

SKRIPSI

**UJI *MOST PROBABLE NUMBER* (MPN) BAKTERI
COLIFORM PADA JAMU GENDONG DAN JAMU
KEMASAN YANG BEREDAR DI DAERAH
KELURAHAN SUDIREJO MEDAN**

OLEH :

**ALICIA AYI
NIM : 1905023**



**PROGRAM STUDI SARJANA FARMASI
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN INDAH
MEDAN
2024**

SKRIPSI

UJI *MOST PROBABLE NUMBER* (MPN) BAKTERI *COLIFORM* PADA JAMU GENDONG DAN JAMU KEMASAN YANG BEREDAR DI DAERAH KELURAHAN SUDIREJO MEDAN

Diajukan Untuk Melengkapi Dan Memenuhi Syarat-Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Farmasi Pada Program Studi Sarjana Farmasi
Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Indah Medan

OLEH :

ALICIA AYI
NIM : 1905023



**PROGRAM STUDI SARJANA FARMASI
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN INDAH
MEDAN
2024**

**PROGRAM STUDI SARJANA FARMASI
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN INDAH MEDAN**

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Alicia Ayi
NIM : 1905023
Program Studi : Sarjana Farmasi
Jenjang Pendidikan : Strata Satu (S-1)
Judul Skripsi : Uji *Most Probable Number* (MPN) Bakteri *Coliform* Pada Sampel Jamu Gendong Dan Jamu Kemasan Yang Beredar Di Daerah Kelurahan Sudirejo Medan.

Pembimbing I



(Melati Yulia Kusumastuti, S.Farm., M.Sc.)
NIDN. 0119078304

Pembimbing II



(apt. Siti Aisyah Tanjung, S.Farm., M.Farm.)
NIDN. 0102119501

Penguji



(Dr. apt. Cut Fatimah, M.Si)
NIDK. 9990275012

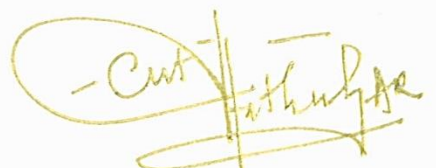
DIUJI PADA TANGGAL : 24 Februari 2024
YUDISIUM : 24 Februari 2024

Panitia Ujian

Ketua


(Andilala, S.Kep., Ners, M.K.M.)
NIDN. 0129017901

Sekretaris



(Dr. apt. Cut Fatimah, M.Si.)
NIDK. 9990275012

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Alicia Ayi
NIM : 19050023
Program Studi : Sarjana Farmasi
Jenjang Pendidikan : Strata Satu (S-1)
Judul Skripsi : Uji *Most Probable Number* (MPN) Bakteri *Coliform*
Pada Sampel Jamu Gendong Dan Jamu Kemasan
Yang Beredar Di Daerah Kelurahan Sudirejo
Medan.

Menyatakan bahwa skripsi yang saya buat ini adalah untuk memenuhi persyaratan kekelulusan di program Studi Sarjana Farmasi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Indah Medan. Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, bukan duplikasi dari karya orang lain yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan yang lain atau yang pernah dimuat di suatu publikasi ilmiah, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya dalam pustaka.

Selanjutnya apabila di kemudian hari ada pengaduan dari pihak lain, bukan menjadi tanggung jawab Dosen pembimbing, Penguji dan/atau pihak Program Studi Sarjana Farmasi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Indah Medan, tetapi menjadi tanggung jawab sendiri.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan dari siapapun.

Medan, Februari 2024

Yang menyatakan


Alicia Ayi

UJI *MOST PROBABLE NUMBER* (MPN) BAKTERI *COLIFORM* PADA JAMU GENDONG DAN JAMU KEMASAN YANG BEREDAR DI DAERAH KELURAHAN SUDIREJO MEDAN

ALICIA AYO
NIM : 1905023

ABSTRAK

Jamu merupakan obat tradisional yang digunakan turun – temurun dengan bahan yang belum terstandart. Jamu juga memiliki manfaat untuk menjaga kesehatan tubuh, pencegahan penyakit dan pengobatan penyakit serta menjaga kebugaran tubuh dan kecantikan. Jamu memiliki dua macam bentuk yaitu jamu gendong dan jamu kemasan. Hygienenitas jamu harus diperhatikan dalam proses pembuatannya. Hal ini dikarenakan jamu sangat mudah terkontaminasi oleh bakteri misalnya bakteri *Coliform*, yang merupakan indikator cemaran bakteri secara umum. Salah satu cara pengujian untuk membuktikan jamu tersebut tercemar oleh bakteri *Coliform* adalah dengan metode MPN. Berdasarkan hal ini penulis melakukan penelitian tentang uji MPN *Coliform* dari sampel jamu gendong dan jamu kemasan yang beredar di daerah kelurahan Sudirejo Medan dengan tujuan untuk mengetahui terdapatnya cemaran *Coliform* di dalam sampel.

Sampel jamu diambil secara metode acak sederhana dengan 2 jenis sampel, yaitu 4 jamu gendong dan 2 jamu kemasan yang berada di daerah kelurahan Sudirejo Medan. Pengujian cemaran bakteri *Coliform* dilakukan dengan metode *Most Probable Number* (MPN), dengan menggunakan seri tabung 3:3:3 menggunakan media *Lactose Broth* (LB) untuk uji penduga, dilanjutkan dengan uji penegasan menggunakan media *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB), dan uji lengkap menggunakan media *Eosin Methylen Blue Agar* (EMBA), selanjutnya dilakukan pewarnaan Gram dan mengamati koloni dibawah mikroskop.

Hasil penelitian menunjukkan seluruh sampel jamu gendong yang terdapat di daerah kelurahan Sudirejo Medan terkontaminasi dengan bakteri *Coliform*. Terdapat perbedaan hasil dari kedua sampel jamu kemasan, yaitu jamu kemasan (K3) terkontaminasi oleh bakteri *Coliform*, sedangkan jamu kemasan (K6) tidak terkontaminai bakteri *Coliform*.

Kata kunci : *Coliform, Jamu, Most Probable Number (MPN)*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan berkat dan kasih karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai tugas akhir dalam memperoleh gelar Sarjana Farmasi di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Indah Medan.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan pada Program Studi Sarjana Farmasi di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Indah Medan. Diharapkan skripsi ini dapat menambah pengetahuan penulis dan bagi semua orang yang membaca tulisan ini.

Penulis menyadari tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sangat tidak mungkin penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua penulis, Ayahanda tersayang Muhammad Rusdi dan Ibunda tersayang Marianim yang tiada henti-hentinya mendoakan dan memberikan semangat, kasih sayang serta dukungan baik dari segi materi maupun non-materi, serta atas kesabarannya yang luar biasa dalam setiap langkah hidup penulis. Penulis berharap dapat menjadi anak yang membanggakan.

Pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak H. Abdul Haris Syarif Hasibuan, SE., selaku Pembina Yayasan Indah Medan, dan Bapak dr. M. Riski Ramadhan Hasibuan, SH., SE., M.K.M., selaku Ketua Yayasan Indah Medan yang telah memberikan sarana dan prasarana dalam penelitian.

2. Bapak Andilala, S.Kep., Ners, M.K.M., selaku Ketua STIKes Indah Medan yang telah memberikan ilmu pengetahuan.
3. Ibu Dr. apt. Hj. Cut Fatimah., M.Si., selaku Ketua Prodi S1 Farmasi STIKes Indah Medan sekaligus penguji penulis yang telah membimbing dan memberikan masukan kepada penulis.
4. Ibu Melati Yulia Kusumastuti, S.Farm., M.Sc., selaku Pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan masukan kepada penulis.
5. Ibu apt. Siti Aisyah Tanjung, S.Farm., M.Farm., selaku Pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan masukan kepada penulis.
6. Bapak/ibu Dosen serta Staff pegawai di Prodi S1 Farmasi STIKes Indah Medan yang telah mendidik dan membantu penulis sampai sekarang ini.
7. Saudara sekandung penulis, Patricya Ayu, Amd.Keb, yang telah memberikan dukungan, semangat, dan doa kepada penulis.
8. Terima kasih juga kepada sahabat-sahabat penulis Dina, Bela, Saras, Afni, Alfrit, Windi, Gadis, Dimel, Dikur, Yanti, dan semua teman seangkatan tanpa menyebutkan satu persatu.

Penulis mendoakan semoga kebaikan yang diberikan oleh pihak yang disebutkan di atas mendapat balasan dari Allah SWT diberikan umur panjang dan kesehatan selalu. Penulis menyadari skripsi ini jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis terbuka dalam menerima kritik dan saran yang membangun.

Medan, Februari 2024

Alicia Ayi

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	i
HALAMAN JUDUL SKRIPSI	ii
TANDA PERSETUJUAN	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Hipotesis	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Kerangka Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Jamu.....	5
2.1.1 Jamu gendong	6
2.1.1.1 Sejarah jamu gendong	7
2.1.1.2 Filosofi dibalik jamu gendong.....	9
2.1.2 Jamu kemasan	10
2.2 Obat Herbal Terstandar (<i>Scientific Based Herbal Medicine</i>)	12
2.3 Fitofarmaka (<i>Clinical Based Herbal Medicine</i>).....	14
2.4 Bakteri	16
2.4.1 Morfologi bakteri	19
2.4.1.1 Ukuran bakteri.....	19
2.4.1.2 Bentuk bakteri	19
2.5 Bakteri <i>Coliform</i>	23
2.6 Bakteri <i>Escherichia coli</i>	25

2.6.1 Morfologi <i>Escherichia coli</i>	27
2.6.2 Tahap-tahap pertumbuhan bakteri.....	27
2.6.3 Media pertumbuhan bakteri	27
2.7 Peranan <i>Escherichia coli</i>	29
2.7.1 Peranan dalam pemurnian air dan perlakuan sampah	29
2.7.2 Peranan dalam penyakit	29
2.7.3 Peranan dalam mikrobiologi	32
2.8 <i>Most Probable Number</i> (MPN).....	33
2.8.1 Media Uji MPN (<i>Most Probable Number</i>)	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1 Rancangan Penelitian	37
3.2 Tempat dan Waktu penelitian.....	40
3.3 Alat Dan Bahan	40
3.3.1 Alat-alat yang digunakan	40
3.3.2. Bahan-bahan yang digunakan.....	40
3.4 Metode Penelitian.....	41
3.4.1 Sterilisasi alat	41
3.4.2 Pembuatan bahan	41
3.4.2.1 <i>Lactose Broth</i> (LB).....	41
3.4.2.2 <i>Brilliant Green Lactose Bile Broth</i> (BGLB)	41
3.4.2.3 <i>Eosin Metilen Blue</i> (EMBA)	42
3.4.2.4 Larutan kristal violet 1%	42
3.4.2.5 Larutan lugol	43
3.4.2.6 Larutan safranin.....	43
3.5 Teknik Pengambilan Sampel.....	43
3.6 Pengujian Terhadap MPN <i>Coliform</i>	44
3.6.1 Uji praduga (<i>Presumptive test</i>).....	44
3.6.2 Uji penegasan (<i>Confirmative test</i>).....	44
3.6.3 Uji lengkap (<i>Complete test</i>)	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	44
4.1 Pengujian bakteri.....	44
4.2 Uji pendugaan (<i>Presumptive test</i>).....	45

4.3 Uji penegasan (<i>Confirmative test</i>).....	47
4.4 Uji lengkap (<i>Complete test</i>).....	49
4.5 Pewarnaan Gram	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Kerangka pikir penelitian	4
Gambar 2.1 Logo jamu	8
Gambar 2.2 Contoh jamu gendong.....	9
Gambar 2.3 Logo obat herbal terstandar	14
Gambar 2.4 Logo fitofarmaka	15
Gambar 2.5 Bentuk bakteri bacil.....	20
Gambar 2.6 Bentuk bakteri kokus	21
Gambar 2.7 Bentuk bakteri spiral.....	22
Gambar 2.8 Bakteri <i>Escherichia coli</i>	24
Gambar 4.1 Pengamatan pada mikroskop <i>Escherichia coli</i>	50

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Sampel jamu yang diteliti.....	45
Tabel 4.2 Hasil perhitungan uji pendugaan MPN pada sampel jamu	46
Tabel 4.3 Hasil perhitungan uji penegasan MPN (<i>coli</i> fekal) pada jamu.....	48
Tabel 4.4 Hasil uji penegasan MPN (<i>coli</i> non fekal) pada jamu.....	48
Tabel 4.5 Hasil uji lengkap MPN pada jamu dengan media EMB agar.....	49

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Bagan kerja uji pendugaan <i>Coliform</i> dari sampel jamu gendong dan jamu kemasan, digunakan seri 3 : 3 : 3	56
Lampiran 2. Bagan kerja uji penegasan <i>coli</i> fekal dan non fekal dari sampel jamu dari media LB ke media BGLB.....	60
Lampiran 3. Bagan kerja uji pemastian (lengkap) <i>coli</i> fekal (<i>Escherichia coli</i>) dari sampel jamu dengan media EMBA	63
Lampiran 4. Bagan kerja uji pewarnaan Gram <i>coli</i> fekal (<i>Escherichia coli</i>) dari sampel jamu	64
Lampiran 5. Hasil data analisa <i>Coliform</i> di dalam jamu gendong dan jamu kemasan di daerah kelurahan Sudirejo Medan	66
Lampiran 6. Indeks MPN dan batas kepercayaan 95% menggunakan tabung 3 : 3 : 3	67

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Obat tradisional merupakan bahan atau ramuan berupa bahan tumbuhan, mineral, hewan dan sediaan sarian yang turun-temurun digunakan sebagai pengobatan (Menkes, 2012). Menurut BPOM terdapat tiga jenis pengelompokan obat tradisional yaitu, jamu, obat herbal terstandart dan fitofarmaka. Jamu merupakan obat tradisional yang digunakan turun – temurun oleh nenek moyang. Saat ini jamu yang tidak memiliki izin edar atau tidak terdaftar pada BPOM dikenal dengan istilah jamu gendong, karena kemungkinan pada proses pembuatannya tidak ada kontrol kualitas untuk menjamin mutu (Menkes, 2012).

Jamu di Indonesia digunakan sebagai obat herbal atau hasil meramu bahan-bahan yang berasal dari alam yaitu bagian dari tumbuhan, seperti daun, rimpang, batang, buah, bunga, dan kulit batang dan memiliki khasiat untuk kesehatan (Army, 2018). Jamu terfokus untuk pencegahan dari penyakit. Jamu juga biasa digunakan untuk membantu meningkatkan nafsu makan bagi anak-anak. Jadi, jamu dikonsumsi agar tubuh senantiasa sehat dan bugar (Sukini, 2018).

Jamu gendong merupakan salah satu jamu yang sangat diminati masyarakat karena harganya terjangkau dan mudah diperoleh baik di kota maupun di desa (Suharmiati, 2003). Jamu gendong dikemas dalam botol dan diletakkan dalam keranjang dan dijajakan dari rumah ke rumah dengan menggunakan sepeda atau sepeda motor. Jamu gendong dibuat dengan cara yang sangat sederhana dan disediakan dalam bentuk cair yang tidak diberikan bahan pengawet dan diedarkan tanpa penandaan (Saras, 2023).

Jamu kemasan merupakan bentuk jamu yang diproduksi oleh pabrik-pabrik jamu (perusahaan besar) dan dijual di berbagai toko obat dan apotek. Saat ini perkembangan obat tradisional semakin meningkat, sehingga semakin banyaknya sediaan obat tradisional atau jamu yang diproduksi oleh pabrik dalam bentuk kemasan sachet (Sukini, 2018).

Menurut Irianto (2013), bakteri *Coliform* adalah golongan bakteri intestinal, yaitu hidup didalam saluran pencernaan manusia. Bakteri *Coliform* adalah bakteri indikator keberadaan bakteri patogenik lain. Lebih tepatnya, bakteri *Coliform* fekal adalah bakteri indikator adanya pencemaran bakteri patogen. Contoh bakteri *Coliform* adalah, *Escherichia coli* dan *Enterobacter aerogenes*. Jadi, *Coliform* adalah indikator kualitas air. Makin sedikit kandungan *Coliform*, artinya kualitas air semakin baik. Bakteri kelompok *Coliform* meliputi semua bakteri berbentuk batang, Gram negatif, tidak membentuk spora dan dapat memfermentasi laktosa dengan memproduksi gas dan asam pada suhu 37°C dalam waktu kurang dari 48 jam.

