

**ANALISIS CEMARAN MIKROBA AIR MINUM DALAM KEMASAN
BERDASARKAN MASA KADALUARSA (*EXPIRED DATE*)
SEBAGAI REFERENSI MATA KULIAH MIKROBIOLOGI**

SKRIPSI

Diajukan Oleh :

Sri Kusmiati
NIM. 150207087

**Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Program Studi Pendidikan Biologi**



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2021M/ 1442 H**

**ANALISIS CEMARAN MIKROBA AIR MINUM DALAM KEMASAN
BERDASARKAN MASA KADALUWARSA (*EXPPIRED DATE*)
SEBAGAI REFERENSI MATA KULIAH 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



Pembimbing I,

Zuraidah, M.Si
NIP. 197704012006042002

Pembimbing II,

Mulvadi, S.Pd.M.Pd
NIP. 198212222009041008

**ANALISIS CEMARAN MIKROBA AIR MINUM DALAM KEMASAN
BERDASARKAN MASA KADALUARSA (*EXPIRED DATE*)
SEBAGAI REFERENSI MATA KULIAH MIKROBIOLOGI**

SKRIPSI

Telah Diuji oleh Panitia Ujian 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, 25 Januari 2021 M

13 Jumadil Akhir 1442 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



Zuraidah, M. Si
NIP. 197704012006042002

Sekretaris,



Yuliastuti, M. Si
NIP.

Penguji I,



Mulyadi, M. Pd
NIP. 198212222009041008

Penguji II,



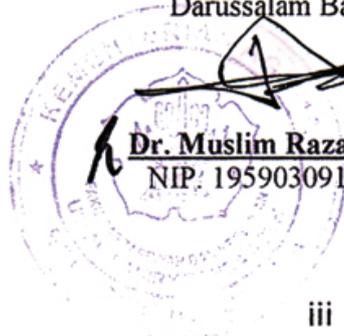
Diannita Harahap, M. Si
NIP. 198703222015032000

Mengetahui,

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry
Darussalam Banda Aceh



Dr. Muslim Razali, SH, M. Ag
NIP. 195903091989031001



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sri Kusmiati

NIM : 150207087

Prodi : Pendidikan Biologi

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Judul Skripsi : Analisis Cemarkan Mikroba Air Minum dalam Kemasan Berdasarkan Masa Kadaluarsa (*Expired Date*) sebagai Referensi

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkannya 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 memanipulasi dan memalsukan data.
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu mempertanggung jawabkan atas karya ini.

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

Banda Aceh, 7 November 2020

Yang Menyatakan,



Sri Kusmiati

KATA PENGANTAR



Segala puji hanya milik Allah swt Tuhan semesta alam. Pernyataan rasa syukur kepada sang khalik atas hidayah-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Analisis Cemaran Mikroba Air Minum Dalam Kemasan Berdasarkan Masa Kadaluarsa (*Exppired Date*) Sebagai Referensi Mata Kuliah Mikrobiologi “**

Salawat dan salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad saw sebagai suri teladan dan sumber inspirasi serta motivasi dalam berbagai aspek kehidupan setiap insan termasuk penulis amin.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi sebagai tugas akhir Strata 1 (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Melalui tulisan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus, teristimewa kepada:

1. Bapak Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh Dr. Muslim Razali, SH, M.Ag
2. Bapak Samsul Kamal, S.Pd. M.Pd selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi.
3. Ibu Elita Agustina, M.Si selaku Dosen pembimbing Akademik yang selalu memotivasi penulis dari awal studi hingga saat sekarang ini.

4. Ibu Zuraidah, M.Si selaku pembimbing akademik yang selalu membimbing dan memotivasi penulis dari awal penulisan hingga saat ini.
5. Bapak Mulyadi, M.Pd selaku dosen pembimbing yang selalu membimbing penulisan hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Teruntuk teman-teman angkatan 2015 dan tak terlupakan untuk sahabat yang telah mensupport saya, Salmiati, Fadhilla Miranda, Selvia Marjuanda, Dewi Sartika, Suryani, Maulina, serta Family 03 kita melebihi sahabat.
7. Terakhir untuk yang terdekat Khairullisa, Lianda Febriani, Intan Sari, dan Putri Santri yang selalu memberikan semangat dan menjadi pendengar yang selalu mensupport semua kita akan wisuda.

Teristimewa untuk Alm. Ayahanda Kirno yang selalu mengajarkan untuk tidak mudah menyerah di tengah jalan dan ibunda Ngatminingsih yang selalu mendo'akan dan mendukung penulis dari awal studi hingga pada sekarang ini. Untuk Kakak, abang serta keponakan penulis : Erika Ayu Suryani, Noprianto Dwi Laksono, Delita Aprilia Andini dan Nazima Azzahra yang telah banyak memberikan motivasi bagi penulis sehingga penulis mempunyai semangat yang sangat besar untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Harapan penulis adalah semoga skripsi yang penulis tulis ini memberikan manfaat dan memberikan dampak yang positif untuk kedepannya.

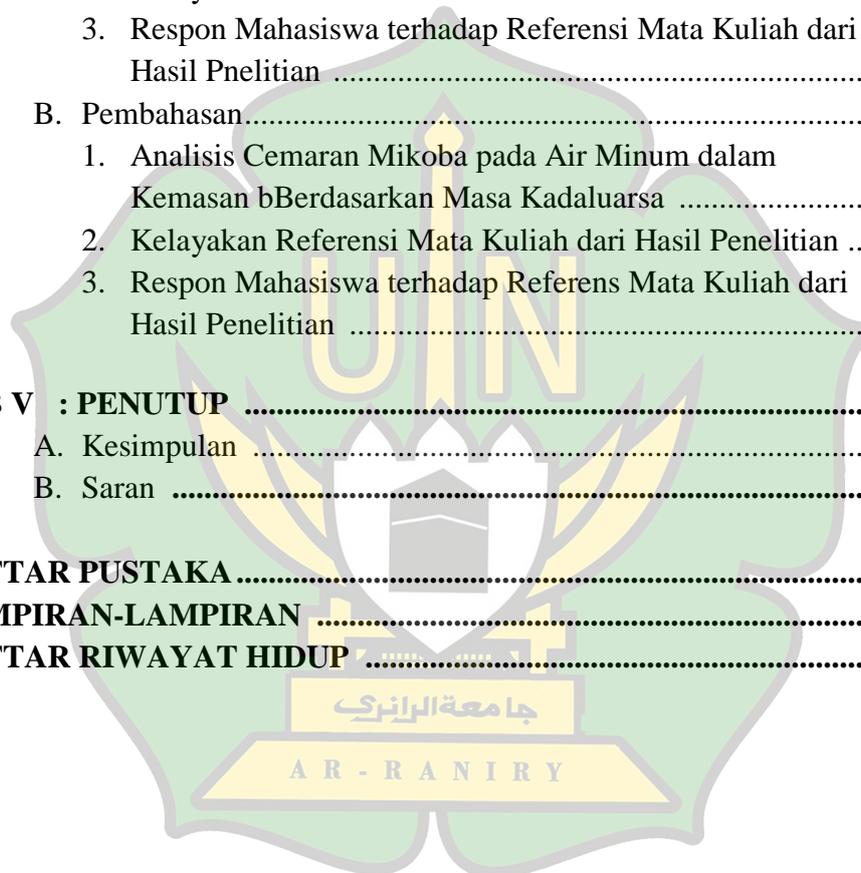
Banda Aceh, 23 Januari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

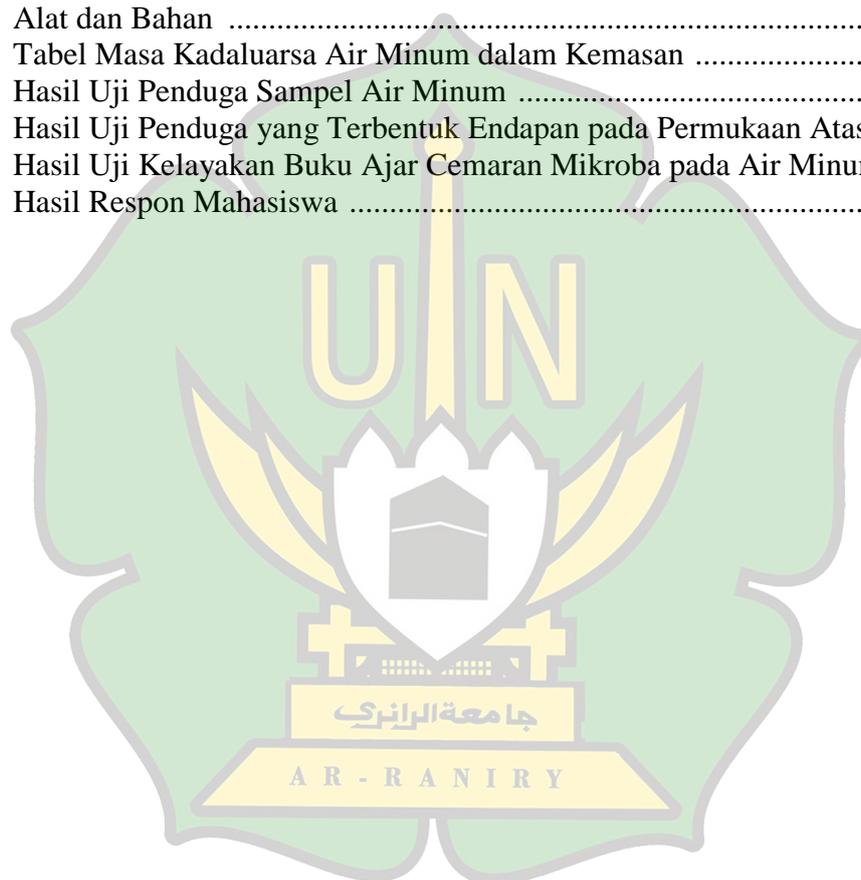
LEMBAR JUDUL	i
SURAT PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
PERSETUJUAN SIDANG MUNAQASYAH	iii
SURAT PERNYATAAN KEALIAN SKRIPSI	iv
KATAPENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTARTABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
BAB I : PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	8
C. Tujuan Penelitian	8
D. Manfaat Penelitian	8
E. Defenisi Operasional	9
BAB II : LANDASAN TEORI	14
A. Defenisi Air Minum	14
B. Mikroba irMinum	18
1. Bakteri <i>Coliform</i>	19
2. Bakteri <i>E.coli</i>	22
C. Ui Laboratorium Identifikasi <i>Coliform</i> Fecal dan <i>Colform</i> Non Fecal pada Air Minum	25
D. Refeensi Mata Kuliah Mikrobiologi	35
1. Buku Ajar Mikrobiologi	35
E. Uji Kelayakan	38
F. Respon Mahasiswa.....	39
BAB III : METODE PENELITIAN	40
A. Rancangan Penelitian	40
B. Populasi dan Sampel	40
C. Tempat dan Waktu Penelitian	41
D. Alat dan Bahan	41
E. Teknik Pengumpulan Data	42

F. Instrumen Penelitian.....	44
G. Prosedur Penelitian	45
H. Analisis Data	50
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN	54
A. Hasil Peneliiian	54
1. Hasil Analisis Cemarkan Mikriba pada Air Minum Dalam Kemasan Berdasarkan Masa Kadaluarsa	54
2. Kelayakan Referensi Mata Kuliah dari Hasil Penelitian	62
3. Respon Mahasiswa terhadap Referensi Mata Kuliah dari Hasil Pnelitian	69
B. Pembahasan.....	69
1. Analisis Cemarkan Mikoba pada Air Minum dalam Kemasan bBerdasarkan Masa Kadaluarsa	69
2. Kelayakan Referensi Mata Kuliah dari Hasil Penelitian	74
3. Respon Mahasiswa terhadap Referens Mata Kuliah dari Hasil Penelitian	77
BAB V : PENUTUP	79
A. Kesimpulan	79
B. Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN-LAMPIRAN	87
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	117



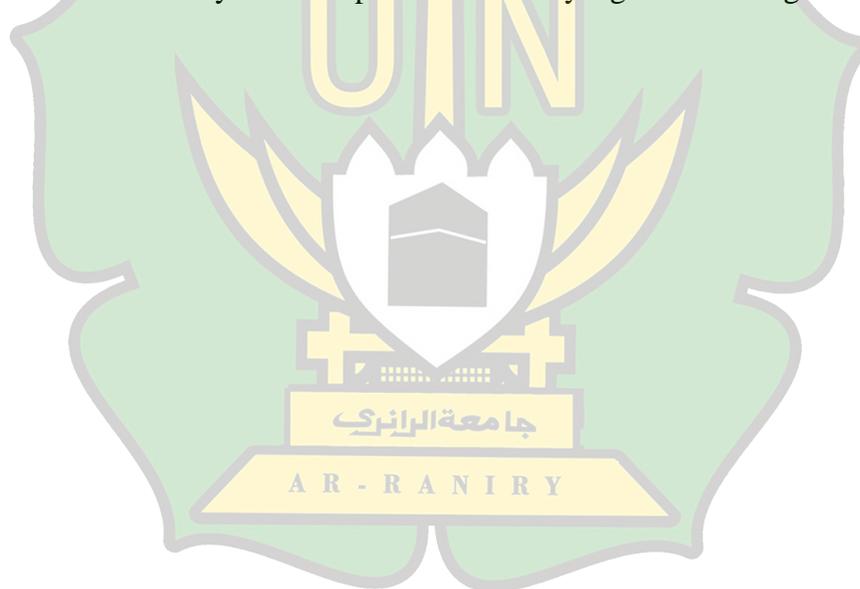
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Batas Cemarkan Mikroba dalam Pangan	15
2.2 Parameter Mikroba pada Air Minum Berdasarkan Ketetapan KEMENKES	24
3.1 Alat dan Bahan	41
4.1 Tabel Masa Kadaluarsa Air Minum dalam Kemasan	54
4.2 Hasil Uji Penduga Sampel Air Minum	56
4.3 Hasil Uji Penduga yang Terbentuk Endapan pada Permukaan Atas	61
4.4 Hasil Uji Kelayakan Buku Ajar Cemarkan Mikroba pada Air Minum	63
4.5 Hasil Respon Mahasiswa	66



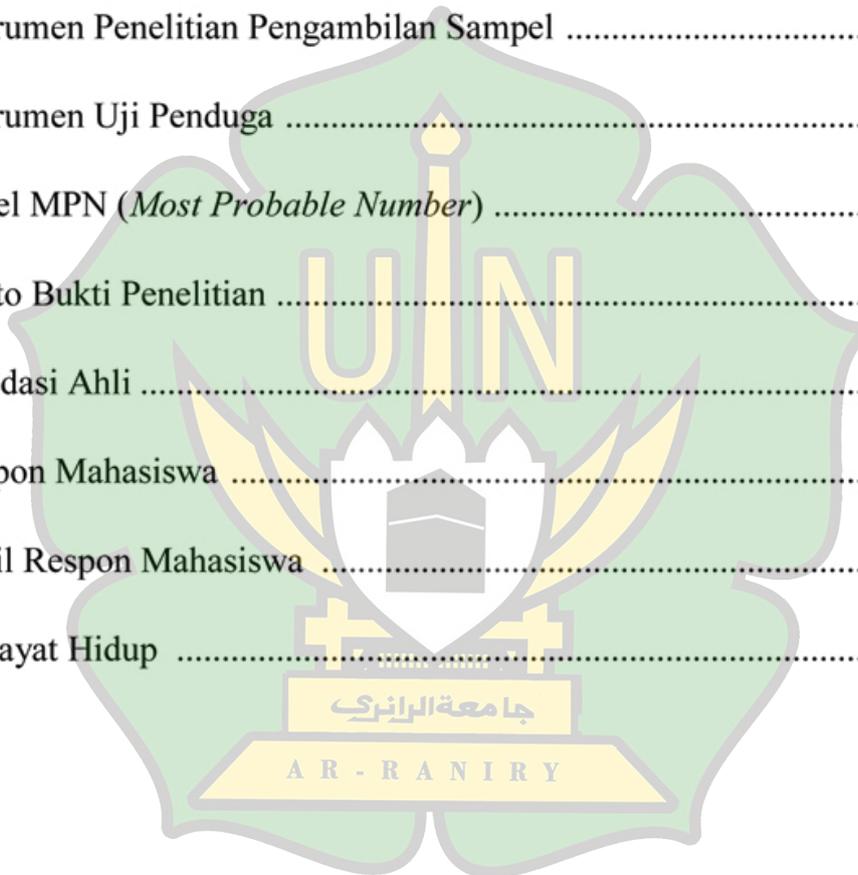
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Bakteri <i>Coliform</i> pada air minum	20
2.2 Morfologi Bakteri <i>E.coli</i>	23
2.3 Tabung Durham pada Media <i>Lactose Broth</i>	26
2.4 <i>Briliant Green Lactose Broth</i>	27
2.5 Koloni <i>Escherichia coli</i> pada Media <i>Eosin Methylen Blue Agar</i>	29
4.1 Uji Penduga Sampel dengan Ragam 3 Tabung Reaksi	55
4.2 Hasil Pengujian Sampel pada Uji Penduga	60
4.3 Endapan yang Terdapat pada Permukaan Atas Tabung Reaksi	61
4.4 Cover Buku Ajar Cemaran Air Minum dalam Kemasan	63
4.5 Hasil Uji Kelayakan Buku Ajar Cemaran Mikroba	64
4.6 Persentase Pernyataan Respon Mahasiswa yang Bernilai Positif	67
4.7 Persentase Pernyataan Respon Mahasiswa yang Bernilai Negatif	68



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 : Surat Keputusan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Tentang Pengangkatan Pembimbing Skripsi	87
2 : Surat Telah Melakukan Identifikasi Penelitian Di Laboratorium	88
3 : Surat Bebas Laboratorium	89
4 : Alur Penelitian	90
5 : Instrumen Penelitian Pengambilan Sampel	92
6 : Instrumen Uji Penduga	93
7 : Tabel MPN (<i>Most Probable Number</i>)	96
8 : Photo Bukti Penelitian	98
9 : Validasi Ahli	100
10 : Respon Mahasiswa	101
11 : Hasil Respon Mahasiswa	109
12 : Riwayat Hidup	117



ABSTRAK

Air minum dalam kemasan memberikan kepraktisan terhadap konsumen sehingga air minum dalam kemasan banyak digemari, dan salah satunya di lingkungan kampus. Namun, tidak ada yang bisa menjamin kualitas dari air minum dalam kemasan yang dipasarkan, beberapa penelitian yang pernah dilakukan menunjukkan adanya bakteri yang bersifat patogen yang terdapat di dalam air minum dalam kemasan (AMDK). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan bakteri *Coliform* dan bakteri *E.coli* yang terdapat di dalam air minum dalam kemasan yang di jual di kawasan kantin UIN Ar-Raniry. Metode penelitian yang dilakukan adalah *Survey Eksploratif* secara deskriptif kualitatif dengan membandingkan hasil dari sampel yang di dapat dengan Tabel *Most Probable Number*. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh air minum dalam kemasan yang dijual di kampus UIN Ar-Raniry. Sampel diambil secara *Purposive Sampling* dengan mengambil 5 merek air minum dalam kemasan yang dijual di 3 kantin di UIN Ar-Raniry menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN) dengan tiga tahap pengujian yaitu uji penduga (*Presumptive Test*), uji penguat (*Confirmed test*) dan uji penegasan (*Complited Test*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa 15 sampel air minum setelah dilakukan pengujian tahap uji penduga (*Presumptive Test*) menunjukkan hasil yang negatif, sehingga pengujian sampel dengan metode *Most Probable Number* tidak dilanjutkan lagi ke tahap uji penguat (*Confirmed test*) dan uji penegasan (*Complited Test*), air minum dalam kemasan yang diperjual belikan di kawasan kampus UIN Ar-Raniry ini aman untuk dikonsumsi. Validasi ahli terhadap *output* yang dihasilkan diperoleh persentase sebesar 58,6% dengan kategori cukup layak, sementara hasil angket respon yang dibagikan kepada mahasiswa diperoleh persentase sebesar 94,15% dengan kategori respon mahasiswa sangat positif terhadap buku ajar cemaran mikroba.

Kata Kunci: Air Minum dalam Kemasan (AMDK), *Coliform*, *E.coli*, *Most Probable Number*.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Konsumsi yang meningkat terhadap air minum dalam kemasan menjadikan permintaan air minum dalam kemasan selalu meningkat setiap tahunnya. Menurut Asosiasi Perusahaan Air Minum Dalam Kemasan Indonesia (ASPADIN) menyatakan bahwa perkiraan penjualan air minum dalam kemasan di Tahun 2016 mengalami peningkatan sekitar 11-15 % menjadi 21,9 hingga 22,7 miliar liter, atau setara dengan 1,8 sampai 1,9 miliar liter untuk konsumsi air minum perbulannya di seluruh Indonesia.¹

Air yang melimpah di bumi ini Allah SWT turunkan bersamaan dengan turunnya hujan, Allah SWT jadikan air yang ada di bumi ini dalam keadaan selalu tetap, tidak berubah-ubah, dan tidak melimpah, air yang Allah SWT turunkan itu adalah bukti bahwa segala sesuatu yang Allah SWT ciptakan memiliki manfaat dan Allah SWT kuasa menjadikan semua itu atas kehendak-Nya. Sebagaimana firman-Nya pada *surah Al-Waqi'ah* ayat 68-70 :

أَفَرَأَيْتُمُ الْمَاءَ الَّذِي تَشْرَبُونَ ﴿٦٨﴾ ءَأَنْتُمْ أَنْزَلْتُمُوهُ مِنَ الْمُزْنِ أَمْ نَحْنُ الْمُنزِلُونَ ﴿٦٩﴾
لَوْ نَشَاءُ جَعَلْنَاهُ أُجَاجًا فَلَوْلَا تَشْكُرُونَ ﴿٧٠﴾

¹ Gafur,dkk., “Studi Kualitas Fisik, Kimia, dan Biologis pada Air Minum dalam Kemasan (AMDK) Berbagai Merek yang Beredar di Kota Makassar Tahun 2016”, *Jurnal Higiene*, Vol.03,No.01, (2017), h.38.

Artinya :

“Maka terangkan kepadaku tentang air yang kamu minum. Kamukah yang menurunkannya dari awan ataukah Kami Para penurun(Nya)? Kalau Kami menghendaki, kami menjadikannya asin, maka mengapakah kamu tidak bersyukur?”(Q.S :Al-Waqi’ah: 68-70)

Tafsiran Surah *Al-Waqi’ah* di atas menyatakan tentang kuasa Allah menurunkan hujan. Yaitu keadaan yang sungguh menakjubkan. Maka terangkanlah kepada-Ku tentang *air yang* dari saat kesaat *Kamu minum! Kamukah yang* menurunkannya atau mengatur prosesnya sehingga menjadi tawar lalu *menurunkannya dari awan* dalam keadaan enak diminum *ataukah kami Para Penurun-nya ? kalau Kami menghendaki niscaya Kami menjadikannya* yakni air yang turun itu *asin* lagi sangat pahit membakar perut, serupa dengan rasanya sebelum menguap dari laut sehingga tidak dapat kamu minum., *maka mengapakah kamu tidak* terus-menerus *bersyukur* kepada Allah yang menjadikannya tawar dan enak diminum.²

Berdasarkan tafsiran surah *Al-Waqi’ah* di atas Allah menyuruh Hamba-Hambanya yang ada di bumi ini untuk senantiasa memikirkan kuasa Allah yang menciptakan segala sesuatu, termasuk air minum yang berasal dari air hujan yang turun dari langit, dan berdasarkan ayat ini pula kita sebagai manusia yang Allah ciptakan hendaknya mengkonsumsi minuman yang baik serta menyehatkan.

Konsumsi air minum dalam kemasan di Aceh terus mengalami peningkatan, air minum dalam kemasan dianggap praktis dan mampu memberikan solusi akan air bersih yang layak untuk dikonsumsi. Selain itu sulitnya persediaan air minum menuntun masyarakat untuk mencari solusi kepraktisan akan kebutuhan hidup yang menyebabkan bergesernya kebiasaan dan beralih kepada air minum dalam kemasan. Meningkatnya kebutuhan akan air minum dalam kemasan menyebabkan banyaknya produksi air minum dan membuat masyarakat dapat

² M. Quraish Shihab, *Tafsir Al- Misbah*, (Jakarta: Lentera Hati, 2007), h.568.

memilih air minum yang mereka sukai mulai dari harga yang murah hingga kepada harga yang mahal.

Pemenuhan kebutuhan air minum yang baik untuk dikonsumsi di kawasan kampus UIN Ar-Raniry terus mengalami kenaikan. Meningkatnya kebutuhan akan air minum ini dapat diatasi dengan penyediaan air minum dalam kemasan yang ada di kantin yang terdapat di kawasan kampus UIN Ar-Raniry, persediaan air minum dalam kemasan di setiap kantin kampus UIN Ar-Raniry dapat dijadikan salah satu solusi untuk memenuhi kebutuhan air minum yang praktis dan higienis, hal ini sesuai dengan hasil observasi yang dilakukan di kantin-kantin yang terdapat di kawasan kampus yang selalu menyediakan air minum dalam kemasan dan menjadi konsumsi publik seperti civitas akademik, dosen dan mahasiswa di kawasan kampus.

Salah satu syarat kualitas air bersih yang dapat dikonsumsi adalah tidak ditemukannya total bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* dalam 100 ml air.³ *Coliform* dan *E.coli* merupakan mikroba yang dijadikan sebagai indikator pencemaran mikroba pada air minum. *Coliform* yang terdapat pada minuman menunjukkan adanya mikroba yang bersifat enteropatogenik dan toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan. Total *Coliform* dibagi menjadi dua golongan yaitu *Coliform* fekal dan *Coliform* non fekal.⁴ *Coliform* fekal adalah koloni bakteri *E.coli* yang berasal dari tinja manusia, dan hewan berdarah panas seperti mamalia

³ Rani Afrisetiawati, dkk., "Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* pada Air Minum Isi Ulang yang di produksi DAMIU di Kelurahan Lubuk Buaya Kota Padang", *Jurnal Kesehatan Andalas*, Vol. 05.No.03. (2016), h.571.

⁴ Rolan Sudirman Pakpahan, dkk., "Cemaran Mikroba *Escherichia coli* dan Total Bakteri *Coliform* pada Air Minum Isi Ulang", *Artikel Penelitian*, (2015), h.301.

dan aves. Bakteri non fekal seperti *Aerobacter* dan *Klebsiella* yang berasal dari hewan atau tanaman yang telah mati.⁵

Coliform fekal dijadikan indikasi akan adanya cemaran mikroba yang berasal dari sanitasi yang kurang baik karena berasal dari tinja dan dapat menjadi sumber penyakit yang mencemari produk pangan seperti penyakit diare. Bakteri *Coliform* yang mencemari produk pangan juga dapat menurunkan kualitas air dan kesesuaian air minum yang telah ditetapkan untuk dimanfaatkan sebagai sumber baku air minum.

Wawancara juga dilakukan kepada mahasiswa yang sudah mengambil mata kuliah Mikrobiologi dan diperoleh informasi bahwa praktikum tentang cemaran mikroba air sudah pernah dilakukan. Dimana, praktikan membawa sampel air minum isi ulang yang terdapat di sekitar kampus. Namun, kebanyakan dari praktikan yang telah melakukan praktikum belum memahami bagaimana mikroba dapat terus tumbuh dan mengapa bisa terdapat mikroba pada sampel air minum.⁶

Berdasarkan observasi literatur yang telah dilakukan terhadap modul praktikum Mikrobiologi pada percobaan cemaran mikroba air minum telah dilakukan kegiatan praktikum. Namun, kegiatan praktikum yang dilakukan hanya melihat mikrobanya saja, adanya referensi baru yang mendukung tentang cemaran mikroba pada air minum yang di konsumsi sehari-hari akan membuat mahasiswa lebih memahami tentang mikroba-mikroba apa saja yang dapat mencemari produk

⁵ Khairil Anuar, dkk., Analisis Kualitas Air Hujan sebagai Sumber Air Minum Terhadap Kesehatan Masyarakat (Studi Kasus di Kecamatan Bangko Bagansiapiapi), *Jurnal Dinamika Lingkungan*, Vol.02, No.01, (2015), h.39.

