. 2021. *Penghambatan Escherichia coli dan Salmonella typhi oleh Kombucha Annona muricata Linn*. Malang: FK Universitas Islam Malang
- Pasaribu, Olivia Yolanda. 2020. “Uji AKtivitas Antibakteri Dari Air Perasan Bawang Putih Terhadap Bakteri *Salmonella typhi*”. *NJM*. Vol. 6. No. 1. h. 11. Doi: <https://doi.org/10.36655/njm.v6i1.233>
- Pramesti, Cyrilla, Angelica, Andhika. 2022. “Uji Antibakteri Teh Hitam dan Teh Hijau Kombucha Pada Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA)”. *Jurnal Biologi Udayana*. Vol. 26. No. 1. DOI: <https://doi.org/10.24843/jbiounud.2022.v26.i01.p12>
- Prasetya, Rovian Cahya .2016. *Efektivitas Ekstrak Etanol Biji Kopi Robusta (Coffea canephora) dalam Menghambat Pertumbuhan Salmonella typhi secara in Vitro*. Jember: Kedokteran Universitas Jember
- Pratiwi. 2019. *Aktivitas Antibakteri Fraksi Buah Jambu Wer (Prunus pesica L batsch) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus aureus*. Malang: Fakultas Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan UIN Maulana Malik Ibrahim
- Prayoga, Eko . 2013. *Perbandingan Efek Ekstrak Daun Sirih Hijau (Piper betle L) dengan Metode Difusi Disk dan Sumuran terhadap Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus aureus*. Jakarta: Kedokteran UIN Syarif Hidayatullah Jakarta
- Purborini, Anik. 2003. *Pengaruh Waktu Inkubasi pada Fermentasi Cairan Kombucha kopi dengan Inokulum Kultur Kombucha terhadap Kadar Alkohol dan Tannin*. Surakarta: FKIP UMS

- Putri, Silvitania. 2019. "Potensi Kopi Robusta Sebagai Antibakteri dan Antijamur pada Penyakit Rongga Mulut". *Prosiding the 5th Dentistry Scientific Meeting of Jember*
- R, Mauliyanti. 2017. *Uji Aktivitas Gel Ekstrak Etanol Daun Cempedak (Arthocarpus champeden) Terhadap Bakteri Penyebab Jerawat*. Makassar: Fakultas Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan UIN Alauddin
- Rahayu, Dwi, Puji. 2020. "Aktivitas Antibakteri Fraksi Etil Asetat Kopi Robusta Terhadap *Staphylococcus aureus* Dan *Salmonella typhi*". *Jurnal Jimki*. Vol. 8. No. 2. h. 11-15. DOI: <https://doi.org/10.53366/jimki.v8i2.143>
- Rahayu, Rina. 2020. "Analisis Kelayakan Modul Petunjuk Praktikum Anatomi dan Fisiologi Makhluk Hidup". *Indonesian Kournal of Natural Science Education*. Vol. 03, No. 02. DOI: <https://doi.org/10.31002/nse.v3i2.1185>
- Rahayu, T . 2009. "Uji Anti Jamur Kombucha *Coffee* terhadap *Candida albicans* dan *Tricophyton mentagruophytesi*". *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi*. Vol. 10. No. 1. DOI: <http://hdl.handle.net/11617/427>
- Rahayu, Tuti. 2007. "Optimasi Fermentasi Cairan Kopi Dengan Inokulan Kultur Kombucha (*Kombucha Coffee*)". *Jurnal Penelitian Sains dan Tekonologi*. Vol. 8. No. 1. <http://hdl.handle.net/11617/401>
- Rahim, Dian Annisa. 2019. *Uji Daya Hambat Ekstrak Kulit Lidah Buaya (Aloe barbadensis Miller) Terhadap Bakteri E.coli*. Medan: Kedokteran UMSU
- Rahma K. 2020. *Aktivitas Antibakteri dan Antibiofilm Menggunakan Nanopartikel Perak yang Disintesis dengan Metode Biologi Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Langsung (Lansium domesticum var. pubescen Kooders et Valetton) Secara in Vitro*. Jawa Timur: Universitas Airlangga
- Ranasatri, Angesti Atiqah. 2021. "Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 70% Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Terhadap *Staphylococcus epidermidis* dan *Salmonella typhi*". *Biomedika*. Vol. 13. No. 2. h. 108. Doi. <https://doi.org/10.23917/biomedika.v13i2.11634>
- Rinihapsari, Elisa. 2008. "Fermentasi Kombucha dan Potensinya sebagai Minuman Kesehatan". *Media Farmasi Indonesia*. Vol. 3. No. 2.
- Riskesdas, 2018
- Rizalina, Fitri. 2021. *Keanekaragaman Jamur Makroskopis di Kecamatan Pegasing Aceh Tengah sebagai Referensi Praktikum Mikologi*. Banda Aceh: Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry
- Rizki, Anika. 2022. "Daya Hambat Rkstrak Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Asal Bengkulu Terhadap Pertumbuhan Bakteri Penyebab