Salah satu metode yang digunakan untuk menguji bakteri *Coliform* di dalam sampel jamu adalah metode *Most Probable Number* (MPN), dalam metode MPN digunakan medium cair di dalam tabung reaksi, dalam hal ini perhitungan dilakukan berdasarkan jumlah tabung positif. Pengamatan tabung yang positif dapat dilihat dengan mengamati timbulnya kekeruhan, atau terbentuknya gas di dalam tabung Durham. Pada metode MPN ini dikenal dengan seri tabung 3:3:1 dan 5:5:1. Metode MPN dilakukan untuk menghitung jumlah bakteri *Coliform* di dalam berbentuk cair, meskipun dapat pula digunakan untuk contoh berbentuk padat dengan terlebih dahulu disuspensikan (Supardi dan Sukanto, 1999).

Berdasarkan uraian di atas, penulis melakukan penelitian tentang uji MPN bakteri *Coliform* pada jamu gendong dan jamu kemasan yang beredar di daerah kelurahan Sudirejo Medan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka rumusan masalah penelitian ini yaitu :

- a. Apakah sampel jamu gendong dan jamu kemasan yang beredar di daerah kelurahan Sudirejo Medan terkontaminasi oleh bakteri *Coliform*?
- b. Apakah ada perbedaan besarnya kontaminan antara sampel jamu gendong dan jamu kemasan yang beredar di daerah kelurahan Sudirejo Medan?

1.3 Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka hipotesis penelitian ini adalah :

- a. Sampel jamu gendong dan jamu kemasan yang beredar di daerah kelurahan Sudirejo Medan terkontaminasi oleh bakteri *Coliform*.
- b. Terdapat perbedaan besarnya kontaminan antara sampel jamu gendong dan jamu kemasan yang beredar di daerah kelurahan Sudirejo Medan.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

- a. Untuk mengetahui sampel jamu gendong dan jamu kemasan yang beredar di daerah kelurahan Sudirejo Medan terkontaminasi oleh bakteri.
- b. Untuk mengetahui perbedaan besarnya kontaminan jamu gendong dan jamu kemasan yang beredar di daerah kelurahan Sudirejo Medan.

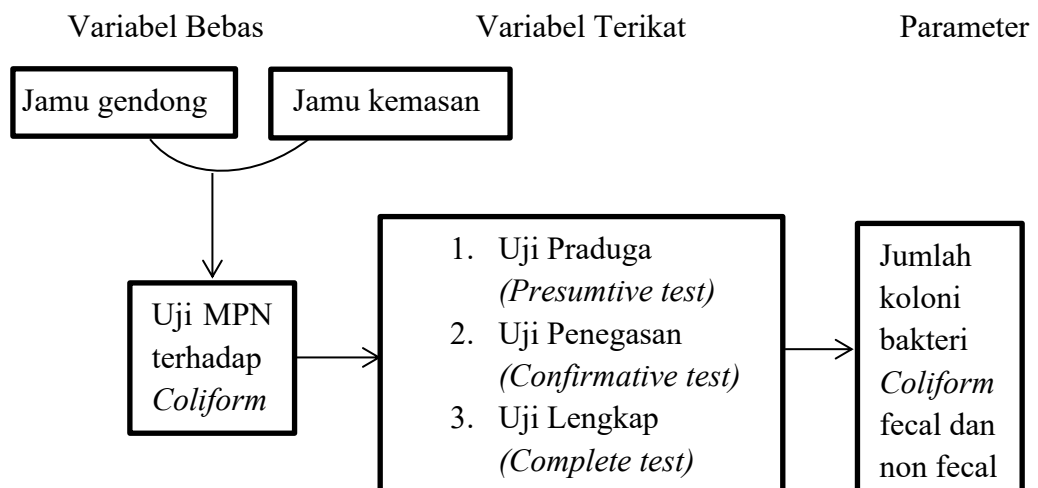
1.5 Manfaat Penelitian

Adapun hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat :

- a. Sebagai bahan penyuluhan bagi masyarakat tentang tingkat cemaran mikroba khususnya *Coliform* pada jamu gendong dan jamu kemasan yang beredar di daerah kelurahan Sudirejo Medan terhadap masyarakat umum.
- b. Sebagai sumber informasi terutama kepada peneliti bahwa, pentingnya pengujian kontaminasi mikroba pada makanan dan minuman yang beredar di pasaran, demi meningkatkan mutu kesehatan.

1.6 Kerangka Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan kerangka pikir seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kerangka pikir penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jamu

Jamu merupakan obat tradisional yang digunakan turun – temurun dengan bahan yang belum terstandart.. Jamu bermanfaat untuk pemeliharaan kesehatan secara tradisional dan akan terus dimanfaatkan meskipun saat ini berkembang obat – obat kimia. Obat tradisional telah melekat dalam kehidupan budaya bangsa Indonesia, sejarah dan pengalaman empiris menunjukkan keunggulan tertentu obat tradisional Indonesia yang dapat berkontribusi pada pembangunan kesehatan (Tilaar, dkk., 2010).

Pemanfaatan bahan alam yang tersedia di bumi alam Indonesia sebagai ramuan obat-obatan telah dilakukan oleh nenek moyang kita sejak zaman dahulu. Nenek moyang kita telah menggunakan berbagai macam tumbuhan ataupun bahan alam lainnya secara empiris berdasarkan pengalaman dan ketidaksengajaan untuk mengobati ataupun mencegah berbagai macam penyakit. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi modern yang semakin pesat dan canggih di zaman sekarang ini, ternyata tidak menggeser peranan obat tradisional begitu saja, tetapi justru hidup berdampingan dan saling melengkapi hal ini terbukti dengan masih banyaknya peminat pengobatan tradisional (Ginting, 2022).

Jamu yang tidak mengalami proses pemanasan secara sempurna dapat menjadi pemicu adanya kontaminasi mikroorganisme yang tinggi. Selain dari proses pengolahan jamu yang kurang tepat, terdapat beberapa hal yang dapat mempengaruhi tingginya mikroorganisme pada jamu yaitu, proses pencucian bahan baku, wadah yang digunakan para pedagang jamu menggunakan botol

plastik yang tidak diganti secara berkala hingga menjadi keruh dan berubah warna. Kontaminasi dapat juga berasal dari air yang digunakan untuk mencuci gelas yang sudah digunakan konsumen sehingga dapat menjadi pemicu adanya kontaminasi bakteri *Coliform* (Saputro, 2019).



Gambar 2.1 Logo jamu

2.1.1 Jamu gendong

Salah satu jenis jamu yang sangat dikenal oleh masyarakat Indonesia adalah jamu gendong. Disebut jamu gendong karena diajakan dengan cara digendong. Jamu gendong merupakan jamu yang terbuat dari dedaunan dan akar-akaran yang direbus dengan air, disaring, dan dapat diminum selama beberapa waktu tertentu. Jamu gendong umumnya diproduksi dari bahan-bahan yang masih segar (terutama daun segar, akar-akaran, buah dan batang) (Torri, 2013).

Jamu gendong tidak masuk sebagai obat tradisional yang wajib memiliki izin edar sebagaimana yang disebutkan dalam Permenkes Nomor 007 tahun 2012 tentang registrasi obat tradisional (Menkes RI, 2012). Tidak ada peraturan yang menjelaskan mengenai standarisasi mutu jamu gendong akan menyebabkan kualitas mutu setiap produksi jamu gendong akan berbeda. Faktor keahlian, pengetahuan, dan perilaku produsen, cara pengolahan, serta sanitasi lingkungan,

bahan, dan alat yang digunakan untuk pengolahan jamu gendong sangat memengaruhi kualitas mutu jamu gendong (Hersoelistyorini, dkk., 2016).

Secara umum jamu gendong tidak menimbulkan efek samping yang membahayakan kesehatan. Namun, konsumsi jamu tidak boleh berlebihan. Sebab, segala sesuatu yang berlebihan selalu membawa dampak negatif, bahkan bisa membahayakan. Konsumsi jamu tidak boleh melebihi takaran yang seharusnya. Konsumsi jamu juga tidak boleh dilakukan bersamaan dengan obat-obatan tertentu karena dapat menimbulkan reaksi negatif yang membahayakan kesehatan (Sukini, 2018).

2.1.1.1 Sejarah jamu gendong

Jejak sejarah jamu gendong dapat ditelusuri hingga ribuan tahun lalu. Praktik pengobatan herbal menggunakan tumbuhan alami telah menjadi bagian integral dari kehidupan masyarakat Indonesia sejak zaman nenek moyang. Pada masa lalu, jamu gendong diolah secara tradisional oleh para dukun atau ahli pengobatan turun-temurun yang memiliki pengetahuan mendalam tentang ramuan-ramuan herbal. Mereka adalah penjaga ilmu pengetahuan yang berperan sebagai penerus kearifan lokal (Saras, 2023).

Dahulu, jamu hanya dibuat oleh orang-orang yang dianggap mempunyai kekuatan spiritual, seperti *wiku* atau dukun. Penjualan jamu dengan cara digendong diperkirakan telah dimulai pada masa Kerajaan Mataram Islam. Pada perkembangan selanjutnya, banyak orang berjualan jamu secara berkeliling, baik laki-laki maupun perempuan. Resep pembuatan jamu pun makin tersebar luas. Penjual jamu laki-laki membawa jamu dengan cara memikulnya dan kaum perempuan membawanya dengan cara menggendong. Lambat laun, pekerjaan ini

banyak dijalani oleh kaum perempuan. Hal ini karena tenaga laki-laki lebih diperlukan untuk usaha pertanian. Selain itu, keluwesan dan keramahan kaum perempuan juga dirasakan lebih sesuai untuk pekerjaan menjajakan jamu. Kondisi ini terus berlanjut hingga di era modern sekarang ini (Sukini, 2018).

Jamu gendong dikemas dalam botol dan diletakkan dalam keranjang yang digendong dengan bantuan sehelai kain. Jamu ini dijajakan dari rumah ke rumah dan saat ini telah banyak yang dijajakan dengan menggunakan sepeda atau sepeda motor. Jamu gendong dibuat dengan cara yang sangat sederhana dan disediakan dalam bentuk cair yang tidak diberikan bahan pengawet dan diedarkan tanpa penandaan. Hal ini memungkinkan jamu gendong dapat diproduksi oleh siapa saja. Pengolahannya dilakukan dengan cara merebus seluruh bahan atau dengan mengambil sari yang terkandung di dalam bahan baku, kemudian dicampurkan dengan air matang. Jamu gendong dibuat dalam skala industri rumah tangga yang menggunakan peralatan sederhana dan pada pengolahannya hanya memanfaatkan tenaga manusia tanpa menggunakan mesin (Saras, 2023).



Gambar 2.2 Contoh jamu gendong.

2.1.1.2 Filosofi di balik jamu gendong

Jamu gendong tidak hanya sekedar minuman herbal bermanfaat bagi kesehatan, tetapi juga mengandung filosofi dan makna budaya yang mendalam bagi kehidupan masyarakat Indonesia. Filosofi keseimbangan alam menjadi dasar dalam pembuatan jamu gendong. Setiap bahan alami yang digunakan, seperti akar, rimpang, dan daun, dipilih berdasarkan kandungan khasiat yang saling melengkapi. Filosofi keseimbangan alam juga mengajarkan tentang pentingnya menjaga harmoni dengan alam, sehingga proses pengolahan jamu gendong senantiasa dilakukan secara ramah lingkungan (Saras, 2023).

Pada zaman Kerajaan Majapahit, jamu menjadi minuman kebesaran raja beserta keluarga di upacara-upacara kerajaan. Jamu yang diminum raja dan putra-putri keraton di kerajaan ini ada delapan jenis. Delapan jenis jamu tersebut adalah kunyit asam, beras kencur, cabe puyang, pahitan, kunci suruh, kudu laos, uyup-uyup atau gepyokan, dan sinom. Kedelapan jenis jamu ini berkhasiat untuk kebugaran dan awet muda. Delapan jamu yang diminum raja dan keluarga kerajaan tersebut melambangkan delapan arah mata angin, sekaligus lambang Surya Majapahit. Para ahli arkeologi menduga bahwa Surya Majapahit berfungsi sebagai lambang negara Majapahit (Sukini, 2018).

Beberapa contoh tanaman obat untuk bahan jamu gendong menurut (Suharmiati, 2003).

a. Asam Jawa (*Tamarindus incica* L.)

Asam jawa termasuk salah satu famili *Caesalpinaceae*. Di Sumatera, dikenal dengan nama asam jawa, kayu asam, atau mencelaki. Sosok pohon asam jawa besar dan tinggi, memiliki sirip genap, serta berbunga kuning. Buah

berbentuk polong dengan biji agak gepeng dan bewarna coklat sampai hitam. Kulit biji mengandung phlobatamin sebanyak 35%. Biji mengandung pati dan albuminid. Buah mengandung asam anggur, asam apel, asam sitrat, asam suksinat, asam tartarat, protein dan gula invert. Bagian tanaman yang berkhasiat adalah daging, buah, dan daun muda. Kandungan buah asam dapat dimanfaatkan untuk memperlancar baung air besar dan memperlancar peredaran darah.

b. Bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.)

Anggota famili Zingiberaceae ini bagian yang digunakan adalah rimpang dan daunnya. Rimpang dan daun bangle mengandung minyak atsiri (sineol, pinen), damar, pati, dan tanin. Rimpang bangle sering digunakan untuk mengobati demam, sakit kepala, batuk berdahak, perut nyeri, masuk angin, sembelit, cacingan, mengecilkan perut setelah melahirkan, dan mengatasi kegemukan.

c. Jahe (*Zingiber officinale* Rose)

Jahe merupakan anggota famili Zingiberaceae. Bagian tanaman yang berkhasiat adalah rimpangnya karena mengandung minyak atsiri 2-3% (terdiri dari zingiberin, limonen, borneol, sineol, zingiberal, gingerol, dan shogaol), minyak damar yang mengandung zingeron, pati, damar, asam-asam organik, asam malat, asam oksalat, serta gingerin. Rimpang jahe mempunyai aktivitas sebagai anti peradangan (anti inflamasi).

2.1.2 Jamu kemasan

Gaya hidup yang kembali ke alam (*Back to nature*) menyadarkan masyarakat pentingnya penggunaan bahan alami. Masyarakat semakin meningkat terhadap penggunaan obat tradisional serta perkembangan industri herbal *medicine*, dan *health food* di Indonesia semakin meningkat. Jamu merupakan

salah satu ramuan obat tradisional yang memiliki komposisi bahan baku berupa jenis tumbuhan yang mempunyai khasiat obat, bahan hewan, dan bahan mineral sediaan cairan dari bahan (galenik) yang secara turun temurun digunakan untuk pengobatan (Menkes RI, 2012).

Selain jamu gendong, saat ini jamu juga diproduksi di pabrik-pabrik jamu perusahaan besar dan dijual di berbagai toko obat dan apotik dalam kemasan sachet. Saat ini popularitas dan perkembangan obat tradisional semakin meningkat, sehingga semakin banyaknya sediaan obat tradisional atau jamu yang diproduksi oleh industri obat tradisional, umumnya diberi nama berdasarkan khasiatnya, misalnya jamu masuk angin, jamu asam urat, jamu demam, jamu sakit kepala dan lain-lain (Sukini, 2018).

Ada pula jamu berbentuk bubuk dalam kemasan sachet, tablet, kaplet, dan kapsul. Jamu dalam kemasan sachet atau berbentuk tablet, kaplet, dan kapsul, biasanya diproduksi di pabrik-pabrik jamu berskala sedang atau besar. Jamu Air Mancur, Nyonya Meneer, atau Djamu Djago adalah contoh perusahaan-perusahaan besar yang bergerak di bidang produksi jamu (Sukini, 2018).

Pengendalian kualitas obat herbal untuk mencegah perkembangan bakteri dan jamur kontaminan pada proses pembuatan jamu serbuk, proses pemanenan bahan baku, transportasi (pengangkutan), penyimpanan, produksi, dan pendistribusian dapat menyebabkan tanaman obat menjadi subjek kontaminasi yang mengakibatkan pembusukan dan produksi mikotoksin (Qaher, 2005). Produksi mikotoksin khususnya alfatoksin harus menjadi perhatian utama dalam pembuatan obat herbal, pada alfatoksin total tidak lebih dari $20\mu\text{g/kg}$ (Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia, 2014).

Kurangnya tingkat hygiene dalam pembuatan dan penyimpanan jamu serbuk dapat menyebabkan tingginya kontaminasi bakteri dan jamur maka tujuan penelitian yaitu mengetahui total mikrobial pada jamu serbuk kemasan, jamu serbuk tanpa kemasan, serta menganalisis perbedaan total mikrobial pada jamu serbuk kemasan, dan jamu serbuk tanpa kemasan (Saras, 2023).