⁶ Hasil Wawancara dengan Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi Tanggal 06 Juli 2019.

pangan. Sehingga perlu adanya referensi mata kuliah cemaran mikroba dapat memberikan peran pengurangan penyebaran penyakit yang berasal dari konsumsi makanan dan minuman sehari-hari.⁷

Standar mikroba pangan adalah salah satu kriteria keamanan yang ada pada produk makanan dan minuman. Pengujian bahan makanan tidak mampu menjamin secara langsung akan mutu dan keamanan pangan. Sehingga perlu adanya pengujian yang lebih mendetail tentang kualitas produk tersebut dengan melihat proses pengolahan dari awal hingga proses pengolahannya, kesterilan pengolahan produk pangan tersebut hingga kepada umur simpan suatu produk.

Umur simpan produk pangan (*Shelf life*) merupakan suatu informasi penting yang harus diketahui oleh konsumen, umur simpan produk pangan menjadi salah satu hal yang sangat penting karena terkait dengan keamanan produk untuk memberikan jaminan mutu dengan mencantumkan tanggal kadaluarsa (*Expired date*) pada kemasan produk pangan, baik itu makanan maupun minuman kemasan siap pakai atau siap konsumsi.⁸

Tanggal kadaluarsa (*Expired date*) dapat diartikan sebagai lamanya waktu produk pangan dalam keadaan baik-baik saja sebelum mulai membusuk, tidak bergizi atau tidak aman lagi untuk dikonsumsi. Kadaluarsanya suatu produk

⁷ Observasi Literatur Modul Praktikum Mikrobiologi pada Tanggal 12 Juli 2019.

⁸ Helmi Haris, dkk., “Penentuan Umur Simpan (*Shelf Life*) Puding Seludang (*Rasbora* sp.) yang dikemas Menggunakan Kemasan Vakum dan Tanpa Vakum”, *Jurnal Saintek Perikanan*, Vol.09. N0.02. (2014). h.54.

pangan dapat dikenali dengan cara seperti telah mengalami kerusakan dan telah mengalami perubahan warna, bau, rasa, tekstur, dan kekentalannya⁹

Pencantuman tanggal kadaluarsa pada setiap produk kemasan tidak dapat menjamin secara langsung apakah produk tersebut sudah terbebas dari kontaminasi mikroba. Karena, pada dasarnya mikroba adalah flora normal yang masih dapat terus berkembang dengan proses yang sangat cepat. Selain itu, kesterilan alat dan bahan yang digunakan pada saat produksi hingga sampai kepada tahap pengemasan juga memberikan andil akan adanya mikroba pada produk pangan.

Penelitian tentang air minum yang dilakukan oleh Abdul Gafur menyatakan jika kualitas fisik, kimia dan biologis dari air minum dalam kemasan dengan melihat parameter fisik seperti bau, rasa, warna, suhu dan kekeruhan dari 17 sampel air minum telah memenuhi persyaratan sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI No.492. Sementara, parameter kimia dari 17 sampel air minum dinyatakan 3 sampel mengandung fluorida yang melebihi nilai ambang batas yang telah ditetapkan, dan parameter biologi dari 17 sampel dinyatakan 1 sampel tidak layak untuk dikonsumsi karena cemaran mikroba yang melebihi nilai ambang batas sebesar 23/ 100 ml sampel air minum.¹⁰

⁹ Liss Dyah Dewi Arini, "Faktor-Faktor Penyebab dan Karakteristik Makanan Kadaluarsa yang Berdampak Buruk pada Kesehatan Masyarakat", *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, Vol.02, No.01, (2016), h.16.

¹⁰ Abdul Gafur, dkk., "Studi Kualitas Fisik, Kimia, dan Biologis pada Air Minum dalam Kemasan (AMDK) berbagai Merek yang Beredar di Kota Makassar tahun 2016", *Jurnal Higiene*, Vol.03, No.01, h. 44.

Penelitian yang dilakukan oleh Diah Prita Hapsari tentang pengaruh lama penyimpanan dan jenis air minum terhadap mutu Mikrobiologi menyatakan jika total bakteri dari jenis air minum yang direbus, air yang berasal dari PDAM dan air minum isi ulang selama dilakukan penyimpanan dengan melihat bakteri *Coliform* pada ketiga jenis air minum selama penyimpanan diperoleh 2 MPN/100mL dan bakteri *E.coli* pada ketiga jenis air minum selama penyimpanan 0/100 ml, sehingga bakteri *Coliform* dinyatakan tercemar. Sementara, untuk bakteri *E.coli* dinyatakan aman dan tidak berpengaruh terhadap lama penyimpanan dengan menggunakan perlakuan $p > 0,01$.¹¹

Berdasarkan penjelasan di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian terhadap analisis cemaran mikroba air minum dalam kemasan (AMDK) berdasarkan masa kadaluarsa (*Expired Date*) yang akan digunakan sebagai penunjang mata kuliah Mikrobiologi, dengan membuat buku Ajar. Selain itu peneliti tertarik untuk melakukan penelitian ini karena diharapkan dapat ikut berperan dalam mengurangi indikasi penyebaran penyakit yang penyebarannya melalui pangan, baik makanan maupun minuman.

¹¹ Diah Prita Hapsari, "Pengaruh Lama Penyimpanan dan Jenis Air Minum Terhadap Mutu Mikrobiologi", *Jurnal Penelitian*, Vol.01, N0.01, (2016), h.13.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah analisis cemaran mikroba yang terdapat pada air minum dalam kemasan berdasarkan masa *Expired date*?
2. Koloni bakteri apa sajakah yang ditemukan pada analisis cemaran air minum dalam kemasan berdasarkan masa *Expired date* ?
3. Bagaimanakah hasil uji kelayakan terhadap referensi mata kuliah Mikrobiologi dari *output* yang dihasilkan?
4. Bagaimanakah respon mahasiswa terhadap referensi Mata kuliah Mikrobiologi dari *output* yang dihasilkan?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk menganalisis cemaran mikroba yang terdapat pada air minum dalam kemasan berdasarkan masa *Expired date*.
2. Untuk mengidentifikasi koloni bakteri yang ditemukan pada analisis cemaran air minum dalam kemasan berdasarkan masa *Expired date*.
3. Untuk menganalisis hasil uji kelayakan terhadap referensi mata kuliah Mikrobiologi dari *output* yang dihasilkan.
4. Untuk mengkaji respon mahasiswa terhadap referensi mata kuliah Mikrobiologi dari *output* yang dihasilkan.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Manfaat teoritis dari hasil penelitian mengenai analisis cemaran mikroba pada air minum dalam kemasan berdasarkan masa *Expired date* ini

diharapkan dapat memberikan pengetahuan bagi mahasiswa terhadap koloni mikroba yang terdapat di air mineral berdasarkan masa *Expired date*

2. Manfaat Praktis

Manfaat praktis dari hasil penelitian mengenai analisis cemaran mikroba pada air minum dalam kemasan berdasarkan masa *Expired date* dapat dijadikan sebagai penunjang mata kuliah Mikrobiologi bagi mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi dalam bentuk buku ajar. Sehingga, mahasiswa/mahasiswi mengetahui tentang koloni mikroba pada air minum dalam kemasan berdasarkan masa *Expired date*.

E. Defenisi Operasional

1. Analisis Cemaran Mikroba

Analisis merupakan kegiatan memperhatikan, mengamati, menguji dan memecahkan suatu masalah untuk mencari jawaban dari fakta-fakta yang telah didapat sebelumnya tentang sebab dan penyebab sebenarnya dari sesuatu yang telah dilakukan.¹² Cemaran mikroba merupakan adanya mikroorganisme dalam suatu bahan pangan dimana keberadaannya dalam batas tertentu dapat menimbulkan resiko terhadap kesehatan.¹³ Analisis cemaran mikroba yang dimaksud dalam penelitian ini adalah pengujian

¹² Ahmad Fauzan, "Analisis Kelayakan Media Pembelajaran Perakitan Media Ajar untuk Siswa Sekolah Menengah Kejuruan", *Skripsi*, (Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta), h.6.

¹³ Susi Afriyanti Rahayu, Muhammad Hidayat Gumilar, "Uji Cemaran Air Minum Masyarakat sekitar Margahayu Raya Bandung dengan Identifikasi Bakteri *Escherichia coli*" *Jurnal Bumi Siliwangi*, Vol.04.N0.02. (2017), h. 51

lebih lanjut yang dilakukan untuk mengetahui adanya mikroba *Coliform* dan *E.coli* pada air minum kemasan berdasarkan masa *Expired date*.

2. Air Minum dalam Kemasan

Air minum dalam kemasan adalah air yang dikonsumsi yang telah melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang berasal dari sumber air tertentu dan telah dikemas sedemikian rupa serta telah memenuhi syarat kesehatan yang telah ditetapkan dan dapat langsung diminum, dimana air minum yang ideal seharusnya jernih, tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau, serta tidak tercemar dengan mikroba yang mampu menimbulkan penyakit.¹⁴ Air Minum yang digunakan dalam penelitian ini adalah 5 air minum dalam kemasan yang dijual di kawasan kampus UIN Ar-Raniry. Batasan mili air minum dalam kemasan yang dijadikan sebagai sampel penelitian adalah air minum dengan berat bersih 600 ml.

3. Bakteri *Coliform*

Bakteri *Coliform* adalah kelompok bakteri yang memiliki sifat heterogen dengan bentuk batang gram negatif, dengan kemampuan sifat aerob dan anaerob yang memiliki kemampuan mengoksidasi asam amino.¹⁵ Bakteri *Coliform* yang dimaksud pada penelitian ini adalah bakteri *Coliform* yang terdapat pada sampel air minum dalam kemasan ketika dilakukan

¹⁴ Dwi Sulistio, "Uji Keberadaan Bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella thypi* pada Air Minum Isi Ulang di Kelurahan Antang Kota Makasar, *Skripsi*, (Makasar: UIN Alauddin Makasar, 2012), h.10.

¹⁵ Suriawira, *Pengantar Mikrobiologi Umum Edisi Revisi*, (Bandung: Angkasa, 2006), h.65.

pengujian di laboratorium dan digunakan sebagai indikator adanya pencemaran pada minuman.

4. Bakteri *E.coli*

E.coli adalah bakteri oportunistis yang banyak ditemukan pada usus di saluran pencernaan dan diindikasikan sebagai flora normal.¹⁶ Bakteri *E.coli* yang dijadikan parameter pada penelitian ini adalah bakteri yang terdapat pada air minum dalam kemasan saat dilakukan pengujian di Laboratorium dan menjadi sampel utama.

5. Masa Kadaluarsa (*Expired Date*)

Masa kadaluarsa merupakan informasi tentang suatu produk yang menyatakan batas atau tenggang waktu produk dari produsen kepada konsumen tentang suatu kualitas produk pangan, baik makanan maupun minuman.¹⁷ Masa kadaluarsa (*Expired date*) yang dimaksud dalam penelitian ini adalah rentang waktu yang tercantum pada produk air minum dalam kemasan yang akan menjadi sampel penelitian, dimana waktu yang dijadikan acuan dalam penelitian ini satu tahun sebelum masa kadaluarsa.

¹⁶ Zulfikar Tri Raharja, "Identifikasi *Escherichia coli* pada Air Minum Isi Ulang (AMIU) dari Depot di Kelurahan Pisangan dan Cirendeu Tahun 2015", *Jurnal Kedokteran*, Vol.01. No.01. (2015), h.08.

¹⁷ Susi Wijaya, *Penentuan Kadaluarsa Produk Pangan Diktat Kuliah*, (Jakarta: UI Press, 2009), h.5.

6. Referensi Mata Kuliah Mikrobiologi

Referensi adalah sumber, acuan, rujukan atau petunjuk berupa buku yang dapat memberikan keterangan tentang suatu topik bahasan.¹⁸ Referensi mata kuliah yang dimaksud dalam penelitian ini adalah hasil penelitian yang diharapkan mampu menjadi penunjang dalam bentuk buku ajar untuk penambahan media pembelajaran tentang mikroba air, dan koloni mikroba yang mencemari air.

7. Uji Kelayakan

Uji kelayakan adalah percobaan yang dilakukan untuk mendapatkan data awal tentang kualitas bahan ajar yang sudah dilakukan validasi oleh ahli yang dapat memberikan penilaian kelayakan secara terstruktur terhadap produk yang nantinya digunakan sebagai bahan ajar dalam proses pembelajaran.¹⁹ Uji kelayakan dalam penelitian ini adalah kelayakan buku ajar dan pembelajaran yang berisi tentang cakupan materi, kelayakan buku, penyajian dan pengembangan yang digunakan sebagai referensi mata kuliah Mikrobiologi baik untuk materi kuliah maupun praktikum.

¹⁸ Umi Kalsum, "Referensi sebagai Layanan, Tempat dan Tujuan terhadap Layanan Referensi Perpustakaan di Perguruan Tinggi", *Jurnal Iqra*, Vol.10, No. 1. (2016), h.133.

¹⁹ Yosi Wulandari dan Wachid E. Purwanto, "Kelayakan Aspek Materi dan Media dalam Pengembangan Buku Ajar Sastra Lama", *Jurnal Gramatika*, Vol.3, No.2, (2017), h.162-172.

8. Respon Mahasiswa

Respon merupakan reaksi dari tanggapan berupa jawaban dari suatu gejala atau peristiwa yang terjadi.²⁰ Respon mahasiswa yang dimaksud dalam penelitian ini adalah reaksi dari mahasiswa terhadap buku ajar, dan video pembelajaran mata kuliah Mikrobiologi dengan menggunakan lembaran angket berupa penilaian yang diberikan kepada mahasiswa/mahasiswi yang telah mengambil mata kuliah Mikrobiologi.

9. Angket

Angket atau kuisisioner adalah seperangkat pernyataan atau pertanyaan yang tertulis yang diberikan kepada responden untuk dijawab.²¹ Angket yang dimaksud dalam penelitian ini adalah lembar pertanyaan yang dibuat oleh peneliti dan harus dijawab oleh responden yaitu mahasiswa yang telah mengambil mata kuliah Mikrobiologi.

²⁰ Pusat Bahasa Depdiknas, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, (Jakarta: Balai Pustaka, 2005), Edisi ke-3. h.952.

²¹ Alwan, Menza Hendri, "Faktor-Faktor yang Mendorong Siswa MIA SMAN Mengikuti Bimbingan Belajar Luar Sekolah di Kecamatan Telanaipura Kota Jambi", *Jurnal Edufisika*, Vol.02, No.02, (2017), h.28.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Defenisi Air Minum

Air sebagai materi esensial yang dibutuhkan oleh makhluk hidup, makhluk hidup memerlukan air yang digunakan untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Secara umum, fungsi air di dalam tubuh organisme berfungsi sebagai pelarut senyawa organik, menstabilkan suhu tubuh dan melangsungkan metabolisme serta kerja reaksi kimia tingkat seluler di dalam tubuh.

Air merupakan satu dari banyak kebutuhan manusia yang paling penting. Kadar air di dalam tubuh manusia adalah yang paling banyak, yaitu sekitar 68 % dan harus terus dipertahankan. Kebutuhan akan air minum setiap orang berbeda-beda, mulai dari 2,1 liter hingga 2,8 liter per hari tergantung kepada berat badan dan aktivitas yang dilakukan setiap harinya.²²

Kebutuhan air minum yang terus bertambah seiring dengan peningkatan jumlah penduduk di suatu wilayah menyebabkan permintaan yang cukup tinggi akan kebutuhan air minum. Sehingga, diperlukan adanya upaya untuk pemenuhan air bersih yang layak konsumsi untuk masyarakat. Contohnya di kota-kota besar, dalam hal pemenuhan kebutuhan air minum yang layak konsumsi masyarakat sering menggunakan air minum dalam kemasan (AMDK) yang dirasa lebih

²² Susi Afrianti Rahayu, Muhammad Hidayat Gumilar, "Uji Cemarkan Air Minum Masyarakat Sekitar Margahayu Raya Bandung dengan Identifikasi *Escherichia coli*", *Jurnal IJPST*, Vol.04, No.02, h.51.

praktis, higienis dan terjangkau.²³ Air minum dalam kemasan ialah air baku yang telah mengalami beberapa proses, telah dikemas, dan telah dinyatakan aman untuk diminum, air minum dalam kemasan diproduksi oleh industri melalui serangkaian proses otomatis dan telah dilakukan pengujian kualitas sebelum diedarkan.²⁴

Batas cemaran mikroba yang diperbolehkan dalam pangan sebagaimana di tunjukkan pada Tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Batas Cemaran Mikroba dalam Pangan²⁵

No KAT Pangan	Kategori Pangan	Jenis Cemaran Mikroba	Batas Maksimum
14.1.1.2	Air Minum dalam Kemasan	ALT Awal (30°C, 72 Jam)	1x 10 ² Koloni/ ml
		ALT Akhir (30°C, 72 Jam)	1x10 ⁵ Koloni/ ml
		APM <i>Coliform</i> <i>Salmonella</i> SP	<2/100 ml Sampel Negatif / 100 ml
No KAT :	Komunitas Adat Terkecil atau batas yang di perbolehkan ²⁶	<i>Escherichia coli</i>	0 koloni/ ml

²³ Fitri Mairizki, "Analisis Air Minum Isi Ulang di Sekitar Kampus Universitas Islam Riau", *Jurnal Katalisator*, Vol.02.No.01(2017), h. 10

²⁴ Satria Heriandy, dkk., "Migrasi Formaldehid pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK)", *Jurnal Ilmu Lingkungan*, Vol. 01, No.01, (2015), h.29.

²⁵ SNI, *Batas Cemaran Mikroba dalam Pangan*, SNI 7388, (2009), h.16.

²⁶ Badan Ketahan Pangan Kementerian Pertanian, *Peta Ketahanan dan Kerentanan Pangan*, (2018), h. 57.

Syarat bakteriologis air minum menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492/ MENKES/ PER/ IV/ 2010, air minum tidak boleh mengandung patogen, yang dapat menyebabkan penyakit pada saluran pencernaan, seperti indikasi adanya bakteri *Coliform* maupun *E.coli*.

Indikasi cemaran mikroba yang diperbolehkan berdasarkan angka lempeng total <100 per ml sampel.²⁷ Secara umum faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas air minum adalah

- a. Fasilitas operasi seperti kondisi bangunan
 - b. Peralatan dan perlengkapan
 - c. Sumber atau bahan baku yang digunakan
1. Proses produksi Air Minum dalam Kemasan

Proses yang dilakukan dalam pengolahan sumber air baku yang akan digunakan untuk air minum dalam kemasan pada prinsipnya harus sesuai dengan standar yang telah ditetapkan sehingga akan tetap aman jika di konsumsi secara langsung.²⁸ Proses pengolahan air minum dalam kemasan melalui beberapa tahap yaitu seperti :

- a. Proses Penampungan air

Proses penampungan air merupakan proses pemindahan sumber air baku yang berasal dari mata air menuju ke tangki penampung seperti

²⁷ Lidya Ayu Natalia, "Kajian Kualitas Bakteriologis Air Minum Isi Ulang di Kabupaten Blora Melalui Metode *Most Probable Number* (MPN)", *Jurnal Teknik Unnes*", Vol. 01, No.01.(2014), h. 7.

²⁸ Muharti Syamsul, "Studi tentang Kualitas Fisik Air Minum dalam Kemasan", h. 35.

tangki air baku yang selanjutnya dialirkan melalui pipa-pipa yang dipompa menuju tangki penampung baku yang terbuat dari stainless steel dengan kecepatan 500 lt/ detik, dengan kapasitas air di dalam tangki sebesar 3 m³, dimana selanjutnya air di dalam tangki dilakukan pengolahan lebih lanjut di dalam *water treatment*.

b. Proses pengolahan air

Proses pengolahan air minum baku di dalam *water treatment* adalah proses pengolahan untuk mendapatkan air bersih yang secara kualitas fisik maupun kimia dan mikrobiologi telah memenuhi standar air minum. Sehingga, tidak akan menyebabkan gangguan kesehatan, dan juga dapat memberikan komposisi mineral untuk keperluan di dalam tubuh.²⁹

Proses selanjutnya dari pengolahan air adalah air baku akan mengalami proses filtrasi, proses filtrasi adalah proses melewatkan air melalui lapisan bahan yang berpori seperti pasir ataupun arang aktif. Dengan tujuan partikel yang lebih besar dari pori filter akan tertahan di dalam pori filter tersebut.³⁰

c. Proses Sterilisasi

Proses sterilisasi bertujuan untuk membunuh mikroba yang bersifat patogen dan dapat membahayakan kesehatan dengan cara menggunakan *catridge* dan *ozon*. *Catridge* bertujuan untuk menahan

²⁹ Ira Dwi Anggraeni Candrawati, "Uji Kualitas Bakteri *Escherichia coli* pada Pemandian Umum di Botong Balong Magelang", *Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*, Vol.2. No.1. 2016, h. 36.

³⁰ Kartini Winasari, "Uji Bakteriologis Air Minum pada Mata Air Bukit Sikumbang Desa Pulau Sarak Kecamatan Kampar", *Jurnal Higiene*, Vol.01, No.03. 2016. h. 56.

mikroba serta menyaring kotoran halus yang mungkin masuk ke dalam air. Sementara, *ozon* adalah gas yang tidak stabil yang akan dicampur dengan air secara seksama dengan cara gelembung ozon akan menyebar keseluruhan bagian air sehingga akan aktif mengoksidasi mikroba yang terdapat di dalam air minum. Sehingga, pada proses sterilisasi air minum yang di hasilkan akan lebih bersih dan lebih segar.³¹

B. Mikroba Air Minum

Pengolahan air yang paling utama dan harus diperhatikan adalah tinggi atau rendahnya tingkat pencemaran air, baik pencemaran yang berasal dari air limbah maupun cemaran yang lainnya. Sehingga, saat ini terus dilakukan upaya-upaya baru untuk mendapatkan air bersih yang bisa digunakan untuk kebutuhan air minum sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan. Karena, dalam pengolahannya air minum dalam kemasan maupun air minum isi ulang rentan terhadap kontaminasi berbagai mikroorganisme.

Parameter Mikrobiologis yang digunakan untuk menentukan kualitas air bersih adalah dengan melihat ada atau tidaknya *Coliform* atau *Fecal Coliform* dalam sampel air minum. Ada atau tidaknya bakteri *Coliform* di dalam air dapat di

³¹ Putri Nareswari, “Pengaruh Loyalitas Merek pada Kecenderungan Perilaku Alih Merek Manufaktur ke Merek Toko Ritel Produk Air Minum dalam Kemasan di Yogyakarta”, *Jurnal Farmasi*, Vol.02, No.02, h.98.

jadikan rujukan kemungkinan adanya mikroba yang bersifat enteropatogenik dan toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan.³²

Parameter yang digunakan untuk melihat cemaran mikroba pada air yaitu dengan menggunakan bakteri *Coliform* yang dalam jumlah tertentu dapat dijadikan sebagai indikator higienitas dan sebagai penanda akan adanya keberadaan bakteri yang memiliki sifat patogen yang biasa hidup dalam kotoran manusia dan hewan, salah satu jenis bakteri yang memiliki sifat patogen adalah *E.coli*.³³

1. Bakteri Coliform

Bakteri *Coliform* merupakan suatu kelompok bakteri yang bersifat heterogen, memiliki bentuk batang, *Gram* negatif, memiliki sifat aerob dan anaerob fakultatif. Kemampuan aerob terjadi jika bakteri mengoksidasi asam amino. Sedangkan, kemampuan anaerob dilakukan ketika tidak terdapatnya oksigen. Sehingga, bakteri akan melakukan metabolisme dengan sifat fermentatif, yang akan menghasilkan energi dengan cara memecah laktosa menjadi asam organik dan gas dalam kurun waktu 2 kali 24 jam pada suhu 35°C.³⁴

Famili bakteri *Coliform* terdiri dari beberapa genus diantaranya *E.coli*, *Salmonella*, *shigela*, *Enterobacter*, serta *Proteus* yang dibagi berdasarkan

³² Frijon Lewerissa, "Analisis Kualitatif Bakteri *Coliform* dan *Fecal Coliform* pada Mata Air Desa Saparua Kecamatan Saparua Kabupaten Maluku Tengah", *Prosiding Basic Science*, 2015, h.354.

³³ Jasmadi, dkk., "Prevalensi Bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* pada Daging Sapi yang Dijual di Pasar Tradisional dan Pasar Modern di Kota Pekan Baru", *Jurnal JOM FMIPA*, Vol.1, No.02, (2014), h.31.

³⁴ Suriawira, *Pengantar Mikrobiologi ...*,h. 65.

antigen-antigen yang terdapat pada bakteri tersebut seperti antigen oksigen, hidrogen dan kalium. Famili bakteri *Coliform* yang dapat melakukan fermentasi dengan merubah laktosa menjadi garam empedu akan dikelompokkan ke dalam kelompok bakteri Enterobacteriaceae.³⁵ Gambar bakteri *Coliform* yang terdapat di dalam air minum dapat dilihat pada Gambar 2.1:



Gambar 2.1 Bakteri *Coliform* pada air minum³⁶

Bakteri *coliform* umumnya memiliki sifat yang mampu tumbuh pada media biakan agar sederhana, dengan membentuk koloni sirkuler berdiameter 1-3 mm, berbentuk sedikit cembung, koloni permukaan yang halus, serta tidak berwarna. Sehingga, jika dilihat dengan melakukan uji pewarnaan *Gram* maka koloni bakteri akan berwarna merah. Ciri yang khas

³⁵ Brooks dan Jante, *Mikrobiologi Kedokteran Edisi 23*, (Jakarta: EGC Penerbit Buku Kedokteran, 2014), h.254.

³⁶ Dwi Sulistio, , "Uji Keberadaan Bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella thypi*,..., h. 24

lainnya dari bakteri *coliform* adalah memiliki kemampuan untuk melakukan fermentasi laktosa pada suhu 35-37°C.³⁷

Coliform adalah suatu kelompok bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya polusi dan kondisi yang tidak baik terhadap makanan maupun minuman. Jadi, dengan adanya bakteri *Coliform* pada air menunjukkan bahwa dalam satu atau lebih tahapan pengolahan air minum pernah mengalami kontak dengan feses yang berasal dari saluran pencernaan.³⁸

Bakteri *Coliform* di dalam perairan menunjukkan adanya jenis mikroba yang memiliki sifat enteropatogenik yang akan membahayakan kesehatan. Semakin tingginya tingkat kontaminasi bakteri *Coliform*, maka akan semakin tinggi pula resiko adanya bakteri yang bersifat patogen. Sehingga, keberadaan bakteri *Coliform* dijadikan sebagai indikasi dari kondisi proses atau adanya sanitasi yang kurang baik.³⁹

Coliform awalnya digunakan sebagai salah satu indikator adanya polusi pada saluran pencernaan. Bakteri *Coliform* awalnya hanya digunakan sebagai indikator terhadap adanya bakteri *E.coli*. Akan tetapi, hingga adanya penelitian lebih lanjut yang dilakukan secara serologi menjadikan

³⁷ Geo FB, Karen CC, dkk., *Mikrobiologi Medis Edisi 25*, (Jakarta: EGC penerbit Kedokteran, 2011), h.102.

³⁸ Supardi, *Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan Edisi Revisi*, (Bandung :Alumni, 2008), h.89.