- Infeksi Kulit”. *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*. Vol. 13. No. 3. h. 39. Doi. <http://dx.doi.org/10.33846/sf13nk206>
- Rosadi, Imron, Muhammad.2021. “Pengolahan Kopi Excelsa Pasca Panen Terhadap Roasting Kopi di Kelurahan Pecalukan Kecamatan Prigen Kabupaten Pasuruan”. *Jurnal Abdimas Berdaya*. Vol. 4. No. 2. DOI: <https://doi.org/10.30736/jab.v4i02.134>
- S, Asri. 2018. “Uji AKTivitas Antimikroba Kombucha Teh Hitam dan Kombucha Teh Kulit Manggis Berdasarkan Lama Fermentasi”. *Jurnal Mikologi Indonesia*. Vol. 2. No. 2. h. 74. Doi: <http://doi.org/10.46638/jmi.v2i2.48>
- Salsabila, Ghina. 2023. “Hubungan Personal Hygiene Dengan Kejadian Demam Tifoid di Rumah Sakit Umum Daerah dr. Fauziah Bireun”. *Jurnal Impresi Indonesia*. Vol. 2. No. 9. <https://doi.org/10.58344/jii.v2i9.3590>
- Salsabila, Shafira. 2023. *Pengaruh Media Audiovisual tentang Personal Hygiene terhadap Pencegahan Demam Tifoid Pada aSiswa SMK Negeri 1 Bireun Tahun 2023*. Lhokseumawe: Fakultas Kedokteran UNIMAL
- Sari, Sinta Nova. 2022. “Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Terhadap Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*”, *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*. Vol. 6. No. 1. h. 34. DOI: <https://doi.org/10.21157/jim%20vet..v6i1.7729>
- Sari, Yunita. 2017. *Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Aquous Biji Pepaya (Carica papaya L. terhadap Isolat Bakteri Salmonella sp. Dari Pasien Diare di Rumah Sakit Muhammadiyah Palembang*. Palembang: Kedokteran Universitas Muhammadiyah Palembang
- Sarwono, Lahra, Ayel. 2017. “Pengembangan Modul Berbasis Pendekatan *Open Ended* untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa”. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*. Vol. 5. No. 1
- Silaban M. 2005. *Pengaruh Jenis Teh dan lama Fermentasi Pada Proses Pembuatan Teh Kombucha*. Medan: Universitas Sumatera Utara
- Simanjuntak, Romanna Julia Duma. 2019. “Efek Antibakteri Kopi Robusta Yang Difermentasikan Dengan Kombucha Terhadap *Salmonella typhi*”. *J Agromedicine*. Vol. 6. No. 1. h. 84
- Simanjuntak, Romanna Julia, Duma. 2017. *Efek Antibakteri Kopi Robusta Yang Difermentasikan Dengan Kombucha Terhadap Salmonella typhi*. Lampung: Universitas lampung
- Spedding, Gary. 2015. “SO What is Kombucha? An Alcoholic or a Non-Alcoholic Beverage? A Brief Selected Literature Review and Personal Reflection”, *Abstract-Overview*. Bdas, Llc Wpsp#2

- Sreeramulu, dkk. 2001. "Characterization of Antimicrobial Activity in Kombucha Fermentation", *Acta Biotechnol.* Vol. 21. No. 1. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/1521-3846>
- Sufinah, Siti Yuni .2013. "Penerapan Modul Praktikum Biologi Berbasis Produk untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains (KPS) Siswa di Kelas X SMA Negeri 1 Lemahabang Kab Cirebon". *Jurnal Scientiae Educatia.* Vol. 2. No. 2. DOI: <http://dx.doi.org/10.24235/sc.educatia.v2i2.527>
- Sukardiyono, Totok, Ernawati, Iis. 2017. "Uji Kelayakan Media Pembelajaran Interaksi Pada Mata Pelajaran Administrasi Server". *Jurnal Elinvo.* Vol. 2. No. 2. DOI: <https://doi.org/10.21831/elinvo.v2i2.17315>
- Surahmaida. 2019. "Uji Aktivitas Kombucha Teh dan Kopi Sebagai Antibakteri Bakteri Gram Positif dan Bakteri Gram Negatif". *Journal of Pharmacy and Science.* Vol. 4. No. 2. h. 64. Doi. <https://dx.doi.org/10.53342/pharmasci.v4i2.135>
- Suryani, Rani. 2021. *Mikrobiologi Dasar*. Bandung: UIN Sunan Gunung Djati
- Susanti, Emma. 2022. "Uji Aktivitas Antibakteri Sediaan Injeksi *Ceftriaxone* Generik terhadap *Salmonella typhi*". *Journal Pharmasci.* Vol. 7. No. 1. h. 11-64. Doi. <https://dx.doi.org/10.53342/pharmasci.v7i1.235>
- Susanto, Awaluddin . 2020. *Bakteriologi Carrier Penyakit Typus*. Jombang: STIKes Majapahit Mojokerto
- Susanto, Yulia. 2009. "Efek Serbuk Biji Kopi Robusta (*Coffea robusta* Linn. Ex de Wild) Terhadap Waktu Penutupan Luka pada Mencit Jantan Galur Balb/C yang di Induksi Aloksa". *JKM.* Vol. 8. No. 2
- Susilawati. 2021. *Analisis Mutu Fisik Kopi Robusta (Coffea canephora A. Froehner) dengan Lama Pengeringan Yang Berbeda*. Pekanbaru: Agroteknologi UIN SUSKA Riau
- Susilo, Agus. 2016. "Pengembangan Modul Berbasis Pembelajaran Saintifik untuk Peningkatan Kemampuan Mencipta Siswa dalam Proses Pembelajaran Akutansi Siswa Kelas XII SMAN 1 Slogohimo 2014". *Jurnal Pendidikan Ilmu Sosial.* Vol. 26. No. 1. h. 51. DOI: <https://doi.org/10.2317/jpis.v26i1.2127>
- Syaikh Imam Al Qurthubi. *Tafsir Al Qurthubi*. 2009. Jakarta Selatan: Pustaka Azzam
- Tanauma, H.A. 2016. "Aktivitas Antibakteri Ekstrak Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*) terhadap Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmiah Farmasi UNSRAT Manado.* Vol. 5. No. 4. DOI: <https://doi.org/10.35799/pha.5.2016.14008>