Menurut keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 246/Menkes/Per/V/1990 BAB VII pasal 39 ayat 1a, bahwa industri obat tradisional atau industri kecil obat tradisional dilarang memproduksi segala jenis obat tradisional yang mengandung bahan kimia sintetik hasil isolasi atau sintetik yang berkhasiat obat. Namun, obat tradisional kemasan yang diproses secara modern sering juga menambahkan bahan kimia berkhasiat atau bahan kimia obat (BKO), sehingga menimbulkan masalah bagi konsumen. Menurut Badan Pengawasan Obat dan Makanan, beberapa jenis obat tradisional pernah ditemukan mengandung bahan kimia obat adalah jamu pelangsing ditambahkan sibutramin hidroklorida, jamu kuat pria ditambahkan sildenafil sitrat, jamu pegal linu ditambahkan fenilbutazon atau asam mefenamat, jamu sesak nafas ditambahkan teofilin atau prednison, jamu nafsu makan ditambahkan deksametason, jamu sakit kepala ditambahkan asetaminofen (Departemen Kesehatan RI, 2008).

2.2 Obat Herbal Terstandar (*Scientific Based Herbal Medicine*)

Jamu dapat dinaikkan kelasnya menjadi herbal terstandar dengan syarat bentuk sediaannya berupa ekstrak dengan bahan dan proses pembuatan yang terstandarisasi (BPOM, 2004). Persyaratan yang harus dipenuhi oleh Obat Herbal Terstandar (OHT) jauh lebih banyak dan ketat dibandingkan dengan jamu. OHT bisa lebih diterima karena sudah memiliki bukti ilmiah dan tidak hanya

berdasarkan pengalaman empirik. Oleh karena itu, OHT diharapkan lebih bisa diterima oleh para klinisi modern karena sudah berlandaskan bukti ilmiah dan penggunaannya terus meningkat (Sudarsono dan Indah, 2021).

Herbal terstandar harus melewati uji praklinis, seperti uji toksisitas (keamanan), kisaran dosis, farmakodinamik (kemanfaatan), dan teratogenik (keamanan terhadap janin). Uji praklinis dilakukan harus secara *in vitro* dan *in vivo*. Studi *in vitro* dilakukan pada sebagian organ yang terisolasi, kultur sel atau mikroba. Riset *in vitro* bersifat parsial, artinya baru diuji pada sebagian organ, cawan petri, atau *plate* uji, sehingga hal ini tidak menggambarkan kondisi sebenarnya jika digunakan pada sistem yang hidup. Oleh karena itu, untuk membuktikan klaim sebuah obat harus diikuti dengan studi *in vivo* yang dilakukan terhadap hewan uji seperti mencit, tikus berbagai macam galur, kelinci, atau hewan uji lain (Sudarsono dan Indah, 2021).

Setelah terbukti aman dan berkhasiat, bahan herbal tersebut dapat berstatus herbal terstandar. Berdasarkan keputusan BPOM, obat tradisional yang didaftarkan sebagai OHT dengan logo (seperti pada gambar 2.3) harus memenuhi kriteria berikut.

1. Aman sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan.
2. Klaim khasiat dibuktikan secara ilmiah/praklinis.
3. Telah dilakukan standarisasi terhadap bahan baku yang digunakan dalam produk jadi.
4. Memenuhi persyaratan mutu yang berlaku.

Logo OHT berupa jari-jari daun 3 pasang terletak dalam lingkaran, contoh sediaan OHT antara lain, lelap, diabet dan tolak angin.



Gambar 2.3 Logo obat herbal terstandar

2.3 Fitofarmaka (*Clinical Based Herbal Medicine*)

Fitofarmaka adalah sediaan obat yang telah dibuktikan keamanan dan khasiatnya, dengan bahan baku yang terdiri dari simplisia atau sediaan galenik yang telah memenuhi persyaratan yang berlaku. Fitofarmaka mempunyai logo seperti digambarkan pada Gambar 2.4. pemerintah menyetarakan obat golongan fitofarmaka dengan obat modern, karena beberapa hal berikut.

1. Proses pembuatannya yang telah terstandar.
2. Ditunjang bukti ilmiah sampai uji klinik pada manusia dengan kriteria memenuhi syarat ilmiah protokol uji yang telah disetujui.
3. Dilakukan oleh pelaksana yang kompeten.
4. Memenuhi prinsip etika.
5. Tempat pelaksanaan uji memenuhi syarat.

Logo fitofarmaka berupa jari-jari daun (yang kemudian membentuk bintang) terletak dalam lingkaran. Contoh sediaan fitofarmaka antara lain, stimuno (membantu mengaktifkan sistem kekebalan tubuh) dan diabetadex (menurunkan kadar gula darah) (Sudarsono dan Indah, 2021).



Gambar 2.4 Logo fitofarmaka

Fitofarmaka merupakan peningkatan kelas dari OHT. Persyaratan OHT harus dipenuhi oleh fitofarmaka, dilengkapi dengan uji klinis atau uji pada manusia. Bentuk sediaan harus dipilih sesuai dengan sifat bahan baku dan tujuan penggunaannya, sehingga bentuk sediaan tersebut dapat memberikan keamanan, khasiat, dan mutu yang paling tinggi. Komposisi fitofarmaka tidak boleh lebih dari 5 bahan baku, tetapi bila pada saat pendaftaran ada penyimpangan terhadap hal tersebut maka tetap akan dilakukan penilaian secara khusus. Masing-masing bahan baku tersebut harus diketahui keamanan dan khasiatnya, serta keamanan dan kebenaran khasiat ramuan tersebut harus dibuktikan dengan uji klinis (Sudarsono dan Indah, 2021).

Dengan melihat persyaratan yang harus dipenuhi oleh obat tradisional untuk menjadi OHT atau bahkan fitofarmaka, maka salah satu tahapan yang harus dilakukan adalah proses standarisasi. Dengan adanya banyak faktor yang sangat berpengaruh terhadap kualitas bahan baku tanaman obat, maka akan berpengaruh terhadap keanekaragaman metabolit, seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya. Keanekaragaman metabolit, baik secara kualitatif maupun variasi secara kuantitatif, akan berpengaruh besar terhadap kualitas bahan baku dan akan

menentukan kualitas produk akhirnya. Oleh karena itu, proses standarisasi dan kontrol kualitas herbal menjadi salah satu tahapan proses yang sangat penting dilakukan dan sangat menentukan kualitas, baik dari sisi efikasi maupun keamanannya (Sudarsono dan Indah, 2021).

2.4 Bakteri

Bakteri berasal dari bahasa latin, yaitu kata *Bacterium* dan *Bacteria* dalam bentuk jamak. Bakteri merupakan kelompok organisme mikroskopik atau disebut juga mikroorganisme yang tidak memiliki membran inti sel. Struktur sel bakteri cukup sederhana karena tanpa inti sel serta kerangka sel yang biasa ditemukan pada mikroorganisme lainnya. Bakteri umumnya memiliki dinding sel, seperti sel tumbuhan maupun jamur, dengan bentuk yang sangat berbeda. Organisme ini termasuk ke dalam domain prokariota dan berukuran sangat kecil (mikroskopik), serta memiliki peran besar dalam kehidupan di bumi (Hadi, dkk., 2019).

Untuk memahami beberapa kelompok, diperlukan klarifikasi. Hasil pewarnaan mencerminkan perbedaan dasar dan kompleks pada dinding sel bakteri, sehingga bakteri dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif. Bakteri Gram positif adalah bakteri yang dinding selnya menyerap warna violet dan memiliki lapisan peptidoglikan yang tebal. Bakteri Gram negatif adalah bakteri yang tidak mempertahankan zat warna kristal violet sewaktu proses pewarnaan Gram sehingga akan berwarna merah bila diamati dengan mikroskop. Perbedaan dasar antara bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif adalah pada dinding selnya. Bakteri Gram positif memiliki membran tunggal yang dilapisi peptidoglikan yang tebal sedangkan bakteri Gram negatif lapisan peptidoglikannya tipis (Irianto, 2013).

Beberapa kelompok bakteri dikenal sebagai agen penyebab infeksi dan penyakit, sedangkan kelompok lainnya dapat memberikan manfaat dibidang pangan, pengobatan, dan industri. Di Indonesia, bakteri Gram negatif yang sering menjadi penyebab infeksi terkait rumah sakit cenderung resisten terhadap antibiotik yang digunakan. Bakteri Gram negatif yang sering menyebabkan infeksi adalah *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, *Enterobacteria* penghasil ESBL (*Extended Spectrum Beta Lactamase*) atau karbapenemase dan *Eschericia coli* (Hadi, dkk., 2019).

Bakteri berbentuk bulat, batang atau silindris, spiral atau melingkar, dan berbentuk benang atau filamen. Bakteri dapat hidup bebas atau sebagai parasit, saprofit, atau sebagai patogen pada hewan, tumbuhan dan manusia. Habitat hidup bakteri dapat tersebar luas di alam misalnya di dalam tanah, di air laut, di atmosfer (sampai ± 10 km di atas bumi) ataupun di dalam lumpur. Bakeri dapat dikelompokkan berdasarkan bentuk, sifat Gram, kebutuhan oksigen, dan jika tidak dapat dibedakan menurut ketiganya maka akan dimasukkan ke dalam kelompok khusus (Hafsan, 2011).

Pertumbuhan dan perkembangan bakteri dipengaruhi oleh:

a. Zat makanan (nutrisi)

Sumber zat makanan bagi bakteri diperoleh dari senyawa karbon, nitrogen, sulfur, fosfor, unsur logam (natrium, kalsium, magnesium, mangan, besi, tembaga dan kobalt), vitamin dan air untuk fungsi-fungsi metabolik dan pertumbuhannya.

b. Keasaman dan kebasaan (pH)

Kebanyakan bakteri mempunyai pH optimum pertumbuhan antara 6,5-7,5 namun beberapa spesies dapat tumbuh dalam keadaan sangat asam atau basa.

c. Temperatur

Proses pertumbuhan bakteri tergantung pada reaksi kimiawi dan laju reaksi kimia yang dipengaruhi oleh temperatur. Berdasarkan ini maka bakteri dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- (1) Bakteri psikrofil, yaitu bakteri yang dapat hidup pada temperatur 0-30° C, temperatur optimum adalah 10-20° C.
- (2) Bakteri mesofil, yaitu bakteri yang dapat hidup pada temperatur 50-60° C, temperatur optimum adalah 25-40° C.
- (3) Bakteri termofil, yaitu bakteri yang dapat hidup pada temperatur 50-100° C, temperatur optimum adalah 55-65° C.

d. Oksigen

Beberapa spesies bakteri dapat hidup dengan adanya oksigen dan sebaliknya spesies lain akan mati. Berdasarkan kebutuhan akan oksigen, bakteri dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- (1) Aerobik yaitu bakteri yang membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya.
- (2) Anaerobik yaitu bakteri yang dapat tumbuh tanpa oksigen.
- (3) Anaerobik fakultatif yaitu bakteri yang dapat tumbuh dengan oksigen maupun tanpa oksigen.
- (4) Mikroaerofilik yaitu bakteri yang dapat tumbuh baik dengan adanya sedikit oksigen.

e. Tekanan osmosa

Medium yang baik bagi pertumbuhan bakteri adalah medium isotonis terhadap isi sel bakteri.

f. Kelembaban

Secara umum bakteri tumbuh dan berkembang biak dengan baik pada lingkungan yang lembab. Kebutuhan akan air tergantung dari jenis bakterinya (Pelczar dan Chan, 1988).

2.4.1 Morfologi bakteri

Bakteri merupakan mikroorganisme uniseluler (bersel tunggal). Morfologi bakteri kajian mengenai ukuran dan bentuk bakteri (Harahap, dkk., 2021).

2.4.1.1 Ukuran bakteri

Bakteri berukuran sangat kecil dan sangat bervariasi tergantung dari spesiesnya. Namun, pada umumnya bakteri mempunyai diameter berkisar 0,5-1,0 μm (berbentuk coccus/bulat) atau 0,5-1,0 x 2,0-5 μm (untuk bakteri berbentuk batang/bacil). Ukuran bakteri sangat kecil dapat diukur dengan menggunakan mikroskop yang dilengkapi dengan mikrometer okuler, suatu piringan yang diukir dengan garis-garis yang berjarak sama. Alasan mengapa ukuran bakteri sangat kecil adalah bidang permukaan membran sitoplasma dapat membtasi pertukaran antara sel dengan sekelilingnya. Oleh karena itu, ukuran (radius/jari-jari) sel yang meningkat, akan menyebabkan volumenya akan semakin besar dan lebih besar dari luas permukaannya. Dengan kata lain, ukuran sel yang semakin besar maka ratio luas permukaan sel dengan volumenya semakin kecil, sehingga menyebabkan luas permukaan yang tidak cukup untuk mempermudah transportasi zat/senyawa antar membran (Harahap, dkk., 2021).

2.4.1.2 Bentuk bakteri

Menurut Harahap dkk (2021). Bakteri memiliki 4 bentuk dasar, yaitu :

- a. Coccus : sel berbentuk bulat

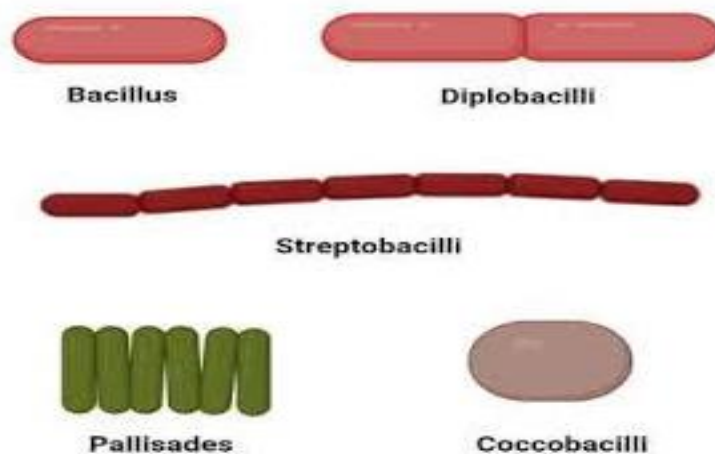
- b. Baccil : sel berbentuk batang atau silinder
- c. Spiral : sel berbentuk batang bengkok atau melingkar
- d. Filamen : sel berbentuk benang atau filamentus

Pengelompokkan bakteri berdasarkan susunan kelompok sel nya menurut (Volk dan Wheeler, 1988)

a. Bentuk basil

Basil adalah bakteri yang mempunyai bentuk menyerupai batang atau silinder, membelah dalam satu bidang, berpasangan ataupun berbentuk rantai pendek atau panjang. Bentuk basil dapat dibedakan atas:

1. Bacillus: Sel tunggal yang tidak terikat, bentuknya seperti batang. Contohnya adalah *Bacillus cereus*, *Salmonella enterica*, dll.
2. Diplobacilli: Dua batang menempel satu sama lain dan ditemukan berpasangan setelah pembelahan sel. Contohnya adalah *Moraxella bovis*, *Klebsiella rhinoscleromatis*, dll .
3. Streptobacilli: Karena pembelahan sel dalam satu bidang, basil tersusun dalam sebuah rantai. Genus Streptobacillus mengandung bakteri gram negatif, aerobik, atau anaerobik fakultatif. Contohnya adalah *Streptobacillus moniliformis*, *Streptobacillus felis*, dll.
4. Coccobacilli: Bentuknya pendek dibandingkan basil lain dan lonjong, tampak seperti kokus. Contohnya adalah *Chlamydia trachomatis*, *Haemophilus influenzae*, *Gardnerella vaginalis*, dll.
5. Palisades: Basil setelah pembelahan sel membengkok dan karenanya tersusun dalam struktur palisade seperti pagar. Contoh : *Corynebacterium diptheria*



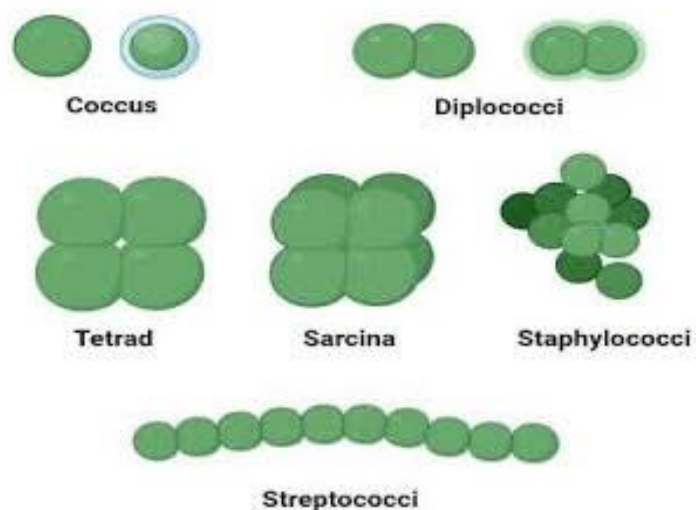
Gambar 2.5 Bentuk bakteri basil

b. Bentuk kokus

Kokus adalah bakteri yang bentuknya seperti bola-bola kecil, ada yang hidup sendiri dan ada yang hidup berpasang-pasangan. Bentuk kokus ini dapat dibedakan atas:

1. Monococcus: bakteri ada sebagai sel bulat tunggal
2. Diplococcus: Sel tersusun berpasangan setelah pembelahan sel. Contoh bakteri diplokokus adalah: Bakteri gram negatif- *Neisseria spp*, *Moraxella catarrhalis* Bakteri gram positif- *Streptococcus pneumoniae*, *Enterococcus spp*, dll.
3. Streptococcus: kokus bergabung dalam suatu bidang dan tersusun dalam pola rantai. Ini adalah bakteri non-motil, aerobik, dan gram positif yang menyebabkan banyak penyakit. Contoh streptokokus adalah *Streptococcus mutans*, *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus bovis*, *Streptococcus agalactiae*, dll.
4. Tetrads: Tetrads disusun dalam kelompok 4 sel. Pembelahan sel terjadi pada dua bidang yang berbeda. Contohnya adalah *Micrococcus spp*, dll

5. *Staphylococcus*: Sel tersusun dalam kelompok tidak beraturan, yang terlihat seperti buah anggur. Hal ini disebabkan adanya pembelahan dalam tiga bidang. Contoh *staphylococcus* adalah *staphylococcus aureus*, *Staphylococcus haemolyticus*, dll.
6. *Sarcinae*: Bakteri *Sarcinae* adalah bakteri gram positif anaerobik. Mereka muncul sebagai kelompok yang terdiri dari 8 sel. Ia dijumpai dalam keluarga *Clostridiaceae*. Ditemukan di usus besar dan kulit. Contoh *sarcinae* adalah: *Clostridium maksimum*, *Sarcina auranatica*, *Sarcina ventriculi*, *Clostridium maksimum*, *Microcioccus luteus*, dll



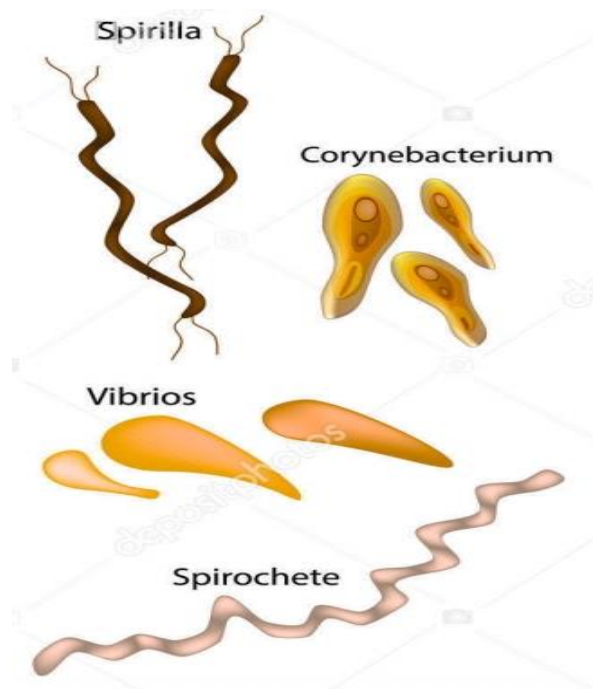
Gambar 2.6 Bentuk bakteri kokus

c. Bentuk spiral

Berdasarkan ketebalan, kelenturan dan motilitas sel, sel dibagi lagi menjadi tiga jenis:

- 1) *Spirillum*: Ini adalah bakteri gram negatif dan kaku yang memiliki flagela eksternal. Contohnya adalah *Spirillum*, *Campylobacter jejuni*, *Helicobacter pylori*, dll.

- 2) Spirochete: Bakteri ini berbentuk spiral, tipis dan fleksibel. Mereka memiliki flagela periplasma internal. Ini adalah spesies patogen yang menyebabkan berbagai penyakit serius. Contohnya adalah *Leptospira*, *Treponema pallidum*, dll.
- 3) Vibrio, ini dianggap sebagai bentuk spiral tak sempurna misalnya *Vibrio cholera* penyebab penyakit kolera.



Gambar 2.7 Bentuk bakteri spiral

2.5 Bakteri *Coliform*

Bakteri *Coliform* adalah bakteri indikator keberadaan bakteri patogenik lain. Lebih tepatnya, bakteri *Coliform* fekal adalah bakteri indikator adanya pencemaran bakteri patogen. Ciri-ciri bakteri *Coliform* antara lain bersifat anaerob fakultatif, termasuk ke dalam bakteri Gram negatif, tidak membentuk spora, dan dapat memfermentasi laktosa untuk menghasilkan asam dan gas pada suhu 37°C dalam waktu kurang dari 48 jam. Contoh bakteri *Coliform* antara lain *E. coli*, *Salmonella*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* (Khairunnisa, 2012).

Coliform merupakan suatu kelompok bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya polusi kotoran dan kondisi yang tidak baik terhadap air, susu dan produk susu. Adanya bakteri *Coliform* di dalam makanan dan minuman. Menunjukkan adanya mikroba yang bersifat enteropatogenik atau toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan (Suriawiria, 1996).

Bakteri *Coliform* dapat dibedakan menjadi 2 kelompok :

1. *Coliform* fekal, contoh : *Escherichia coli*, merupakan bakteri yang berasal dari kotoran hewan dan manusia. Adanya *Escherichia coli* dalam air minum, hal ini menunjukkan bahwa air minum yang dikonsumsi telah terkontaminasi oleh feses manusia, oleh karena itu standar air minum mensyaratkan *Escherichia coli* harus 0/100 ml.
2. *Coliform* non fekal misalnya : *Enterobakter aerogenes*. Bagi manusia air minum ialah salah satu kebutuhan utama mengingat air sebagai faktor utama dalam penularan penyakit khususnya dalam masyarakat, maka tujuan utama penyediaan air bersih atau air minum adalah untuk mencegah penyakit yang dibawa oleh air (Suriawiria, 1996).

Pada persyaratan mikrobiologi bakteri *Coliform* dipilih sebagai indikator tercemarnya air atau makanan karena keberadaan bakteri *Coliform* dalam sumber air atau makanan merupakan indikasi pasti terjadinya kontaminasi tinja manusia (Chandra, 2007). Adanya bakteri *Coliform* menunjukkan suatu tanda praktik sanitasi yang tidak baik karena bakteri ini bisa dipindah sebarakan dengan kegiatan tangan ke mulut atau dengan pemindahan pasif melalui air, makanan, susu dan produk-produk lainnya (Supardi dan Sukanto, 1999).

2.6 Bakteri *Escherichia coli*

Escherichia coli, yang biasanya disingkat *E.coli*, (*coli* adalah kata latin untuk “of the clone”) yang ditemukan oleh *Theodor Escherich*, seseorang dokter anak dan ahli bakteriologi jerman, adalah salah satu dari spesies-spesies utama bakteri yang hidup dalam intestine bahwa hewan menyusui, yang dikenal sebagai gut flora. *Escherichia coli*, merupakan bakteri opportunnis yang banyak ditemukan dalam usus besar manusia sebagai flora normal. Sifatnya unik karena ada yang tidak menyebabkan penyakit pada tubuh manusia sebagai flora normal didalam intestin tetapi terkadang dapat menyebabkan infeksi primer pada usus, misalnya: diare pada anak, seperti tetapi mempunyai kemampuan menimbulkan infeksi pada jaringan tubuh lain diluar usus, dikenal 2 spesies yaitu : *Escherichia coli* dan *Escherichia hermanii* (Michael, 1988).

Dalam persyaratan mikrobiologi *E. coli* dipilih sebagai indikator tercemarnya air atau makanan karena keberadaan bakteri *E. coli* dalam sumber air atau makanan merupakan indikasi terjadinya kontaminasi tinja manusia. Adanya *E. coli* menunjukkan suatu tanda praktek sanitasi yang tidak baik karena *E. coli* bisa berpindah dengan kegiatan tangan ke mulut atau dengan pemindahan pasif lewat makanan, air, susu dan produk-produk lainnya. *E. coli* yang terdapat pada makanan atau minuman yang masuk kedalam tubuh manusia dapat menyebabkan gejala seperti kholera, disentri, gastroenteritis, diare dan berbagai penyakit saluran pencernaan lainnya. *E.coli* merupakan bakteri yang dapat membentuk rantai, jarang membentuk spora, membentuk gas H₂S pada beberapa strain yang mendapatkan plasmid dari *Salmonella*, akan tetapi pada umumnya tidak dapat memproduksi gas H₂S (Nurwanto, 2007).



Gambar 2.8 Bakteri *Escherichia coli*

Menurut Hardjoeno (2007), klasifikasi *Escherichia coli* :

Kingdom : Bacteria

Filum : Proterobacteria

Kelas : Gamma Proteobacteria

Ordo : Enterobacteriales

Family : Enterobacteriaceae

Genus : *Escherichia*

Spesie : *Escherichia coli*

E. coli merupakan salah satu bakteri yang termasuk ke dalam golongan *Coliform* dan secara normal hidup di dalam usus besar dan kotoran manusia maupun hewan, oleh karena itu disebut juga *Coliform* fekal sehingga digunakan secara luas sebagai indikator pencemaran. *E. coli* adalah bakteri Gram negatif, berbentuk batang dan tidak membentuk spora. *E. coli* juga bersifat oportunistik yaitu infeksi yang disebabkan oleh organisme yang biasanya tidak menyebabkan penyakit pada orang dengan sistem kekebalan tubuh yang normal, tetapi dapat menyerang kekebalan tubuh yang buruk (Fardiaz, 1992).

2.6.1 Morfologi *Escherichia coli*

Escherichia coli merupakan bakteri Gram negatif, tidak berkapsul, umumnya bersifat motil, dan mempunyai *fimbriae*, berbentuk batang pendek (kokobasil), ukuran 0,4-0,7 μm x 1,4 μm . Bakteri *Escherichia coli* biasanya baru akan mati bila dipanaskan dengan suhu $\pm 65^\circ\text{C}$. *Escherichia coli* adalah bakteri mesofilik dengan interval suhu pertumbuhan pada 8-45°C dan suhu optimum pertumbuhannya adalah 37°C serta memiliki pH minimum 4,0 dan pH maksimum 9,0 (Agustina dan Pambayun, 2009).

Sebagian besar gerak positif dan beberapa strain mempunyai kapsul, dapat tumbuh pada hampir semua media yang biasa dipakai di laboratorium, yang dipergunakan untuk isolasi bakteri enterik, sebagian besar strain *Escherichia coli* tumbuh sebagian koloni yang meragi laktosa (Dwidjoseputro, 1985).

2.6.2 Tahap-tahap pertumbuhan bakteri

Fase pertumbuhan bakteri secara sederhana adalah peningkatan jumlah mikroorganisme per unit per waktu. Bakteri berkembang biak dengan cara membelah diri dari satu induk sel menjadi dua sel baru. Waktu yang dibutuhkan untuk pembelahan bervariasi tergantung jenis spesies dan kondisi pertumbuhan, bisa dicapai dalam hitungan menit atau hitungan jam. Bakteri yang dikembangbiakan dalam medium di laboratorium akan terus tumbuh hingga salah satu faktor kebutuhannya mencapai minimum sehingga pertumbuhannya menjadi terbatas atau terhenti. Perkembangan bakteri dinyatakan dalam grafik logaritma jumlah sel hidup per satuan waktu. Terdapat beberapa tahap pertumbuhan yaitu: Fase *lag*, Fase Logaritma/Ekspansional, Fase stasioner dan Fase Kematian (Pambayun, 2002).

Menurut Lee (1983) bakteri mengalami pertumbuhan melalui beberapa fase, yaitu:

a. Fase penyesuaian (*Lag phase*)

Merupakan fase adaptasi yang dilakukan mikroorganisme terhadap lingkungannya yang baru sebelum memulai pertumbuhan. Pada saat sel sudah menyesuaikan diri dengan lingkungan baru, maka sel mulai membelah hingga mencapai populasi maksimum. Lama fase *lag* relatif lama, kecepatan pertumbuhan berada di titik nol dengan waktu generasi panjang. Faktor yang mempengaruhi fase *lag* bervariasi tergantung pada pH, komposisi media, suhu, aerasi, sifat fisiologi dan jumlah inokulum awal mikroorganisme.

b. Fase pembelahan cepat (*Log phase*)

Ciri dari fase logaritma ditandai dengan periode pertumbuhan yang cepat setelah sebelumnya terjadi aklimatisasi. Nutrisi di lingkungan sekitar mikroorganisme digunakan untuk membentuk materi sel baru. Kondisinya ditandai dengan DNA/sel, RNA/sel, protein/sel dan kerapatan sel berada pada kondisi konstan, untuk ukuran sel umumnya minimum. Fase ini membutuhkan waktu berkembang biak yang relatif pendek. Ketika pertumbuhan bakteri menghasilkan populasi maksimum, akan terjadi keseimbangan jumlah sel yang mati dengan sel yang hidup. Biasanya pada fase ini digunakan untuk mempelajari kecepatan pembelahan sel dan kecepatan pertumbuhan serta untuk mengetahui kemampuan mikroorganisme dalam menggunakan substrat.

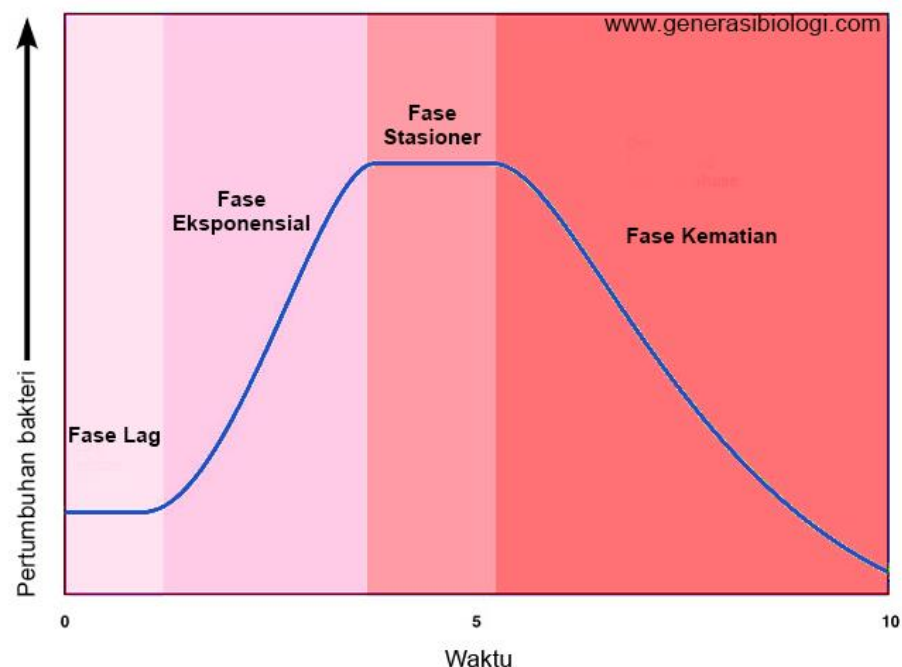
c. Fase tetap (*Stationary phase*)

Terjadi kehabisan nutrisi pada media, konsentrasi tinggi hasil metabolisme yang bersifat toksik, dan populasi sel yang tinggi. Laju pertumbuhan bakteri seimbang dengan laju kematiannya sehingga jumlah total bakteri akan tetap. Fase ini dilanjutkan dengan fase kematian yang dicirikan dengan peningkatan laju

kematian melebihi laju pertumbuhan sehingga kesimpulan terjadi penurunan populasi bakteri.

d. Fase kematian (*Death phase*)

Dimulai ketika metabolisme terhenti, laju kematian meningkat dan kemungkinan terjadinya autolisis yang akan terjadi proses penghancuran sel yang dipengaruhi oleh aktivitas enzim di dalam sel itu sendiri, ketika proses lisis nutrisi yang diproduksi terlepas keluar sel yang bisa dimanfaatkan oleh mikroorganisme lain yang ada di sekitar medium.



Gambar 2.9 Kurva fase pertumbuhan bakteri

2.6.3 Media pertumbuhan bakteri

Pembiakan bakteri di laboratorium memerlukan media yang berisi zat hara serta lingkungan pertumbuhan yang sesuai bagi bakteri. Zat hara diperlukan untuk pertumbuhan, sintesis sel, keperluan energi dalam metabolisme dan pergerakan. Lazimnya, media biakan mengandung air, sumber energi, zat hara

sebagai sumber karbon, nitrogen, sulfur, fosfat, oksigen dan hidrogen. Kedalam bahan dasar media dapat pula ditambahkan faktor pertumbuhan berupa asam amino dan vitamin. Media biakan bakteri dapat dikelompokkan dalam beberapa kategori (Lay, 1994).