³⁹ Eulis, Dkk., “Reduksi Bakteri Total dan *Enterobacteriaceae* pada Campuran Minuman Lumpur Susu dan Minuman Oggok fermentasi oleh *Asfergillus niger*”, *Proseding*, Vol.01, No.05, (2008), h.635.

bakteri *Coliform* spesifik terhadap bakteri *E.coli*, sehingga, bakteri *Coliform* dianggap sebanding dengan *E.coli*.⁴⁰

Bakteri *Coliform* merupakan flora normal pada saluran pencernaan manusia, bakteri *Coliform* ini muncul sejak mulai dimasukkannya makanan atau minuman kedalam saluran pencernaan. Flora normal didalam usus manusia 96% dihuni oleh bakteri anaerob, seperti spesies *Bacteriodes*, *Fusobacterium*, serta *Lactobacili anaerob*, sementara sisanya 1-4% dihuni oleh bakteri fakultatif seperti bakteri *Coliform*. Bakteri *Coliform* bersifat *Gram* negatif, sehingga apabila dilihat dengan menggunakan pewarnaan *Gram* maka akan terlihat berwarna merah dan memiliki kemampuan untuk melakukan fermentasi laktosa sebagai sumber makanan.

Selain itu bakteri yang ditemukan pada hewan yang telah mati atau tumbuhan yang telah membusuk juga serta sampah-sampah organik juga dapat mencemari air minum dan dapat menyebabkan penyakit yang di sebut sebagai kelompok bakteri *Coliform* non fecal. Jenis bakteri *Coliform* non fecal yaitu *Citrobacter* sp, *Enterebacter* dan *Serratia*.

2. Bakteri *E.coli*

Penamaan bakteri *E.coli* diambil dari nama seorang penemu yang menemukannya yaitu Theodor Escherich pada Tahun 1907, bakteri *E.coli* menjadi salah satu bakteri yang dijadikan indikasi pencemaran lingkungan. *E.coli* adalah salah satu bakteri yang masuk ke dalam golongan bakteri

⁴⁰ Dimas Nugroho, "Uji Mikrobiologis pada Berbagai Jenis Air Minum", *Jurnal Kedokteran*, Vol.01, No.01, (2015), h.9.

Gram negatif, memiliki bentuk batang, yang tidak membentuk spora, serta dapat bergerak dengan menggunakan flagel, mempunyai kapsul yang dapat menghasilkan gas dari glukosa, serta dapat melakukan fermentasi laktosa dalam keadaan anaerob.⁴¹ Bentuk morfologi bakteri *E.coli* dapat dilihat pada Gambar 2.2:



Gambar 2.2 Morfologi Bakteri *E.coli*⁴²

Koloni *E.coli* memiliki morfologi dengan warna pelangi yang berkilau, memiliki kemampuan untuk memecah komponen kimia, yang dapat diukur dengan menggunakan media biakan yang selektif yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri lain yang tidak memiliki kemampuan melakukan fermentasi laktosa. Sehingga, pada biakan yang selektif ini bakteri *E.coli* akan tampak.⁴³

⁴¹ Brooks, dkk., *Mikrobiologi Kedokteran...*, h. 67.

⁴² Azhar Fuadi, "Pengaruh Residual Klorin Terhadap Kualitas Mikrobiologi pada Jaringan Distribusi Air Bersih", *Skripsi*, (Depok: Universitas Indonesia, 2012), h.46.

⁴³ Menteri Kesehatan Republik Indonesia, *Persyaratan Kualitas Air Minum*, (Jakarta: Departemen Kesehatan, 2010), h. 67.

E.coli masuk ke dalam salah satu golongan *Enterobacteriaceae* yang kemampuan dalam melakukan fermentasi laktosa tergolong cepat, yang ditandai dengan hasil tes indol yang positif, selain itu pertumbuhan bakteri *E.coli* pada media biakan yang diferensial seperti menggunakan *Eosin methylene blue agar* (EMB Agar) akan tampak karakter secara morfologi berwarna pelangi berkilau seperti logam.⁴⁴ Parameter Mikrobiologi berdasarkan ketentuan peraturan Menteri kesehatan dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut :

Tabel 2.2 Parameter Mikrobiologi pada Air minum berdasarkan ketentuan KEMENKES⁴⁵

Jenis Parameter	Satuan	Kadar yang diperbolehkan
Parameter Mikrobiologi		
1. <i>Escherichia coli</i>	Jumlah per 100 ml Sampel	0
2. <i>Coliform</i>	Jumlah per 100 ml Sampel	0

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan *E.coli* antara lain adalah suhu, *E.coli* dapat tumbuh pada suhu minimal 10°C, dan maksimal 45°C. Sementara, Suhu yang optimal untuk *E.coli* dapat tumbuh adalah 37°C. Maka *E.coli* dikelompokkan kedalam golongan bakteri mesofilik yang memiliki sifat yang unik karena dapat menyebabkan infeksi

⁴⁴ Brooks, dkk., *Mikrobiologi Kedokteran...*, h.71.

⁴⁵ PERMENKES No. 492, (2010).

primer pada usus dan mampu bertahan dalam kurun waktu 40 jam.⁴⁶ Sementara, *E.coli* dapat bertahan di dalam air minum antara 4-12 minggu, dan sangat bergantung kepada kondisi lingkungan.⁴⁷ Sehingga, adanya lingkungan yang kurang baik sangat menguntungkan bakteri *E.coli* untuk tetap hidup.

C. Uji Laboratorium Identifikasi *Coliform* Fekal dan *Coliform* Non Fekal pada Air Minum

Prinsip dilakukannya identifikasi bakteri adalah untuk mengetahui masih adanya bakteri yang telah mengalami kulturisasi sebelumnya dengan memperhatikan kepada karakteristik secara morfologi dan fisiologinya. Karakteristik secara morfologi dapat diamati dengan melakukan pewarnaan yang selanjutnya diamati di bawah mikroskop. Sementara, untuk melihat karakteristik secara fisiologi dengan menggunakan media biakan.⁴⁸

Uji Mikrobiologi yang dilakukan terhadap sampel air minum merupakan salah satu teknik pengujian yang sangat sederhana yang dilakukan untuk mengidentifikasi adanya indikasi bakteri pencemar terhadap air minum. Uji Mikrobiologi tidak memerlukan teknik pengujian yang sulit dan cenderung mudah untuk dilakukan, metode ini juga dapat dijadikan percobaan tentang kualifikasi air minum berdasarkan ketetapan *World Health Organization* (WHO)

⁴⁶ Muhammad Nafiz Mirza, "Hubungan antara Higenis Sanitasi dengan Jumlah *Coliform* Air Minum pada Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di Kabupaten Demak Tahun 2012", *Jurnal Internasional Unnes of Public Healt*, Vol.03, No.02, (2014), h.03.

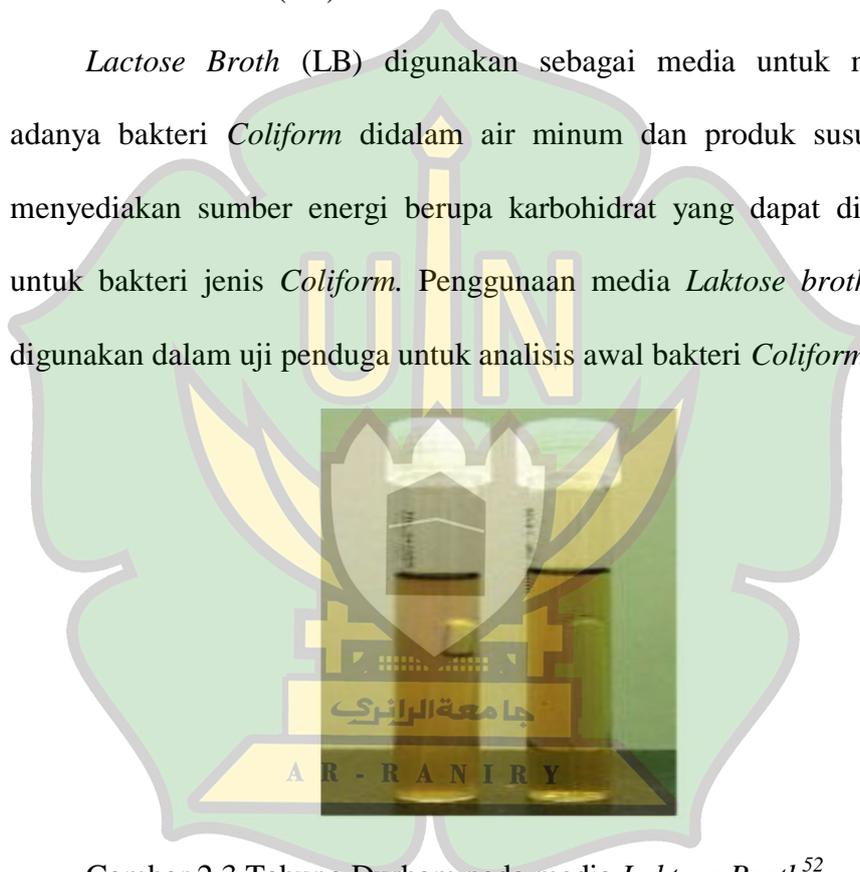
⁴⁷ Zulfikar Tria Raharja, "Identifikasi *Escherichia coli* pada Air Minum Isi Ulang...", h. 8.

⁴⁸ Brooks, dkk., *Mikrobiologi Kedokteran Edisi...*, h. 70.

maupun KEMENKES.⁴⁹ Uji identifikasi mikroba biasanya dengan menggunakan medium *Lactose Broth* pada tahap uji penduga, *Briliant Green Laktosa Broth* pada tahap penguat yang didapatkan dari hasil positif uji penduga, serta *Eosin methylen blue agar*.⁵⁰

1. *Lactose Broth* (LB)

Lactose Broth (LB) digunakan sebagai media untuk mendeteksi adanya bakteri *Coliform* didalam air minum dan produk susu. Laktosa menyediakan sumber energi berupa karbohidrat yang dapat difermentasi untuk bakteri jenis *Coliform*. Penggunaan media *Laktose broth* biasanya digunakan dalam uji penduga untuk analisis awal bakteri *Coliform*.⁵¹



Gambar 2.3 Tabung Durham pada media *Laktose Broth*⁵²

⁴⁹ Dimas Nugroho, “Uji Mikrobiologis pada Berbagai Jenis Air Minum...”, h.8.

⁵⁰ Muhammad Radji, dkk., “Pemeriksaan Bakteriologis Air Minum isi Ulang di Beberapa Depot Air Minum Isi Ulang di Daerah Lenteng Agung dan Srengseng Sawah Jakarta Selatan”, *Jurnal Ilmu Kefarmasian*, Vol.05, No.01, (2008), h.10.

⁵¹ Zulfikar Tria Raharja, “Identifikasi *Escherichia coli* pada Air Minum...”,h.15.

⁵² Dimas Nugroho, “Uji Mikrobiologis pada Berbagai Jenis Air Minum...”, h.10.

Lactose broth digunakan untuk pemeriksaan sampel pada saat tes pendahuluan dengan cara menginokulasikan pada media yang selanjutnya diamati ada atau tidaknya gas yang terbentuk di dalam tabung durham selama 24 jam dengan kisaran suhu 35 – 37°C.⁵³ Bila tampak gelembung gas pada tabung durham maka tes air minum dinyatakan positif, dan sebaliknya jika selama 48 jam tidak tampak gelembung di dalam tabung durham maka tes pada air minum dinyatakan negatif, dan tidak perlu dilakukan pengujian lebih lanjut lagi.⁵⁴

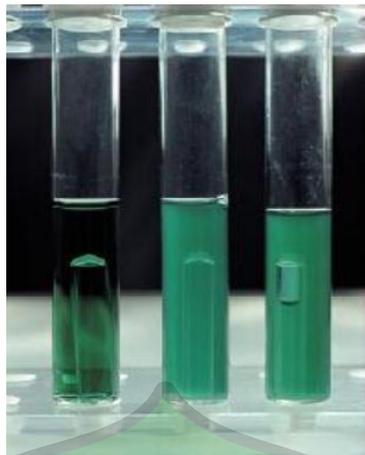
2. *Briliant Green Laktose Broth* (BGLB)

Media *Briliant Green Laktose Broth* khususnya dipakai untuk pemeriksaan bakteri *Coliform* dengan metode *Most Probable Number* (MPN) digunakan pada tahap uji penguat, yang didapat dari hasil pengujian positif dari uji Penduga dengan tujuan sebagai media penyubur bagi bakteri *Coliform* dan juga sebagai media yang selektif bagi bakteri lain selain bakteri *Coliform*.⁵⁵ Gambar pengujian bakteri dengan media *Laktose Broth* (LB) dapat dilihat pada Gambar 2.4 :

⁵³ Ririn Novia Sunarti, Uji Kualitas Air Sumur dengan Menggunakan MPN (*Most Probable Number*), *Jurnal Bioilmi*, Vol.1, No.1, (2015), h.30.

⁵⁴ Riri Novita Sunarti, “Uji Kualitas Air Minum dengan *Most Probable Number*,... h. 30.

⁵⁵ Hasria Alang, “Deteksi *Coliform* Air PDAM di Beberapa Kecamatan di Kota Makassar”, *Proseding Seminar Nasional*, (2015),h.6.



Gambar 2.4 *Briliant Green Laktose Broth*⁵⁶

Uji penguat dilakukan dengan mengambil 1 ose biakan bakteri dari hasil uji penduga yang selanjutnya dipindahkan kedalam tabung reaksi yang telah berisi tabung durham didalamnya dan dilakukan inkubasi dengan suhu 36°C selama 24-48 jam.

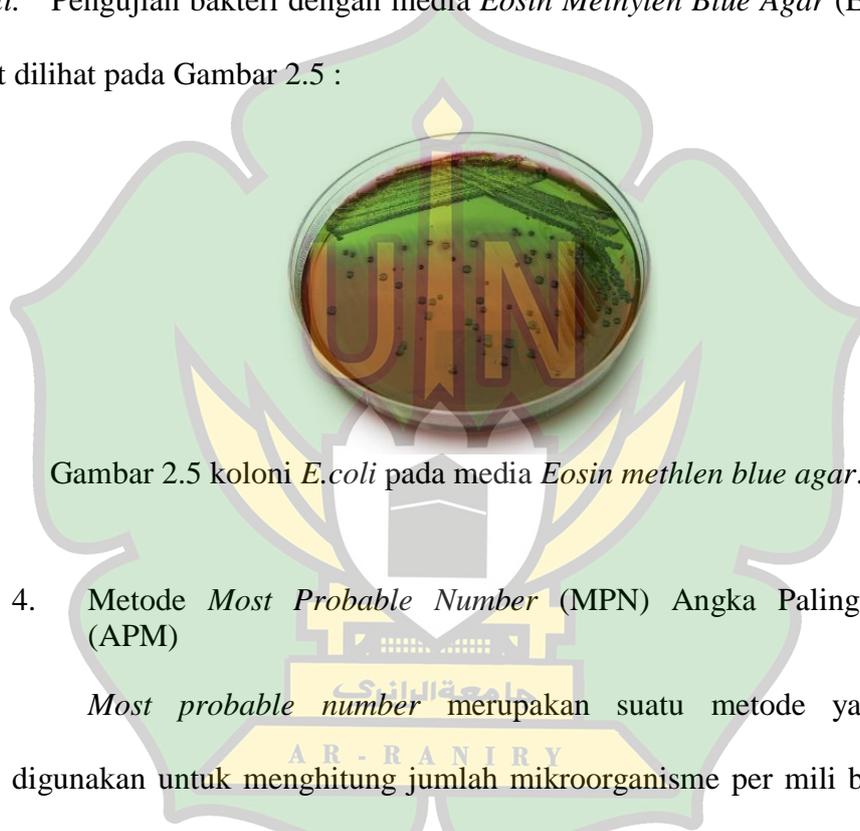
3. *Eosin Methylen Blue Agar* (EMB Agar)

Eosin Methylen Blue Agar merupakan medium difirensiasi yang sering digunakan untuk isolasi bakteri *Escherichia coli*. Bakteri *Escherichia coli* pada medium eosin di dalam petri disk memiliki penampakan koloni berwarna ungu kehitaman pada bagian tengah dan mengkilap seperti logam dengan diameter 2-3 mm. Penggunaan pewarnaan dengan media *Eosin methylene blue* dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Gram* positif dan mendukung pertumbuhan bakteri *Gram* negatif.⁵⁷

⁵⁶ Dimas Nugroho, "Uji Mikrobiologis pada Berbagai Jenis Air Minum...", h.11.

⁵⁷ Brooks dan Jante, *Mikrobiologi Kedokteran Edisi 23*, (Jakarta : EGC Penerbit Buku Kedokteran, 2014), h. 254.

Mikroba yang mampu melakukan fermentasi laktosa akan menghasilkan koloni mikroba dengan inti yang berwarna gelap dan kilap logam. Sedangkan jenis mikroba yang tidak mampu melakukan fermentasi laktosa maka koloninya tidak berwarna. Medium *Eosin methylene blue* cocok digunakan untuk mengkonfirmasi bahwa suatu air minum tersebut telah terkontaminasi bakteri *E.coli*.⁵⁸ Pengujian bakteri dengan media *Eosin Methylen Blue Agar* (EMB Agar) dapat dilihat pada Gambar 2.5 :



Gambar 2.5 koloni *E.coli* pada media *Eosin methylen blue agar*.⁵⁹

4. Metode *Most Probable Number* (MPN) Angka Paling Mungkin (APM)

Most probable number merupakan suatu metode yang sering digunakan untuk menghitung jumlah mikroorganisme per mili bahan yang digunakan sebagai bahan biakan dengan menggunakan medium cair menggunakan tabung reaksi. Perhitungan dilakukan berdasarkan kepada banyaknya tabung yang nantinya menunjukkan hasil positif. Pengamatan positif atau tidaknya tabung reaksi dapat dilihat dengan mengamati

⁵⁸ Zulfikar Tria Raharja, "Identifikasi *Escherichia coli* pada Air Minum...",h.12.

⁵⁹ Zulfikar Tria Raharja, "Identifikasi *Escherichia coli* pada Air Minum...",h. 24.

kekeruhan media biakan dan terbentuknya gas di dalam tabung, sebagai penanda positif terdapatnya bakteri.⁶⁰

Penentuan akan cara kerja penghitungan dengan menggunakan *Most Probable Number* (MPN) adalah sebagai berikut :⁶¹

1. Sampel dikocok yang kuat agar organisme dalam cairan itu tersebar merata, selanjutnya diambil 10 ml untuk masing- masing tabung yang telah diisi dengan medium pembiakan. Untuk keperluan ini dapat digunakan tiga atau lima tabung reaksi.
2. Perlakuan yang sama dilakukan dengan 1 ml dan 0,1 ml pada sampel cair. Khusus untuk pemeriksaan terhadap air minum ditambahkan dengan percobaan 50 ml air dan 50 ml bulyon dua kali lipat.
3. Inokubasi dilakukan selama 24-48 jam. Pengamatan ditujukan terhadap pertumbuhan koloni mikroorganisme, pembentukan asam dan gas pada tabung Durham dan lain- lain. angka paling mungkin pada jumlah hasil yang positif dari deret seri 3 tabung atau 5 tabung.

Perhitungan dengan *Most Probable Number* didasarkan kepada jumlah tabung yang positif yaitu tabung yang menunjukkan jumlah mikroba yang masih ada setelah dilakukan inkubasi pada suhu dan waktu tertentu

⁶⁰ Yunan Juwintarum, "Most Probable Number (MPN) Coliform dengan Variasi Volume media *Laktose Broth Single Strength* dan *Laktose Broth Double Stregth*", *Jurnal Kesehatan Prima*, Vol.11, No.1, (2017), h.12.

⁶¹ Koes Irianto, *Mikrobiologi Menguak Dunia Mikroorganisme*, (Bandung : Yrama Widya, 2010), h. 137.

dan dapat diketahui dari gelembung gas yang dihasilkan dari tabung Durham. Perhitungan dengan menggunakan tabel *Most Probable Number* adalah hasil yang didapatkan dari interpretasi dengan pengujian sampel Air minum, selanjutnya dilakukan pengenceran yang dilakukan pada perhitungan MPN, umumnya menggunakan pengenceran 3 dan 5 seri tabung. Banyaknya tabung yang digunakan dalam perhitungan MPN akan menunjukkan tingkat ketelitian yang lebih tinggi.⁶²

Keragaman perhitungan dengan menggunakan *Most Probable Number* terdiri dari tiga ragam perhitungan yang berdasarkan kepada dugaan rendah atau tingginya bakteri pada sampel. Keragaman perhitungan MPN dengan ragam 333 yaitu :⁶³

- a. Ragam I : 3 x 10 ml, 1 x 1 ml, dan 1 x 0,1 ml untuk spesimen yang sudah mengalami pengolahan atau angka kuman yang diperkirakan sedikit.
- b. Ragam II: 3 x 10 ml, 3 x 1 ml, 3 x 0,1 ml, untuk spesimen yang belum mengalami pengolahan, atau dugaan angka kuman yang di perkirakan tinggi.
- c. Ragam III: 3 x 10 ml, 1 x 1 x 0,1 ml yang merupakan alternatif dari perhitungan tabung II.

Keterbatasan jumlah tabung akan mempengaruhi medium yang digunakan dan untuk keberagaman perhitungan dengan 3 seri tabung adalah

⁶² Lud Waluyo, *Mikrobiologi Lingkungan*, (Malang : UMM Press, 2009), h. 113.

⁶³ Riri Novita Sunarti, "Uji Kualitas Air Minum dengan Menggunakan Metode *Most Probable Number* (MPN)", *Jurnal Bioilmi*, Vol.01, No.01, (2015), h.30.

juga sama. Metode MPN secara kualitatif terdiri dari 3 tahapan, yaitu uji penduga (*Presumptive Test*), Uji penguat (*Confirmed test*), dan uji kelengkapan (*Completed test*).⁶⁴ Uji penduga (*Presumptive Test*) merupakan tes pendahuluan tentang positif atau negatifnya keberadaan bakteri *Coliform* yang ditandai dengan terbentuknya asam dan gas yang disebabkan karena adanya kegiatan fermentasi laktosa oleh bakteri golongan *coli*.⁶⁵

Asam yang terbentuk diamati berdasarkan kekeruhan pada media *laktosa broth*, dan gas yang dihasilkan dapat diamati pada tabung Durham berupa gelembung udara. Tabung Durham dinyatakan positif jika terbentuk gas sebanyak 10% atau lebih dari volume air di dalam tabung. Bila inkubasi dengan waktu 1 x 24 jam menunjukkan hasil yang negatif maka dilanjutkan dengan melakukan inkubasi dengan waktu 2 x 24 Jam dengan suhu 35°C. Jika, dalam masa inkubasi 2 x 24 Jam tidak terbentuk gas di dalam tabung Durham maka uji penduga dihitung sebagai hasil negatif dan tidak perlu dilakukan uji penguatan kembali.⁶⁶

Uji penguat (*Confirmed test*) bertujuan untuk menguji kembali adanya bakteri *Coliform* dengan bantuan medium yang lebih selektif, atau uji penguat adalah uji yang dilakukan untuk menegaskan hasil yang positif dari uji penduga yang telah dilakukan sebelumnya. Media yang digunakan pada

⁶⁴ Zulfikar Tria Raharja, "Identifikasi *Escherichia coli* pada Air Minum...",h,14.

⁶⁵ Maulita Cut Nuria,dkk., "Uji Kandungan Bakteri *Echerichia coli* pada Air Minum Isi Ulang dari Depot Air Minum Isi Ulang di Kabupaten Rembang", *Jurnal Media Agro Ilmu Pertanian*, Vol.0, .No.01, (2009), h.28.

⁶⁶ Ni Luh Putu Manik Widiyanti, Dkk., "Analisis Kualitatif Bakteri *Coliform* pada Depot Air Minum Isi Ulang di Kota Singa Raja Bali, *Jurnal Ekologi Kesehatan*, Vol.3, No.1, (2004), h.69.

uji penguat adalah *Briliant Green Laktosa Broth* yang nantinya akan terbentuk berupa asam dan gas dalam waktu 48 jam, bila terbentuk adanya gas didalam tabung durham maka tes penegasan dinyatakan positif.⁶⁷

Pengujian yang terakhir dilanjutkan dengan melakukan uji pelengkap (*Completed test*) untuk menentukan bakteri *Escherichia coli* yang diambil dari uji penguat dan diinokulasikan kedalam medium *Eosin methylene blue agar* dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 1 X 24 jam, bila hasil positif terbentuk asam dan gas maka sampel air minum positif mengandung bakteri *Escherichia coli* gram negatif berbentuk batang pendek.⁶⁸

Hasil analisa metode *Most Probable Number* didapatkan dari hasil mencocokkan dengan tabel MPN, yaitu tabel yang berisi jumlah perkiraan terdekat dari perhitungan bakteri yang bergantung dari kombinasi tabung positif (yang mengandung bakteri) dan tabung negatif (yang tidak mengandung bakteri). Sehingga, dari kedua tahap tes angka MPN memiliki derajat kepercayaan statistik berkisar hingga 95 % dengan ketentuan :⁶⁹

- a. Apabila hasil tabung durham yang positif terdapat pada kombinasi tabung yang positif pada tabel *Most Probable Number*. maka jumlah bakteri dihitung dengan menggunakan tabel MPN.
- b. Apabila hasil tabung durham yang positif tidak terdapat pada kombinasi tabung yang positif pada tabel *Most Probable Number*.

⁶⁷ Riri Novita Sunarti, Uji Kualits Air Minum Isi Ulang (AMIU),...h, 44

⁶⁸ Ni Luh Putu Manik Widiyanti, Dkk., “Analisis Kualitatif Bakteri *Coliform*,...h.70.

⁶⁹ Maulita Cut Nuria,dkk., “Uji Kandungan Bakteri *Echerichia coli* pada Air Minum Isi Ulang,...h.30.

Analisis kandungan bakteri dilakukan secara deskriptif dengan menampilkan jumlah bakteri dan identifikasi bakteri *E.coli* yang terdapat pada sampel air minum dalam kemasan yang berdasarkan kepada tabel *Most Probable Number* dengan tingkat keakuratan hingga mencapai 95%, hasil dari sampel yang telah didapatkan selanjutnya dilakukan perbandingan dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia tentang kadar mikroba air minum yang diperbolehkan, sesuai dengan Permenkes No.492/ MENKES/ PER/ IV/ 2010. Tentang ada atau tidaknya bakteri yang masih diperbolehkan ada cemaran mikroba pada pangan baik makanan maupun minuman yaitu sebanyak 100/ ml sampel pengujian.⁷⁰

5. Masa Kadaluarsa (*Expired Date*)

Institute of Food Science and Technology menyatakan jika umur simpan produk pangan adalah selang waktu antara saat produksi hingga kepada tahap konsumsi ditangan konsumen dengan kondisi yang memuaskan, yang berdasarkan kepada karakter penampakan rasa, aroma, tekstur produk, hingga kepada nilai gizinya.⁷¹ Umur simpan produk pangan (*shelf life*) adalah salah satu informasi terpenting yang harus diketahui oleh konsumen, pencantuman umur simpan pada setiap produk pangan sangat

⁷⁰ Maulita Cut Nuria,dkk., “Uji Kandungan Bakteri *Echerichia coli* pada Air Minum Isi Ulang,...h.32.

⁷¹ Arpah, *Penentuan Kedaluarsa Produk Pangan*, (Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2001), h.56.

penting. Sebab, sangat berkaitan dengan keamanan dan jaminan mutu produk makanan.⁷²

Peraturan pemerintah No 69 tahun 1999 tentang pemberian label iklan pada produk pangan dimana setiap produsen yang memproduksi produk-produk pangan baik makanan maupun minuman diwajibkan untuk mencantumkan masa kadaluarsa pada kemasan.⁷³ Sehingga, umur simpan atau masa kadaluarsa menjadi faktor penting sebelum mengkonsumsi produk pangan.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kestabilan penyimpanan suatu produk pangan salah satunya adalah jenis kualitas bahan baku yang digunakan, metode yang digunakan dan keefektifan pengolahan, jenis kemasan, dan perlakuan produk pangan dalam penyimpanan. Sehingga, diperlukan adanya jenis pengelolaan penyimpanan produk yang mampu benar-benar terlindungi yang akan mempertahankan kualitas produk pangan.⁷⁴

⁷² Helmi Haris, dkk., “Penentuan Umur Simpan (*Shelf Life*) Puding Seludang (*Rasbora* sp.)...”, h. 54.