Vandepitte. 2005

Watawana, Mindani I. 2015. "Review Article Aspek Kesehatan, Kebugaran, dan Keamanan Konsumsi Kombucha". *Journal of Chemistry*. Vol. 11. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/591869>

Wawancara dengan Ibu Zuraidah. 2024. (Guru Pembimbing Mata Kuliah Mikrobiologi)

Widiasari. 2021. *Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun dan Buah Jeruk Nipis (Citrus aurantifolia [Christm. & Panz] Swingle) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Klebsiella oxytoca Sebagai Referensi Praktikum Mikrobiologi*. Banda Aceh: UIN AR-Raniry

Wijaya, Hendra. 2017. "Karakteristik Fisik Produk Fermentasi Kombucha Dari Berbagai Daun Berflavonoid Tinggi". *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 4. No. 3. DOI: <https://doi.org/10.36706/jtk.v23i4.1080>

Winarno, Eddy. 2021. *Buku Panduan Praktikum Jurusan Teknik Pertambangan*. Yogyakarta: Teknik Pertambangan UPN Veteran Yogyakarta

Wistiana, Duwi. 2015. "Karakteristik Kimiawi dan Mikrobiologis Kombucha dari Berbagai Daun Tinggi Fenol Selama Fermentasi". *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 3. No. 3

Wulandari, Agustin. 2014. *Aktivitas Antioksidan Kombucha Daun Kopi (Soffea arabica) dengan Variasi Lama Waktu Fermentasi dan Konsentrasi Ekstrak*. Surakarta: Pendidikan Biologi UMS

Wulandari, Sekar. 2021. *Uji AKTivitas Antibakteri Ekstrak Etanol dan Fraksi Etil Asetat dari Ekstrak Daun Jarak Pagar (Jatropha curcas L.) Terhadap Bakteri Staphylococcus aureus*. Madiun: Farmasi STIKES Bhakti Husada Mulia

Wulandari, Yosi. 2017. "Kelayakan Aspek Materi Dan Media Dalam Pengembangan Buku Ajar Sastra Lama". *Jurnal Gramatika*. Vol. 3. No. 2. DOI: <https://doi.org/10.22202/jg.2017.v3i2.2049>

Zahra, Ratika. "Pengaruh Celebrity Endorser Hamidah Rachmayanti Terhadap Keputusan Pembelian Produk Online Shop Mayoutfit Di Kota Bandung". *Jurnal Lontar*. Vol. 6. No. 1. DOI: <https://doi.org/10.30656/lontar.v6i1.648>

Lampiran 1 : Surat Keputusan Pembimbing Skripsi


KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TARBIIYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
NOMOR: 4952/Un.08/FTK/Kp.07.6/07/2024

TENTANG:
PENGGANGKATAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA
DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA
DEKAN FAKULTAS TARBIIYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

Memimbang :

- a Bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi mahasiswa pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh maka dipandang perlu menunjuk pembimbing skripsi;
- b bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cakap dan mampu untuk diangkat dalam jabatan sebagai pembimbing skripsi mahasiswa;
- c Bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Keputusan Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Mengingat :

- 1 Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
- 2 Undang-Undang Nomor 14 Tahun 2005, tentang Guru dan Dosen;
- 3 Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi;
- 4 Peraturan Presiden Nomor 74 Tahun 2012, tentang perubahan atas peraturan pemerintah RI Nomor 23 Tahun 2005 tentang pengelolaan keuangan Badan Layanan Umum;
- 5 Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014, tentang penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
- 6 Peraturan Presiden Nomor 64 Tahun 2013, tentang perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh Menjadi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;
- 7 Peraturan Menteri Agama RI Nomor 44 Tahun 2022, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
- 8 Peraturan Menteri Agama Nomor 14 Tahun 2022, tentang Statuta UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
- 9 Keputusan Menteri Agama Nomor 492 Tahun 2003, tentang Pendelegasian Wewenang Pengangkatan, Pemindahan dan Pemberhentian PNS di Lingkungan Depag RI;
- 10 Keputusan Menteri Keuangan Nomor 293/Kmk.05/2011, tentang penetapan UIN Ar-Raniry Banda Aceh pada Kementerian Agama sebagai Instansi Pemerintah yang menerapkan Pengelolaan Badan Layanan Umum;
- 11 Surat Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor 01 Tahun 2015, Tentang Pendelegasian Wewenang kepada Dekan dan Direktur Pascasarjana di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

MEMUTUSKAN

Menetapkan : Keputusan Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh tentang Pembimbing Skripsi Mahasiswa.