Berdasarkan asalnya, media dibagi atas:

- a. Media sintetik yaitu media yang kandungan dan isi bahan yang ditambahkan diketahui secara terperinci. Contoh: glukosa, kalsium fosfat, magnesium fosfat
- b. Media non-sintetik yaitu media yang kandungan dan isinya tidak diketahui secara terperinci dan menggunakan bahan yang terdapat di alam. Contohnya: ekstrak daging, pepton

Berdasarkan kegunaannya, dapat dibedakan menjadi:

- a. Media selektif

Media selektif adalah media biakan yang mengandung paling sedikit satu bahan yang dapat menghambat perkembangbiakan mikroorganisme yang tidak diinginkan dan membolehkan perkembangbiakan mikroorganisme tertentu yang ingin diisolasi, contohnya: *Manitol Salt Agar* (MSA)

(Lay, 1994).

- b. Media diferensial

Media ini digunakan untuk menyeleksi suatu mikroorganisme dari berbagai jenis dalam suatu lempengan agar, contohnya: *Eosin Methylen Blue* (EMB), *Salmonella Shigella Agar* (SSA).

- c. Media diperkaya

Media ini digunakan untuk menumbuhkan mikroorganisme yang diperoleh

dari lingkungan alami karena jumlah mikroorganisme yang ada terdapat dalam jumlah sedikit, beberapa zat organik yang mengandung zat karbon dan nitrogen, contoh: *Plate Count Agar* (PCA)

(Irianto, 2013).

2.7 Peranan *Escherichia coli*

2.7.1 Peranan dalam pemurnian air dan perlakuan sampah

Dalam bidang pemurnian air dan perlakuan sampah, *Escherichia coli* dipilih dalam pengembangan teknologi sebagai sebuah indikator tingkat polusi air, yang berarti jumlah feses manusia di dalamnya, yang diukur dengan menggunakan coliform Index. *Escherichia coli* digunakan untuk deteksi karena ada lebih banyak lagi coliform di dalam feses manusia dibandingkan dengan patogen (*Salmonella typhi* adalah sebuah contoh dari patogen seperti ini yang menyebabkan demam tifoid), dan *Escherichia coli* biasanya tidak membahayakan, sehingga tidak merugikan seseorang. Namun kadang-kadang adalah salah satu untuk menggunakan *Escherichia coli* saja sebagai indikator dari kontaminasi feses manusia karena ada banyak lingkungan lain dimana *Escherichia coli* tumbuh dengan baik, seperti pabrik-pabrik kertas (Kusuma, 2010).

2.7.2 Peranan dalam penyakit

Escherichia coli bisa menjadi penyebab beberapa infeksi extra-intestne seperti infeksi-infeksi urinary tract, peritonitis, mastitis, septicemia dan gram negatif pneumonia. *Escherichia coli* radang usus dibagi atas dasar sifat-sifat berbahaya menjadi *enterotoxigenic* (ETEC agen penyebab diare pada manusia, babi, domba, kambing, ternak, anjing dan kuda), *enteroinvasive* (EIEC, yang hanya ditemukan pada manusia), *verotoxigenic* (VTEC, yang ditemukan pada

babi, ternak, anjing dan kucing), attaching-effacing (AEEC, mengumpulkan *Escherichia coli* yang ditemukan di antara EPEC pada manusia, EHEC pada manusia, ternak dan kambing, dan turunan-turunan pocine yang mengkolonisasi usus dalam suatu cara yang mirip dengan turunan-turunan periode yang mengkolonisasi usus dalam suatu cara yang mirip dengan turunan-turunan OEC pada manusia) dan enteroaggregative *Escherichia coli* (EaggEC, yang hanya ditemukan pada manusia) (Pratiwi, 2008).

Escherichia coli yang seringkali tidak merugikan bisa menyebabkan penyakit melalui infeksi pada rongga tubuh dimana biasanya tidak ditemukan, atau melalui sintesis suatu racun yang menyerang tubuh. Dalam kasus yang pertama, penyakit ini biasanya bisa diatasi dengan menggunakan antibiotik yang menghentikan infeksi, tetapi dalam kasus infeksi efek-efek dari racun ini berlangsung setelah bakteri itu mati. Contoh-contoh dari situasi dimana *Escherichia coli* bisa menyebabkan penyakit (Budyanto, 2004).

1. Ketika bakteri dari perut menuju ke intestinal tract, dan masuk ke dalam urinary track, bakteri ini bisa menyebabkan infeksi yang kadang-kadang dirujuk sebagai *honeymoon cystitis* karena hubungan seksual bisa menyebabkan masuknya infeksi ke dalam kandung kemih. Meskipun infeksi ini lebih umum terjadi pada wanita disebabkan oleh urinary tract yang lebih pendek, infeksi urinary tract terlihat baik itu pada pria maupun wanita. Infeksi ini ditemukan dalam proporsi sama pada pria dan wanita usia lanjut. Karena bakteri tidak dapat dihindari lagi masuk ke dalam urinary trac melalui uretra, kebiasaan-kebiasaan buang air yang buruk bisa menyebabkan infeksi, tetapi faktor-faktor lainnya juga penting (kehamilan pada wanita, pembesaran

prostat pada pria) dan dalam banyak kasus peristiwa yang memulai tidaklah jelas.

2. Kalau bakteri keluar dari intestinal tract melalui perforasi (sebuah lubang atau koyakan, sebagai contoh ulcer, appendix yang ruptur atau salah bedah) dan masuk ke dalam abdomen, bakteri itu biasanya menyebabkan infeksi yang disebut peritonitis yang bisa fatal tanpa pengobatan yang cepat. Namun, *Escherichia coli* sangat peka terhadap antibiotik seperti streptomisin atau gentamisin, sehingga pengobatan dengan antibiotik biasanya efektif.
3. Turunan-turunan tertentu dari *Escherichia coli* bersifat toksigenik (beberapa menghasilkan racun yang sangat mirip dengan yang terlihat dalam disentri) dan bisa menyebabkan keracunan makanan yang biasanya dihubungkan dengan makan keju dan daging yang terkontaminasi (terkontaminasi selama atau segera setelah penyembelihan atau selama penyimpanan atau pemajangan). Turunan khusus ini diyakini berhubungan dengan penjangkitan 2006 United State *Escherichia coli* yang berhubungan dengan bayam segar, parahnya penyakit ini sangatlah berbeda-beda, bisa fatal, khususnya pada anak-anak, orang lanjut usia atau orang-orang yang immunocompressi, tetapi lebih sering ringan. *Escherichia coli* bisa mempunyai enterotoxin yang stabil panas dan labil panas. Enterotoxin labil panas, yang diistilahkan LT, sangat mirip struktur dan fungsinya dengan racun cholera. Enterotoxin ini berisikan satu sub unit 'A' dan lima sub unit 'B' yang tersusun dalam satu holotoxin. Sub unit 'B' membantu dalam pelekatan dan masuknya toksin itu ke dalam sel-sel intestine, dimana sub unit 'A' terlepas dan mencegah sel-sel menyerap air, yang menyebabkan diare.

4. Karena toxigenic *coli* bisa tinggal pada hewan yang tahan terhadap racun *coli*, *coli* bisa tersebar melalui kontak langsung pada ladang, di kebun-kebun binatang, dan sebagainya. *Coli* bisa juga tersebar melalui partikel-partikel udara dalam lingkungan-lingkungan sedemikian rupa

2.7.3 Peranan dalam mikrobiologi

Karena keberadaannya yang ada dimana-mana *Escherichia coli* seringkali diteliti dalam mikrobiologi dan sekarang merupakan ‘pekerjaan keras’ dalam biologi molekul. Strukturnya jelas, dan hal ini membuat suatu target yang sangat baik bagi para mahasiswa baru dan lanjutan dalam ilmu pengetahuan kehidupan. Turunan-turunan yang digunakan dalam laboratorium telah beradaptasi secara efektif dengan lingkungan, dan tidak lagi beradaptasi dengan kehidupan dalam usus mamalia sebagai jenis yang liar, suatu adaptasi besar adalah hilangnya sejumlah besar mucopolysacharida eksternal yang dihasilkan oleh tipe liar ini untuk melindungi dirinya sendiri dari antibiotik dan serangan-serangan kimiawi lainnya, tetapi yang membutuhkan pengeluaran besar energi organisme itu dan sumber-sumber materil. Hal ini kemudian bisa dilihat ketika membiakkan organisme-organisme pada piring agar, sementara itu turunan-turunan laboratorium, menghasilkan koloni-koloni individual, dengan turunan-turunan tipe liar koloni-koloni itu tersembunyi dalam sejumlah besar mukopolisakarida, yang membuat sulit untuk mengisolasi koloni-koloni individual. Konjugasi bakteri pertama kalinya ditemukan dalam *Escherichia coli*, dan *Escherichia coli* tetap merupakan model untuk mempelajari konjugasi, salah satu dari penggunaan pertama yang berguna dari teknologi rekombinan DNA adalah manipulasi

Escherichia coli untuk menghasilkan insulin manusia bagi pasien-pasien penderita diabetes (Pelczar dan Chan, 1988).

2.8 Most Probable Number (MPN)

Salah satu metode melihat cemaran pada air dengan melakukan beberapa tahapan pengujian yaitu dengan uji penduga dengan metode *Most Probable Number* (MPN), dengan uji penguat yaitu dengan menggunakan media (*Eosin Methylene Blue Agar*) EMBA (Anita, 2021).

Metode MPN merupakan metode yang digunakan untuk menghitung jumlah pertumbuhan mikroorganisme menggunakan media cair spesifik dalam seri tabung sehingga diperoleh data secara kuantitatif jumlah mikroorganisme dengan satuan MPN/mL (g) (Anita, 2021).

Metode MPN dilakukan dengan uji pengenceran bertingkat sehingga dapat mengukur konsentrasi mikroorganisme yang ditargetkan. Prinsip metode ini adalah mengencerkan sampel sampai pada tingkat tertentu sehingga diperoleh konsentrasi mikroorganisme yang sesuai (Anita, 2021).

Ada 3 ragam yang digunakan dalam metode MPN menurut Soemarno (2002).

1. Ragam I : 5 x 10 ml, 1 x 1 ml, 1 x 0,1 ml. Untuk spesimen yang sudah diolah atau angka kumannya diperkirakan rendah.
2. Ragam II : 5 x 10 ml, 5 x 1ml, 5 x 0,1 ml. Untuk spesimen yang belum diolah atau yang angka kumannya diperkirakan tinggi. Kalau perlu penanaman dapat dilanjutkan dengan 5 x 0,01 ml dan seterusnya.
3. Ragam III : 5 x 10 ml, 1 x 1 ml x 0,1 ml. Adalah ragam alternatif untuk ragam II, apabila jumlah tabung terbatas begitu pula persediaan media juga terbatas, cara pelaksanaannya seperti ragam II.

2.8.1 Pengujian terhadap metode MPN

Pada metode MPN terdapat tiga kali pengujian menurut James (2013).

1. Uji Pendugaan

Merupakan uji spesifik untuk mendeteksi bakteri *Coliform*. Aliquot terukur dari air yang akan diuji ditambahkan ke dalam kaldu fermentasi laktosa sebagai sumber karbon (organisme enteric yang lain tidak mampu), pemeriksaan *Coliform* dipermudah dengan menggunakan media ini.

2. Uji Penegasan

Hasil dari uji duga positif atau meragukan secara langsung menyatakan bahwa sampel air yang diuji layak dikonsumsi. Penegasan hasil uji ini diperlukan karena hasil uji duga positif mungkin saja dihasilkan oleh organisme bukan *Coliform*. Pada uji penegasan media selektif dan diferensial seperti *Eosin Methylene Blue* (EMB) atau Agar Endo, diinokulasikan dengan baikan dari tabung kaldu laktosa yang positif pada uji duga dengan menggunakan teknik gores.

3. Uji Lengkap

Uji lengkap merupakan analisis tahap akhir untuk sampel air. Uji ini digunakan untuk memeriksa koloni *Coliform* yang tampak pada lempeng agar EMB atau Endo pada uji penegasan. Suatu koloni yang terpisah (isolate) di ambil dari lempeng uji penegasan dan diinokulasikan kedalam tabung berisi kaldu laktosa dan digoreskan pada suatu agar nutrient miring untuk dilakukan pewarnaan Gram. Setelah diinokulasikan dan diinkubasi, tabung-tabung yang menunjukkan adanya asam dan gas dalam kaldu laktosa dan adanya basilus Gram lebih jelasnya adanya pertumbuhan bakteri *Coliform*.

Berbeda dengan metode hitungan cawan menggunakan medium padat, dalam metode MPN digunakan medium cair di dalam tabung reaksi, dan perhitungan perkiraan jumlah koloni bakteri dilakukan berdasarkan jumlah tabung yang positif yang ditumbuhi oleh jasad renik setelah inkubasi pada suhu dan waktu tertentu, dengan mengamati pembentukan gas, timbulnya kekeruhan pada tabung Durham diletakkan dengan posisi terbalik. Untuk setiap pengenceran pada umumnya digunakan tiga atau lima seri tabung semakin banyak tabung yang digunakan menunjukkan ketelitian yang semakin tinggi. digunakan seri pengenceran, misalnya 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} . Kemudian dari hasil tersebut dicari nilai MPN nya pada tabel nilai MPN (Cowan, 2004).

2.8.2 Media uji MPN (*Most Probable Number*)

Media Uji *Most Probable Number* (MPN) terdiri dari:

a. *Lactose Broth* (LB)

Lactose Broth (LB) digunakan sebagai media untuk melihat adanya bakteri *Coliform* pada sampel. Komposisi media *Lactose Broth* adalah bubuk *Lab lemco*, *pepton* dan laktosa dengan pH $6,9 \pm 0,2$ pada suhu 25°C . Hasil fermentasi laktosa akan menghasilkan gas pada tabung Durham (APHA, 1989).

b. *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB)

Brilliant Green Lactose Broth (BGLB) adalah sebuah media yang sangat selektif, yang mengandung media cair laktosa yang akan mendukung pertumbuhan organisme Gram negatif seperti bakteri *Coliform*. Laktosa adalah sumber karbon yang digunakan oleh semua bakteri *Coliform*. Garam empedu yang terkandung dalam media agar menyeleksi terhadap bakteri Gram positif. Dengan sedikit pengecualian, bakteri *Coliform* adalah satu-satunya organisme yang akan tumbuh dalam media ini dan juga memproduksi gas dari fermentasi laktosa pada

35-37°C digunakan dalam tes konfirmasi jumlah *Coliform* (Lehman, 2013).

c. *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA)

Eosin Methylene Blue Agar (EMBA) merupakan media yang digunakan untuk isolasi bakteri *Coliform* fekal. Komposisi media EMBA adalah pepton, laktosa, kalium hydrogen fosfat, *Eosin Y*, *Methylene Blue* dan agar dengan pH 6,8 $\pm$ 0,2 pada suhu 25°C. Pewarna menghambat pertumbuhan organisme Gram positif dalam kondisi asam dan memproduksi kompleks biru hijau gelap disertai kilap hijau metalik. Kilap hijau metalik merupakan indikator hasil fermentasi laktosa oleh bakteri *Coliform* fekal (Leboffe dan Pierre, 2010).

2.8.3 Identifikasi bakteri dengan pewarnaan Gram

Pewarnaan Gram adalah salah satu teknik pewarnaan paling penting dalam mikrobiologi. Namanya diambil dari ahli bakteriologi Denmark Hans Christian Gram, yang pertama kali memperkenalkannya pada tahun 1882, terutama untuk mengidentifikasi organisme penyebab pneumonia (Bartholomew, 1992). Pengujian pertama yang dilakukan pada pewarnaan Gram adalah penggunaan kristal violet atau biru metilen sebagai warna primer. Istilah organisme yang mempertahankan warna primer dan tampak ungu kecokelatan di bawah mikroskop adalah organisme Gram positif. Organisme yang tidak menyerap pewarna primer tampak berwarna merah di bawah mikroskop dan merupakan organisme Gram-negatif (O'Toole, 2016).

Bakteri Gram positif memiliki lapisan dinding sel tebal tersusun dari peptidoglikan (50-90% dari dinding sel) yang akan memperlihatkan noda atau pewarnaan berwarna ungu dengan pewarnaan oleh kristal violet dan tetap bertahan tidak hilang pada pemberian alkohol dan tidak menyerap warna safranin

yang diberikan setelah pencucian dengan alkohol, misalnya *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, dan lain-lain (James, dkk., 2008).