⁷³ Citra Ratri Puspita, “Pendugaan Umur Simpan Keripik Pisang Kepok Putih (*Musa acuminata*) dalam Berbagai Jenis Kemasan dengan Model Pendekatan Arrhenius”, *Jurnal Teknologi Pertanian*, Vol.01, No.01, (2016), h.4.

⁷⁴ Suhelmi, “Pengaruh Kemasan *Polypropylene* Rigid Kedap Udara Terhadap Perubahan Mutu Sayuran Segar Terolahan Minimal Selama Penyimpanan,” *Jurnal Tehnologi Pertanian*, Vol. 01, No.01, (2007), h.23.

D. Referensi Mata Kuliah Mikrobiologi

Referensi adalah sumber acuan, rujukan dan petunjuk.⁷⁵ Referensi merupakan media yang berisi informasi yang disajikan secara sistematis yang diperuntukkan bagi pembaca yang memerlukan informasi atau bahan pustaka.⁷⁶ Media pembelajaran merupakan sarana penyalur pesan atau informasi belajar yang hendak disampaikan oleh sumber pesan kepada sasaran atau penerima pesan tersebut. Penggunaan media pengajaran dapat membantu pencapaian keberhasilan belajar.⁷⁷

Media merupakan sarana penyalur informasi belajar atau penyalur pesan. Gerlach dan Ely menyatakan jika media secara garis besar adalah manusia, materi atau kejadian yang membangun kondisi yang dapat membuat pembaca memperoleh pengetahuan, keterampilan dan sikap. Media secara lebih khusus dalam pembelajaran diartikan sebagai alat-alat grafis, fotografis, atau elektronis untuk menangkap, memproses dan menyusun kembali suatu informasi secara visual maupun verbal.⁷⁸

Media pembelajaran melalui perkembangan teknologi menurut Seels dan Glasgow dikelompokkan menjadi dua kategori, yaitu kategori media secara tradisional dan media teknologi mutakhir. Media pembelajaran tradisional meliputi

⁷⁵ Kamus Besar Indonesia (*KBBI*), <https://kbbi.we.id>, diakses 05 Juni 2019.

⁷⁶ Surya Mansjur, dkk, *Mengenal Bahan Pustaka dan Cara Mengelolanya*, (Bogor: Pusat Perpustakaan Pertanian dan Komunikasi Penelitian, 2000), h.10

⁷⁷ Nunu Mahnum, "Media Pembelajaran (Kajian Terhadap Langkah-Langkah Pemilihan Media Dan Implementasinya Dalam Pembelajaran)", *Jurnal Pemikiran Islam*, Vol.37, No.1, (2012), h.27.

⁷⁸ Azhar Arsyad, *Media Pembelajaran*, (Jakarta: PT Grafindo Persada, 2013), h.3.

gambar, poster, grafik, diagram, *Slides*, Pameran, papan informasi, rekaman piringan, pita kaset, film, televisi, video, buku teks, majalah ilmiah, teka-teki, simulasi, dan manupulatif. Sedangkan media pembelajaran mutakhir meliputi telekonfren, kuliah jarak jauh, permainan komputer, sistem tutorial intelijen *computer-asisted instruction*, *hypermedia*, dan *compact (video) disc*.⁷⁹ Media pembelajaran yang dihasilkan dari penelitian ini adalah bahan ajar yang dapat digunakan sebagai referensi mata kuliah mikrobiologi dalam bentuk buku ajar, dan video pembelajaran.

1. Buku Ajar Mikroba Air

Buku ajar merupakan kumpulan dari materi-materi yang telah mengalami proses penyusunan secara sistematis baik yang tertulis maupun yang tidak tertulis yang disusun berdasarkan kurikulum atau tafsiran kurikulum yang berlaku.⁸⁰ Buku ajar ditujukan sebagai kelengkapan proses pembelajaran dengan ciri pembatasan ruang lingkup mulai dari kurikulum dan silabus pendidikan nasional yang berlaku serta penulisan buku ajar berorientasi pada transformasi pengetahuan yang terstruktur dan sistematis.⁸¹

Format penulisan buku ajar menggunakan kertas berwarna dasar putih dengan ukuran A5 (14,8 x 21 cm), batas margin disesuaikan dengan ukuran

⁷⁹ Azhar Arsyad, *Media Pembelajaran*..., h.37.

⁸⁰ Prastowo, *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*, (Bandung: Rineka Cipta, 2000), h.167.

⁸¹ LKPP, *Bahan ajar Buku Ajar Modul dan Panduan Praktik*, (Makassar: Unhas, 2015), h.1.

kertas, untuk kertas berukuran 14,8 cm maka margin atas 2,5 cm, 3 cm, 2 cm, dan 2,5 serta halaman pada buku ditulis satu kolom. Huruf yang digunakan pada format buku ajar berukuran 10 atau 11 dengan spasi baris 1-1,5. Jenis huruf yang digunakan *times new roman*, atau jenis huruf lainnya yang tidak membuat kesulitan pembaca.⁸²

E. Uji Kelayakan

Uji kelayakan adalah pengujian tentang media pembelajaran dengan tujuan sebagai pengontrol isi media pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik mahasiswa. Revisi didasarkan pada saran dan masukan yang diberikan dari validitas ahli materi. Media pembelajaran dapat di rekomendasikan sebagai salah satu sumber belajar. Aspek-aspek dalam uji kelayakan terdiri dari beberapa aspek diantaranya :⁸³

1. Aspek kelayakan isi

Indikator yang dinilai pada aspek kelayakan isi sesuai dengan kebutuhan bahan ajar, manfaat untuk penambahan wawasan, kesesuaian terhadap substansi, materi pembelajaran, kebahasaan, keterbacaan huruf yang akan digunakan, kejelasan informasi materi yang disajikan.

2. Aspek Penyajian

Aspek penyajian terdiri dari penilaian urutan sajian yang jelas, kejelasan tujuan (indikator) yang ingin dicapai, Penggunaan *font*, jenis dan ukuran

⁸² LKPP, *Bahan ajar Buku Ajar, ...*, h. 2

⁸³ LKPP, *Bahan ajar Buku Ajar Modul dan Panduan Praktik, ...*, h.2.

3. Kegrafikan

Indikator yang terdapat pada kegrafikaan yaitu Tata letak (*Lay out*) Ilustrasi, gambar, dan foto, dan kegiatan pembelajaran lebih menarik.

4. Kemanfaatan atau pengembangan produk

Indikator yang terdapat pada aspek kemanfaatan produk antara lain mahasiswa lebih banyak mendapatkan kesempatan untuk belajar secara mandiri dengan bimbingan dosen atau asisten dosen, keterlaksanaan praktikum kesesuaian pemilihan alat dan bahan pada kegiatan praktikum, kondisi alat dan bahan dalam keadaan bersih dan baik (kemudahan dalam perawatan alat dan bahan dalam pratikum).

F. Respon Mahasiswa

Respon dapat diartikan sebagai hasil dari pengamatan atau kesan yang tinggal setelah melakukan pengamatan. Respon dapat muncul dari adanya dukungan dan rintangan. Rasa senang atau tidak senang akan menunjukkan respon yang terdiri dari respon positif dan negatif. Respon mahasiswa yang positif mempunyai kecenderungan untuk mendekati, menyukai, menyenangkan dan mengharapkan sesuatu dari objek. Respon mahasiswa yang negatif mempunyai kecenderungan untuk menjauhi, tidak menyukai dan menghindari suatu objek.⁸⁴

⁸⁴ Febrian Widya Kusuma, "Pembelajaran Kooperatif Tipe *Think Pair Share* untuk Meningkatkan Aktivitas Belajar Akutansi Kelas XI IPS 1 SMA Negeri 2 Wonosari Tahun Ajaran 2011/2012", *Jurnal Pendidikan Akutansi Indonesia*, Vol.10, No. 2, (2012), h.49.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Survey eksploratif* dengan melihat kondisi tempat penjualan air minum dalam kemasan di kawasan kampus UIN Ar-Raniry. Metode *Survey eksploratif* digunakan untuk mendapatkan data dari cemaran mikroba air minum dalam kemasan berdasarkan masa kadaluarsa (*Expired date*) secara deskriptif kualitatif dengan membandingkan hasil dengan tabel baku *Most Probable Number* (MPN) yang terdiri dari uji pendugaan, uji penegasan, dan uji penguat yang dilakukan di Laboratorium unit Mikrobiologi.⁸⁵

B. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh air minum dalam kemasan dengan berbagai merek yang dijual di kawasan kampus UIN Ar-Raniry.

2. Sampel

Sampel dalam penelitian ini adalah 5 jenis air minum dalam kemasan yang di distribusikan di kawasan kampus UIN Ar-Raniry, dengan penentuan pengambilan sampel dilakukan secara *Purposive sampling* dari penjual air minum. Pengambilan sampel secara *Purposive sampling* dilakukan dengan deteksi awal kantin kampus yang menyediakan Air minum dalam kemasan

⁸⁵ Riri Novita Sunarti, "Uji Kualits Air Minum Isi Ulang...",h. 44.

yang dapat mewakili parameter penelitian. Sampel air minum yang diambil adalah 5 merek yaitu Aqua, Cleo Le-Minerales, Adess, Crystalline, dengan ukuran 600 ml.

C. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kawasan kampus UIN Ar-Raniry, setelah pengambilan sampel penelitian lebih lanjut dilakukan di Laboratorium unit Mikrobiologi program studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Penelitian dilakukan pada bulan Juni 2020. Pemilihan lokasi penelitian didasari oleh kecenderungan dosen, *civitas* akademik maupun mahasiswa Kampus UIN Ar-Raniry yang mengkonsumsi air minum dalam kemasan ukuran 600 ml.

D. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian disajikan dalam bentuk tabel berikut di bawah ini :

Tabel 3.1 Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian

No	Alat dan Bahan	Fungsi
1	<i>Autoclave</i>	Untuk sterilisasi alat dan bahan dalam laboratorium unit Mikrobiologi
2	Inkubator	Untuk inkubasi dalam pemeriksaan bakteri
3	Botol sampel	Untuk wadah sampel air yang akan diuji di laboratorium
4	Jarum ose	Untuk menanam bakteri dalam media agar (Tes Lengkap)
5	Tabung reaksi	Untuk wadah larutan
6	Rak tabung reaksi	Untuk meletakkan tabung reaksi yang berisi larutan
7	Tabung durham	Untuk pemeriksaan mikroorganisme (tabung kecil untuk menangkap gas)
8	<i>Laminar air flow</i>	Ruangan untuk melakukan penanaman media

9	Pipet Filler	Untuk mengambil larutan secara terukur dengan skala tertentu
10	Mikro pipet	Untuk mengambil larutan dengan skala pengambilan terkecil
11	Kompur listrik	Untuk pemanasan dan pemasakan larutan
12	Timbangan analitik	Untuk menimbang bahan- bahan yang digunakan
13	Kertas label	Untuk memberikan keterangan pada botol sampel
14	Kertas Buram	Untuk membungkus alat dan bahan sebelum di sterilkan
15	Mikroskop	Untuk pemeriksaan mikroorganismenya
16	Lampu Bunsen	Untuk mensterilkan penanaman media tumbuh mikroba
17	Kapas	Untuk menutup tabung reaksi agar kedap udara
18	Alumunium Foil	Untuk menutup sampel agar tetap steril

Bahan

2	<i>Lactose Broth</i> (LB)	Untuk mendeteksi bakteri <i>Coliform</i>
3	<i>Briliant Green Lactose Broth</i> (BGLB)	Untuk mendeteksi bakteri di dalam air
4	<i>Eosin Methylen Blue</i> (EMB) Agar	Untuk isolasi bakteri <i>E.coli</i>
5	Alkohol	Untuk sterilisasi alat dan bahan
6	Aquadest	Untuk pengenceran media biakan bakteri
7	Sampel Air Minum	Sampel utama

E. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dengan :

1. Teknik observasi

Teknik observasi adalah pengamatan yang meliputi pemusatan perhatian terhadap objek tertentu dengan menggunakan indera.⁸⁶ Sehingga, teknik observasi merupakan suatu penyelidikan yang tersusun secara sistematis dan dilakukan secara sengaja dengan menggunakan indera penglihatan terhadap kejadian yang terjadi pada pengumpulan data.

⁸⁶ Suharsimi Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, (Jakarta: Rineka Cipta, 2010), h.133.

Penelitian ini dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung di laboratorium unit Mikrobiologi dan mencatat hasil yang didapat dari air minum dalam kemasan. Air minum dalam kemasan dipilih karena sesuai dengan kriteria parameter yang diamati. Parameter yang diamati dalam penelitian ini berupa, total *Coliform* fecal dan non-fecal, kekeruhan, serta umur simpan produk yang tertera di dalam air minum.⁸⁷

2. Uji Kelayakan

Uji kelayakan adalah pengujian dari *output* berupa media pembelajaran dengan tujuan untuk mengontrol isi media pembelajaran agar tetap sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik mahasiswa. Proses revisi dilakukan oleh ahli yang kompeten pada bidang kajian tersebut yang berlandaskan kepada saran dan masukan, sehingga media pembelajaran dapat direkomendasikan sebagai media pembelajaran.⁸⁸ Proses revisi dilakukan untuk menyempurnakan media pembelajaran yang dilihat dari berbagai aspek.

Aspek yang diuji kelayakan meliputi kelayakan isi materi, kelayakan penyajian, kelayakan kegrafisan, dan kelayakan pengembangan. Uji

⁸⁷ Azhar Fuadi, "Pengaruh residual Klorin terhadap Kualitas Mikrobiologi pada Jaringan Distribusi Air Bersih dan Air Minum Jaringan Distribusi Air Bersih PDAM Cilandak", *Skripsi*, (Depok: Universitas Indonesia, 2012), h. 34.

⁸⁸ Nugroho Aji Prasetyo, Pertiwi Perwiraningtyas, "Pengembangan Buku Ajar Berbasis Lingkungan Hidup pada Mata Kuliah Biologi di Universitas Tribhuwana Tunggaladewi", *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, Vol.5, No.1, (2017), h.21.

kelayakan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah uji kelayakan terhadap *Output* yaitu buku ajar cemaran mikroba air minum.

3. Angket

Angket merupakan pengumpulan data dengan cara mengajukan sejumlah pertanyaan yang telah dipersiapkan secara tertulis kepada mahasiswa yang menjadi responden. Mahasiswa yang menjadi responden dalam penelitian ini adalah mahasiswa angkatan 2015, 2016, 2017 yang telah mengambil mata kuliah mikrobiologi. Setiap pernyataan sudah disediakan jawaban yang dianggap sesuai dan mewakili pengalaman mahasiswa itu sendiri. Pemberian respon kepada mahasiswa yang menjadi responden bertujuan untuk melihat sejauh mana pemahaman dan pemanfaatan *output* yang dihasilkan berdasarkan indikator respon yang telah dibuat. Adapun indikator respon meliputi efektivitas media, materi, ketertarikan media, motivasi belajar, dan aktivitas belajar.

F. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat bantu yang digunakan dalam sebuah penelitian untuk mengumpulkan aneka ragam informasi yang diolah dan disusun secara sistematis.⁸⁹ Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

⁸⁹ Suharsimi Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu...*, h. 227.

1. Lembar Observasi

Alat yang digunakan dalam observasi adalah lembar observasi yang berisikan tabel pengamatan tentang pengujian sampel mulai dari uji penduga, uji penguat dan uji pelengkap.

2. Lembar Angket

Lembar angket adalah instrumen pengumpulan data dengan cara mengajukan pertanyaan tertulis untuk dijawab secara tertulis pula oleh responden.⁹⁰ Lembar angket dibagikan kepada mahasiswa angkatan 2015,2016 dan 2017 yang telah mengambil mata kuliah Mikrobiologi. Angket berisi 10 pernyataan yang memuat 5 pernyataan positif dan 5 pernyataan negatif.

Respon yang diberikan kepada mahasiswa mengenai media pembelajaran (buku ajar cemaran mikroba air minum) yang akan digunakan dalam proses pembelajaran pernyataan yang diajukan sudah tersedia jawabannya dan mahasiswa dapat memilih salah satu jawaban yang dianggap sesuai dengan pengalaman mahasiswa itu sendiri.

G. Prosedur Penelitian

1. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel penelitian dilakukan dengan menggunakan teknik *Purposive sampling*. Pemilihan kedai penjual air minum yang berada di kawasan kampus UIN Ar-Raniry memenuhi kriteria parameter

⁹⁰ Nurul Zuriah, *Metodelogi Penelitian Sosial dan Pendidikan*, (Jakarta: Bumi Aksara, 2002), h.182.

yang akan diamati dalam penelitian. Kreteria yang diamati dalam penelitian berupa total *Coliform* fecal dan non-fecal, umur simpan produk yang tertera di dalam air minum. Sampel air minum dalam kemasan dibawa ke laboratorium unit Mikrobiologi untuk dilakukan isolasi, jika tidak sempat dilakukan proses isolasi pada hari tersebut, maka sampel disimpan di dalam frezer maksimal selama 24 jam.

2. Proses Persiapan Alat

Semua peralatan yang digunakan dalam penelitian ini dibersihkan terlebih dahulu dengan cara mencuci alat yang akan digunakan, selanjutnya ditunggu atau dilap hingga kering. Bungkus semua alat yang akan digunakan dengan menggunakan kertas buram. Masukkan ke dalam autoklaf dengan tekanan 1 atm (121°C) selama 15 menit untuk proses sterilisasi alat sebelum digunakan.

3. Proses Pembuatan Media Tumbuh bakteri

a. Pembuatan Media *Lactose Borth* (LB)

Sebanyak 13 gram *Lactose borth* ditimbang dan dilarutkan dalam 1 L aquadest, kemudian dituangkan ke dalam tabung pembiakan yang berisi tabung durham dalam posisi terbalik sebanyak 10 ml pertabung, kemudian ditutup dengan kapas. Homogenkan hingga rata dan dipanaskan.⁹¹ Sterilkan kembali didalam autoklaf dengan suhu 121°C dalam waktu 15 menit. Media

⁹¹ Riri Novita Sunarti, "Uji Kualitas Air Minum Isi Ulang di Sekitar Kampus Raden Fatah Palembang", *Jurnal Bioilmi*, Vol.2,No.1, (2016),h. 44.

tumbuh kemudian disimpan di dalam referigerator sebelum dipakai.

b. Pembuatan Media *Briliant Green Lactose Bilebroth* (BGLB)

Sebanyak 40 gram Larutan *Briliant Green Lactose Bilebroth* (BGLB) dilarutkan dalam 1 L aquadest sambil diaduk hingga larut dan dipanaskan hingga mendidih. Tuang sebanyak 10 ml ke dalam setiap tabung reaksi yang telah berisi tabung durham steril. Sterilkan media selama 15 menit di dalam autoklaf dengan tekanan udara 1 atm dengan suhu 121⁰C, dan dilakukan penyimpanan sebelum dipakai kembali.⁹²

c. Pembuatan Media *Eosin Methylen Blue* (EMB) Agar

Sebanyak 37,5 gram *Eosin Methylen Blue* (EMB) Agar ditimbang dan dilarutkan ke dalam 1 L aquadest, diaduk hingga homogen dan dipanaskan hingga mendidih. Sterilkan media *Eosin Methylen Blue Agar* selama 15 menit di dalam autoklaf dengan tekanan udara 1 atm dengan suhu 121⁰C, ditunggu hingga media tumbuh mengeras, dan disimpan sebelum dipakai.⁹³

⁹² Aprilia Mustikaning Putri, "Identifikasi Keberadaan Bakteri *Coliform* dan Mikroba dalam Es Dung-Dung disekitar Kampus Muhammadiyah Surakarta", *Jurnal Media Gizi Indonesia*, Vol.13,No.1,(2018),h.46.

⁹³ Riri Novita Sunarti, "Uji Kualitas Air Minum Isi,...h. 44.

4. Pengujian Laboratorium sampel Air Minum

a. Uji Penduga

Pengujian sampel air minum dalam uji penduga dilakukan dengan menggunakan metode *Most Probable Number* seri tabung 3. Deret tabung reaksi pertama 3x10 ml, tabung kedua 3x1 ml, serta tabung ketiga 3x0,1 ml.⁹⁴ Tahap selanjutnya disiapkan tabung kultur yang masing-masing berisi 10 ml *Lactose broth*, masing-masing tabung dimasukkan tabung durham dengan posisi terbalik dan jangan sampai bergelembung, menambahkan sebanyak 10 ml sampel air minum ke dalam tabung reaksi untuk sampel A₁, selanjutnya sebanyak 1 ml sampel air minum ke dalam tabung A₂, dan sebanyak 0,1 sampel air minum ke dalam tabung A₃. Lakukan hal yang sama sampai dengan sampel E₃. Tahap selanjutnya dilakukan inkubasi untuk semua tabung selama 24-48 jam dengan suhu 35⁰C. Gas yang terbentuk ketika pengamatan menandakan hasil yang positif pada uji penduga, dan selanjutnya dilakukan uji penegasan. Akan tetapi jika dalam kurun waktu 24-48 jam tidak terbentuk gelembung gas maka uji penduga dinyatakan negatif dan tidak perlu dilakukan uji penegas maupun uji penguat.

b. Uji Penegasan

Tahap selanjutnya disiapkan tabung kultur yang masing-masing berisi 10 ml *Briliant Green Lactose Broth*, masing-masing sampel di

⁹⁴ Lidya Ayu Natalia, "Kajian Kualitas Bakteriologis Air Minum Isi Ulang di Kabupaten Blora Melalui Metode *Most Probable Number*", *Skripsi*, (Semarang: Universitas Negeri Semarang, 2014), h.14.

dalam tabung reaksi di masukkan tabung durham dengan posisi terbalik dan jangan sampai bergelembung, ditambahkan sebanyak 10 ml sampel air minum ke dalam tabung yang positif, ditambahkan sebanyak 1 ml sampel air minum kedalam tabung yang terbukti positif, dan sebanyak 0,1 sampel air minum kedalam tabung yang juga positif. Lakukan sampai kepada semua sampel positif semua tabung pada tahap uji penduga. Tahap selanjutnya dilakukan inkubasi untuk semua tabung pada uji penegas selama 24-48 jam dengan suhu 35⁰C. Tabung kultur diinkubasikan pada suhu 45⁰C selama 1x24 jam.⁹⁵

c. Uji Penguat

Sampel yang positif pada uji penegasan diinokulasi sebanyak satu ose ke permukaan media *Eosin Methylene Blue* (EMB) secara zig-zag lalu diinkubasi pada suhu 37⁰C selama 1x24 jam. Pertumbuhan koloni diamati pada media *Eosin Methylene Blue* (EMB). Koloni yang menampilkan adanya kilau metalik adalah koloni bakteri *E.coli*. Setelah semua pengujian selesai, ditentukan nilai MPN *Coliform*-nya berdasarkan tabel MPN pada lampiran. Nilai MPN ditentukan berdasarkan jumlah tabung yang positif dari perlakuan, dan dihitung dengan pengenceran tengah.⁹⁶

⁹⁵ Zulfikar Tria Raharja, "Identifikasi *Escherichia coli* pada Air Minum...",h,14.

⁹⁶ Maulita Cut Nuria,dkk., "Uji Kandungan Bakteri *Echerichia coli*,...h. 28.

H. Analisis Data

1. Analisis Data Cemaran Mikroba

Analisis data dilakukan setelah dilakukan uji sampel di Laboratorium unit Mikrobiologi. Data dianalisis secara deskriptif kualitatif dengan mengacu kepada tabel *Most Probable Number* yang memiliki tingkat keakuratan hingga 95%.

2. Analisis uji Kelayakan

Analisis uji kelayakan meliputi komponen kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan kegrafisan, dan kelayakan pengembangan. Cara mengetahui kelayakan media pembelajaran digunakan rumus penduga nilai kelayakan dengan formasi sebagai berikut :

$$P = \frac{\sum \text{skor perolehan}}{\sum \text{skor total}} \times 100$$

Keterangan :

P = Tingkat keberhasilan

kategori kelayakan media pembelajaran adalah sebagai berikut:

0 % - 20 % : Tidak layak

21% - 40% : kurang layak

41% - 60% : cukup layak

61% - 80% : Layak

81% - 100% : Sangat Layak⁹⁷

⁹⁷ Windu Erhansyah, dkk., "Pengembangan Web Sebagai Media Penyampaian Bahan Ajar dengan Materi Struktur Dan Fungsi Jaringan pada Organ Tumbuhan", *Jurnal UNESA*, (2012), h.24.

3. Analisis respon mahasiswa

Analisis data yang didapatkan dari penyebaran respon secara individu kepada mahasiswa yang telah mengambil mata kuliah Mikrobiologi pada program Studi Pendidikan Biologi berjumlah 30 mahasiswa dalam satu unit sehingga penyerahan angket dilakukan kepada mahasiswa yang hanya menjadi responden. Respon mahasiswa diukur dengan menggunakan lembar angket yang kemudian dianalisis dengan cara menghitung rata-rata keseluruhan skor yang telah dibuat.

Aspek-aspek angket yang diberikan kepada mahasiswa terkait pernyataan tentang media pembelajaran dimana mahasiswa akan memilih satu jawaban yang cocok, pilihan jawaban berupa sangat setuju, setuju, ragu-ragu, tidak setuju dan tidak setuju. Analisis angket respon mahasiswa dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$P = \frac{Fr}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

P : Persentase yang dicari

F : Frekuensi atau skor yang diperoleh

N : jumlah responden

Mahasiswa dapat memberikan respon melalui pilihan yang telah disediakan oleh peneliti. Pilihan yang disajikan adalah pilihan sangat setuju (SS), setuju (S), Ragu-ragu (RR), tidak setuju (TS) dan sangat tidak setuju (STS). Respon mahasiswa dikatakan positif jika langkah-langkah dalam analisis hasil respon mahasiswa adalah sebagai berikut :

- a. Menghitung banyaknya mahasiswa yang menjawab setuju, sangat setuju, ragu-ragu, tidak setuju, dan sangat tidak setuju
- b. Menghitung presentase jawaban sangat setuju, setuju, ragu-ragu, tidak setuju, dan sangat tidak setuju kepada setiap masing-masing jawaban.
- c. Menyatakan respon yang mahasiswa jawab menjadi respon positif dan respon negatif.
 - 1) Dikatakan positif untuk pernyataan positif jika banyak mahasiswa yang memberikan respon “sangat setuju” dan “setuju” persentasenya lebih besar daripada respon “ragu-ragu” “tidak setuju” dan “sangat tidak setuju”.
 - 2) Dikatakan negatif untuk pernyataan positif jika banyak mahasiswa yang memberikan respon “sangat setuju” dan “setuju” persentasenya lebih kecil daripada respon “ragu-ragu” “tidak setuju” dan “sangat tidak setuju”.
 - 3) Dikatakan positif untuk pernyataan negatif jika banyak mahasiswa yang memberikan respon “sangat tidak setuju” dan “tidak setuju” persentasenya lebih besar daripada respon “setuju” dan “sangat setuju” dan ragu-ragu”.
 - 4) Dikatakan negatif untuk pernyataan negatif jika banyak mahasiswa yang memberikan respon “sangat tidak setuju” dan “tidak setuju” persentasenya lebih besar daripada respon “setuju” “sangat setuju” dan ”ragu-ragu”.