KESATU : Menunjukkan Saudara :

Dr. Muslich Hidayat, M.Si
Untuk membimbing Skripsi

Nama : Siti Millati Hanifa
Nim : 200207018
: Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Judul Skripsi : Uji Aktivitas Antibakteri Kopi Robusta Yang Difermentasikan Dengan Kombucha Terhadap Bakteri Salmonella typhi Sebagai Referensi Modul Praktikum Mikrobiologi

KEDUA : Kepada pembimbing yang tercantum namanya diatas diberikan honorarium sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku;

KETIGA : Pembiayaan akibat keputusan ini dibebankan pada DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor SP DIPA-025.04.2.423925/2023 Tanggal 24 November 2023 Tahun Anggaran 2024;

KEEMPAT : Surat Keputusan ini berlaku selama enam bulan sejak tanggal ditetapkan;

KELIMA : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam Surat Keputusan ini.

Banda Aceh : 07 Juli 2024
P.H. Dekan,

Habiburrahim
Nomor: B-4288/Un.08/FTK/Kp.07.6/05/2024
Tanggal 27 Mei 2024

Tembusan

- 1. Sekjen Kementerian Agama RI di Jakarta;
- 2. Dirjen Pendidikan Islam Kementerian Agama RI di Jakarta;
- 3. Direktur Perguruan Tinggi Agama Islam Kementerian Agama RI di Jakarta;
- 4. Kantor Pelayanan Perbendaharaan Negara (KPPN), di Banda Aceh;
- 5. Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh di Banda Aceh;
- 6. Kepala Bagian Keuangan dan Akuntansi UIN Ar-Raniry Banda Aceh di Banda Aceh;
- 7. Yang bersangkutan;
- 8. Arsip.

Lampiran 2 : Surat Izin Penelitian

Hal : Surat Permohonan Peminjaman Alat Laboratorium
Lamp : 1 (Satu)

Banda Aceh, 30 Agustus 2024

Kepada Yth,
Pengelola Lab. Pendidikan Biologi
Di-

Tempat

Assalamualaikum, Wr. Wb.

Saya Yang Bertanda Tangan Di Bawah Ini:

Nama : Siti Millati Hanifa
NIM : 200207018
Prodi : Pendidikan Biologi
Alamat : Jl. Blangbintang Lama Lr. Pelangi, Tungkob, Darussalam
No. Hp : 085266509246

Dosen Pembimbing Skripsi

Pembimbing : Dr. Muslich Hidayat, M.Si

Sehubungan dengan penelitian skripsi yang akan saya lakukan dengan judul "**Uji Aktivitas Antibakteri Kopi Robusta Yang Difermentasikan Dengan Kombucha Terhadap Bakteri *Salmonella typhi* Sebagai Referensi Modul Praktikum Mikrobiologi**", maka dengan ini saya memohon kepada Bapak/Ibu untuk memberikan izin pemakaian dan ruang laboratorium yang akan saya gunakan dalam penelitian (alat terlampir). Rencananya alat ini akan digunakan dari tanggal 30 Agustus 2024. Dimana peminjaman pada tanggal 30 Agustus 2024.

Demikian surat ini saya sampaikan, atas perhatian dan kerja samanya saya ucapkan terima kasih.

Wassalamualaikum, Wr. Wb.

Banda Aceh, 30 Agustus 2024
Pemohon,



Siti Millati Hanifa
NIM. 200207018

Lampiran 3 : Surat Selesai Penelitian



LABORATORIUM PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
Alamat : Jl. Lingkar Kampus Darussalam, Komplek Gedung A Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
UIN Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh, Email : labpend.biologi@ar-raniry.ac.id



30 September 2024

Nomor : B-112/Un.08/KL.PBL/KS.00/09/2024
Sifat : Biasa
Lamp : -
Hal : *Surat Telah Melakukan Identifikasi/
Penelitian di Laboratorium*

Pengelola Laboratorium Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh, dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : **Siti Millati Hanifa**
NIM : 200207001
Prodi : Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry
Banda Aceh
Alamat : Jl. Blang Bintang Lama, Lr. Pelangi, Tungkob - Darussalam
No. HP : 085266509246
Pendamping : Diva Azzahra Rizqika Putri, S.Pd

Benar nama yang tersebut diatas telah meminjam alat laboratorium dan Pemakaian ruang laboratorium untuk melakukan identifikasi hasil penelitian di Laboratorium Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh, dengan judul *“Uji Aktivitas Antibakteri Kopi Robusta yang Difermentasikan dengan kombucha Terhadap Bakteri Salmonella typhi sebagai Referensi Modul Praktikum Mikrobiologi”*. Demikianlah surat ini dibuat dengan sebenarnya, agar dapat digunakan seperlunya.

Kepala Laboratorium FTK
a.n. Pengelola Lab. PBL,


Nurlia Zahara

Dok. Lab PBL

Lampiran 4 : Surat Bebas Penelitian



30 September 2024

Nomor : B-113/Un.08/KL.PBL/PP.00.9/09/2024
Sifat : Biasa
Lamp : -
Hal : Surat Keterangan Bebas Laboratorium

Pengelola Laboratorium Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh, dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Sti Millati Hanifa
NIM : 200207018
Prodi : Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN
Ar-Raniry
Alamat : Jl. Blang Bintang Lama, Lr. Pelangi, Tungkob - Darussalam

Benar yang nama tersebut diatas telah selesai melakukan penelitian dengan judul ***“Uji Aktivitas Antibakteri Kopi Robusta yang Difermentasikan dengan kombucha Terhadap Bakteri Salmonella typhi sebagai Referensi Modul Praktikum Mikrobiologi”*** dalam rangka menyelesaikan tugas akhir skripsi pada Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry, dan telah menyelesaikan segala urusan administrasi yang berhubungan dengan laboratorium Pendidikan Biologi.