Sedangkan bakteri Gram-negatif memiliki lapisan tipis tersusun dari peptidoglikan (10% dari dinding sel) yang akan hilang warna ungu pada saat pencucian dengan alkohol dan memperlihatkan pewarnaan berwarna merah muda pada pemberian saframin. Ketika dekolorisasi menggunakan alkohol atau aseton, agen dekolorisasi tersebut berinteraksi dengan lipid yang terdapat pada membran sel, maka Gram-negatif akan kehilangan membran luar dan lapisan peptidoglikan yang dibiarkan terbuka. Bakteri Gram negatif juga memiliki membran luar tambahan yang berisi lipid dan dipisahkan dari dinding sel oleh ruang periplasmik, misalnya *Echerichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* (James, dkk., 2008).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Bentuk penelitian ini adalah deskriptif yaitu menggambarkan tingkat cemaran mikroba dengan metode *Most Probable Number* (MPN), terhadap sampel jamu gendong dan jamu kemasan yang beredar di daerah kelurahan Sudirejo Medan.

3.2 Tempat dan Waktu penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Farmasi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Indah Medan. Dilaksanakan pada bulan November sampai Desember 2023.

3.3 Alat Dan Bahan

3.3.1 Alat-alat yang digunakan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu : Autoklaf, inkubator, kapas, magnetik stirer, *hotplate*, neraca analitik, tabung reaksi, rak tabung reaksi, jarum ose, lampu spiritus, pipet 1 ml, tabung durham, pipet tetes, label, erlenmeyer, aluminium foil, *object glass*, bunsen, tisu, korek, spidol, mikroskop, cawan petri, dan, pipet volume, kertas perkamen, benang wol.

3.3.2. Bahan-bahan yang digunakan

Sampel yang digunakan adalah jamu gendong 4 jenis dan jamu kemasan 2 jenis, media *Lactose Broth* (LB), media *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLB), media *Eosin methylen Blue Agar* (EMBA), kristal violet, iodium, kalium iodida, safranin, akuades, alkohol 96%.

3.4 Metode Penelitian

3.4.1 Sterilisasi alat

Alat dari kaca, gelas dan medium untuk pertumbuhan mikroba yang akan digunakan dalam penelitian ini disterilisasi menggunakan oven pada suhu 170°C selama 1 jam.

3.4.2 Pembuatan bahan

3.4.2.1 *Lactose Broth (LB)*

Komposisi : *Bacto Beef Extract* 3 g

Bacto pepton 5 g

Bacto lactose 5 g

Pembuatan :

Media *Lactose broth* (LB) ditimbang sebanyak 13 gram dan dilarutkan dalam 1 liter akuades kemudian dihomogenisasi dengan *magnetic stirrer* dan dipanaskan dengan menggunakan *hot plate*. Sebanyak 10 ml media dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang telah berisi tabung durham dan disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit (Himedia).

3.4.2.2 *Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGLB)*

Komposisi : Bacton pepton 10 g

Bacto Lactose 10 g

Bacto Oxgall 10 g

Bacto Brilliant green 0,1433 g

Pembuatan :

Media Brilliant Green Lactose Broth (BGLB) ditimbang sebanyak 40 gram dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer, kemudian dilarutkan dengan

akuades 1 L, aduk hingga homogen. Kemudian dituangkan ke dalam tabung reaksi yang telah dimasukkan tabung durham sebanyak 6 ml, ditutup dengan kapas steril. Disterilisasi dengan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit (Merck).

3.4.2.3 Eosin Metilen Blue (EMBA)

Komposisi : Pepton	10 g
Laktosa	10 g
Dikalium fosfat	3,5 g
Natrium sulfit	2,5 g
Basic Fuchsin	0,4 g
Agar	15 g
Air destilata	1000 ml

Pembuatan :

Media Eosin Metilen Blue Agar (EMBA) dibuat dengan menimbang sebanyak 37,5 gram EMBA dan dilarutkan dalam 1 liter akuades kemudian dipanaskan dengan hotplate. Medium disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit (Merck).

3.4.2.4 Larutan kristal violet 1%

Komposisi : kristal violet	100 mg
Air suling	100 ml

Pembuatan :

Kristal violet ditimbang sebanyak 100 mg lalu dilarutkan dalam 100 ml air suling sambil diaduk sehingga semua bahan larut sempurna (Depkes RI, 1979).

3.4.2.5 Larutan lugol

Komposisi : Iodium	1 g
Kalium Iodida	2 g
Air Suling ad	100ml

Pembuatan :

Iodium ditimbang sebanyak 1 g lalu ditambahkan 2 g kalium iodida dan ditambahkan sedikit demi sedikit air suling sambil diaduk sehingga semua bahan larut sempurna sampai 100 ml (Depkes RI, 1979).

3.4.2.6 Larutan safranin

Komposisi : Safranin	100 mg
Air Suling	100 ml

Pembuatan :

Bahan safranin ditimbang sebanyak 100 mg lalu dilarutkan dalam 100 ml air suling sambil diaduk sehingga semua bahan larut sempurna (Depkes RI, 1979).

3.5 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel yang digunakan pada penelitian ini yaitu berdasarkan pada prinsip dasar teori random sampling, yakni diambil sebagai sampel secara acak sederhana. Total sampel yang diteliti adalah 6 sampel jamu 4 sampel jamu gendong dan 2 sampel jamu kemasan.

Wadah (botol) dan tutup botol yang digunakan sebagai tempat sampel disterilkan terlebih dahulu di oven pada suhu 170°C selama 1 jam. Kemudian sampel jamu gendong dan sampel jamu kemasan diambil di daerah kelurahan Sudirejo Medan. Sampel diambil langsung ke penjual jamu dan dibawa ke laboratorium mikrobiologi untuk diteliti.

3.6 Pengujian terhadap MPN coliform

Uji MPN *Coliform* dilakukan meliputi beberapa tahap pengujian yaitu uji praduga untuk mengidentifikasi bakteri *Coliform* menggunakan media *Lactose Broth* (LB) dan untuk menentukan jumlah *coli* fekal dilakukan uji penegasan yaitu dengan menggunakan media BGLB. Pada penelitian ini peneliti melakukan dengan cara menggunakan metode 3 tabung ganda (ragam 3: 3: 3). Tahapan kerja dilakukan sebagai berikut.

3.6.1 Uji Praduga (*Presumptive test*)

Uji praduga digunakan untuk mengidentifikasi bakteri *Coliform* total pada sampel uji menggunakan media *Lactose Broth* (LB). Uji ini dilakukan dengan tahapan kerja sebagai berikut:

Disiapkan 3 tabung reaksi yang berisi 10 ml media LB konsentrasi ganda dan 6 tabung berisi 10 ml media LB konsentrasi tunggal. Sampel jamu dihomogenkan dengan cara dikocok sebanyak ± 25 kali, kemudian ke dalam tabung LB konsentrasi ganda diinokulasi masing-masing 10 ml cuplikan. Ke dalam 3 tabung LB konsentrasi tunggal masing-masing diinokulasi dengan 1 ml cuplikan, dan ke dalam 3 tabung LB konsentrasi tunggal lainnya diinokulasi dengan 0,1 ml cuplikan. Semua tabung LB diinkubasi pada suhu 35-37°C selama 24-48 jam. Selanjutnya diamati hasilnya positif bila terbentuknya gas pada tabung durham di dalam media (Bambang, dkk., 2014)

3.6.2 Uji Penegasan (*Confirmative test*)

Uji penegasan (*Confirmative test*) dilakukan untuk mengidentifikasi *coli* fekal dan *coli* non fekal. *coli* fekal akan di inkubasi dengan suhu 44°C dan *coli*

non fekal di inkubasi pada suhu 37°C . Uji ini dilakukan dengan tahapan kerja sebagai berikut:

Disiapkan sejumlah tabung masing-masing berisi 5 ml media BGLB. Sampel dengan hasil yang positif pada media LB (adanya terbentuk gas pada tabung durham) diinokulasi ke dalam 2 seri media BGLB, kemudian diinkubasi pada dua suhu yang berada selama 24-48 jam, satu seri diinkubasi pada suhu 37°C untuk melihat *Coliform* non fekal dan satu seri lagi diinkubasi pada suhu 44±5°C untuk melihat *Coliform* fekal. Kemudian diamati hasilnya positif bila terbentuknya gas pada tabung durham di dalam media, dan dicatat jumlah tabung BGLB yang positif gas (Widiyanti, dkk., 2004).

3.6.3 Uji Lengkap (*Complete test*)

Hasil yang positif gas pada dari tabung BGLB pada suhu 44,5°C dilanjutkan ke uji lengkap dengan cara :

1. Hasil yang positif dari tabung BGLB diinokulasi segera zig-zag pada media *Eosin Methylen Blue Agar*, kemudian diinkubasi pada suhu 44,5±5°C selama 1×24 jam, diamati hasil positif ditandai dengan adanya koloni yang berwarna kilap logam.
2. Dilakukan pewarnaan Gram : Dibuat preparat ulas dengan cara satu ose koloni yang positif pada *Eosin Methylen Blue Agar* diratakan sekitar 1 cm di atas objek glass, difiksasi pada api bunsen dan diberi 2 tetes air dan kristal violet, dibiarkan 1 menit sehingga terbentuk warna ungu, dan dicuci dengan air mengalir. Kemudian ditambahkan larutan lugol, dibiarkan 3 menit, dicuci dengan alkohol, sehingga ada sebagian warna yang luntur. Kemudian diberikan lagi larutan safranin, terbentuk warna merah, dibiarkan 15 detik

dikeringkan. Amati di bawah mikroskop dengan perbesaran $10\times$ dan $400\times$ dengan penambahan minyak imersi. Jika terdapat koloni berbentuk batang menunjukkan *Eschericia coli* positif (Widiyanti, dkk., 2004).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pemeriksaan jamu gendong dan jamu kemasan yang beredar di daerah Sudirejo Medan secara mikrobiologi yang bertujuan untuk mengetahui kualitas dari jamu tersebut. Salah satu cara melakukan penentuan jamu tersebut adalah dengan menganalisis bakteri *Coliform* fekal dan non fekal pada sampel jamu gendong dan jamu kemasan. Terdapat jumlah sampel yang digunakan yaitu 4 sampel jamu gendong dan 2 sampel jamu kemasan.

Penelitian ini dimulai dengan mencari tukang jamu keliling yang terdapat di daerah Sudirejo Medan dan penjual jamu di pinggir jalan untuk jamu kemasan. Sampel yang digunakan adalah kunyit asam. Alasan menggunakan jamu kunyit asam yaitu karena banyak dikonsumsi dan disukai oleh masyarakat. Kunyit asam juga bermanfaat sebagai memperlancar haid, membantu menjaga kesehatan tubuh, serta dapat melangsingkan tubuh.

4.1 Pengujian bakteri

Penelitian pemeriksaan jumlah bakteri *Coliform* pada sampel jamu dilakukan dengan metode *Most Probable Number* (MPN). Metode ini merupakan metode kuantitatif, digunakan untuk menghitung jumlah bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli*. Pada metode ini dilakukan pengenceran menggunakan seri 3 (3:3:3) dimana makin kecil jumlah sampel didalam media maka makin sedikit jumlah *Coliform* nya. Selain itu juga mempermudah dalam pengamatan dan perhitungan jumlah mikroba didalam sampel. Sampel jamu yang diteliti dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 sampel jamu yang diteliti

No	Kode sampel	Organoleptis			
		Warna	Bentuk	Rasa	Bau
1.	G1	Kuning	Kental	Khas kunyit asam dan pahit	Khas kunyit
2.	G2	Kuning	Kental	Khas kunyit asam sedikit pahit	Khas kunyit
3.	K3	Kuning	Encer	Khas kunyit asam dan manis	Khas kunyit
4.	G4	Kuning	Kental	Khas kunyit asam sedikit pahit	Khas kunyit
5.	G5	Kuning	Kental	Khas kunyit asam dan pahit	Khas kunyit
6.	K6	Kuning	Encer	Khas kunyit asam dan manis	Khas kunyit

Keterangan : G = Gendong;

K = Kemasan.

Dilihat masih banyaknya peminat masyarakat mengkonsumsi jamu, maka peneliti melakukan pemeriksaan tentang cemaran mikroba pada jamu gendong dan jamu kemasan terutama bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli*. Dan peneliti juga memeriksa perbedaan kualitas antara jamu gendong dan jamu kemasan yang berada di daerah Sudirejo Medan.

4. 2 Uji pendugaan (*Presumptive test*)

Uji awal yang dilakukan yaitu uji pendugaan dengan menggunakan media *Lactose Broth* (LB). Hasil dari uji tersebut nantinya akan mengidentifikasi bakteri *E.coli* pada media LB. Hasil fermentasi positif terjadi jika aktifitas fermentasi karbohidrat (*Coliform* total) yang ada di dalam jamu pada media LB dengan dilengkapi tabung durham akan terbentuknya gas pada tabung durham atau kekeruhan (Bambang, dkk., 2014).

Pada penelitian ini menggunakan seri 3:3:3 yang artinya 3 tabung berisi 10 ml sampel, 3 tabung berisi 1 ml sampel dan 3 tabung berisi 0,1 ml sampel.

Diketahui semakin kecil pengencerannya maka jumlah bakterinya juga akan lebih sedikit.

Hasil perhitungan jumlah bakteri pada uji pendugaan yang diperoleh ditunjukkan pada tabel 4.2 berikut :

Tabel 4.2 Hasil perhitungan uji pendugaan MPN pada sampel jamu

Kode sampel Jamu	Tabung yang positif									Tabung positif	Indeks MPN/ ml
	10 ml			1 ml			0,1 ml				
	Tb. 1	Tb. 2	Tb. 3	Tb. 1	Tb. 2	Tb. 3	Tb. 1	Tb. 2	Tb. 3		
G1	+	+	+	+	+	-	+	-	-	3-2-1	150
G2	+	+	-	+	+	-	-	-	-	2-2-0	21
K3	+	-	-	+	-	-	-	-	-	1-1-0	7
G4	+	+	+	+	+	+	+	-	-	3-3-1	460
G5	+	+	+	+	+	-	+	-	-	3-2-1	150
K6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-0-0	<3

Keterangan : Tb = Tabung;

+ = Terbentuk gas pada tabung durham/ kekeruhan;

— = Tidak terbentuk gas pada tabung gas/kekeruhan.

Hasil yang didapatkan pada penelitian ini merupakan angka MPN yang diperoleh untuk menyatakan jumlah bakteri tiap gram atau tiap ml sampel sesuai dengan indeks MPN. Berdasarkan hasil uji pendugaan, terlihat bahwa ada dua sampel jamu kemasan (K3 dan K6) memberikan hasil yang berbeda. Pada kode sampel jamu K6 tidak terdapat *Coliform* total di dalamnya, sedangkan K3 terdapat *Coliform* walaupun dalam jumlah sedikit dibandingkan jamu gendong. Namun, sampel jamu gendong seluruhnya terdapat *Coliform* total.

Namun angka tersebut tidak bisa dikatakan memenuhi atau tidak, karena tidak ada persyaratan tentang besarnya MPN di dalam jamu. Hal ini sangat perlu diperhatikan dalam mengonsumsi jamu gendong karena adanya cemaran bakteri *Coliform* sehingga dapat membahayakan bagi kesehatan.

4.3 Uji penegasan (*Confirmative test*)

Uji penegasan dilakukan untuk membedakan *coli* fekal dan *coli* non fekal. Kedua *Coliform* tersebut mempunyai suhu optimum pertumbuhan yang berbeda. Pada *coli* fekal mempunyai suhu optimum 44°C dan *coli* non fekal mempunyai suhu optimum 37°C. *Coli* fekal dilakukan untuk mengetahui *Coliform* asal tinja, sedangkan *coli* non fekal dilakukan untuk mengetahui *Coliform* berasal dari sampah.

Hasil pada pengujian ini didapatkan hasil positif pada media LB yang terdapat gas atau kekeruhan. Kemudian dilanjutkan dengan uji penegasan yaitu dengan cara menanamkan ke media *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLB). Pada media BGLB menggunakan dua seri yaitu diinkubasi pada suhu 37°C dan suhu 44°C. Pada suhu 37°C dilakukan untuk menegaskan hasil positif berupa *Coliform* total (*Enterobacter* secara umum), dan pada suhu 44°C untuk menegaskan apakah ada *coli* yang berasal dari tinja yang dikenal dengan *coli* fekal (*Escherichia coli*) (Widiyanti, dkk., 2004).

Saat melakukan uji penegasan, diambil 1-2 ose dari tabung hasil positif di uji penduga kemudian diinokulasi ke dalam tabung yang berisi media BGLB lalu diinkubasi dengan dua suhu yang berbeda yaitu 37°C dan 44°C selama 24-48 jam.