- d. Persentase respon mahasiswa dalam angket dihitung pada setiap pernyataan diangket.
- e. Menghitung secara keseluruhan jumlah respon positif dan negatif dengan kategori sebagai berikut:

85% ≤ Respon mahasiswa = Sangat Positif

70% ≤ Respon mahasiswa < 85% = Positif

50% ≤ Respon mahasiswa < 70% = Kurang Positif

Respon mahasiswa < 50% = Tidak Positif.⁹⁸

Hasil dari pengisian respon positif dan negatif yang diberikan kepada mahasiswa yang menjadi responden dengan populasi keseluruhan, untuk menentukan jumlah sampel dari keseluruhan populasi dengan rumus Slovin. penentuan jumlah sampel adalah sebagai berikut :

$$n = \frac{N}{1+ne^2} \quad 99$$

Keterangan :

n = Jumlah Sampel

N = Jumlah Populasi

e = Batas Toleransi Kesalahan (*error tolerance*).

⁹⁸ Edno Kamelta, “Pemanfaatan Internet oleh Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas teknik Universitas Negeri Padang”, *Jurnal CIVED ISSN 2302-3341*, Vol. 1, No.2, (2013), h.144.

⁹⁹ Wahyu Supriyanto, “Kecenderungan Sivitas Akademik dalam Memilih Sumber Referensi untuk Penyusunan Karya Tulis Ilmiah di Perguruan Tinggi”, *Jurnal Berkala Ilmu Perpustakaan dan Informasi*, Vol.13, No.01, (2017), h. 82.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Hasil Analisis Cemar Mikroba Pada Air Minum dalam Kemasan Berdasarkan Masa Kadaluarsa (*Expired Date*)

Masa kadaluarsa suatu produk adalah batas waktu konsumsi yang telah ditetapkan tanggal maupun tahunnya dan telah tertera pada produk kemasan tersebut. Tanggal kadaluarsa dapat diartikan sebagai lamanya masa suatu produk pangan baik-baik saja dan aman untuk dikonsumsi sebelum mulai membusuk, berkurangnya kandungan gizi maupun bertumbuhnya mikroorganisme yang dapat merusak produk pangan tersebut sehingga, tetap aman untuk dikonsumsi.

Masa kadaluarsa yang tertera pada kemasan produk diamati untuk melihat banyak atau sedikitnya mikroba yang ada pada air minum tersebut. Masa Kadaluarsa air minum dalam kemasan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Tabel Masa Kadaluarsa Air Minum dalam Kemasan

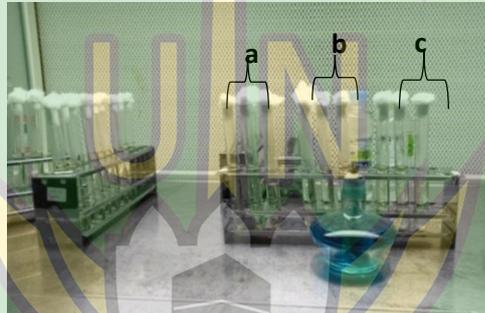
Merek	Tanggal Pengambilan Sampel	Tanggal Kadaluarsa		
		Kantin A	Kantin B	Kantin C
A	23 Juni 2020	Mei 2021	Februari 2021	April 2021
B	23 Juni 2020	Mei 2022	Mei 2021	Maret 2021
C	23 Juni 2020	Mei 2021	Agustus 2021	Mei 2021
D	23 Juni 2020	Januari 2022	Februari 2021	Mei 2022
E	23 Juni 2020	Agustus 2020	September 2020	Desember 2020

Berdasarkan Tabel 4.1 Tanggal kadaluarsa yang diamati dalam penelitian ini adalah masa kadaluarsa yang tertera pada setiap botol air minum dalam kemasan.

Tanggal kadaluarsa dan tanggal pengambilan sampel air minum di kantin dijadikan sebagai acuan untuk melihat banyaknya bakteri *Coliform* maupun

bakteri *E.coli* yang terdapat di dalam air minum yang dijadikan sebagai sampel penelitian.

Sampel air minum yang telah diambil selanjutnya dilakukan pengujian dengan menggunakan metode *Most Probable Number* atau tabung fermentasi seri 3 tabung setiap pengencerannya. Pengujian *Metode Most Probable Number* (MPN) terdiri dari 3 tahapan pengujian, yaitu tahap uji penduga (*Presumptive test*), uji penguat (*Confirmed Test*) serta uji penegasan (*Completed Test*). Hasil Uji penduga sampel air minum dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut:



Gambar 4.1 pemindahan sampel Tabung Reaksi
Keterangan a pengambilan 10 mL sampel air minum
b pengambilan 1 mL sampel air minum
c pengambilan 0,1 mL sampel air minum

Pemindahan sampel dengan ragam 3 tabung reaksi pada Gambar 4.1 di atas merupakan uji penduga (*Presumptive Test*) sampel air minum dengan menggunakan seri ragam 3 tabung reaksi. Hasil uji penduga (*Presumptive Test*) setelah dilakukan inkubasi selama 2x24 jam dengan suhu 35°C didapatkan semua sampel air minum hasil pengujian menunjukkan nilai yang negatif. Sebagaimana datanya ditunjukkan pada Tabel 4.2 berikut ini :

Tabel 4.2 Hasil Uji Penduga Sampel Air Minum

Kantin 1		
Banyaknya Sampel yang di ambil		
10 ml	1 ml	0,1 ml
Merek A		
-	-	-
-	-	-
-	-	-
Merek B		
-	-	-
Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi	-	-
-	-	-
Merek C		
Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi	-	-
Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi	-	-
-	-	-
Merek D		
-	-	-
Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi	-	-
-	-	-
Merek E		
-	-	-
-	-	-
-	-	-
Kantin 2		
Merek A		
-	-	-
-	-	-
Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi	-	-
Merek B		
-	-	-
-	-	-
-	Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi	Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi

Merek C		
Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi	-	-
-	-	Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi
-	-	-
Merek D		
Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi	-	-
-	-	-
-	-	Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi
Merek E		
-	-	-
-	-	-
-	-	-
Kantin 3		
Merek A		
-	-	-
-	-	Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi
-	-	-
Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi	-	-
Merek B		
-	-	Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi
-	-	Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi
-	-	-
Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi	-	-
Merek C		
-	-	-
-	-	-
-	-	-

Merek D		
-	-	-
-	-	-
-	-	-
Merek E		
-	-	-
-	-	-
-	Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi	-

Keterangan

- : Tidak ada hasil atau pengujian negatif

Ada Endapan : warna pada permukaan media keruh dan terdapat endapan

Berdasarkan Tabel 4.2 diketahui bahwa hasil uji Laboratorium cemaran mikroba yang dilakukan terhadap 15 sampel air minum menunjukkan hasil pengujian bernilai negatif tercemar bakteri *Coliform* dan bakteri *E.coli* berdasarkan metode *Most Probable Number* (MPN).

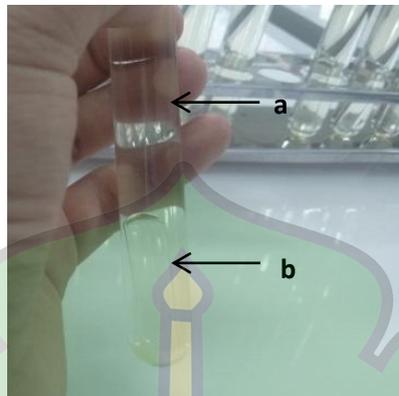
Most Probable Number (MPN) merupakan suatu metode yang sering digunakan untuk menghitung jumlah mikroorganisme biakan cair dalam satuan mili dengan menggunakan tabung reaksi. Metode *Most Probable Number* (MPN) terdiri dari 3 tahap pengujian yaitu tahap uji penduga (*Presumptive Test*) yang bertujuan sebagai uji pendahuluan tentang positif atau negatifnya keberadaan bakteri *Coliform* di dalam media biakan setelah dilakukan inkubasi. Sampel yang bernilai positif ditandai dengan terbentuknya gelembung di dalam tabung Durham dalam tabung reaksi setelah dilakukan inkubasi selama 1-2x24 jam dan siap untuk dilakukan tahap pengujian lebih lanjut. Media biakan yang digunakan dalam uji penduga adalah media *Lactose Broth* yang memiliki kemampuan untuk melakukan fermentasi laktosa yang berfungsi sebagai sumber karbohidrat untuk bakteri *Coliform*.

Tahap pengujian yang kedua yaitu uji Penguat (*Confirmed Test*) yang bertujuan untuk menguji kembali bakteri *Coliform* dengan menggunakan media biakan yang lebih selektif dari hasil uji penduga yang bernilai positif. Media biakan yang digunakan pada tahap uji penguat adalah media *Briliant Green Lactose Broth* yang mengandung kaldu laktosa, pepton, empedu dan *Briliant Green* yang berfungsi sebagai penghambat pertumbuhan bakteri *Gram* positif *coli-aerogenes* yang ditandai dengan media biakan menjadi keruh. Selain itu, hasil yang positif pada tahap uji penguat ditandai dengan terbentuknya gelembung di dalam tabung Durham pada media *Briliant Green Lactose Broth* dan dilanjutkan kepada tahap pengujian selanjutnya yaitu uji penegasan (*Complited Test*).

Uji penegasan (*Complited Test*) dilakukan untuk menegaskan kembali keberadaan bakteri *Coliform* dan bakteri *E.coli* dari hasil uji penguat dengan menggunakan media biakan yang lebih selektif lagi, yaitu media *Eosin Metylen Blue* agar yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Gram* positif dan mendukung pertumbuhan bakteri *Gram* negatif. hasil pengujian yang positif ditandai dengan terdapatnya koloni mikroba dengan inti berwarna gelap dan terbentuk kilap logam.

Hasil uji Laboratorium yang dilakukan pada sampel air minum dalam kemasan hanya dilakukan sampai tahap uji penduga (*Presumptive Test*), hal ini dikarenakan sampel air minum yang diuji bernilai negatif, artinya tidak adanya bakteri *Coliform* maupun bakteri *E.coli* pada sampel air minum yang dilakukan pengujian membuat pengujian sampel air minum tidak dilakukan uji lebih lanjut,

baik uji lanjutan (*Confirmed Test*) dan uji penegasan (*Compted Test*). Hasil sampel yang negatif ditandai dengan tidak terbentuknya gas di dalam tabung Durham Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Hasil Pengujian Sampel pada Uji Penduga
Keterangan: a Media *Lactose Broth*
b Tabung Durham yang tidak berbentuk Gelembung dan menunjukkan hasil pengujian yang negatif

Hasil pengujian yang negatif (Gambar 4.2) ini menegaskan bahwa air minum yang dijual di kawasan kantin kampus UIN Ar-Raniry layak untuk di konsumsi, dan sesuai dengan syarat kesehatan mutu Kementerian Kesehatan Republik Indonesia dengan melihat parameter Mikrobiologi pada air minum, dimana kadar parameter Mikrobiologi yang diperbolehkan adalah 0 mikroba per 100 ml sampel air minum dan tidak terjadi pencemaran bakteri *Coliform* dan *E.coli* pada air minum yang dikonsumsi dan dijual di kantin Kampus.

Hasil pengujian uji penduga (*presumptive test*) pada sampel air minum di peroleh juga beberapa sampel yang terbentuk endapan pada permukaan atas tabung reaksi setelah dilakukan inkubasi selama 2x24 jam (Gambar 4.3).



a

b

Gambar 4.3 Endapan yang Terdapat pada Permukaan Atas Tabung Reaksi

Keterangan : a hasil pengujian sampel negatif dan tidak terdapat endapan
 b hasil pengujian sampel yang negatif dan terbentuk endapan pada permukaan tabung reaksi

Gambar di atas menunjukkan hasil pengujian sampel air minum yang terdapat endapan pada bagian atas permukaan tabung reaksi. Terbentuknya endapan pada permukaan atas tabung reaksi menunjukkan hasil yang berbeda-beda pada setiap kantin dan pada setiap merek air minum yang diambil. Endapan yang terbentuk pada permukaan atas tabung reaksi setelah dilakukan inkubasi selama 2x24 jam menunjukkan hasil yang berbeda pada setiap kantin dan pada setiap merek air minum yang diuji. Tidak semua air minum yang diuji terbentuk endapan pada permukaan atas tabung reaksi, hanya beberapa sampel yang terbentuk endapan pada permukaan atas tabung reaksi (Tabel 4.3).

Tabel 4.3 Hasil Uji Penduga yang Terbentuk Endapan pada Permukaan Atas Tabung Reaksi

Merek	Kantin 1	Kantin 2	Kantin 3
A	-	√	√
B	√	√	√
C	√	√	-
D	√	√	-
E	-	√	√

Keterangan :

- : Tidak terbentuk endapan pada permukaan atas tabung reaksi
- √ : Terbentuk endapan pada permukaan atas tabung reaksi

Tabel 4.3 adalah hasil pengujian sampel yang menunjukkan terbentuknya endapan pada permukaan atas tabung reaksi, sampel air minum yang diambil pada kantin 1 menunjukkan adanya endapan pada permukaan atas tabung reaksi berjumlah 4 sampel dengan rincian 1 sampel pada merek A, 2 sampel pada merek B dan 1 sampel pada merek D. Sementara pada kantin 2 sampel yang menunjukkan adanya endapan pada permukaan atas tabung reaksi berjumlah 7 dengan rincian, 1 pada merek A, 2 pada merek B, 2 pada merek C, dan 2 pada merek D. Endapan pada permukaan atas tabung reaksi pada sampel air minum kantin 3 berjumlah 6 sampel air minum, dengan rincian 2 pada merek A, 3 pada Merek B, dan 1 pada merek D.

Terbentuknya endapan pada permukaan atas tabung reaksi tidak dapat dijadikan sebagai indikator tercemarnya sampel air minum oleh bakteri *Coliform* maupun bakteri *E.coli*. Hal ini dikarenakan hasil inokulasi yang negatif ditandai dengan warna media yang tidak berubah keruh dan tidak terbentuk gelembung pada media biakan.

2. Kelayakan Referensi Mata Kuliah Mikrobiologi dari Hasil Penelitian

Hasil penelitian cemaran mikroba pada air minum dalam kemasan berdasarkan masa kadaluarsa (*Expired date*) dijadikan sebagai referensi pada mata kuliah Mikrobiologi dengan *output* yang dihasilkan yaitu buku ajar. Buku ajar yang telah direvisi diberikan ke ruang baca Prodi Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry agar dapat dipergunakan dan dapat menjadi referensi tambahan baik itu oleh mahasiswa maupun oleh dosen.



Gambar 4.4 Sampul Buku ajar Cemaran Mikroba pada Air minum

Berdasarkan Gambar 4.4 yaitu gambar sampul buku, sampul buku dikemas dengan menarik agar dapat menarik minat pembaca, pada sampul buku memuat judul, nama pengarang dan tempat terbit. Buku ajar dengan judul “Cemaran Mikroba Air Minum dalam Kemasan” ini berfungsi sebagai referensi tentang mikroba yang terdapat di dalam air minum.

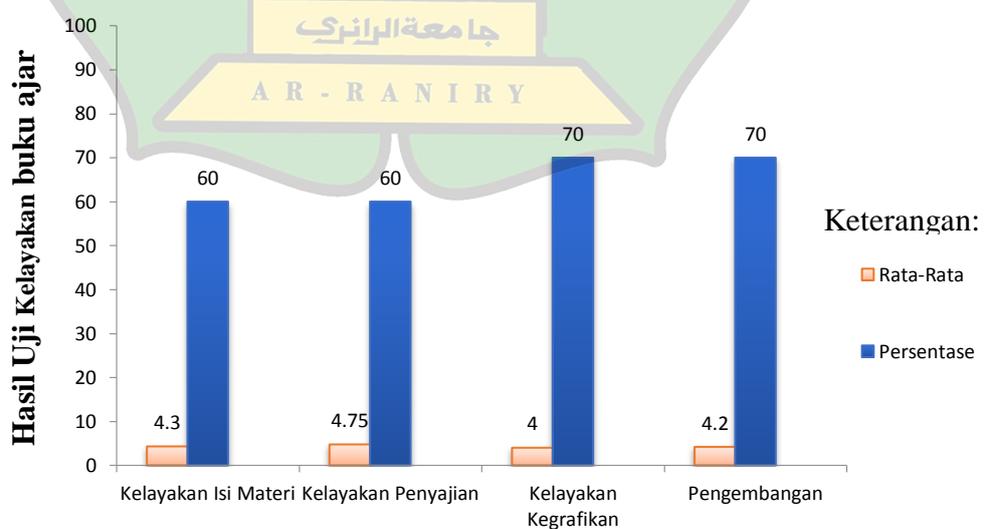
Kelayakan buku ajar cemaran Mikroba pada air minum dalam kemasan sebagai referensi mata kuliah Mikrobiologi dilakukan dengan uji kelayakan atau validasi. Kelayakan buku dapat dilihat dari hasil uji produk penelitian yang dilakukan oleh validator. Hasil dari uji kelayakan yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Uji Kelayakan Buku Ajar

No	Komponen	Sub Komponen	Rata-Rata	Kategori
1	Kelayakan Isi	Cakupan Materi	4,0	Cukup Layak
		Keakuratan Materi	4,7	
		Kemuktahiran Materi	4,0	
		Rata-rata skor komponen Kelayakan Isi	4,3	
	Persentase		60,0	
2	Kelayakan Penyajian	Teknik Penyajian	5,0	Cukup Layak
		Pendukung Penyajian Materi	4,5	
		Rata-Rata skor komponen kelayakan penyajian	4,75	

		Persentase	60,0	
3	Kelayakan kegrafisan	Artistik dan Estetika	4,0	
		Pendukung Penyajian Materi	4,0	Layak
		Rata-Rata skor kelayakan kegrafisan	4,0	
		Persentase	70	
4	Pengembangan	Teknik penyajian	3,8	
		Pendukung penyajaan materi	4,5	Layak
		Rata-Rata Skor Pengembangan	4,2	
		Persentase	70	
		Total Skor	65,0	Layak

Uji validasi buku ajar cemarana mikroba terdiri dari 4 indikator utama yang harus diisi oleh validator. Indikator tersebut terdiri dari komponen kelayakan isi, komponen kelayakan penyajian, komponen kelayakan kegrafisan serta komponen pengembangan. Masing-masing indikator memiliki skor yang berbeda-beda yang akan mempengaruhi nilai rata-rata dan persentase nilai akhir dari hasil validasi. Persentase uji validasi buku ajar cemarana mikroba pada air minum dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Hasil Uji Kelayakan Buku Ajar Cemarana Mikroba

Berdasarkan Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa dapat uji kelayakan buku ajar cemaran mikroba terdiri dari 4 indikator, yaitu kelayakan isi materi, kelayakan penyajian, kelayakan kegrafisan dan kelayakan pengembangan. Pada indikator isi materi diperoleh rata-rata 4,3 dan persentase 60% dengan kategori cukup layak. Indikator kelayakan penyajian diperoleh rata-rata 4,75 dan rata persentase 60,0%, indikator yang ketiga yaitu indikator kelayakan kegrafisan diperoleh rata-rata 4,0 dan persentase 70,0% dengan kategori layak, dan yang terakhir pada indikator pengembangan di peroleh rata-rata 4,2 dan persentase sebesar 70,0% dengan kategori layak. Dari total Komponen uji kelayakan di peroleh persentase total 65,0% dengan kategori buku ajar cemaran mikroba layak digunakan sebagai referensi mata kuliah Mikrobiologi.

3. Respon Mahasiswa terhadap Referensi Mata Kuliah dari Hasil Penelitian

Respon mahasiswa terhadap produk hasil penelitian Analisis Cemaran Mikroba Air Minum dalam Kemasan Berdasarkan Masa Kadaluarsa (*Expired date*) diketahui dengan menggunakan lembar kuesioner dengan jumlah responden (mahasiswa) terdiri dari 33 mahasiswa yang sudah mengambil mata kuliah Mikrobiologi. Adapun yang menjadi indikator yaitu efektifitas media, pemahaman materi, bahan media, motivasi belajar dan efektifitas belajar.

Penilaian respon diberikan kepada mahasiswa untuk memberikan penilaian terhadap sistematika penyajian materi, isi materi, bahasa, serta sejauh mana media hasil penelitian mampu membantu proses belajar mahasiswa. Respon ditunjukkan

oleh nilai yang masuk ke dalam kategori tertentu. Hasil dari respon mahasiswa dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Respon Mahasiswa terhadap Buku Ajar Cemaran Mikroba pada Air Minum dalam Kemasan berdasarkan masa Kadaluarsa (*Expired Date*)

Pernyataan	SS	S	RR	TS	STS
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Efektivitas media	66,7	33,3	0	0	0
Materi	42,4	51,5	0	3,0	3,0
ketertarikan Media	39,3	54,5	3,03	3,0	0
Total (persentase) Positif	49,5	46,4	1,0	2,0	1,0
Rata-rata Persentase	48,0 ⁽⁺⁾		1,3 ⁽⁻⁾		
Motivasi Belajar	3,0	10,0	0	57,6	30,0
Aktivitas Belajar	0	3,0	0	54,5	42,4
Total (persentase) Negatif	1,5	6,5	0	56,1	36,2
Rata-rata Persentase	2,7 ⁽⁻⁾		46,15 ⁽⁺⁾		
Total Persentase Positif				94,15	

Berdasarkan Tabel 4.5 nilai respon mahasiswa yang telah mengambil mata kuliah Mikrobiologi terhadap referensi buku ajar mempunyai jawaban positif serta jawaban negatif. Hal ini dibuktikan dengan jawaban siswa yang menjawab bervariasi mulai dari sangat setuju (SS), setuju (S), ragu-ragu (RR), tidak setuju (TS) dan sangat tidak setuju (STS).

Respon mahasiswa terhadap buku ajar Mikrobiologi dibagi ke dalam beberapa aspek yang kemudian dihitung persentasenya sesuai pertanyaan yang telah diajukan di dalam angket. Angket respon dibagi menjadi dua kategori pertanyaan yaitu pertanyaan yang bernilai positif dan bernilai negatif, selanjutnya

pernyataan di dalam angket akan ditotalkan ke dalam aspek yang telah ditentukan Hasil total respon mahasiswa yang bernilai positif dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut.



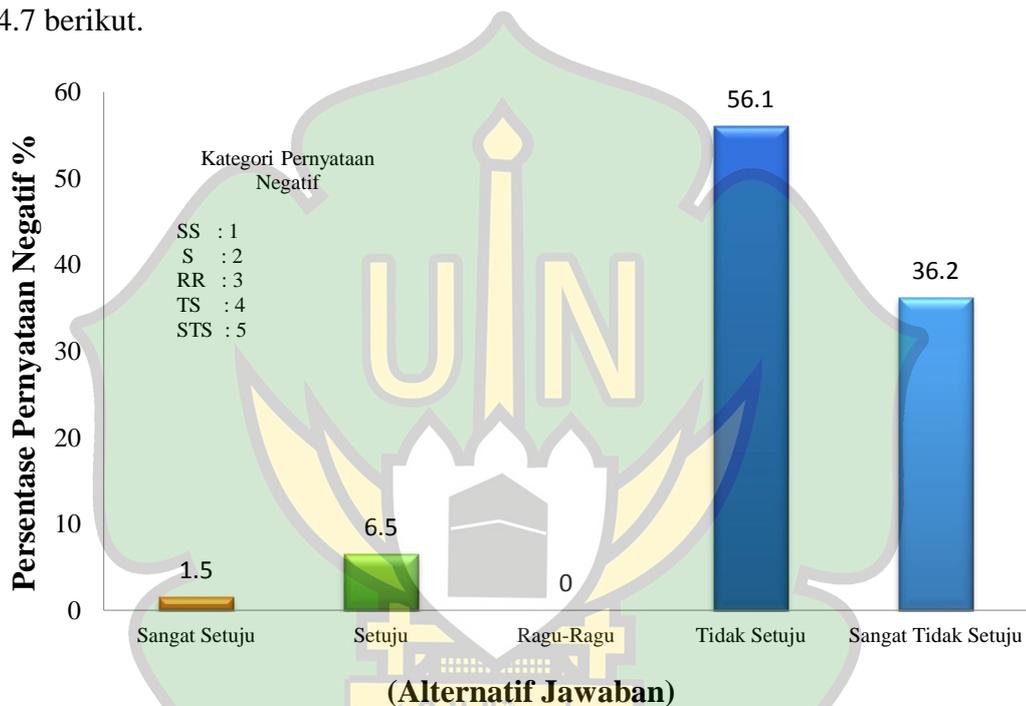
Gambar 4.6 Persentase Pernyataan Respon Mahasiswa yang Bernilai Positif

Berdasarkan gambar 4.6 respon mahasiswa berupa angket yang berisi tentang pernyataan yang disebarkan kepada mahasiswa terdiri dari pernyataan positif dan pernyataan negatif. Pernyataan positif dan pernyataan negatif pada angket kemudian dibagi ke dalam beberapa aspek diantaranya efektivitas media, aspek materi, dan aspek ketertarikan media. Respon positif dengan persentase tertinggi diperoleh pada aspek efektivitas media yaitu 66,7 % dari 33 mahasiswa yang menjawab sangat setuju dan 0% mahasiswa menjawab sangat tidak setuju.

Aspek ketertarikan media diperoleh 54,54% mahasiswa menjawab setuju sedangkan yang menjawab sangat tidak setuju adalah 0%. Pada aspek materi 51,5% mahasiswa menjawab setuju dan 3,0% menjawab tidak setuju dan sangat tidak setuju. Sehingga total yang diperoleh dari pernyataan positif lebih tinggi

yang menjawab tidak setuju atau sangat tidak setuju. Hal ini menunjukkan bahwa perbandingan persentase pada Gambar 4.6 menunjukkan respon yang positif.

Pernyataan respon yang negatif adalah persentasi dari banyaknya mahasiwa yang menjawab pernyataan tidak setuju atau sangat tidak setuju lebih banyak. Perbandingan persentase respon yang bernilai negatif dapat dilihat pada gambar 4.7 berikut.



Gambar 4.7 Persentase Pernyataan Respon Mahasiswa yang Bernilai Negatif

Gambar 4.7 pernyataan negatif dari angket respon mahasiswa dibagi ke dalam dua aspek yaitu aspek motivasi belajar dan aspek aktivitas belajar. Aspek motivasi belajar diperoleh persentase tertinggi yaitu 57,6% dari 33 mahasiswa yang menjawab tidak setuju dan sebanyak 30,03% dari 33 mahasiswa yang menjawab sangat setuju. Sedangkan pada aspek efektivitas media diperoleh persentase sebanyak 54,54% dari 33 mahasiswa yang menjawab setuju.

Perbandingan persentase dari Gambar 4.7 diperoleh respon pada pernyataan negatif lebih tinggi jawaban tidak setuju jawaban sangat setuju. Dari keseluruhan aspek pernyataan positif diperoleh persentase total sebesar 94,15 dengan kriteria bahwa respon mahasiswa terhadap buku ajar cemaran mikroba sangat positif.

B. Pembahasan

1. Analisis Cemaran Mikroba Pada Air Minum dalam Kemasan Berdasarkan Masa Kadaluarsa (*Expired date*)

Masa kadaluarsa adalah tanggal, bulan dan tahun yang tertera pada suatu produk pangan yang menandakan produk pangan tersebut aman untuk di konsumsi sebelum melampaui bulan maupun tahun yang tertera pada kemasan produk. Selain itu, tanggal kadaluarsa juga sebagai pengingat produk pangan tetap baik-baik saja sebelum mulai membusuk, berkurangnya kandungan gizi maupun bertumbuhnya mikroorganisme yang dapat merusak produk pangan tersebut, sehingga dapat menyebabkan pengakit gejala ringan hingga kepada gejala yang serius.

Masa kadaluarsa yang diamati pada penelitian ini adalah bulan dan tahun yang tertera di dalam produk kemasan air minum yang dijadikan sampel, dimana selanjutnya pencantuman masa kadaluarsa yang tertera di kemasan produk dilihat dan dibandingkan apakah berpengaruh terhadap analisis cemaran bakteri *Coliform* maupun bakteri *E.coli* yang terdapat di dalam produk tersebut (Tabel 4.1).