Demikianlah surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya, agar dapat digunakan seperlunya.

Kepala Laboratorium FTK
a.n. Pengelola Lab. PBL,

Nurlia Zahara

Lampiran 5 : Surat Pembelian Bakteri ATCC

No. _____

 **CV. FUNDAMENT LAB SAINS**
LABORATORIUM PENGUJIAN MIKROBIOLOGI
Jl. Laksamana Malahayati, Baet Kec. Baitussalam - Aceh Besar

Kwitansi Pembayaran

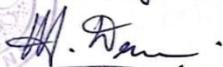
Sudah diterima dari : MILG

Uang Sebanyak : Empat Patus Ribu rupiah.

Untuk Pembayaran : Isolat Salmonella Typhi

Jumlah Rp. 400.000,-

Banda Aceh, 29 Juli 2024.


Margulin Dew, S.K.M., M.Si.

CS Dipindai dengan CamScanner



Lampiran 6 : Uji Statistik SPSS 29 Kopi Robusta

a. Uji Normalitas (*Saphiro-Wilk*) Kopi Robusta

Tests of Normality							
Konsentrasi	Statistic	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Rerata Diameter	konsentrasi 25%	.336	3	.	.857	3	.259
	konsentrasi 50%	.257	3	.	.961	3	.619
	konsentrasi 75%	.347	3	.	.836	3	.203
	konsentrasi 100%	.340	3	.	.849	3	.239
	kontrol positif	.343	3	.	.843	3	.222
	kontrol negatif	.348	3	.	.833	3	.196

a. Lilliefors Significance Correction

b. Uji Homogenitas Kopi Robusta

Tests of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Rerata Diameter	Based on Mean	1.838	5	12	.180
	Based on Median	.183	5	12	.964
	Based on Median and with adjusted df	.183	5	8.788	.962
	Based on trimmed mean	1.543	5	12	.249

c. Uji *One-Way Anova*

ANOVA					
Rerata Diameter					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3495.134	5	699.027	40.657	<.001
Within Groups	206.318	12	17.193		
Total	3701.452	17			

d. Uji *post-hoc Duncan*

Rerata Diameter			
Duncan ^{a,b}			
Konsentrasi	N	Subset	
		1	2
konsentrasi 25%	3	3.7367	
konsentrasi 50%	3	3.8467	
konsentrasi 75%	3	4.2300	
konsentrasi 100%	3	11.0900	
kontrol negatif	3	11.1133	
kontrol positif	3		43.1900
Sig.		.070	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 17.193.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = 0,05.

Lampiran 7 : Uji Statistik SPSS 29 Kombucha

a. Uji Normalitas (*Saphiro-Wilk*) Kombucha

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Konsentrasi		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Diameter Rata-rata	konsentrasi 25%	.337	3	.	.854	3	.251
	konsentrasi 50%	.326	3	.	.874	3	.306
	konsentrasi 75%	.259	3	.	.959	3	.609
	konsentrasi 100%	.291	3	.	.924	3	.467
	kontrol positif	.241	3	.	.973	3	.687
	kontrol negatif	.348	3	.	.833	3	.196

a. Lilliefors Significance Correction

b. Uji Homogenitas

		Levene			
		Statistic	df1	df2	Sig.
Diameter Rata-rata	Based on Mean	2.891	5	12	.061
	Based on Median	.863	5	12	.533
	Based on Median and with adjusted df	.863	5	6.479	.552
	Based on trimmed mean	2.688	5	12	.075

c. Uji *One-Way* ANOVA

ANOVA					
Diameter Rata-rata					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2071.704	5	414.341	13.990	<.001
Within Groups	355.400	12	29.617		
Total	2427.104	17			

d. Uji *post-hoc* Duncan

Diameter Rata-rata			
Duncan ^{a, b}			
Konsentrasi	N	Subset	
		1	2
konsentrasi 25%	3	7.7067	
konsentrasi 100%	3	10.6267	
kontrol negatif	3	11.1133	
konsentrasi 75%	3	13.2333	
konsentrasi 50%	3	16.2333	
kontrol positif	3		39.7167
Sig.		.105	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 29.617.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = 0,05.

Lampiran 8 : Uji Statistik SPSS 29 Fermentasi Kopi Kombucha

a. Uji Normalitas (*Saphiro-Wilk*) Fermentasi Kopi Kombucha

Tests of Normality

Konsentrasi	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Rata-rata konsentrasi 25%	.177	3	.	1.000	3	.973
konsentrasi 50%	.348	3	.	.833	3	.196
konsentrasi 75%	.184	3	.	.999	3	.929
konsentrasi 100%	.262	3	.	.957	3	.599
kontrol positif	.240	3	.	.975	3	.694
kontrol negatif	.348	3	.	.833	3	.196

a. Lilliefors Significance Correction

b. Uji Homogenitas Fermentasi Kopi Kombucha

Tests of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Rata-rata	Based on Mean	.754	5	12	.599
	Based on Median	.333	5	12	.884
	Based on Median and with adjusted df	.333	5	7.534	.879
	Based on trimmed mean	.721	5	12	.621

c. Uji *One-Way* ANOVA

ANOVA

Rata-rata

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1379.773	5	275.955	3.683	.030
Within Groups	899.094	12	74.924		
Total	2278.866	17			

d. Uji *post-hoc* Duncan

Rata-rata

Duncan^{a, b}

Konsentrasi	N	Subset	
		1	2
kontrol negatif	3	11.1133	
konsentrasi 50%	3	14.4233	
konsentrasi 100%	3	15.3533	
konsentrasi 75%	3	18.4100	
konsentrasi 25%	3	20.2233	
kontrol positif	3		38.0733
Sig.		.261	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 74.924.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = 0,05.