Data hasil perhitungan MPN *Coliform* pada uji penegasan (*coli* fekal) dapat dilihat pada Tabel 4.3. Data MPN pada tabel tersebut menunjukkan bahwa pada sampel jamu gendong dan jamu kemasan (K3) terdapat perbedaan besarnya kontaminasi pada sampel yang berbeda. Sedangkan jamu kemasan (K6) tidak terkonaminasi oleh bakteri *Coliform*.

Tabel 4.3 Hasil perhitungan uji penegasan MPN (*coli* fekal) pada sampel jamu

Kode sampel Jamu	Tabung yang positif									Tabung positif	Indeks MPN/ ml
	10 ml			1 ml			0,1 ml				
	Tb. 1	Tb. 2	Tb. 3	Tb. 1	Tb. 2	Tb. 3	Tb. 1	Tb. 2	Tb. 3		
G1	+	+	-	+	-	-	-	-	-	2-1-0	15
G2	+	-	-	+	-	-	-	-	-	1-1-0	7
K3	+	-	-	+	-	-	-	-	-	1-1-0	7
G4	+	+	+	+	+	+	+	-	-	3-3-1	460
G5	+	+	-	+	-	-	-	-	-	2-1-0	15
K6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-0-0	<3

Keterangan : Tb = Tabung;

+ = Terbentuk gas pada tabung durham/ kekeruhan;

- = Tidak terbentuk gas pada tabung gas/kekeruhan.

Tabel 4.4 Hasil perhitungan uji penegasan MPN (*coli* non fekal) pada jamu

Kode sampel Jamu	Tabung yang positif									Tabung positif	Indeks MPN/ ml
	10 ml			1 ml			0,1 ml				
	Tb. 1	Tb. 2	Tb. 3	Tb. 1	Tb. 2	Tb. 3	Tb. 1	Tb. 2	Tb. 3		
G1	+	+	-	+	+	-	-	-	-	2-2-0	21
G2	+	+	-	+	-	-	-	-	-	2-1-0	15
K3	+	-	-	+	-	-	-	-	-	1-1-0	7
G4	+	+	+	+	+	+	+	-	-	3-3-1	460
G5	+	+	+	+	+	-	-	-	-	3-2-0	93
K6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-0-0	<3

Keterangan : Tb = Tabung;

+ = Terbentuk gas pada tabung durham/ kekeruhan;

- = Tidak terbentuk gas pada tabung gas/kekeruhan.

Dari hasil uji penegasan *coli* non fekal ditunjukkan pada tabel 4.4 yang dirujuk pada tabel MPN, dapat dilihat bahwa jamu gendong dan jamu kemasan (K3) terkontaminasi oleh bakteri *Coliform*. Sedangkan jamu kemasan (K6) memenuhi syarat dan sudah teruji dengan baik sebelum diedarkan.

4.4 Uji lengkap (*Completed test*)

Uji ini dilakukan untuk memastikan bakteri *Coliform* fekal yang diperoleh dari inkubasi pada suhu 44°C memang berasal dari tinja manusia yaitu bakteri *Escherichia coli*. Uji ini dilakukan dengan melanjutkan dari uji penegasan dengan menanamkan bakteri pada media BGLB *coli* fekal ke dalam media *Eosin Methylen Blue Agar* (EMB). Uji ini dilakukan dengan cara menggoreskan 1 ose dari tabung positif *coli* fekal pada uji penegasan. Kemudian media EMB yang telah digoreskan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24-48 jam. Hasil positif ditandai dengan adanya warna kilap logam atau metalik koloni berwarna merah muda dengan lendir kelompok *Coliform* lainnya. Hal ini dikarenakan *E.coli* merupakan bakteri fermentasi (Widiyanti, dkk., 2004).

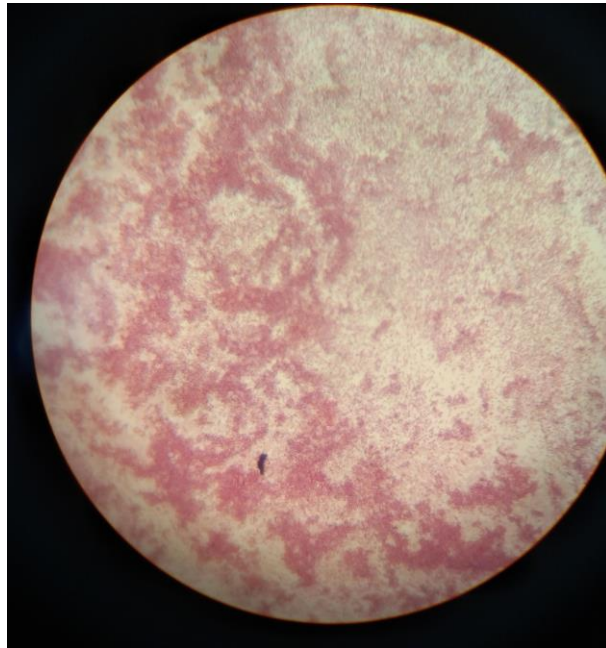
Tabel 4.5 Hasil uji lengkap MPN pada jamu dengan media EMB Agar

Sampel Jamu	Hasil uji lengkap	Keterangan
Jamu gendong 1	Terdapat warna metalik	Positif <i>E.coli</i>
Jamu gendong 2	Terdapat warna metalik	Positif <i>E.coli</i>
Jamu gendong 4	Terdapat warna metalik	Positif <i>E.coli</i>
Jamu gendong 5	Terdapat warna metalik	Positif <i>E.coli</i>

4.5 Pewarnaan Gram

Pewarnaan Gram dilakukan untuk melihat bahwa bakteri yang ada didalam sampel yang telah diuji sebelumnya merupakan bakteri *Escherichia coli*. Bakteri yang tumbuh pada media EMB didapatkan koloni yang merupakan koloni bakteri *E.coli* (*Coli* fekal). Bakteri yang diuji merupakan bakteri Gram negatif karena zat warna kristal violet yang diberikan sebagai pewarna pertama hilang pada saat pencucian, hal ini disebabkan dinding sel bakteri Gram negatif (*E.coli*) terdiri dari banyak lapisan lipid, sehingga zat warna terlepas. Selanjutnya diberikan zat warna

safranin yang akan menyerap safranin sebagai zat warna kedua, sehingga pada akhir pengecatan diperoleh koloni berwarna merah. Hasil yang didapatkan pada pengamatan dibawah mikroskop terlihat bentuk batang (Supardi dan Sukanto, 1999). Hasil pengamatan dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pengamatan pada mikroskop *Escherichia coli* perbesaran 400×

Secara keseluruhan dari hasil penelitian ini yaitu sampel jamu gendong memiliki angka MPN total yang besar. Dalam hal ini untuk mengonsumsi jamu gendong harus diwaspadai karena para pembuat jamu tidak memperhatikan kebersihan dalam pembuatan jamu. Kemungkinan besar dalam mengonsumsi jamu ini dapat menyebabkan gangguan pencernaan atau diare (Jawetz, dkk., 2008). Sedangkan pada jamu kemasan (K3) perlu diwaspadai penggunaannya walau umlah *Coliform* fecal didalam sampel terdapat dalam jumlah sedikit. Dan sampel jamu kemasan (K6) telah memenuhi persyaratan yang sesuai standar mutu dan telah teruji dengan baik sebelum jamu diedarkan untuk dikonsumsi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Seluruh sampel jamu gendong sebanyak empat sampel dan jamu kemasan (K3) yang terdapat di daerah kelurahan Sudirejo Medan terkontaminasi oleh bakteri *Coliform* fecal, sedangkan salah satu jamu kemasan (K6) tidak terkontaminasi oleh bakteri *Coliform* fecal.
2. Nilai MPN jamu gendong diperoleh sebanyak 150 MPN/ml yaitu lebih besar dibandingkan nilai MPN jamu kemasan (K3) sebanyak 7 MPN/ml. Sedangkan salah satu sampel jamu kemasan (K6) diperoleh sebanyak <3 MPN/ml yang artinya tidak terkontaminasi oleh bakteri *Coliform* fecal.

5.2 Saran

Diharapkan kepada peneliti selanjutnya untuk meneliti uji MPN bakteri lainnya selain *Coliform* pada sampel minuman lain yang dibuat langsung oleh penjualnya. Untuk penjual jamu gendong diharapkan agar lebih menjaga kebersihan dari pembuatan jamu, baik dalam setiap proses pembuatan maupun botol kemasan yang digunakan. Dan pada pabrik industri pembuatan jamu kemasan lebih meningkatkan kualitas dalam pembuatan jamu serta lebih memperhatikan higienitas suatu produk sebelum diedarkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, F, dan Pambayun, F. (2009). *Higiene dan Sanitasi Pada Pedagang Makanan Jajanan Tradisional di Lingkungan Sekolah Dasar Dikelurahan Demang Lebar Daun*. Palembang: Universitas Sriwijaya. *Jurnal publikasi Ilmiah Fakultas kesehatan Masyarakat*.
- Anita, G. (2021). *Analisis Cemarkan Coliform dan Identifikasi Escherichia coli dari Depot Air Minum Isi Ulang di Kota Semarang*, Life Science 10 (1) (2021).
- APHA. 1992. *Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 18th Edition. American Public Health Association. Washington DC.
- Army, R. (2018). *Jamu Ramuan Tradisional Kaya Manfaat*. Jakarta Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia. (2004). *"Ketentuan Pokok Pengelompokan Dan Penandaan Obat Bahan Alam Indonesia"*. Jakarta: Ditjen POM.
- Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia. (2014). *"Persyaratan Mutu Obat Dalam Serbuk Simplisia Yang Diseduh Dengan Air Panas Sebelum Digunakan."* Pp. 11–12 in *Persyaratan Mutu Obat Tradisional*. Jakarta.
- Bambang, A, G., Fatimawali, dan Kojong, NS. (2014). *Analisis Cemarkan Bakteri Coliform dan Identifikasi Escherichia coli Pada Air Isi Ulang Dari Depot di Kota Manado*. PHARMACON Jurnal Ilmiah Farmasi UNSRAT. 2014, 3(3): 325-334.
- Bartholomew JW., Mittwer, T. (1952). *Pewarnaan Gram*. *Bakteriol. Rev.* 1952 Maret; 16 (1):1-29.
- Budiyanto, M. (2004). *Mikrobiologi Terapan*. Malang: UMM Press
- Chandra, B. (2007). *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta.
- Cowan, S,T. (2004). *Manual For the Identification of Medical Bacteria*. London:BMJ
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2008). *Obat Tradisional Mengandung Bahan Kimia Obat*. Jakarta: Ditjen POM

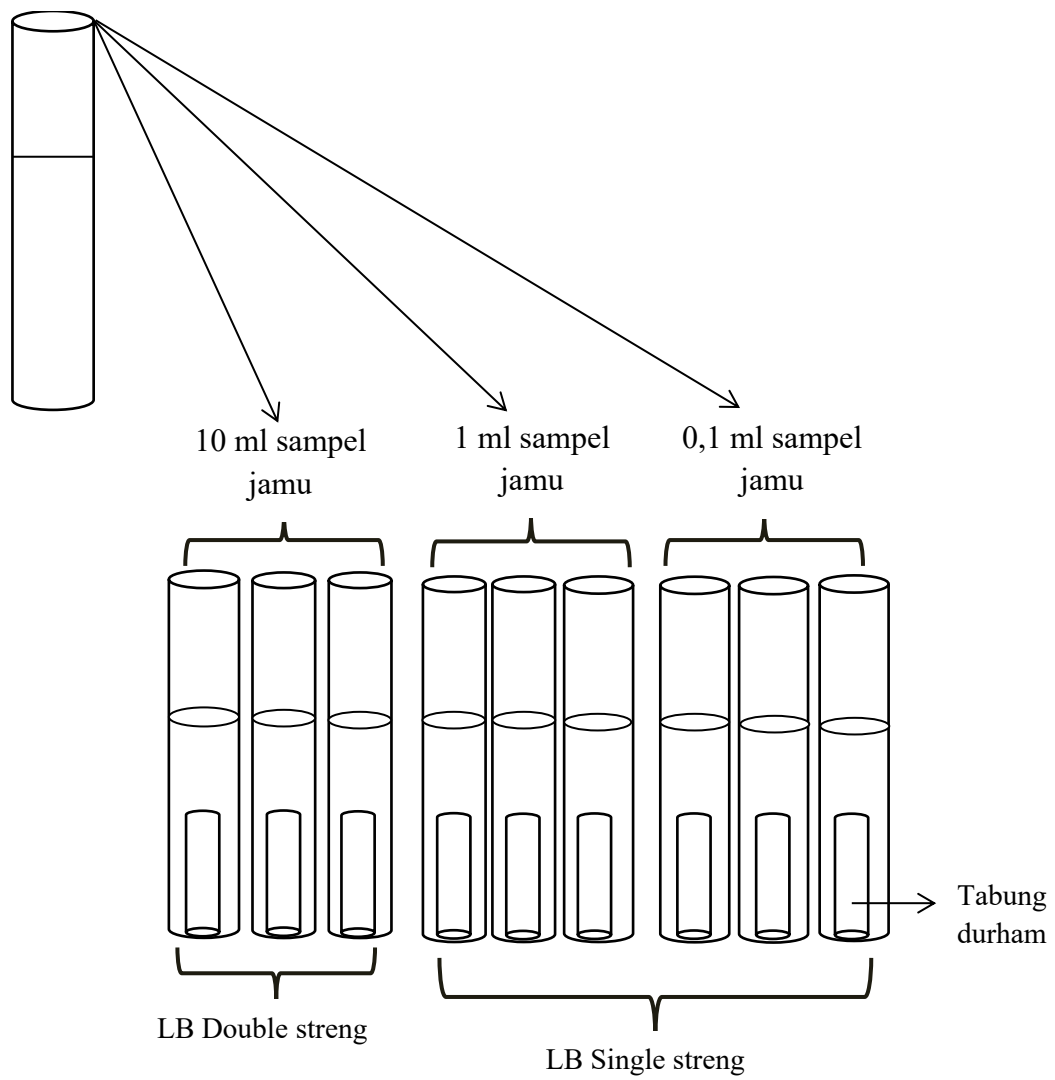
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (1979). *Farmakope Indonesia Edisi III*. Jakarta: Menti Kesehatan Republik Indonesia.
- Dwidjoseputro, D. (1985). *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Djambtaan. Hal:38
- Fardiaz. (1992). *Mikrobiologi Pangan I*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Ginting, O, S. (2022). *Buku Ajar Obat Tradisional*. Medan : Guepedia.
- Hadi, Irfan, dan Alamudi, M. (2019). *Imunodiagnostik Pada Bakteri Dan Jamur*. Sidoarjo : Zifatama Jawara.
- Hafsan, F, A. (2011). *Mikrobiologi umum* (M.K. Mustami (ed); Cetakan 1). Alaudin Universitas Press.
- Harahap, D, G, S., Ariyani, N., Rudy, H., Nur, A, Y., Endik, D, N., Fafa N., Dyah, A, W., Khairi., Rina, H, P., Dessyre, M., Nendissa., Sandriana, J, N., Ary, N., Shafa, N., Theopilus, W., Eni, S., Solikah, A, E. (2021). *Dasar-Dasar Mikrobiologi dan Penerapannya*. Bandung : Widina Bhakti Persada Bandung.
- Hardjoeno. (2007). *Kumpulan Penyakit Infeksi dan Tes Kultur Sensitivitas Kuman Serta Upaya Pengendaliannya*. Makasar : Cahaya Dinan Rucitra.
- Hersoelityorini, W., Aminah, S., & Hardiyanti, D. (2016). *IbM Pedagang jamu gendong di desa Sumbersari Wonolopo*. Jurnal DIANMAS, 5(1), 35–44.
- Irianto, K. (2013). *Mikrobiologi Menguak Dunia Mikroorganisme Jilid 2*. CV.Yrama Widya. Bandung. 256 hal.
- James, G. (2013). *Microbiology: A Laboratory Manual*. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. California.
- James, J., Colin, B., Helen, S. (2008). *Prinsip-prinsip Sains untuk Keperawatan*. Erlangga Medical Sains. Jakarta.
- Jawetz E., J. L. Melnick, E. A. Adelberg, G. F. Brooks, J. S. Butel, L. N. Ornston. (1995). *Mikrobiologi Kedokteran*, ed. 20, University of California, San Francisco.
- Khairunnisa, C. (2012). *Pengaruh Jarak dan Konstruksi Sumur serta Tindakan Pengguna Air terhadap Jumlah Coliform Air Sumur Gali Penduduk di Sekitar Pasar Hewan Desa Cempeudak Kecamatan Tanah Jambo Aye Kabupaten Aceh Utara Tahun 2012*. Tesis Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara.