Masa kadaluarsa yang tertera di dalam kemasan air minum yang dijadikan sampel penelitian setelah dilakukan pengujian ternyata tidak berpengaruh terhadap banyaknya jumlah koloni bakteri *Coliform* maupun bakteri *E.coli*. Hal ini ditunjukkan dari hasil pengujian sampel air minum dalam kemasan, dimana dari 15 sampel yang diuji semua sampel menunjukkan hasil yang negatif. sehingga, secara tidak langsung masa kadaluarsa yang tertera di dalam produk kemasan tidak berpengaruh terhadap cemaran mikroba di dalam air minum.

Istilah Kadaluarsa (*Expired date*) merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan batasan dari suatu produk untuk bisa dikonsumsi secara aman atau tidak yang berhubungan dengan produk pangan, pengendalian kontaminasi mikroorganisme. Penentuan masa kadaluarsa ditampilkan untuk menunjukkan batas tingkat keamanan suatu produk, dimana apabila suatu produk sudah melewati tanggal ataupun tahun yang telah ditentukan kemungkinan produk akan mengalami kerusakan dan sudah tidak layak atau aman untuk tetap dikonsumsi.¹⁰⁰

Suatu produk pangan memiliki ambang batas tertentu untuk tetap dapat dikonsumsi secara aman. Hal ini disebabkan karena bahan pangan mengalami penurunan mutu mikrobiologi yang di tandai dengan angka paling mungkin (*Most Probable Number*) yang bisa saja melebihi ambang batas maksimal yang di sebabkan oleh adanya aktivitas mikroorganisme yang meningkat selama masa penyimpanan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi masa kadaluarsa suatu produk pangan yang telah melalui proses pengemasan terdiri dari keadaan alamiah atau sifat

¹⁰⁰ Nurul Asiah, Laras Cempaka, *Penentuan Umur Simpan Produk Pangan*,(Jakarta : Bakrie Press, 2018), h.2

makanan dalam berlangsungnya perubahan. Seperti kepekaan produk di dalam kemasan terhadap perubahan volume, suhu dan kelembaban. Selain itu, tempat penyimpanan juga berpengaruh terhadap umur simpan suatu produk.¹⁰¹

Berdasarkan faktor-faktor yang telah dikemukakan di atas tidak tampak perubahan baik warna maupun rasa di dalam air minum dalam kemasan yang dijadikan sampel penelitian. Selain itu, tempat penyimpanan sampel juga berada pada suhu ruang, kedap udara, dan tidak berada pada tempat yang lembab serta tetap berada di dalam kotak penyimpanan.

Air minum dalam kemasan merupakan air yang telah melalui proses tahapan pengolahan yang sedemikian rupa untuk memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.¹⁰² Persyaratan air minum yang ideal untuk dikonsumsi adalah harus sesuai dengan Peraturan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia No.492/KEMENKES/PER/IV/2010, dimana air minum harus jernih, tidak berwarna, tidak berbau, serta tidak mengandung bakteri patogen dan dapat membahayakan kesehatan orang yang mengkonsumsinya.¹⁰³

Sifat dari bakteri *Coliform* pada saat dilakukan uji penduga (*Presumptive test*) adalah kemampuan bakteri *Coliform* dalam melakukan fermentasi laktosa sebagai sumber karbohidrat pada media *Lactose Broth*, sehingga setelah dilakukan

¹⁰¹ Noor Mansyur Utami, "Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Produk Pangan Terhadap Lamanya Umur Simpan", *Jurnal teknologi Pengolahan*, Vol.01, No.01, (2011), h.45.

¹⁰² Dwi Sulistio, "Uji Keberadaan Bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella thypi* pada Air Minum Isi Ulang di Kelurahan Antang Kota Makassar", *Skripsi*, (Makassar: Universitas Alaudin Makassar, 2010, h.43.

¹⁰³ Lidya Ayu Natalia, "Kajian Kualitas Bakteriologis Air Minum Isi Ulang di Kabupaten Blora Melalui Metode *Most Probable Number* (MPN)", *Jurnal Teknik Unnes*", Vol. 01, No.01, (2014), h.7.

inkubasi selama 2x24 jam dengan suhu 33-37⁰C jika sampel uji penduga bernilai positif maka akan terbentuk gelembung pada tabung Durham (tabung kecil yang letaknya terbalik), atau media biakan akan berubah menjadi keruh dan terdapat endapan pada permukaan bawah tabung reaksi. Hal ini dikarenakan media biakan *Lactose Broth* yang digunakan mengandung *Lactose*, *Beef Ekstract*, *pepton* dan aqua destillata. Media biakan yang keruh serta terbentuknya gelembung di dalam tabung Durham menunjukkan bahwa *Lactose*, *Beef Ekstract*, *pepton* dan aqua destillata telah terjadi fermentasi dengan merubah laktosa menjadi gas.¹⁰⁴

Hasil uji penduga (*Presumptive test*) dengan menggunakan ragam 3 terhadap sampel air minum yang telah diinkubasi selama 2x24 jam menunjukkan hasil yang negatif. Hasil pengujian yang negatif dapat diamati dengan tidak terbentuknya gelembung pada tabung Durham, dan media biakan yang digunakan pada tahap pengujian tetap berwarna bening (Gambar 4.3).

Penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rahma Aulia yang menyatakan bahwa hasil inokulasi yang dianggap negatif ditandai dengan warna media uji penduga yang tetap berwarna bening dan tidak terbentuk gelembung di dalam tabung durham.¹⁰⁵ Hasil yang negatif pada uji penduga menegaskan bahwa air minum telah sesuai dengan persyaratan BPOM yang menyatakan batas ambang mikroba *Coliform* dalam air minum kemasan adalah 0 koloni/100 ml sampel (Tabel 4.2). Kandungan bakteri *Coliform* pada masing-

¹⁰⁴ Yulia Sakawati, "Uji Cemar Bakteri *Coliform* Pada Minuman Air Tebu", *Jurnal Ilmiah Manuntung*, Vol.02, No.02, (2016), h.251.

¹⁰⁵ Rahma Aulia, "Analisis Keberadaan Bakteri *Escherichia coli* sebagai Parameter Kelayakan Wisata Pantai Gemah di Tulungagung", *Jurnal Sains dan Teknologi*, Vol.02, No.01, (2018). h.35.

masing sampel menunjukkan hasil yang negatif sehingga, air minum dalam kemasan yang dijual di kantin UIN Ar-Raniry layak untuk dikonsumsi.

Kandungan bakteri *Coliform* yang semakin sedikit pada air minum maka akan semakin baik kualitas air minum tersebut.¹⁰⁶ Sementara, hasil penelitian yang dilakukan oleh Maya Sofa yang menguji kadar Mikrobiologi pada air minum dalam kemasan merek (AC) ketika dilakukan tahap uji penduga (*Presumptive test*) hasil pengujian laboratorium menunjukkan tidak adanya bakteri *Coliform* pada sampel air minum tersebut dan air minum dalam kemasan merek (AC) dinyatakan aman untuk dikonsumsi.¹⁰⁷

Hasil uji penduga (*presumptive test*) sampel air minum didapat juga beberapa sampel air minum yang tampak terbentuk endapan pada permukaan atas tabung reaksi setelah dilakukan inkubasi selama 2x24 jam. Terbentuknya endapan pada permukaan atas tabung reaksi diperoleh pada sampel air minum yang berbeda-beda (Tabel 4.3) Endapan yang terbentuk pada permukaan atas dapat disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya adalah proses pengujian sampel yang masih kurang steril.

Hasil sterilisasi dengan menggunakan autoklaf masih ditemukan adanya pertumbuhan mikroba lain yang tidak diharapkan, yang ditandai dengan terdapatnya kekeruhan pada media biakan. Faktor yang mempengaruhi terjadinya kekeruhan pada media biakan adalah adanya kontak dengan semua permukaan

¹⁰⁶ Lidya Ayu Natalia, "Kajian Kualitas Bakteriologis Air Minum Isi Ulang di Kabupaten Blora", *Jurnal Unnes of Life Science*, Vol.03, No.07, (2014), h.33.

¹⁰⁷ Maya Sofa, Widura, "Kualitas Bakteriologis Air Minum dalam Kemasan Merek "AC" yang Tidak Terdaftar di Bandung", *Jurnal Sains dan Teknologi*, Vol.01, No.01, (2010), h.56.

alat dan bahan yang disterilkan, sehingga adanya kontak dapat menyebabkan kegagalan pada saat sterilisasi, dengan demikian maka proses sterilisasi alat dan bahan menjadi tidak sempurna.¹⁰⁸

Pemeriksaan kualitas air minum jika dilihat dari segi Mikrobiologi adalah salah satu parameter yang harus ada dari beberapa parameter uji kelayakan suatu produk pangan. Setiap produk pangan sebelum dikonsumsi oleh konsumen tentunya harus melewati serangkaian pengujian, terutama yang berkaitan dengan produk yang dapat menyebabkan timbulnya penyakit akibat produk pangan yang tercemar bakteri ataupun patogen berbahaya.

Kandungan jumlah bakteri di dalam suatu produk pangan merupakan salah satu indikator yang dapat digunakan untuk menentukan keamanan bahan pangan bagi kesehatan manusia dengan melihat mutu suatu produk pangan tersebut.¹⁰⁹

2. Kelayakan Referensi Mata Kuliah Mikrobiologi dari Hasil Penelitian

Hasil penelitian digunakan sebagai referensi mata kuliah Mikrobiologi. Bentuk penunjang yang dihasilkan berupa buku ajar cemaran mikroba pada air minum yang dimanfaatkan oleh mahasiswa dalam proses kegiatan belajar mengajar khususnya pada materi mikroorganisme pada makanan sehingga membantu mahasiswa dalam mencapai tujuan pembelajaran.

¹⁰⁸ Dhirgo Adji, "Perbandingan Efektifitas Sterilasi Alkohol 70%, Inframerah, Autoklaf dan Ozon terhadap Pertumbuhan Bakteri pada Alat Bedah", *Jurnal Sains Vet*, Vol.25, No.1, (2017), h.22-23.

¹⁰⁹ Muhammad aulia Rahman Santoso, "Efektivitas Ekstrak Daun Mangga sebagai Pengawet Alami terhadap Masa Simpan Filet Nila pada Suhu Rendah", *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, Vol.08, No.02, (2017), h.57.

Pengujian tingkat kelayakan media pembelajaran dilakukan dengan tujuan agar media yang dihasilkan dapat dimanfaatkan mahasiswa sesuai dengan yang dibutuhkan. Pengujian tingkat kelayakan media pembelajaran yaitu dengan menggunakan instrumen yang diisi oleh dosen ahli. Sebelum digunakan, instrumen diteliti terlebih dahulu oleh dosen pembimbing dengan memberikan masukan dan saran agar lebih baik. Instrumen menguji tingkat kelayakan buku ajar yaitu dengan menggunakan penilaian atau skor 1 sampai 5. Hasil penilaian dari ahli media pembelajaran sesuai dengan kategori yang ditetapkan sebelumnya, yaitu 0-20% berarti tidak layak, 21-40% berarti kurang layak, 41-60% berarti cukup layak, 61-80% berarti layak dan 81-100% berarti sangat layak.¹¹⁰

Penilaian kelayakan oleh ahli media akan memberikan masukan agar media yang dihasilkan menjadi lebih baik dan perbaikan yang dilakukan berdasarkan rekomendasi atau saran yang diberikan oleh ahli media.¹¹¹ Media buku ajar terdiri dari 4 komponen. Adapun 4 komponen tersebut diantaranya yaitu komponen kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan kegrafikan dan komponen pengembangan.

Komponen kelayakan isi terdapat 3 sub komponen yang terdiri dari cakupan materi, keakuratan materi, dan kemuktahiran materi. Persentase dari komponen kelayakan isi diperoleh rata-rata sebanyak 4,3 dengan persentase 60% dan masuk ke dalam kategori cukup layak. Komponen kelayakan penyajian terdapat 2 sub

¹¹⁰ Windhu Erhansyah, "Pengembangan Web Sebagai Media Penyampaian Bahan Ajar dengan Materi Struktur dan Fungsi Jaringan pada Organ Tumbuhan", *Jurnal UNESA*, (2012), h.24.

¹¹¹ Fahtria Yuliani dan Lina Herlina, "Pengembangan Buku Saku Materi Pemanasan Global Untuk Smp", *Jurnal Biologi Edukasi*, Vol.4, No.1, (2015), h. 104.

komponen, yaitu teknik penyajian dan pendukung penyajian materi. Persentase kelayakan penyajian diperoleh rata-rata 4,75 dengan persentase 60% dan masuk kedalam kategori sangat layak.

Komponen kelayakan kegrafisan terdapat 2 komponen yang meliputi artistik atau estetika dan pendukung penyajian materi, pada komponen ini diperoleh rata-rata 4,0 dengan total persentase 70% dengan kategori layak. Komponen yang terakhir yaitu komponen pengembangan, komponen pengembangan terdiri dari teknik penyajian dan pendukung penyajian materi, pada komponen ini diperoleh rata-rata 4,2 dengan total persentase 70% dan masuk ke dalam kategori layak. Berdasarkan 4 komponen uji kelayakan yang telah dilakukan oleh validator atau dosen ahli terhadap buku ajar cemaran mikroba diperoleh skor sebanyak 65% dengan kategori layak untuk dijadikan sebagai salah satu referensi mata kuliah Mikrobiologi.

Penelitian dengan menggunakan media pembelajaran pernah dilakukan oleh Tejo Nurseto, proses pembelajaran yang dilakukan dengan menggunakan media pembelajaran dapat membuat pembelajaran yang lebih efektif, mempercepat proses belajar, meningkatkan kualitas proses belajar mengajar, mengkonkritkan yang abstrak sehingga dapat mengurangi terjadinya penyakit verbalisme, serta penggunaan media pembelajaran berupa buku ajar dapat menciptakan proses pembelajaran yang lebih efektif.¹¹²

Yosi wulandari menyatakan bahwa penggunaan buku ajar yang digunakan sebagai sumber belajar harus berorientasi pada teori dan langkah-langkah

¹¹² Tejo Nurseto, Membuat Media Pembelajaran Yang Menarik, *Jurnal Ekonomi dan Pendidikan*, Vol.8, No.1, (2011), h. 19-35.

penerapan teori dan praktiknya. Buku ajar yang seharusnya melampirkan latihan atau evaluasi pembelajaran sehingga dapat dijadikan salah satu sumber informasi yang lain selain buku ajar yang telah ada sebelumnya.¹¹³

3. Respon Mahasiswa terhadap Referensi Mata Kuliah dari Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian tentang respon mahasiswa terhadap referensi mata kuliah Mikrobiologi terhadap buku ajar cemaran mikroba pada air minum, diukur menggunakan lembar angket yang terdiri dari 10 pernyataan yaitu 5 soal positif dan 5 soal negatif yang terbagi ke dalam beberapa aspek. Lembar angket yang dibagikan kepada 33 orang mahasiswa, didapatkan jawaban yang bervariasi.

Persentase jawaban mahasiswa dapat dilihat pada Tabel 4.5 diketahui bahwa respon mahasiswa terhadap buku ajar cemaran mikroba pada air minum, pada aspek efektivitas diperoleh nilai rata-rata 66,7% dari 33 mahasiswa yang menjawab sangat setuju dan terdapat 33,3% mahasiswa menjawab setuju. Efektivitas adalah pengukuran dalam arti tercapainya tujuan yang telah ditentukan sebelumnya. Pembelajaran dikatakan efektif jika proses pembelajaran sudah sesuai dengan tujuan dan mencapai hasil pembelajaran yang diharapkan.¹¹⁴ Hal tersebut membuktikan bahwa media buku ajar dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa, dan efektif digunakan sebagai penunjang matakuliah mikrobiologi.

¹¹³ Yosi Wulandari, Kelayakan Aspek Materi dan Media dalam Pengembangan Buku Ajar Sastra Lama, *Jurnal Gramatika*, Vol.03, No.02, (2013). 171

¹¹⁴ Handyaningrat dalam Marsudi, "Efektifitas Bahan Ajar Buku " Panduan Pembelajaran Kebencanaan Kabupaten Klaten" pada Bencana Angin Badai Melalui Strategi Card Sort di SMA N 1 Karangom", *Artikel Publikasi Ilmiah*, Pendidikan Geografi FKIP Universitas Muhammadiyah Surakarta, (2016), h. 3

Respon mahasiswa pada aspek materi diperoleh hasil 51,5% dari 33 mahasiswa menjawab setuju pada pertanyaan mengenai pemahaman materi. Mahasiswa mengatakan bahwa buku ajar sangat membantu memberikan informasi tambahan tentang mikroba yang menjadi parameter dalam air minum. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa merasa media pembelajaran dapat menambah informasi, pengetahuan dan dapat memudahkan proses perkuliahan.

Hasil respon mahasiswa pada aspek motivasi belajar diperoleh 57,6% dari 33 mahasiswa menjawab sangat tidak setuju. Media pembelajaran yang dihasilkan dapat menghadirkan pengetahuan baru bagi mahasiswa serta bersyukur terhadap kebesaran Allah Ta'ala. Motivasi dapat mendorong seseorang, sehingga dapat menyebabkan seseorang menjadi lebih ingin tahu tentang sesuatu. Motivasi dapat meningkatkan keinginan mahasiswa untuk mempelajari sesuatu dan meningkatkan aktivitas belajar sehingga tercapainya tujuan dari pembelajaran.

Respon mahasiswa yang diperoleh pada aspek aktivitas belajar yaitu 54,5% dari 33 mahasiswa menjawab tidak setuju. Hal ini menunjukkan bahwa respon mahasiswa sangat positif terhadap pernyataan negatif terkait media pembelajaran buku ajar yang dihasilkan. Aktivitas belajar adalah kegiatan, keaktifan, kesibukan dan usaha yang dilakukan seseorang untuk memperoleh suatu perubahan tingkah laku yang baru secara keseluruhan, sebagai hasil pengalamannya sendiri dalam interaksi dengan lingkungannya.¹¹⁵

¹¹⁵ Daitin Tarigan, Meningkatkan Aktivitas Belajar Siswa dengan Menggunakan Model Make A Match Pada Mata Pelajaran Matematika di Kelas V SDN 050687 Sawit Seberang, *Jurnal Kreano*, Vol.5, No.1, (2014), h. 58.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang “analisis cemaran mikroba air minum dalam kemasan berdasarkan masa kadaluarsa (*Expired date*) sebagai referensi mata kuliah Mikrobiologi” dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Analisis cemaran mikroba pada air minum dalam kemasan berdasarkan masa kadaluarsa (*Expired date*) setelah dilakukan penelitian menunjukkan hasil yang negatif.
2. Tidak ditemukan koloni bakteri pada air minum dalam kemasan berdasarkan masa kadaluarsa (*Expired date*), karena hasil pengujian yang negatif.
3. Uji kelayakan terhadap buku ajar cemaran mikroba diperoleh persentase sebesar 65% dengan kategori layak untuk dijadikan sebagai salah satu referensi pada mata kuliah Mikrobiologi.
4. Hasil angket respon yang dibagikan kepada mahasiswa diperoleh persentase sebesar 94,15% dan membuktikan bahwa respon mahasiswa terhadap buku ajar cemaran mikroba sangat positif.

B. Saran

Penelitian ini masih memiliki banyak kekurangan dan masih banyak hal-hal yang perlu dilakukan pengkajian dan pengembangan kembali. Peneliti memiliki saran untuk penelitian ataupun pengembangan selanjutnya antara lain:

1. Diharapkan dapat dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap air minum dalam kemasan dari merek yang berbeda dan dilakukan penelitian dengan teknik pengujian yang berbeda.
2. Bagi peneliti selanjutnya diharapkan dapat melakukan penelitian dengan memperhatikan faktor fisik penyimpanan air minum. Perbandingan sampel yang terpapar dan tidak terpapar cahaya matahari secara langsung
3. Diharapkan dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan variabel penelitian yang berbeda agar diperoleh hasil yang bervariasi dan dapat memberikan edukasi tentang mikroorganisme yang terdapat pada air minum.
4. Bagi laboran diharapkan memperhatikan ketersediaan media yang akan digunakan untuk pengujian sampel.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrisetiawati, Rani, Dkk., (2016). "Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* pada Air Minum Isi Ulang yang di produksi DAMIU di Kelurahan Lubuk Buaya Kota Padang". *Jurnal Kesehatan Andalas*. Vol. 05.No.03.
- Alang, Hasria. (2015). "Deteksi *Coliform* Air PDAM di Beberapa Kecamatan di Kota Makassar". *Proseding Seminar Nasional*.
- Anuar, Khairil. (2015). "Analisis Kualitas Air Hujan sebagai Sumber Air Minum Terhadap Kesehatan Masyarakat (Studi Kasus di Kecamatan Bangko Bagansiapiapi)". *Jurnal Dinamika Lingkungan*. Vol.02. No.01.
- Arikunto, Suharsimi. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arini, Liss Dyah Dewi. (2017). "Faktor-Faktor Penyebab dan Karakteristik Makanan Kadaluarsa yang Berdampak Buruk pada Kesehatan Masyarakat". *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. Vol.02.No.01.
- Arpah. (2001). *Penentuan Kadaluarsa Produk Pangan*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Arsyad, Azhar. (2013). *Media Pembelajaran*. Jakarta : Grafindo Persada.
- Atma, Yoni. (2018). "Angka Lempeng Total (ALT) dan Angka Paling mungkin (APM) dan Total kapang Khamir sebagai Metode analisis sederhana untuk Menentukan Standar Mikrobiologi Pangan Olahan Posdaya". *Jurnal Teknologi*. Vol.08.No.02.
- Campbell. (2008). *Biologi Edisi kedelapan Jilid 1*. Jakarta : Erlangga.
- Canrawati I.D Anggraeni. (2016). Uji Kualitas Bakteri *Escherichia coli* pada Pemandian Umum di Botong Balong Magelang". *Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*, Vol.2. No.1.
- Erhansyah, Windu, Dkk., (2012). "Pengembangan Web Sebagai Media Penyampaian Bahan Ajar dengan Materi Struktur Dan Fungsi Jaringan pada Organ Tumbuhan". *Jurnal UNESA*. Vol.01. No. 01.
- Eulis,Dkk. (2008). "Reduksi Bakteri Total dan *Enterobacteriaceae* pada Campuran Minuman Lumpur Susu dan Minuman Oggok fermentasi oleh *Asfergillus niger*". *Proseding*, Vol.01.No.05.

- Fauzan,Ahmad. (2017). “Analisis Kelayakan Media Pembelajaran Perakitan Media Ajar untuk Siswa Sekolah Menengah Kejuruan”. *Skripsi* . Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
- Fuadi, Azhar. (2012). “Pengaruh residual Klorin terhadap Kualitas Mikrobiologi pada Jaringan Distribusi Air Bersih dan Air Minum Jaringan Distribusi Air Bersih PDAM Cilandak”. *Skripsi*.Depok : Universitas Indonesia.
- Gafur, Abdul Dkk. (2016). “Studi Kualitas Fisik, Kimia dan Biologis pada Minum dalam Kemasan (AMDK) berbagai Merek yang Beredar di Kota Makassar Tahun 2016”. *Jurnal Higiene*. Vol.03. No.01.
- Hapsari, Diah Prita. (2016). “Pengaruh Lama Penyimpanan dan Jenis Air Minum Terhadap Mutu Mikrobiologi”. *Jurnal Penelitian*. Vol.01. No.01.
- Harris, Helmi. (2014). “Penentuan Umur Simpan (*Shelf Life*) Pudang Seludang (*Rasbora* sp) yang di Kemas Menggunakan Kemasan Vakum dan Tanpa Vakum. *Jurnal Saintek Perikanan*. Vol.09. No.02.
- Hendri, Alwan Menza. (2017). “Faktor-Faktor yang Mendorong Siswa MIA SMAN Mengikuti Bimbingan Belajar Belajar Luar Sekolah di Kecamatan Telanaipura Kota Jambi”. *Jurnal Edufisika*.Vol.02.No.02.
- Hendriandy, Satria, Dkk., (2015). “Migrasi Formaldehid pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK)”. *Jurnal Ilmu Lingkungan*.Vol. 01.No.01.
- Irianto, Koes. (2010). *Mikrobiologi Menguak Dunia Mikroorganisme*. Bandung : Yrama Widya.
- Izza, Faizatul. (2017). “Deteksi Cemaran Bakteri Patogen *Escherichia coli* O157:H7 pada Susu Sapi Perah secara Konvensional dan Molekuler”. *Jurnal Veteriner*. Vol.01.No.02.
- Jante, Brooks. (2014). *Mikrobiologi Kedokteran Edisi 23*. Jakarta : EGC Penerbit Buku Kedokteran.
- Jasmadi, Dkk. (2014). Uji Kualitas Bakteri *Escherichia coli* pada Pemandian Umum di Botong Balong Magelang”. *Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*, Vol.2. No.1.
- Juwintarum, Yunan. (2017). “*Most Probable Number (MPN) Coliform* dengan Variasi Volume media *Laktose Broth Single Strength* dan *Laktose Broth Double Stregth*”. *Jurnal Kesehatan Prima*, Vol.11.No.1.

- Kamelta, Edno. (2013). "Uji Keberadan Bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella thypi* pada Air Minum Isi Ulang di Kelurahan Antang Kota Makassar". *Skripsi*. Makassar : Universitas Alaudin Makassar.
- Kusuma, Febrian Widya. (2012). "Pembelajaran Kooperatif Tipe *Think Pair Share* untuk Meningkatkan Aktivitas Belajar Akutansi Kelas XI IPS 1 SMA Negeri 2 Wonosari Tahun Ajaran 2011/2012". *Jurnal Pendidikan Akutansi Indonesia*. Vol.10. No.02.
- Lewerissa, Frijon. (2015). "Analisis Kualitatif Bakteri *Coliform* dan *Fecal Coliform* pada Mata Air Desa Saparua Kecamatan Saparua Kabupaten Maluku Tengah". *Prosiding Basic Saint*.
- Mahnum, Nunu. (2012). "Media Pembelajaran (Kajian Terhadap Langkah-Langkah Pemilihan Media Dan Implementasinya Dalam Pembelajaran)". *Jurnal Pemikiran Islam*. Vol.37. No.1.
- Mairizki, Fitri. (2017). "Analisis Air Minum Isi Ulang di Sekitar Kampus Universitas Islam Riau". *Jurnal Katalisator*. Vol.02.No.01.
- Mansyur, Surya. Dkk.,(2000). *Mengenal Bahan Pustaka dan Cara Mengelolanya*. Bogor : Pusat Perpustakaan Pertanian dan Komunikasi Penelitian.
- Marsudi. (2016). "Efektifitas Bahan Ajar Buku " Panduan Pembelajaran Kebencanaan Kabupaten Klaten" pada Bencana Angin Badai Melalui Strategi Card Sort di SMA N 1 Karanganom". *Artikel Publikasi Ilmiah*. Pendidikan Geografi FKIP Universitas Muhamadiyah Surakarta.
- Mirza, Muhammad Nafis. (2014). "Hubungan antara Higenis Sanitasi dengan Jumlah *Coliform* Air Minum pada Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) DI Kabupaten Demak Tahun 2012". *Jurnal Internasional Unnes of Public Health*. Vol.03.No.02.
- Nareswari, Putri. (2010). "Pengaruh Loyalitas Merek pada Kecenderungan Perilaku Alih Merek Manufaktur ke Merek Toko Ritel Produk Air Minum dalam Kemasan di Yogyakarta". *Jurnal Farmasi*. Vol.02. No.02.
- Natalia, Lidya Ayu. (2014). "Kajian Kualitas Bakteriologis Air Minum Isi Ulang di Kabupaten Blora Melalui Metode *Most Probable Number* (MPN)". *Jurnal Teknik Unnes*". Vol. 01. No.01.
- Nugroho,Dimas. (2015). "Uji Mikrobiologis pada Berbagai Jenis Air Minum". *Jurnal Kedokteran*. Vol.01.No.01.
- Nuria, Maulita Cut.(2009). "Uji Kandungan Bakteri *Echerichia coli* pada Air Minum Isi Ulang dari Depot Air Minum Isi Ulang di Kabupaten Rembang". *Jurnal Media Agro Ilmu Pertanian*. Vol.05.No.01.