Lampiran 9 : Hasil Uji Kelayakan Ahli Materi Terhadap Output Penelitian

Lembar Validasi Materi

**Instrumen Validasi Ahli Materi Produk Hasil Modul Praktikum
Modul Praktikum Uji Aktivitas Antibakteri Kopi Robusta Yang
Difermentasikan Dengan Kombucha Terhadap Bakteri *Salmonella typhi*
Sebagai Referensi Modul Praktikum Mikrobiologi**

I. Identitas Penulis

Nama : Siti Millati Hanifa
NIM : 200207018
Program Studi : Pendidikan Biologi
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
UIN Ar-Raniry Banda Aceh

II. Pengantar

Assalammu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dalam rangka menyelesaikan pendidikan Strata 1 (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Ar-Raniry Banda Aceh, penulis melaksanakan penelitian sebagai salah satu bentuk tugas akhir dan kewajiban yang harus diselesaikan. Penelitian yang dilakukan berjudul "Uji Aktivitas Antibakteri Kopi Robusta Yang Difermentasikan Dengan Kombucha Terhadap Bakteri *Salmonella typhi* Sebagai Referensi Modul Praktikum Mikrobiologi".

Demi mencapai tujuan penelitian, penulis dengan hormat meminta kesediaan dari Bapak/Ibu dosen untuk menilai Modul Praktikum yang dihasilkan dari penelitian dengan melakukan pengisian lembar validasi yang penulis ajukan. Penulis menyampaikan banyak terima kasih atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi daftar kuesioner yang diajukan.

Hormat Saya

Siti Millati Hanifa

VI. Deskripsi Skor

Skor Penilaian Indikator	Kategori Kelayakan
5	Sangat layak
4	Layak
3	Kurang layak
2	Tidak layak
1	Sangat tidak layak

VII. Instrument Penilaian Petunjuk Pengisian

- d. Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian pada setiap aspek dengan cara memberi centang (√) pada kolom skor yang telah disediakan.
- e. Jika perlu diadakan revisi, mohon Bapak/Ibu memberikan revisi pada bagian komentar/saran atau langsung pada naskah yang divalidasi.

VIII. Identitas Validator

Nama : Zuraidah, S.Si., M.Si.

Nip : 197704012006042002

Lembar Penilaian Validasi Materi Modul Praktikum Mikrobiologi

1. Komponen Kelayakan Isi Modul Praktikum Mikrobiologi

Sub Komponen	Unsur Yang Dinilai	Skor					Komentar/Saran
		1	2	3	4	5	
Cakupan Materi	Kesesuaian materi sesuai dengan tujuan penyusunan modul praktikum Mikrobiologi				✓		Tambahkan materi sesuai indikator & manfaat Kimia serta Warfologi dari Materi S. Lhygy
	Kedalaman materi sesuai dengan tujuan penyusunan modul praktikum Mikrobiologi				✓		Ada penambahan materi yg sangat di butuhkan untuk memperdalam dan bentuk yg kerentanan
Keakuratan Materi	Keakuratan fakta dan data				✓		Carilah sumber agar lebih persis dan yg jelas & sudah baik! namun tambahkan materi sesuai dgn saran! agar jelas & kelengkapan
	Keakuratan konsep atau teori				✓		
	Keakuratan gambar atau ilustrasi				✓		
Kemutakhiran Materi	Kesesuaian materi dengan perkembangan terbaru ilmu pengetahuan saat ini				✓		
Total Skor Komponen Kelayakan Isi							



2. Komponen Kelayakan Penyajian

Sub Komponen	Unsur Yang Dinilai	Skor					Komentar/Saran
		1	2	3	4	5	
Teknik Penyajian	Kesesuaian dengan referensi saat ini			✓			Ada referensi yg harus diperbari & No DOI dicantumkan
	Materi yang disajikan mudah dipahami				✓		
Pendukung Penyajian Materi	Kesesuaian dan ketepatan gambar dengan materi				✓		Diperbari gbr agar lebih jelas & menarik
Rata-rata Skor Komponen Kelayakan Penyajian							

3. Komponen Kelayakan Keagrafikan

Sub Komponen	Unsur Yang Dinilai	Skor					Komentar/Saran
		1	2	3	4	5	
Artistik dan Estetika	Komposisi isi sesuai dengan tujuan penyusunan modul praktikum Mikrobiologi				✓		Ada yg di revisi sesuai dgn babahln babln S. Lypny
	Penggunaan teks dan grafis proporsional			✓			Perbaiki cover agar menarik
	Kemenarikan layout dan tata letak			✓			Tambahkan ket. gbr & warna yg cerah.
Pendukung Penyajian Materi	Produk membantu mengembangkan pengetahuan pembaca				✓		
	Produk bersifat informatif kepada pembaca				✓		