- Kusuma, S. (2010). *Escherichia Coli*. Bandung: Fakultas Farmasi
- Lay, B.W. (1994). *Analisis Mikroba di Laboratorium*. Jakarta: Raja Grafindo Persada
- Leboffe, M.J., Pierre, B.E. 2010. *A Photographic Atlas for The Microbiology Laboratory*. Morton Publishing Company. USA.
- Lee, J. (1983). *Pertumbuhan Bakteri*. Jakarta: Agrimedia Pustaka
- Lehman, D. 2013. Brilliant green lactose bile broth. [http://www.microbe library.org/component/resource/laboratory-test/2238-brilliant-greenlactose-bile broth-protocols](http://www.microbe library.org/component/resource/laboratory-test/2238-brilliant-greenlactose-bile-broth-protocols). [Diakses 3 november 2023].
- Menkes, RI. (2012). Permenkes no. 246/Menkes/Per/V/1990. Tentang *Registrasi Obat Tradisional*. Menteri Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta.
- Michael, J. (1988). *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Nurwanto. (2007). *Tata Laksana Higiene Hidangan, Keracunan Hidangan dan Jenis Bakteria*. Makassar.
- O'Toole, GA. (2016). *Sorotan Klasik: Cara Kerja Pewarna Gram*. *J Bakteriologi*. 01 Desember 2016; 198 (23):3128.
- Pambayun, R. 2002. *Teknologi Pengolahan Nata de Coco*. Kanisius. Yogyakarta.
- Pelczar, M.J dan Chan, E.S. (1988). *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Universitas Indonesia Press
- Pratiwi, S. (2008). *Mikrobiologi Farmasi*. Jakarta: Erlangga
- Widiyanti, Ni Luh Putu Manik Dan Ni Putu Ristiati. (2004). *Analisis Kualitatif Bakteri Koliform Pada Depo Air Minum Isi Ulang Di Kota Singaraja Bali*. *Jurnal Ekologi Kesehatan* Vol 3 No 1, April 2004 : 64 – 73
- Qaher, A, M. (2005). “*Fungal Contamination of Some Imported Spices*”. *Fungal Contamination of Some Imported Spices* 159 (Issue 2):291–298.
- Saputro, A.V.R. (2019). *Pemeriksaan MPN (Most Probable Number) Coliform dan Identifikasi Escherichia Coli pada Jamu Gendong Beras Kencur*. *Jaringan Laboratorium Medis* 1(1) : 11-15.
- Saras. (2023). *Jamu Gendong Warisan Herbal Nusantara Untuk Kesehatan Dan Kecantikan*. Semarang : Penerbit Tiram Media.
- Soemarno. (2002). *Isolasi dan Identifikasi Bakteri Klinik Akademi Analisis Kesehatan* . Yogyakarta: Departemen Kesehatan RI.

- Sudarsono dan Indah, P. (2021). *Standarisasi Obat Herbal*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Suharmiati. (2003). *Menguak Takbir dan Potensi Jamu Gendong*. Jakarta: Agrimedia Pustaka. Hal: 33-35
- Sukini. (2018). *Jamu Gendong Solusi Sehat Tanpa Obat*. Jakarta : Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Supardi, I dan Sukamto. (1999). *Mikrobiologi Dalam Pengolahan dan Keamanan Produk Pangan*. Bandung : Yayasan Adhi Karya dan The Ford Fondation.
- Suriawiria. (1996). *Air Dalam Kehidupan dan Lingkungan Yang Sehat* . Bandung: Alumni Bandung.
- Tilaar, M. Wong, LW. Ranti, AS. (2010). *Green Science of Jamu*. Jakarta: Penerbit Dian Rakyat. Halaman 1-2.
- Torri, M, C. (2013). *Knowledge and Risk Perceptions of Traditional Jamu Medicine among Urban Consumers*. Department of Sociology University of New Brunswick Canada. 3(1): 25-39, 2013.
- Volk, W.A, dan Wheeler, M.F. (1988). *Mikrobiologi Dasar Jilid II*. Jakarta: Erlangga.

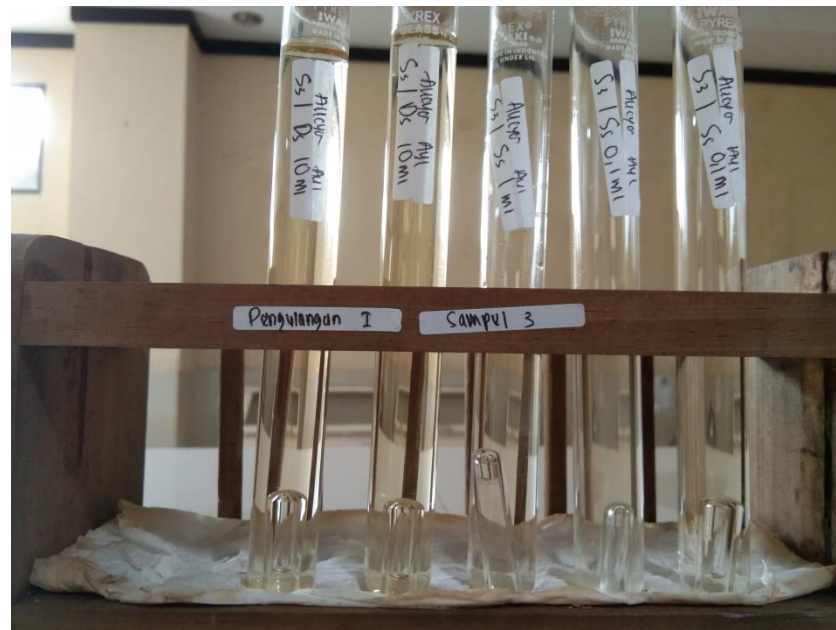
Lampiran 1. Gambar bagan kerja uji pendugaan *Coliform* sampel jamu gendong dan jamu kemasan digunakan seri 3:3:3

Sampel Jamu 1 × pengenceran



Lampiran 1. (Lanjutan)**Sampel G1****Sampel G2**

Lampiran 1. (Lanjutan)



Sampel K3



Sampel G4

Lampiran 1. (Lanjutan)

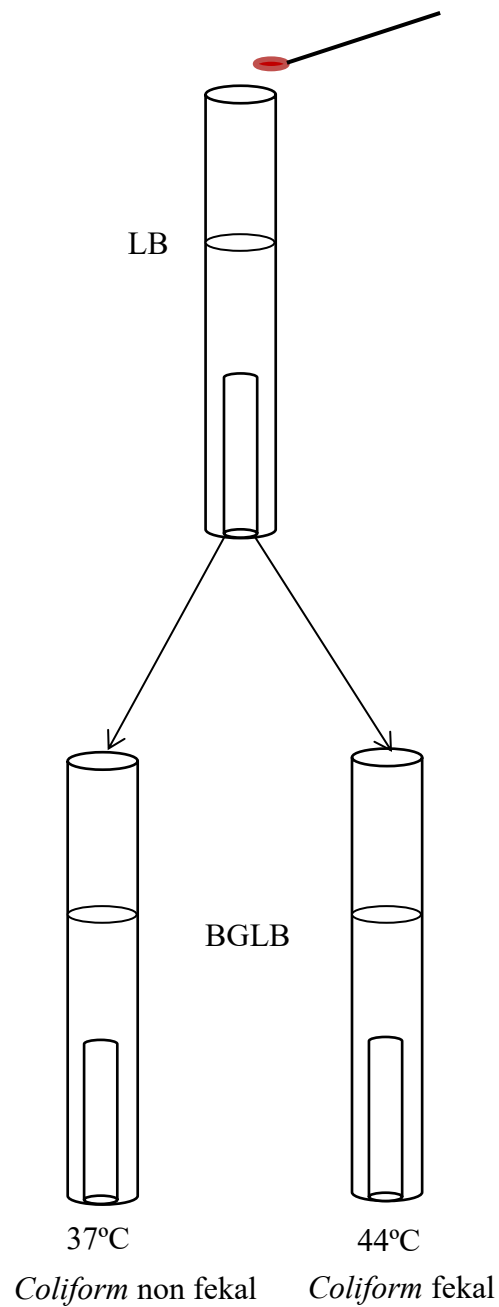


Sampel G5



Sampel K6

Lampiran 2. Gambar bagan kerja uji penegasan *coli* fekal dan non fekal dari sampel jamu dari media LB ke media BGLB



Setiap tabung (+) dari uji penegasan dilanjutkan ke uji lengkap dengan media EMB Agar dan Pengecatan Gram

Lampiran 2. (Lanjutan)



Sampel G1 *coli* fekal



Sampel G1 *coli* non fekal



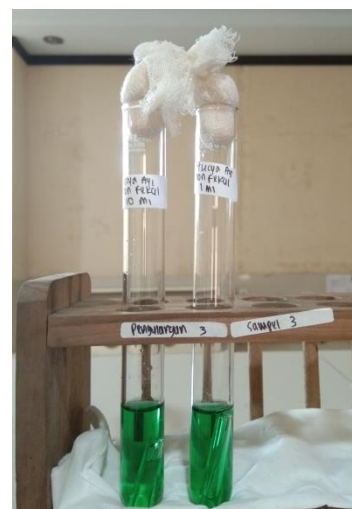
Sampel G2 *coli* fekal



Sampel G2 *coli* non fekal



Sampel K3 *coli* fekal



Sampel K3 *coli* non fekal

Lampiran 2. (Lanjutan)



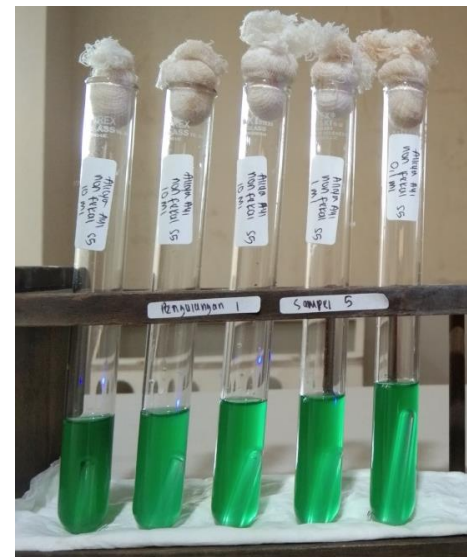
Sampel G4 *coli* fekal



Sampel G4 *coli* non fekal

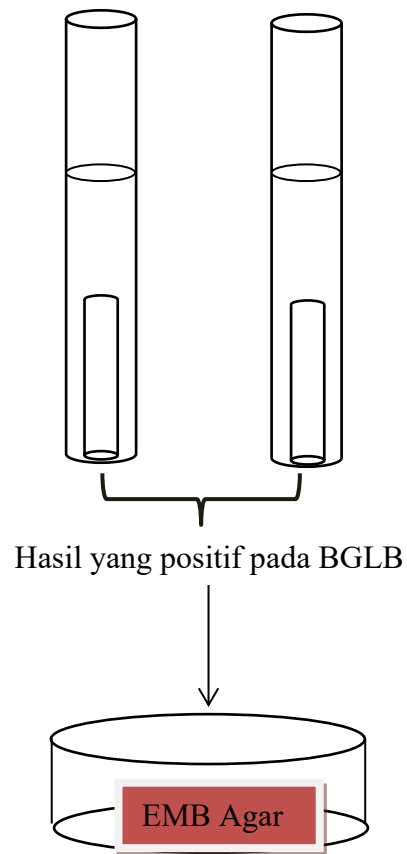


Sampel G5 *coli* fekal



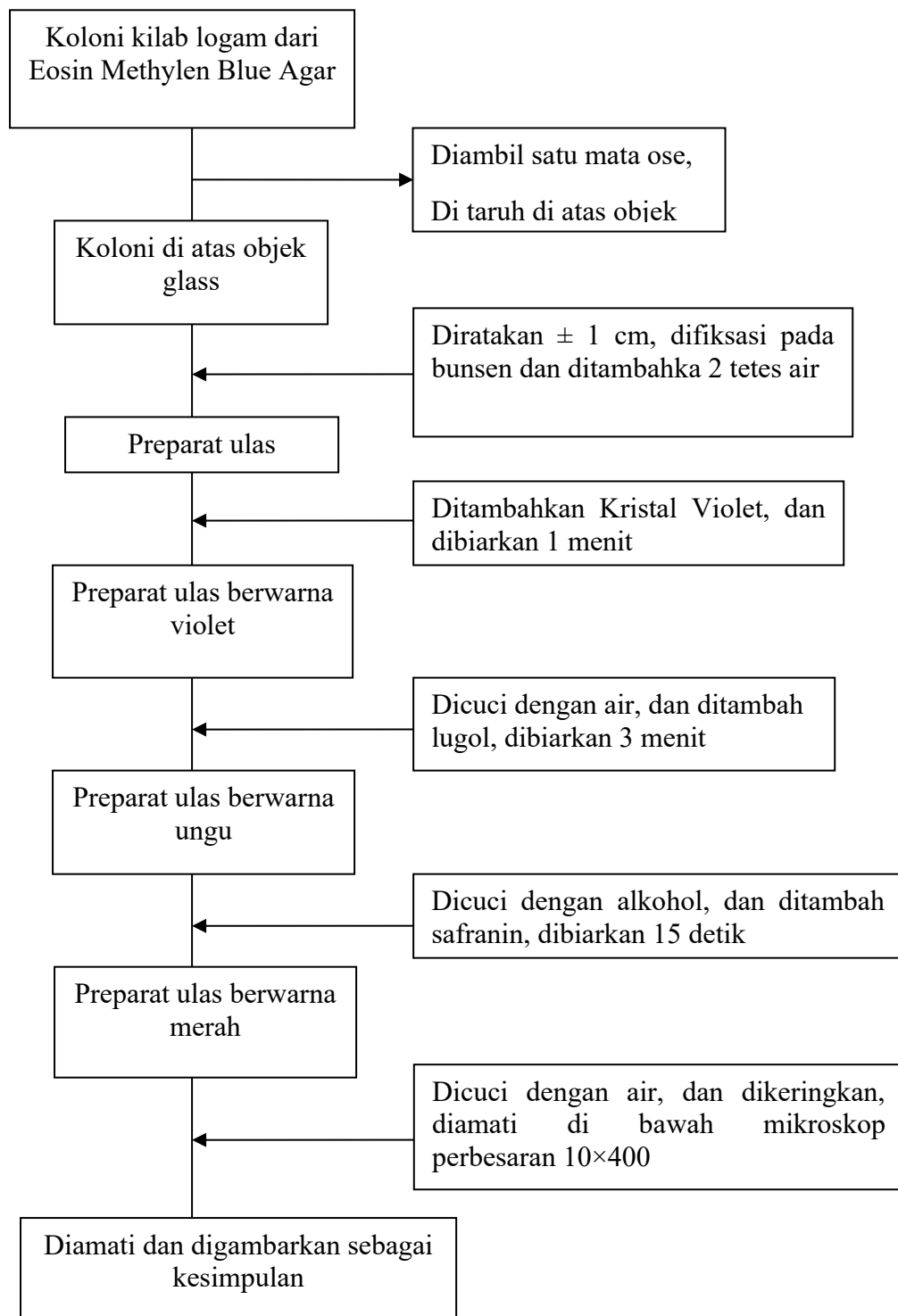
Sampel G5 *coli* non fekal

Lampiran 3. Gambar bagan kerja uji pemastian (coli fekal (*Escherichia coli*) dari sampel jamu dengan media endo agar.



Media yang positif *E. coli* (terbentuk warna ungu/hijau metalik) dilanjutkan ke pewarnaan Gram

Lampiran 4. Bagan kerja uji pewarnaan Gram *coli* fekal (*Escherichia coli*) dari sampel jamu.



Lampiran 4. (Lanjutan)

Hasil pertumbuhan bakteri
pada sampel jamu



Bakteri *Escherichia coli*
perbesaran 10×400

Lampiran 5. Hasil data analisa *Coliform* didalam jamu gendong dan jamu kemasan di daerah Sudirejo Medan

[illegible]

Lampiran 6. Indeks MPN dan batas kepercayaan 95% menggunakan tabung 3 : 3: 3

Jumlah Tabung Yang Positif			MPN Per gram atau ml
1 : 10	1 : 100	1 : 1000	
0	0	0	< 3
0	1	0	3 +
1	0	0	4
1	0	1	7 +
1	1	0	7
1	2	0	11 +
2	0	0	9
2	0	1	14 +
2	1	0	15
2	1	1	20 +
2	2	0	21
3	0	0	23
3	0	1	39
3	1	0	43
3	1	1	75
3	2	0	93
3	2	1	150
3	2	2	210 +
3	3	0	240
3	3	1	460
3	3	2	1100
3	3	3	>1100