- Nurseto, Tejo. (2011). "Membuat Media Pembelajaran Yang Menarik". *Jurnal Ekonomi dan Pendidikan*, Vol.8. No.1.
- Nurseto, Tejo. (2011). Membuat Media Pembelajaran Yang Menarik. *Jurnal Ekonomi dan Pendidikan*. Vol.8. No.1.
- Pakpahan, Rolan Sudirman, Dkk., (2015). "Cemaran Mikroba *Escherichia coli* dan Total Bakteri *Coliform* pada Air Minum Isi Ulang". *Artikel Penelitian*,
- Prasetyo, N A, Pertiwi Perwiraningtyas. (2017). "Pengembangan Buku Ajar Berbasis Lingkungan Hidup pada Mata Kuliah Biologi di Universitas Tribhuwana Tunggaladewi". *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*. Vol.5. No.1.
- Prastowo. (2000). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Bandung : Rineka Cipta.
- Pratiwi Yuniarti Martoyo. (2014). "Kajian Standar Cemaran Mikroba dalam Pangan di Indonesia". *Jurnal Standardisasi*. Vol.16.No.02.
- Purwati, Budi. (2015). "Pengembangan Media Video Pembelajaran Matematika Dengan Model *Assure*". *Jurnal Kebijakan dan Pengembangan Pendidikan*. Vol.3. No.1.
- Puspita, Citra Ratri. (2016). Pendugaan Umur Simpan Keripik Pisang Kepok Putih (*Musa acuminata*) dalam Berbagai Jenis Kemasan dengan Model Pendekatan Arrhenius". *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol.01.No.01.
- Putri, Aprilia Mustikaning. (2018). "Identifikasi Keberadaan Bakteri *Coliform* dan Mikroba dalam Es Dung-Dung disekitar Kampus Muhammadiyah Surakarta". *Jurnal Media Gizi Indonesia*. Vol. 13. No. 01.
- Radji, Muhammad. Dkk., (2008). "Pemeriksaan Bakteriologis Air Minum isi Ulang di Beberapa Depot Air Minum Isi Ulang di Daerah Lenteng Agung dan Srengseng Sawah Jakarta Selatan". *Jurnal Ilmu Kefarmasian*. Vol.05.No.01.
- Raharja, Tri Zulfikar. (2015). "Identifikasi *Escherichia coli* pada Air Minum Isi Ulang (AMIU) dari Depot di Kelurahan Pisangan dan Cirendeuh Tahun 2015". *Jurnal Kedokteran*, Vol.01.No.01.
- Rahayu, Susi Afrianti, dkk., (2010). "Uji Cemaran Air Minum Masyarakat Sekitar Margahayu Raya Bandung dengan Identifikasi *Escherichia coli*". *Jurnal IJPST*, Vol.04.No.02.
- Refangga, Marga Area. (2018). "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Air Minum dalam Kemasan dengan Menggunakan *Statistical Process Control*

(SPC) dan *Kaizen* pada PT. Tujuh Impian Bersama Kabupaten Jember”.
Jurnal Ekonomi Bisnis Akuntansi. Vol. 05. No.02.

Riyana, Cheppy. (2007). *Pedoman Pengembangan Media Video*. Jakarta : P3AI UPI.

Santoso, Muhammad Aulia Rahman. (2017). “Efektivitas Ekstrak Daun Mangga sebagai Pengawet Alami terhadap Masa Simpan Filet Nila pada Suhu Rendah”. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*.Vol.08.No.02.

Santoso, Muhammad aulia Rahman. (20216). “Efektivitas Ekstrak Daun Mangga sebagai Pengawet Alami terhadap Masa Simpan Filet Nila pada Suhu Rendah”. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol.08. No.02.

Santoso,Muhammad aulia Rahman. (2017). “Efektivitas Ekstrak Daun Mangga sebagai Pengawet Alami terhadap Masa Simpan Filet Nila pada Suhu Rendah”. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*.Vol.08. No.02.

Septiana,Lilis. (2017).”*Most Probable Number (MPN) Coliform* dengan Variasi Volume Media *Lactose Broth Single Strength (LBSS)* dan *Lactose Broth Double Strength (LBDS)*. *Jurnal Kesehatan Prima*. Vol.11,No.1.

Shihab, M Quraish. (2007). *Tafsir Al- Misbah*. Jakarta : Lentera Hati.

Soemanto, Wasty. (2003). *Psikologi Pendidikan : Landasan Kerja Pemimpin Pendidikan*. Jakarta :Rhineka Cipta.

Suhelmi. (2007). “Pengaruh Kemasan *Polypropylene Rigid* Kedap Udara Terhadap Perubahan Mutu Sayuran Segar Terolahan Minimal Selama Penyimpanan”.*Jurnal Tehnologi Pertanian*.Vol. 01. No.01.

Sulistio,Dwi. (2010). “Uji Keberadan Bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella thypi* pada Air Minum Isi Ulang di Kelurahan Antang Kota Makassar”.
Skripsi.Makassar : Universitas Alaudin Makassar.

Sunarti, Riri Novita. (2015). “Uji Kualitas Air Minum dengan Menggunakan Metode *Most Probable Number (MPN)*”. *Jurnal Bioilmi*. Vol.01.No.01.

Supardi. (2008). *Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan Edisi Revisi*.Bandung :Alumni.

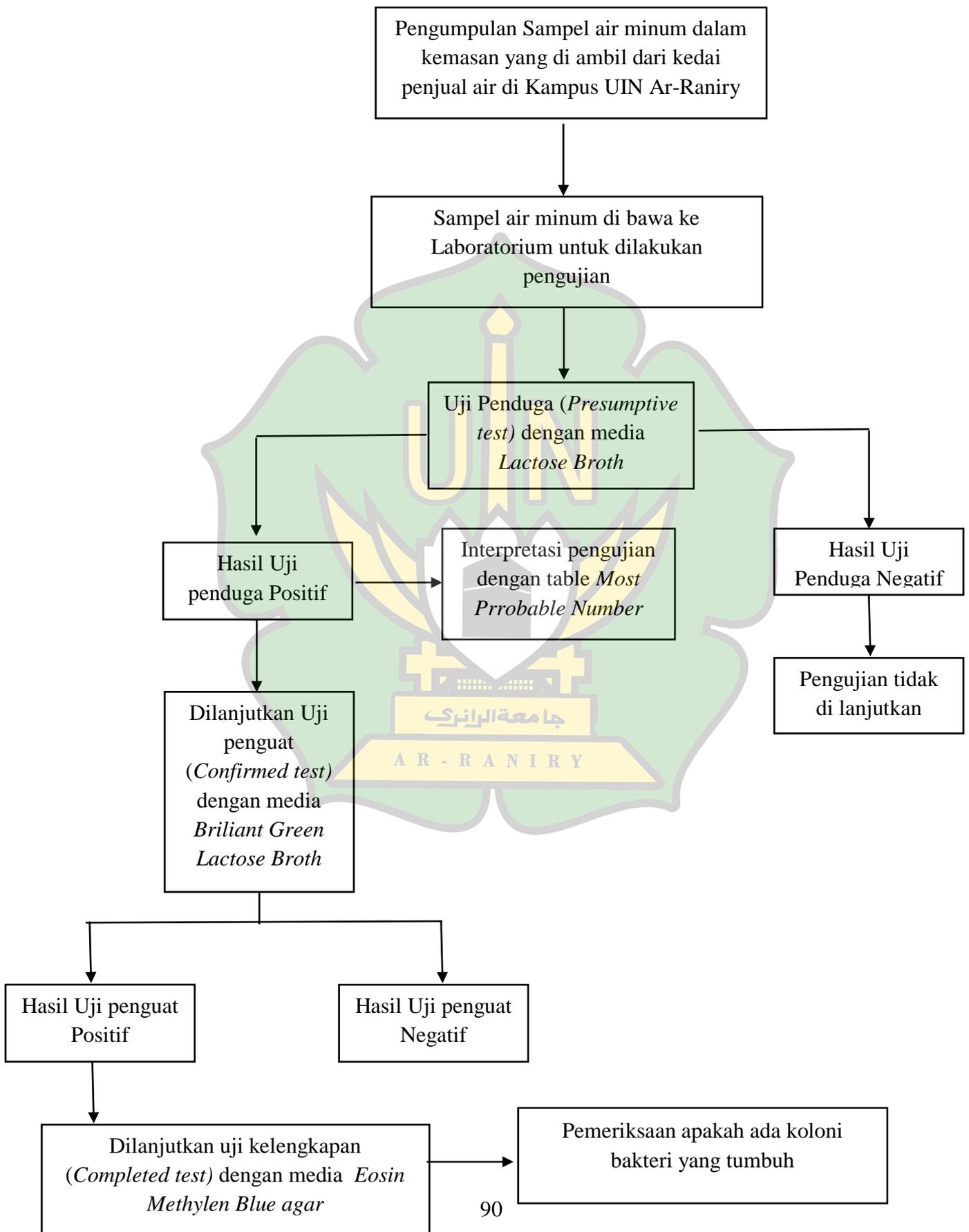
Supriyanto, Wahyu. (2017). “Kecenderungan Sivitas Akademik dalam Memilih Sumber Referensi untuk Penyusunan Karya Tulis Ilmiah di Perguruan Tinggi”. *Jurnal Berkala Ilmu Perpustakaan dan Informasi*.Vol.13. No.01.

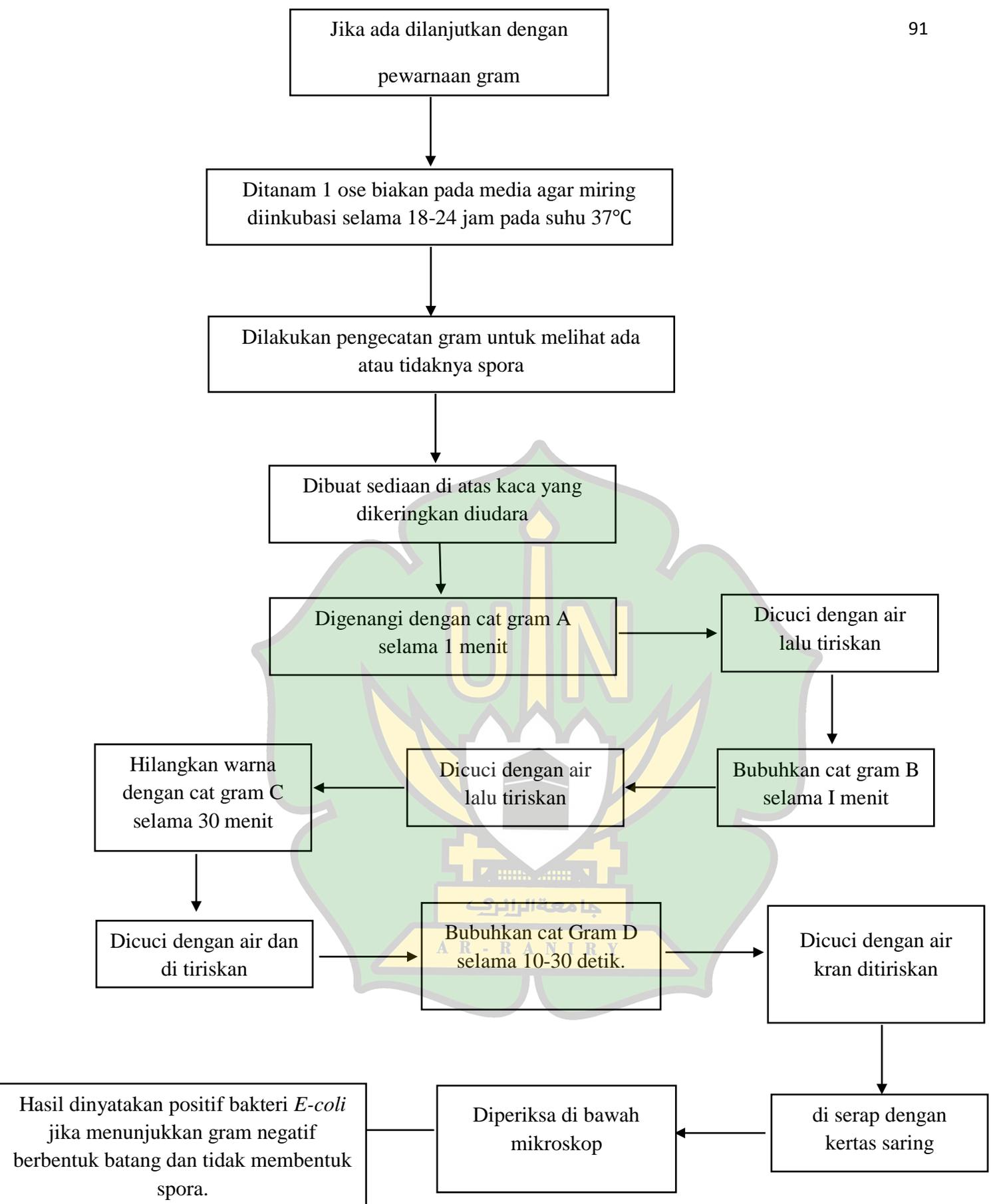
Suriawira. (2006). *Pengantar Mikrobiologi Umum Edisi Revisi*.Bandung : Angkasa.

- Syardiansah. (2016) "Hubungan Motivasi Belajar Terhadap Prestai Belajar Mahasiswa Mata Kuliah Pengantar Manajemen (Studi Kasus Mahasiswa Tingkat I EKM A Semester II). *"Jurnal Manajement dan Keuangan*. Vol. 5. No. 1.
- Tabrani. (2016). *Panduan Akademik dan Penulisan Skripsi Tahun 2016 Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri r-Raniry*, Banda Aceh : FTK Ar-Raniry Press.
- Tarigan, Daitin. (2010). Meningkatkan Aktivitas Belajar Siswa dengan Menggunakan Model Make A Match Pada Mata Pelajaran Matematika di Kelas V SDN 050687 Sawit Seberang. *Jurnal Kreano*. Vol.5. No.1.
- Widianti, N L Putu Manik. (2004). "Pemeriksaan Bakteriologis Air Minum isi Ulang di Beberapa Depot Air Minum Isi Ulang di Daerah Lenteng Agung dan Srengseng Sawah Jakarta Selatan". *Jurnal Ilmu Kefarmasian*. Vol.05.No.01.
- Wijaya, Susi. (2009). *Penentuan Kadaluarsa Produk Pangan Diktat Kuliah*. Jakarta : UI Press.
- Winasari, Kartini. (2016). "Uji Bakteriologis Air Minum pada Mata Air Bukit Sikumbang Desa Pulau Sarak Kecamatan Kampar". *Jurnal Higiene*. Vol.01. No.03.
- Yosi Wulandari.(2013). Kelayakan Aspek Materi dan Media dalam Pengembangan Buku Ajar Sastra Lama, *Jurnal Gramatika*, Vol.03. No.02.
- Yuliani,Fahtria, Lina Herlina. (2015) "Pengembangan Buku Saku Materi Pemanasan Global Untuk Smp". *Jurnal Biologi Edukasi*. Vol.4. No.1.
- Zunaidah,Farida Nurlaila, Mohamad Amin. (2016). Pengembangan Bahan Ajar Matakuliah Bioteknologi Berdasarkan Kebutuhan Dan Karakter Mahasiswa Universitas Nusantara PGRI Kediri. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*. Vol. 2. No.1.
- Zuriah, Nurul. (2002). *Metodelogi Penelitian Sosial dan Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.

Lampiran 4

Alur Penelitian





Lampiran 5

Instrumen Pengambilan Sampel

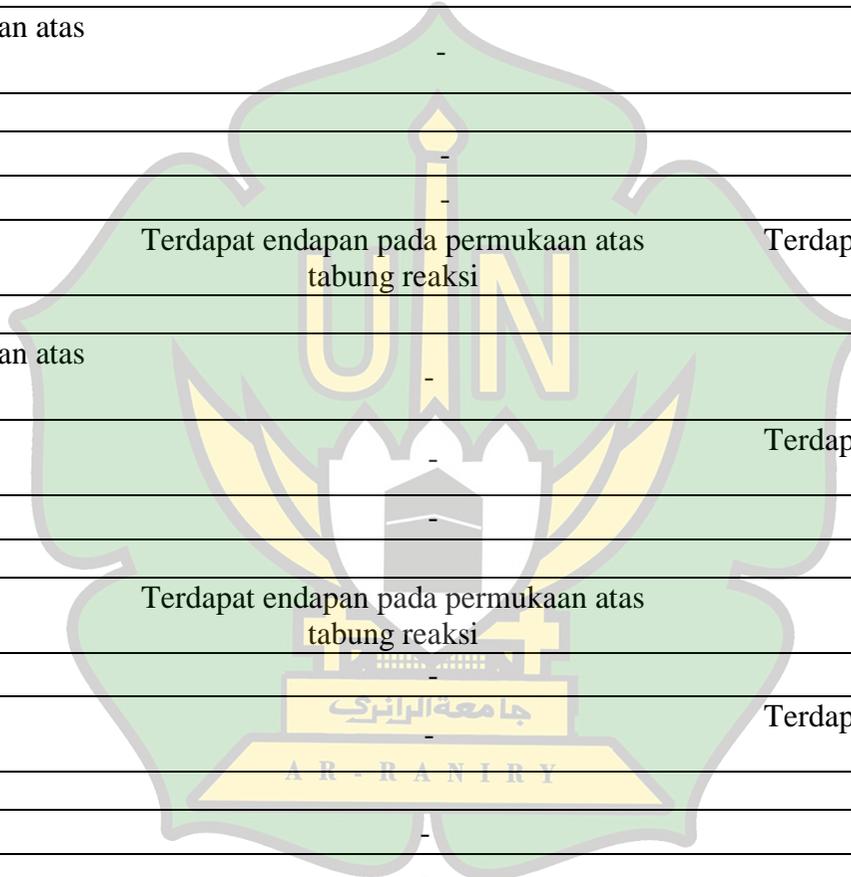
Merek	Tanggal Pengambilan Sampel	Tanggal Kadaluwarsa		
		Kantin A	Kantin B	Kantin C
A	23 Juni 2020	Mei 2021	Februari 2021	April 2021
B	23 Juni 2020	Mei 2022	Mei 2021	Maret 2021
C	23 Juni 2020	Mei 2021	Agustus 2021	Mei 2021
D	23 Juni 2020	Januari 2022	Februari 2021	Mei 2022
E	23 Juni 2020	Agustus 2020	September 2020	Desember 2020



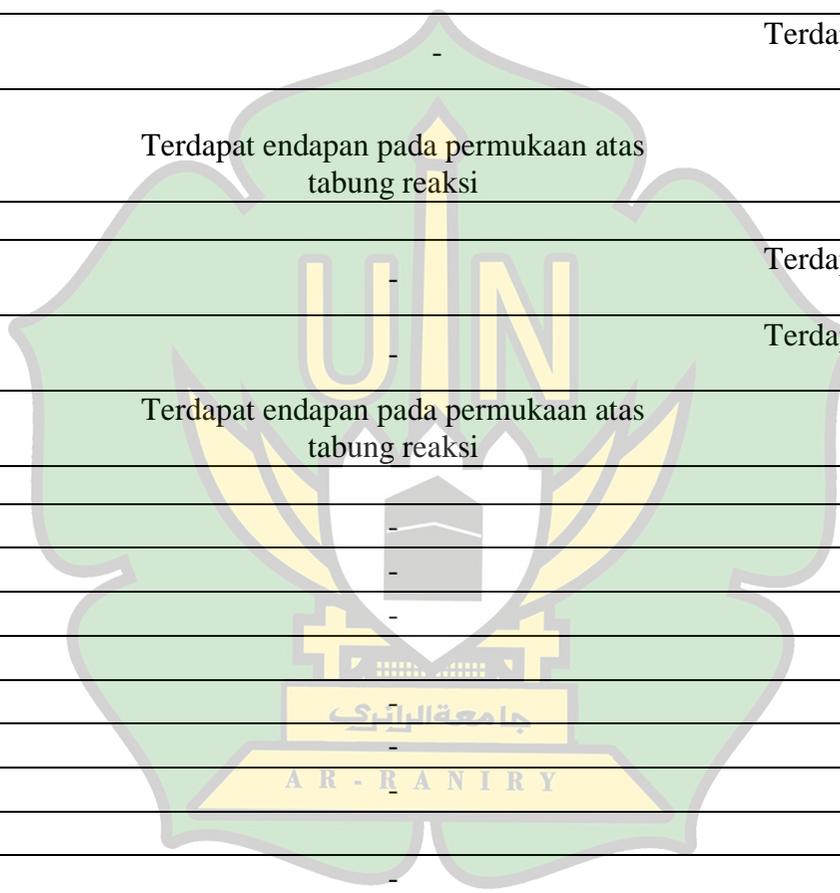
Lampiran 6 Instrumen Uji Penduga Sampel Air Minum

Kantin 1			
	10 ml	1 ml	0,1 ml
Merek A	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
Merek B	-	-	-
Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi	-	-	-
	-	-	-
Merek C			
Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi			-
Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi			-
	-	-	-
Merek D			
	-	-	-
	-	Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi	-
	-		-
Merek E			
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-

Kantin 2		
Merek A	-	-
	-	-
Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi	-	-
Merek B	-	-
	-	-
	Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi	Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi
Merek C		
Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi	-	-
	-	Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi
	-	-
Merek D		
	Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi	-
	-	-
	-	Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi
Merek E		
	-	-
	-	-
	-	-



Kantin 3		
Merek A	-	-
-	-	Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi
-	Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi	-
Merek B	-	Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi
-	-	Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi
-	Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi	-
Merek C	-	-
-	-	-
-	-	-
Merek D	-	-
-	-	-
-	-	-
Merek E	-	-
-	-	-
-	Terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi	-

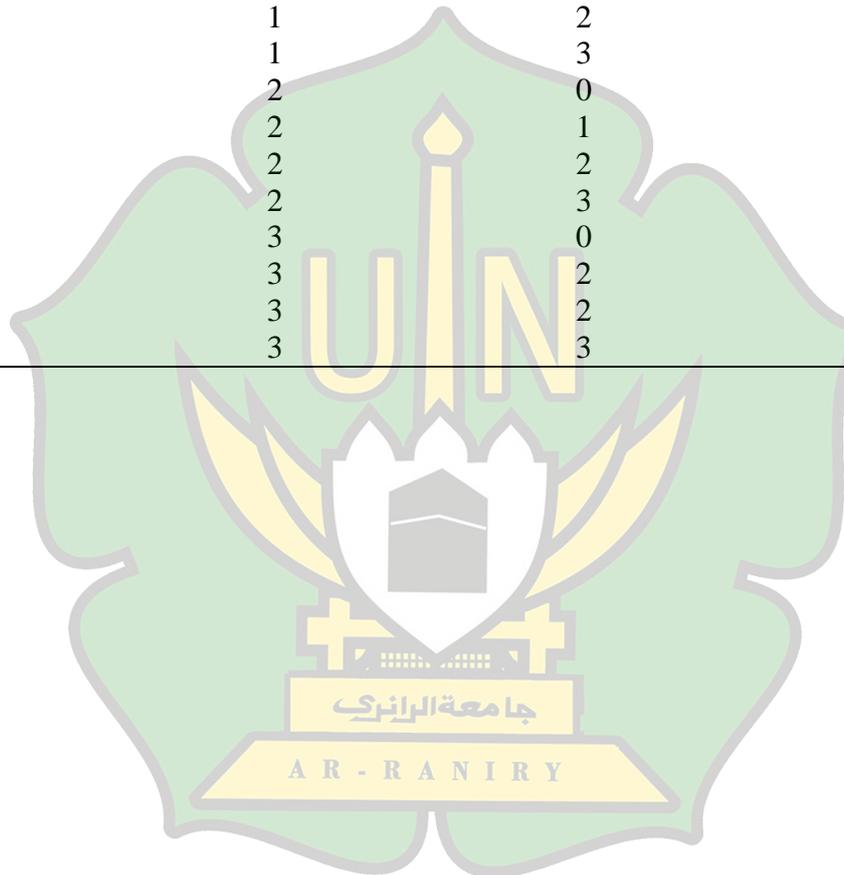


Lampiran 7

Tabel MPN (Most Probable Number) Ragam 333 Menurut Formula Thomas

Jumlah tabung (+) Gas pada Penanaman			Index MPN / 100 ml
3 x10 ml	3 x 1 ml	3x 0,1 ml	
0	0	0	0
0	0	1	3
0	0	2	6
0	0	3	9
0	1	0	3
0	1	1	6
0	1	2	9
0	1	3	12
0	2	0	6
0	2	1	9
0	2	2	12
0	2	3	16
0	3	0	9
0	3	1	13
0	3	2	16
0	3	3	19
1	0	0	4
1	0	1	7
1	0	2	11
1	0	3	14
1	1	0	7
1	1	1	11
1	1	2	15
1	1	3	18
1	2	0	11
1	2	1	15
1	2	2	19
1	2	3	23
1	3	0	15
1	3	1	19
1	3	2	23
1	3	3	27
2	0	0	10
2	0	1	14
2	0	2	19
2	0	3	24
2	1	0	15
2	1	1	20
2	1	2	25
2	1	3	30

2	2	0	21
2	2	1	26
2	2	2	31
2	2	3	27
2	3	1	33
2	3	2	38
2	3	3	44
3	0	0	29
3	0	1	39
3	0	2	49
3	0	3	60
3	1	0	46
3	1	1	58
3	1	2	72
3	1	3	86
3	2	0	76
3	2	1	95
3	2	2	116
3	2	3	139
3	3	0	190
3	3	2	271
3	3	2	438
3	3	3	≤1898



Lampiran 8

Dokumentasi Hasil Penelitian



Penimbangan media *Lactose Broth*



Pembuatan Media *Lactose Broth*



Pengisian Media *Lactose Broth*
kedalam Tabung Reaksi



Pengisian Tabung Durham kedalam
tabung reaksi



Pengambilan Sampel Air Minum



Pengambilan Sampel Air Minum



Hasil Pengujian yang menunjukkan hasil Negatif



Hasil Pengujian yang menunjukkan hasil Negatif dan terdapat endapan pada permukaan atas tabung reaksi

Lampiran 9

Lembar Kuesioner Penilaian Produk Hasil Penelitian buku ajar dan video pembelajarn mikroba air minum.

I. Identitas Penulis

Nama : Sri Kusmiati
NIM : 150207087
Program Studi : Pendidikan Biologi
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
UIN Ar-Raniry Banda Aceh

II. Pengantar

Assalamu'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 "Analisis Cemaran Mikroba Air Minum Dalam Kemasan berdasarkan Masa Kadaluwarsa (*Exppired Date*) Sebagai Referensi Mata Kuliah Mikrobiologi".

Untuk mencapai tujuan penelitian, penulis dengan hormat meminta kesediaan dari Bapak/Ibu dosen untuk menilai buku Ajar tersebut dengan melakukan pengisian daftar kuesioner yang penulis ajukan sesuai dengan keadaan sebenarnya. Kerahasiaan jawaban serta identitas Bapak/Ibu akan dijamin sesuai dengan kode etik dalam penelitian. Penulis menyampaikan banyak terima kasih atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi daftar kuesioner yang diajukan.