Sub Komponen	Unsur Yang Dinilai	Skor					Komentar/Saran
		1	2	3	4	5	
	Secara keseluruhan produk modul praktikum Mikrobiologi menumbuhkan rasa ingin tau pembaca				✓		Saran tambah soal essay agar modul lebih lengkap.
Rata-rata Skor Komponen Kelayakan Kegrafikan							

4. Komponen Kelayakan Pengembangan

Sub Komponen	Unsur Yang Dinilai	Skor					Komentar/Saran
		1	2	3	4	5	
Teknik Penyajian	Konsistensi sistematika penyajian				✓		Tambahkan lembar nama Kim Vahidala serta label pengamalan
	Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep				✓		
	Koherensi substansi					✓	
	Keseimbangan substansi					✓	
Pendukung Penyajian Materi	Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi				✓		
	Adanya rujukan atau sumber acuan				✓		Tambah daftar + bab index.
Rata-rata Skor Komponen Kelayakan Kegrafikan							
Total Skor Keseluruhan							

Saran dan Masukan

5. Komponen Kelayakan Isi Modul Praktikum Mikrobiologi

Perbaiki indibakar + materi sesuai dgn indibakar

6. Komponen Kelayakan Penyajian

Tambahkan label peramapan + soal essay
serta penjelasan lnt penelitian mth sbl 28
dicantumkan.

7. Komponen Kelayakan Kegrafikan

Pembahan cover & warna sbls info pd
cover agar lbr menarik.

8. Komponen Kelayakan Pengembangan

Tambahkan materi sesuai dgn indibakar
praktikum.

Aspek penilaian:

81% - 100% = Sangat layak direkomendasikan sebagai salah satu modul praktikum yang dapat digunakan sebagai sumber belajar

61% - 80% = Layak direkomendasikan dengan perbaikan yang ringan

41% - 60% = Cukup layak direkomendasikan dengan perbaikan yang berat

21% - 40% = Tidak layak untuk direkomendasikan

<21% = Sangat tidak layak direkomendasikan

Banda Aceh, 10⁹-10-2024

Validator

(Zuraidah, S.Si., M.St.)

NIP. 197704012006042002

Lampiran 10 : Hasil Uji Kelayakan Ahli Media Terhadap Output Penelitian

Lembar Validasi Media

**Instrumen Validasi Ahli Media Produk Hasil Modul Praktikum
Modul Praktikum Uji Aktivitas Antibakteri Kopi Robusta Yang
Difermentasikan Dengan Kombucha Terhadap Bakteri *Salmonella typhi*
Sebagai Referensi Modul Praktikum Mikrobiologi**

I. Identitas Penulis

Nama : Siti Millati Hanifa
NIM : 200207018
Program Studi : Pendidikan Biologi
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
UIN Ar-Raniry Banda Aceh

II. Pengantar

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dalam rangka menyelesaikan pendidikan Strata I (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Ar-Raniry Banda Aceh, penulis melaksanakan penelitian sebagai salah satu bentuk tugas akhir dan kewajiban yang harus diselesaikan. Penelitian yang dilakukan berjudul "Uji Aktivitas Antibakteri Kopi Robusta Yang Difermentasikan Dengan Kombucha Terhadap Bakteri *Salmonella typhi* Sebagai Referensi Modul Praktikum Mikrobiologi".

Demi mencapai tujuan penelitian, penulis dengan hormat meminta kesediaan dari Bapak/Ibu dosen untuk menilai Modul Praktikum yang dihasilkan dari penelitian dengan melakukan pengisian lembar validasi yang penulis ajukan. Penulis menyampaikan banyak terima kasih atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi daftar kuesioner yang diajukan.

Hormat Saya

Siti Millati Hanifa

III. Deskripsi Skor

Skor Penilaian Indikator	Kategori Kelayakan
5	Sangat layak
4	Layak
3	Kurang layak
2	Tidak layak
1	Sangat tidak layak

IV. Instrument Penilaian Petunjuk Pengisian

- Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian pada setiap aspek dengan cara memberi centang (√) pada kolom skor yang telah disediakan.
- Jika perlu diadakan revisi, mohon Bapak/Ibu memberikan revisi pada bagian komentar/saran atau langsung pada naskah yang divalidasi.
- Lembar Validasi Media*

V. Identitas Validator

Nama : Cut Ratna Dewi, S.Pd., M.Pd.

Nip : 198809070219032013



Lembar Penilaian Modul Praktikum Mikrobiologi

1. Komponen Kesederhanaan

Unsur Yang Dinilai	Skor					Komentar/Saran
	1	2	3	4	5	
Urutan tahapan tiap percobaan sederhana dan mudah dimengerti				✓		
Kalimat sederhana namun dapat menuntun langkah percobaan sesuai tujuan				✓		
Total skor	8					

2. Komponen Keterpaduan

Unsur Yang Dinilai	Skor					Komentar/Saran
	1	2	3	4	5	
Symbol, garis dan gambar pada modul praktikum terlihat jelas				✓		
Kontras warna gambar dan tulisan tiap halaman modul praktikum terlihat baik				✓		
Total skor	8					

3. Komponen Penekanan

Unsur Yang Dinilai	Skor					Komentar/Saran
	1	2	3	4	5	
Intruksi percobaan menuntun pada pengambilan data sesuai dengan tujuan percobaan				✓		
Langkah percobaan mengarah pada pembuktian hubungan antar variabel				✓		
Total skor	8					

4. Komponen keseimbangan

Unsur Yang Dinilai	Skor					Komentar/Saran
	1	2	3	4	5	
Kesesuaian ukuran tulisan tiap halaman dalam modul praktikum			✓			Ukuran tulisan dalam tabel diseragamkan
Kesesuaian ukuran gambar tiap halaman modul praktikum				✓		
Total Skor	7					

5. Komponen bentuk

Unsur Yang Dinilai	Skor					Komentar/Saran
	1	2	3	4	5	
Keterbacaan huruf dan symbol dalam modul praktikum					✓	
Kejelasan gambar yang digunakan dalam modul praktikum					✓	
Total Skor						
Total skor keseluruhan	10					

Saran dan Masukan

1. Komponen Kesederhanaan

.....

2. Komponen Keterpaduan

.....

3. Komponen keseimbangan

.....
.....
.....

4. Komponen penekanan

.....
.....
.....

5. Komponen bentuk

.....
.....
.....

Aspek penilaian:

81% - 100% = Sangat layak direkomendasikan sebagai salah satu modul praktikum yang dapat digunakan sebagai sumber belajar

61% - 80% = Layak direkomendasikan dengan perbaikan yang ringan

41% - 60% = Cukup layak direkomendasikan dengan perbaikan yang berat

21% - 40% = Tidak layak untuk direkomendasikan

<21% = Sangat tidak layak direkomendasikan

Banda Aceh, 21/10.....2024
Validator



(Cut Rama Dewi, S.Pd., M.Pd)
NIP. 198809072019032013

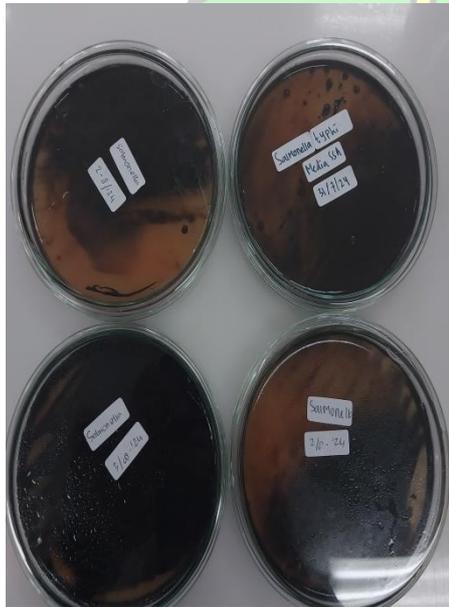
Lampiran 11 : Foto Dokumentasi Penelitian



**Penimbangan Media
Salmonella Shigella Agar**



**Pemanasan Media
Salmonella Shigella Agar**



Peremajaan Bakteri *Salmonella typhi*



**Pemanasan Media
Mueller Hinton Agar**



Pembuatan Larutan Bakteri *Salmonella typhi* Setara dengan Mc. Farland



Menghomogenkan Larutan Bakteri *Salmonella typhi* Setara dengan Mc. Farland



Peletakan Larutan ke Media Sumuran MHA



Pembuatan Konsentrasi Larutan



Pengujian Antibakteri



Media Sumuran



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Mahasiswa

1. Nama lengkap : Siti Millati Hanifa
2. NIM : 200207018
3. Tempat/ Tanggal Lahir : Medan, 26 Mei 2001
4. Jenis Kelamin : Perempuan
5. Anak Ke : 2
6. Golongan Darah : A
7. Alamat Domisili : Jl. Blangbintang Lama, Tungkob, Jr.
Pelangi, Banda Aceh, Aceh
8. Telepone/Hp : 085266509246
9. Email : 200207018@student.ar-raniry.ac.id
10. Daerah Asal : Medan, Sumatera Utara
11. Riwayat Pendidikan :



Jenjang	Nama/Asal Sekolah	Tahun Masuk	Tahun Lulus	Jurusan
SD/MI	SDIT Al-Fauzi Medan	2007	2013	-
SMP/MTS	MTs. Muallimin UNIVA Medan	2013	2016	-
SMA/MA	SMAN 21 Medan	2016	2019	MIA

12. Penasehat Akademik : Dr. Muslich Hidayat, S.Si., M.Si.
13. Tahun Selesai : 2024
14. Judul Skripsi : Uji Aktivitas Antibakteri Kopi Robusta Yang Difermentasi Dengan Kombucha Terhadap Bakteri *Salmonella typhi* Sebagai Referensi Modul Praktikum Mikrobiologi
15. Sumber Dana Kuliah : Orangtua
16. Jenis Beasiswa yang Diterima : -
17. Aktivitas Saat Kuliah : Anggota Infokom HMP PBL 2021-2022, Sekretaris Infokom HMP PBL 2022-2023, Anggota Kesekretariatan Dewan Eksekutif Mahasiswa FTK 2023, Ketua Departemen Kesekretariatan 2023.
18. Hobby : Baking Kue
19. Motto : Raih Kesuksesan Dengan Bismillah
20. Bahasa yang Disukai : Bahasa Indonesia
21. Prestasi yang Diperoleh : -