Hormat saya,



Sri Kusmiati

III. Deskripsi Skor

- 1 = Tidak Layak
- 2 = Kurang Layak
- 3 = Cukup Layak
- 4 = Layak
- 5 = Sangat Layak

IV. Instrumen Penilaian Petunjuk Pengisian

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



Lembar Penilaian Buku Ajar mikroba Air Minum

1. Komponen Kelayakan Isi buku ajar cemaran mikroba air minum

Sub komponen	Unsur yang dinilai	Skor					Komentar/saran
		1	2	3	4	5	
Cakupan Materi	Keluasan materi sesuai dengan tujuan penyusunan buku mikroba air minum				✓		
	Kedalaman materi sesuai dengan tujuan penyusunan buku mikroba air minum				✓		
	Kejelasan materi				✓		
Keakuratan Materi	Keakuratan fakta dan data				✓		
	Keakuratan konsep atau teori					✓	
	Keakuratan gambar atau ilustrasi					✓	
Kemutakhir an Materi	Kesesuaian materi dengan perkembangan terbaru ilmu pengetahuan saat ini				✓		
Rata-Rata Skor komponen kelayakan isi					4,3		

جامعة الرانيري

AR - RANIRY

2. Komponen Kelayakan Penyajian ✓

Sub komponen	Unsur yang dinilai	Skor					Komentar/saran
		1	2	3	4	5	
Teknik Penyajian	Konsistensi sistematika sajian					✓	
	Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep					✓	
Pendukung Penyajian Materi	Kesesuaian dan ketepatan gambar dengan materi					✓	
	Ketepatan pengetikan dan pemilihan gambar				✓		
Rata-Rata Skor komponen kelayakan penyajian						4,75	

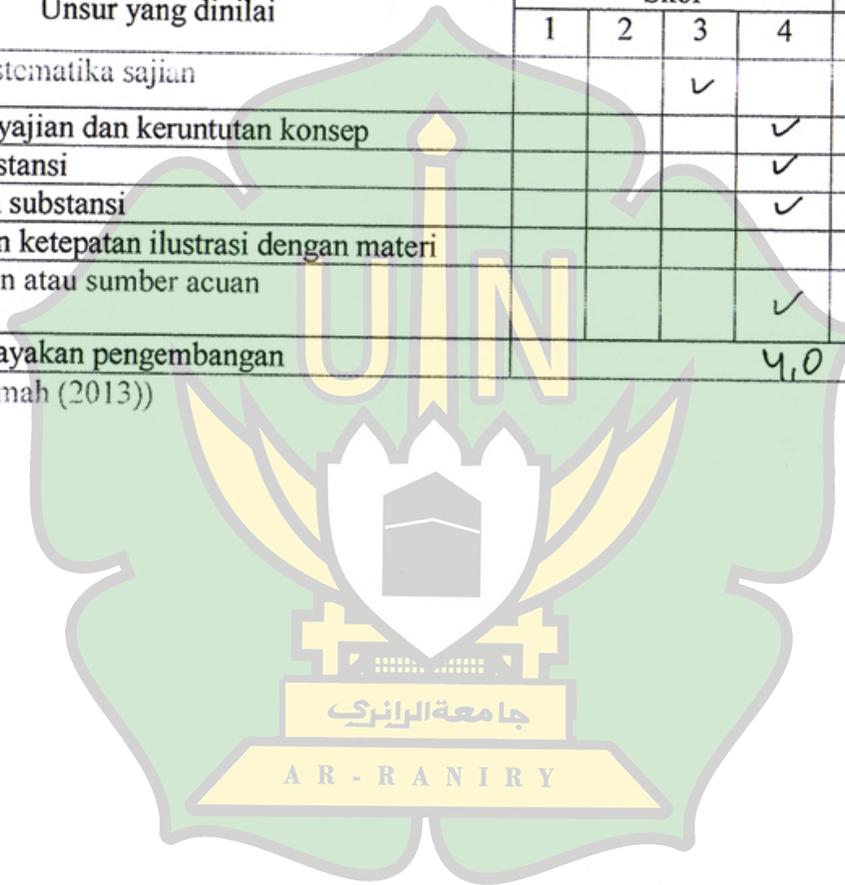
3. Komponen Kelayakan Kegrafikan

Sub komponen	Unsur yang dinilai	Skor					Komentar/saran
		1	2	3	4	5	
Artistik dan Estetika	Komposisi buku sesuai dengan tujuan penyusunan buku ajar mikroba air minum.				✓		
	Penggunaan teks dan grafis proporsional				✓		
	Kemenaarikan layout dan tata letak				✓		
Pendukung penyajian materi	Produk membantu mengembangkan pengetahuan pembaca				✓		cek naskah validasi
	Produk bersifat informatif kepada pembaca				✓		
	Secara keseluruhan produk buku mikroba air minum				✓		
Rata-Rata skor komponen kelayakan kegrafikan						4,0	

4. Komponen Pengembangan

Sub komponen	Unsur yang dinilai	Skor					Komentar/saran
		1	2	3	4	5	
Teknik penyajian	Konsistensi sistematika sajian			✓			cek naskah validasi
	Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep				✓		
	Koherensi substansi				✓		
	Keseimbangan substansi				✓		
Pendukung penyajian materi	Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi					✓	
	Adanya rujukan atau sumber acuan				✓		
Rata-Rata skor Komponen kelayakan pengembangan					4,0		

(Sumber: Diadaptasi dari Rahmah (2013))



Aspek Penilaian :

81%-100% = Sangat layak direkomendasikan sebagai salah satu buku referensi 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, Januari 2021

Validator

Diannita Harahap, M.Si

Lampiran 10

ANGKET RESPON MAHASISWA TERHADAP PENGGUNAAN MEDIA PEMBELAJARAN (BUKU AJAR) DARI HASIL PENELITIAN CEMARAN MIKROBA AIR MINUM DALAM KEMASAN BERDASARKAN MASA KADALUARSA SEBAGAI REFERENSI MATA KULIAH MIKROBIOLOGI

Nama :

Nim :

Petunjuk :

1. Pada angket ini terdapat 10 pertanyaan. Pertimbangkanlah baik-baik setiap pertanyaan dalam kaitannya yang kalian alami.
2. Pertimbangkanlah setiap pertanyaan secara terpisah dan tentukan kebenarannya.
3. Berikan tanda pada setiap jawaban yang kamu anggap cocok dengan pilihan kalian.
4. Pilihan jawaban tersebut adalah

SS = Sangat Setuju
 S = Setuju
 RR = Ragu-Ragu
 TS = Tidak Setuju
 STS = Sangat Tidak Setuju

No	Respon Mahasiswa	Jawaban				
		SS	S	RR	TS	STS
1	Kuliah mikrobiologi menggunakan buku ajar, dapat memudahkan saya dalam belajar materi cemaran mikroba air minum dalam kemasan berdasarkan masa kadaluarsa.		√			
2	Belajar menggunakan buku ajar membuat saya lebih mengerti dalam mempelajari materi cemaran mikroba air minum dalam kemasan berdasarkan masa kadaluarsa.	√				
3	Pembelajaran menggunakan buku ajar membuat saya kesulitan dalam menyelesaikan persoalan yang					√

	muncul dalam pembelajaran.					
4	Pembelajaran menggunakan buku ajar dapat meningkatkan minat saya dalam belajar materi cemaran mikroba air minum dalam kemasan berdasarkan masa kadaluarsa.	√				
5	Bukua ajar tidak dapat memberi pengaruh bagi saya dalam memahami materi cemaran mikroba air minum dalam kemasan berdasarkan masa kadaluarsa.					√
6	Belajar materi cemaran mikroba air minum dalam kemasan berdasarkan masa kadaluarsa yang terdapat pada air minum membuat saya tidak bersyukur kepada Allah Ta'ala dan tidak mensyukuri berbagai macam karakteristik makhluk hidup yang ada disekitar.					√
7	Buku ajar membuat saya tidak fokus dalam memahami materi cemaran mikroba air minum dalam kemasan berdasarkan masa kadaluarsa.					√
8	Buku ajar dapat membuat saya memahami materi cemaran mikroba air minum dalam kemasan berdasarkan masa kadaluarsa lebih mendalam.	√				
9	Belajar materi cemaran mikroba air minum dalam kemasan berdasarkan masa kadaluarsa membuat saya tidak bersemangat dalam berlangsungnya proses praktikum.					√

10	Penggunaan buku ajar dapat meningkatkan pemahaman saya terhadap materi cemaran mikroba air minum dalam kemasan berdasarkan masa kadaluarsa.	√				
----	---	---	--	--	--	--



Lampiran 11

Hasil Respon

No	SS	S	RR	TS	STS
1	22	11	-	-	-
2	15	18	-	-	-
3	4	1	3	19	6
4	13	18	1	1	-
5	3	3	20	7	-
6	1	4	19	10	-
7	14	18	-	1	-
8	5	7	2	17	2
9	14	18	-	1	-
10	14	17	-	1	1

Keterangan

- SS = Sangat Setuju
S = Setuju
RR = Ragu-Ragu
TS = Tidak Setuju
STS = Sangat Tidak Setuju

$$P = \frac{Fr}{n} \times 100\%$$

Keterangan

- P = Persentase yang dicari
Fr = Frekuensi atau skor yang diperoleh
N = Jumlah responden

1. SS : $P = \frac{Fr}{n} \times 100\%$

$$= \frac{22}{33} \times 100\%$$

$$= 66,7\%$$

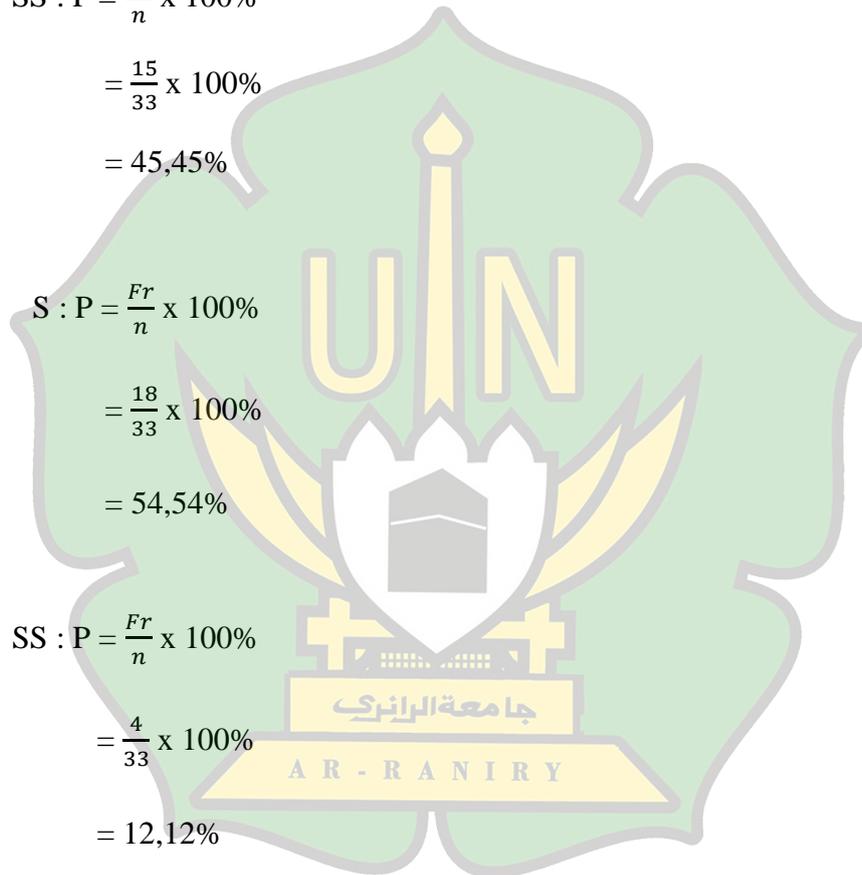
$$\begin{aligned}
 S : P &= \frac{Fr}{n} \times 100\% \\
 &= \frac{11}{33} \times 100\% \\
 &= 33,3\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \quad SS : P &= \frac{Fr}{n} \times 100\% \\
 &= \frac{15}{33} \times 100\% \\
 &= 45,45\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S : P &= \frac{Fr}{n} \times 100\% \\
 &= \frac{18}{33} \times 100\% \\
 &= 54,54\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \quad SS : P &= \frac{Fr}{n} \times 100\% \\
 &= \frac{4}{33} \times 100\% \\
 &= 12,12\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S : P &= \frac{Fr}{n} \times 100\% \\
 &= \frac{1}{33} \times 100\% \\
 &= 3,03\%
 \end{aligned}$$



$$RR : P = \frac{Fr}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{3}{33} \times 100\%$$

$$= 9,09\%$$

$$TS : P = \frac{Fr}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{19}{33} \times 100\%$$

$$= 57,57\%$$

$$STS : P = \frac{Fr}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{6}{33} \times 100\%$$

$$= 18,18\%$$

$$4. \quad SS : P = \frac{Fr}{n} \times 100\%$$

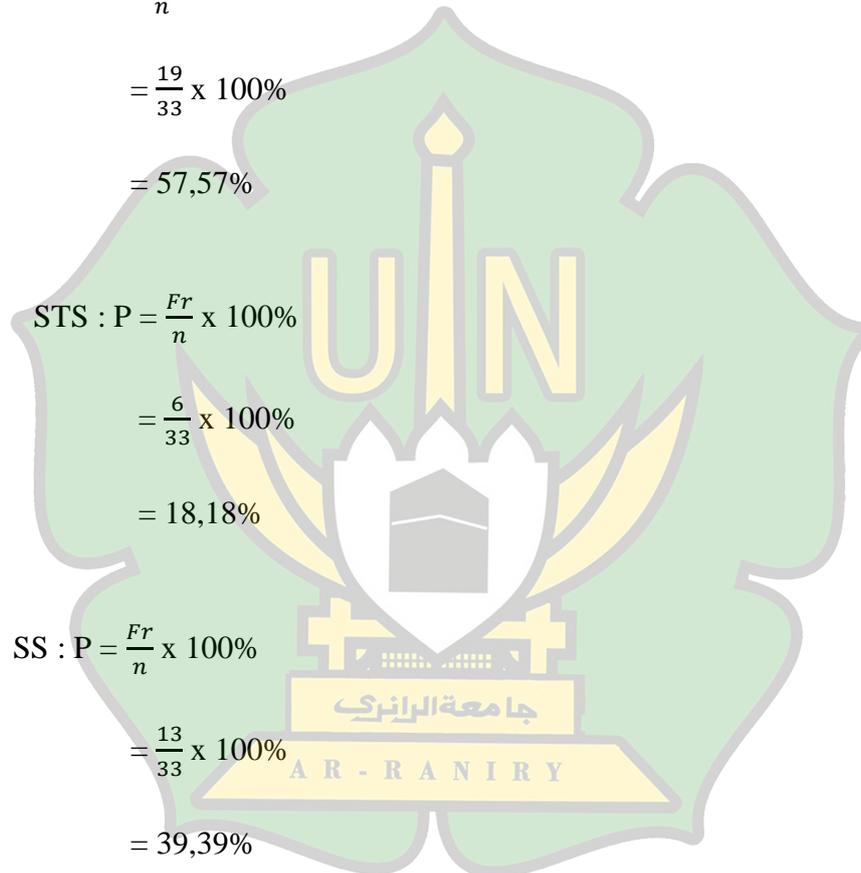
$$= \frac{13}{33} \times 100\%$$

$$= 39,39\%$$

$$S : P = \frac{Fr}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{18}{33} \times 100\%$$

$$= 54,54\%$$



$$RR : P = \frac{Fr}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{1}{33} \times 100\%$$

$$= 3,03\%$$

$$TS : P = \frac{Fr}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{1}{33} \times 100\%$$

$$= 3,03\%$$

5. $SS : P = \frac{Fr}{n} \times 100\%$

$$= \frac{3}{33} \times 100\%$$

$$= 9,09\%$$

$$S : P = \frac{Fr}{n} \times 100\%$$

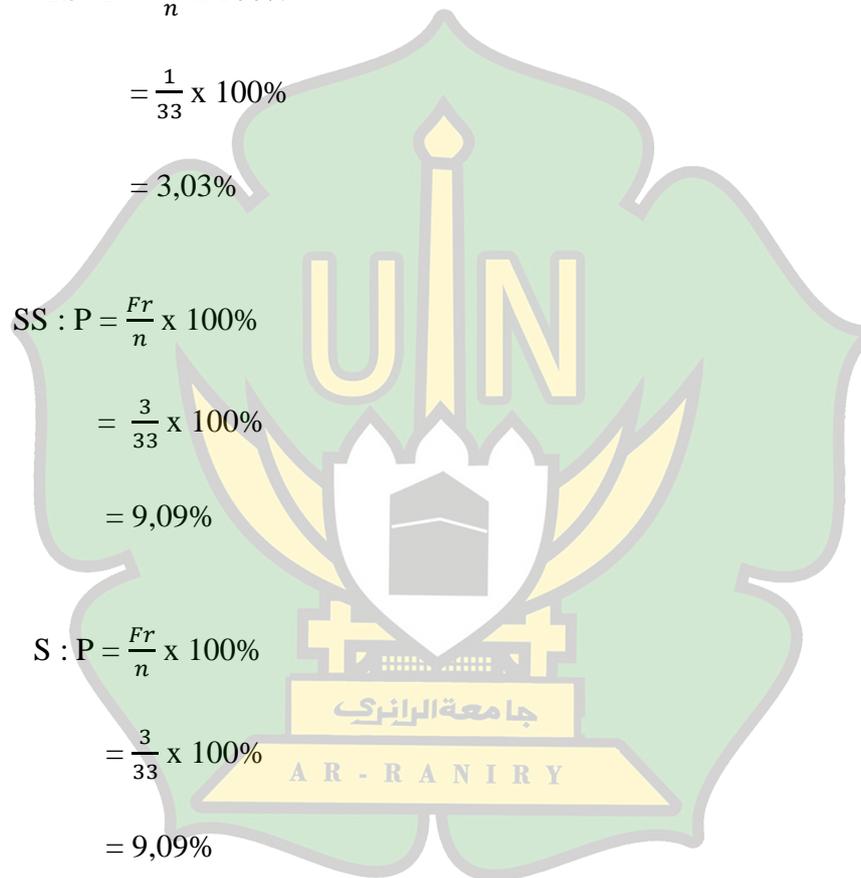
$$= \frac{3}{33} \times 100\%$$

$$= 9,09\%$$

$$RR : P = \frac{Fr}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{20}{33} \times 100\%$$

$$= 60,60\%$$



$$\begin{aligned} \text{TS : P} &= \frac{Fr}{n} \times 100\% \\ &= \frac{7}{33} \times 100\% \\ &= 21,21\% \end{aligned}$$

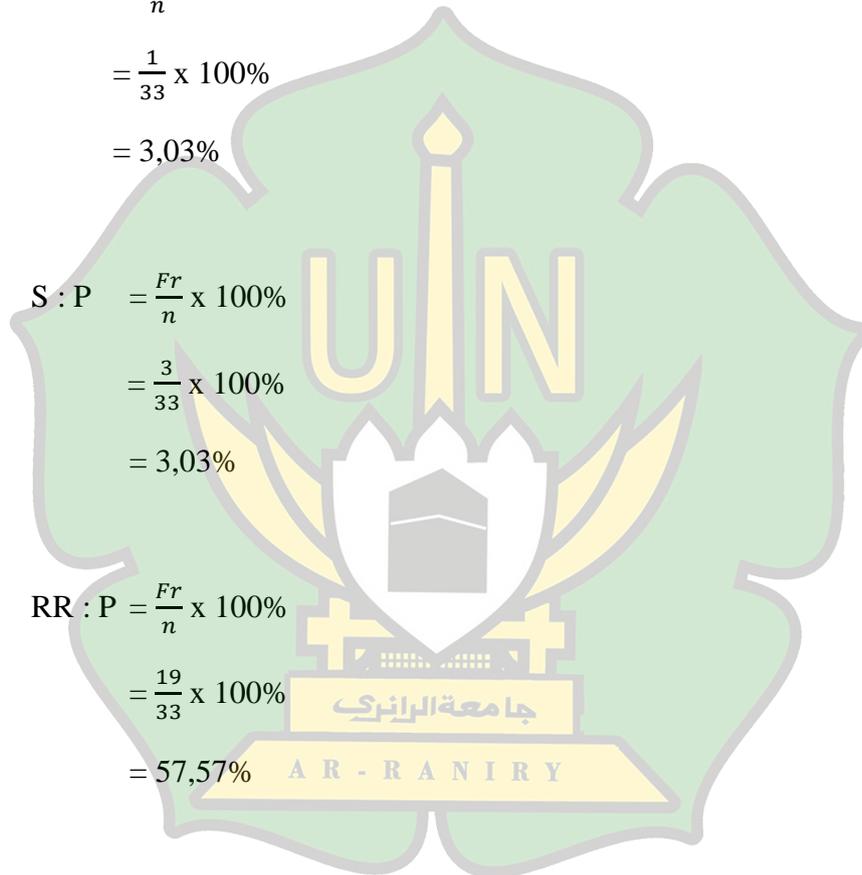
$$\begin{aligned} 6. \quad \text{SS : P} &= \frac{Fr}{n} \times 100\% \\ &= \frac{1}{33} \times 100\% \\ &= 3,03\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{S : P} &= \frac{Fr}{n} \times 100\% \\ &= \frac{3}{33} \times 100\% \\ &= 3,03\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RR : P} &= \frac{Fr}{n} \times 100\% \\ &= \frac{19}{33} \times 100\% \\ &= 57,57\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TS : P} &= \frac{Fr}{n} \times 100\% \\ &= \frac{10}{33} \times 100\% \\ &= 30,30\% \end{aligned}$$

$$7. \quad \text{SS : P} = \frac{Fr}{n} \times 100\%$$



$$= \frac{14}{33} \times 100\%$$

$$= 42,42\%$$

$$S : P = \frac{Fr}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{18}{33} \times 100\%$$

$$= 54,54\%$$

$$TS : P = \frac{Fr}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{1}{33} \times 100\%$$

$$= 3,03\%$$

$$8. \quad Ss : P = \frac{Fr}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{5}{33} \times 100\%$$

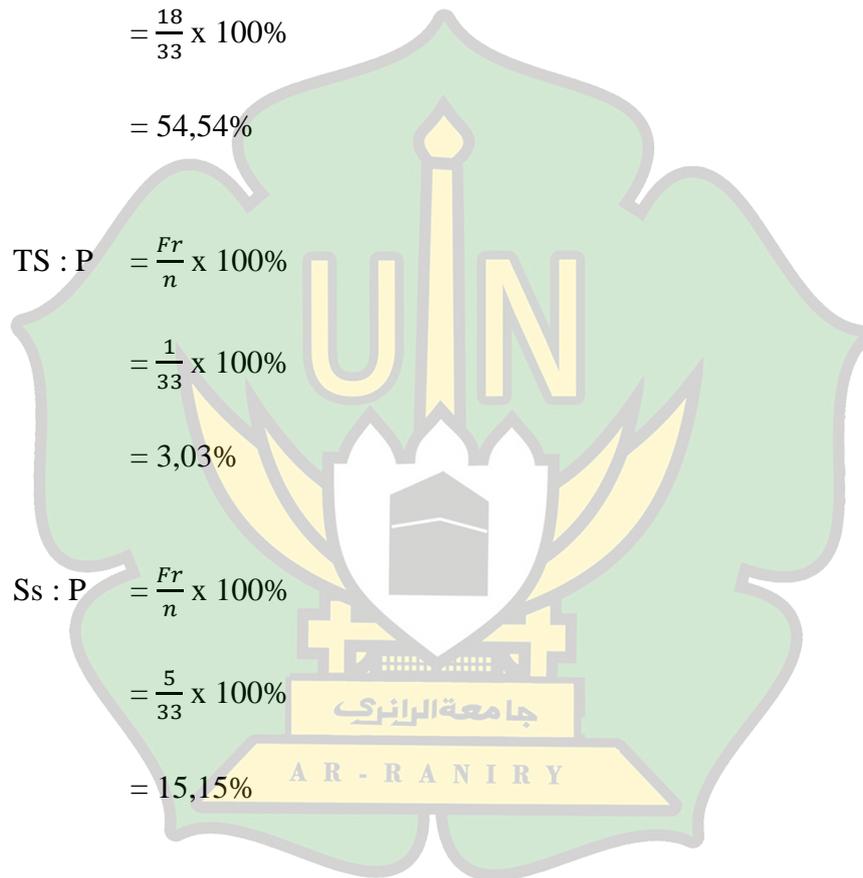
$$= 15,15\%$$

$$S : P = \frac{Fr}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{7}{33} \times 100\%$$

$$= 12,21\%$$

$$RR : P = \frac{Fr}{n} \times 100\%$$



$$= \frac{2}{33} \times 100\%$$

$$= 6.06\%$$

$$\text{TS : P} = \frac{Fr}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{17}{33} \times 100\%$$

$$= 51,51\%$$

$$\text{STS : P} = \frac{Fr}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{2}{33} \times 100\%$$

$$= 6.06\%$$

$$9. \quad \text{SS : P} = \frac{Fr}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{14}{33} \times 100\%$$

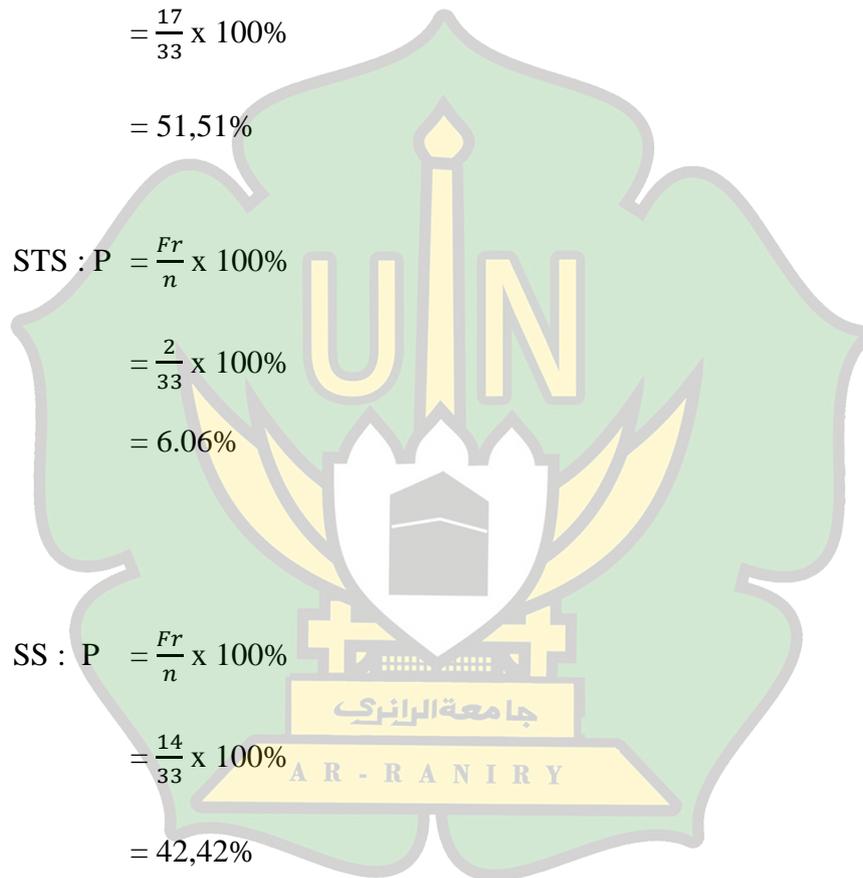
$$= 42,42\%$$

$$\text{S : P} = \frac{Fr}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{18}{33} \times 100\%$$

$$= 54,54\%$$

$$\text{TS : P} = \frac{Fr}{n} \times 100\%$$



$$= \frac{1}{33} \times 100\%$$

$$= 3,03\%$$

$$10. \quad SS : P = \frac{Fr}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{14}{33} \times 100\%$$

$$= 42,42\%$$

$$S : P = \frac{Fr}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{17}{33} \times 100\%$$

$$= 51,51\%$$

$$TS : P = \frac{Fr}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{1}{33} \times 100\%$$

$$= 3,03\%$$

$$STS : P = \frac{Fr}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{1}{33} \times 100\%$$

$$= 3,03\%$$

