

**ANALISIS KUALITAS FISIKA, KIMIA, DAN MIKROBIOLOGIS ES
BATU RUMAHAN, BALOK, DAN KRISTAL DI GANG LEBAR,
WONOCOLO, SURABAYA**

SKRIPSI



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Oleh:

ANISA SHOFIYANA AZHARI

NIM: H01218002

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2022

PENYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Anisa Shofiyana Azhari

NIM : H01218002

Program Studi : Biologi

Angkatan : 2018

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "ANALISIS KUALITAS FISIKA, KIMIA, DAN MIKROBIOLOGIS ES BATU RUMAHAN, BALOK, DAN KRISTAL DI GANG LEBAR, WONOCOLO, SURABAYA". Apabila suatu saat nanti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 11 Agustus 2022

Yang menyatakan,



(Anisa shofiyana azhari)

NIM. H01218002

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi

ANALISIS KUALITAS FISIKA, KIMIA, DAN MIKROBIOLOGIS ES BATU
RUMAHAN, BALOK, DAN KRISTAL DI GANG LEBAR, WONOCOLO,
SURABAYA

Diajukan Oleh:
ANISA SHOFIYANA AZHARI
NIM: H01218002

Telah diperiksa dan disetujui
Di Surabaya, 5 Agustus 2022

Dosen Pembimbing Utama



Esti Tyastirin, M. KM
NIP.198706242014032001

Dosen Pembimbing Pendamping



Hanik Faizah, M. Si
NUP.201409019

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Anisa Shofiyana Azhari ini telah dipertahankan
di depan tim penguji skripsi
di Surabaya,

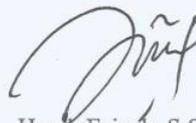
Mengesahkan,
Dewan Penguji

Penguji I



Esti Tyastirin, M. KM
NIP. 198706242014032001

Penguji II



Hanik Faizah, S.Si., M.Si
NIP. 201409019

Penguji III



Risa Purnamasari, S.Si., M.Si
NIP. 201409002

Penguji IV



Drs. Abdul Manan, M. Pd.I
NIP. 197006101998031002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Chapman Ampel Surabaya



Yacful Hamdani, M.Pd.
NIP. 6507312000031002



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN**

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Anisa Shofiyana Azhari
NIM : H01218002
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI/BIOLOGI
E-mail address : anisaazhari28@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Skripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)
yang berjudul :

ANALISIS KUALITAS FISIKA, KIMIA, DAN MIKROBIOLOGIS ES BATU RUMAHAN,
BALOK, DAN KRISTAL DI GANG LEBAR, WONOCOLO, SURABAYA.

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 3 November 2022

Penulis

(Anisa Shofiyana Azhari)

ABSTRAK
ANALISIS KUALITAS FISIKA, KIMIA, DAN MIKROBIOLOGIS ES
BATU RUMAHAN, BALOK, DAN KRISTAL DI GANG LEBAR,
WONOCOLO, SURABAYA

Es batu merupakan suatu produk yang biasanya digunakan untuk tambahan pada minuman agar menjadi dingin dan rasanya menjadi segar. Apabila es batu telah tercemar oleh senyawa kimia maupun mikroorganisme, akan menyebabkan berbagai gangguan kesehatan bagi yang mengkonsumsinya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas es batu berdasarkan parameter fisik, kimia, dan mikrobiologis es batu di Gang Lebar, Wonocolo, Surabaya. Penelitian ini merupakan penelitian observasional. Parameter fisik es batu diamati warna, bau dan rasa. Parameter kimia yang dianalisis adalah Fe dan pH. Parameter mikrobiologis diuji dengan *Total Plate Count* (TPC), *Most Probable Number* (MPN), dan uji cemar *Salmonella*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pengamatan parameter fisik warna es batu didapatkan 1 sampel es batu yang memenuhi syarat mutu SNI 3839:2019, yaitu sampel es kristal, pada pengamatan fisik bau dan rasa didapatkan 1 sampel yang tidak memenuhi, yaitu sampel es balok. Pada analisis parameter kimia pH dan Fe didapatkan hasil semua sampel telah memenuhi syarat mutu SNI 3839:2019 pada uji pH, sedangkan pada uji Fe, semua sampel dinyatakan tidak memenuhi syarat dengan nilai tertinggi 9,88 mg/L pada sampel es rumahan dan 9,56 mg/L pada es balok. Pada analisis mikrobiologis es batu, didapatkan hasil 1 sampel tidak memenuhi syarat mutu SNI 3839:2019 pada uji TPC, yaitu es balok dengan nilai $3,90 \times 10^4$ Koloni/mL, pada uji MPN koliform dinyatakan 1 sampel memenuhi syarat mutu dengan nilai 7 APM/100mL pada sampel es kristal. Pada uji cemar *Salmonella* didapatkan hasil 1 sampel positif mengandung *Salmonella*, yaitu pada sampel es balok.

Kata Kunci: Es Batu, Fe, MPN, Parameter Fisika, pH, *Salmonella*, TPC

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

ABSTRACT
ANALYSIS OF THE PHYSICAL, CHEMICAL, AND MICROBIOLOGICAL
QUALITY OF HOME ICE CUBES, BEAMS, AND CRYSTALS IN GANG
LEBAR, WONOCOLO, SURABAYA

Ice cubes are a product that is usually used to add to drinks so that they become cold and taste fresh. Apabila ice cubes have been polluted by chemical compounds and microorganisms, will cause various health problems for those who consume it. The purpose of this study was to determine the quality of ice cubes based on the physical, chemical, and microbiological parameters of ice cubes in Gang Lebar, Wonocolo, Surabaya. This study is an observational study. Physical parameters of ice cubes are observed color, smell and taste. The chemical parameters analyzed are Fe and pH. Microbiological parameters were tested with Total Plate Count (TPC), Most Probable Number (MPN), and Salmonella contamination assays. The results showed that in the observation of the physical parameters of ice cube color, 1 sample of ice cubes was obtained that met the quality requirements of SNI 3839: 2019, namely ice crystal samples, in physical observations of odor and taste, 1 sample was obtained that did not meet, namely a sample of ice blocks. In the analysis of chemical parameters of pH and Fe, it was found that all samples had met the quality requirements of SNI 3839: 2019 in the pH test, while in the Fe test, all samples were declared ineligible with the highest value of 9.88 mg / L in home ice samples and 9.56 mg / L in block ice. In the microbiological analysis of ice cubes, the results of 1 sample did not meet the quality requirements of SNI 3839: 2019 in the TPC test, namely ice blocks with a value of 3.90×10^4 Colonies / mL, in the MPN koliform test it was stated that 1 sample met the quality requirements with a value of 7 APM / 100mL in ice crystal samples. In the Salmonella contamination test, 1 positive sample containing Salmonella was obtained, namely in a block ice sample.

Keywords: Ice Cubes, Fe, MPN, Physical Parameters, pH, Salmonella, TPC

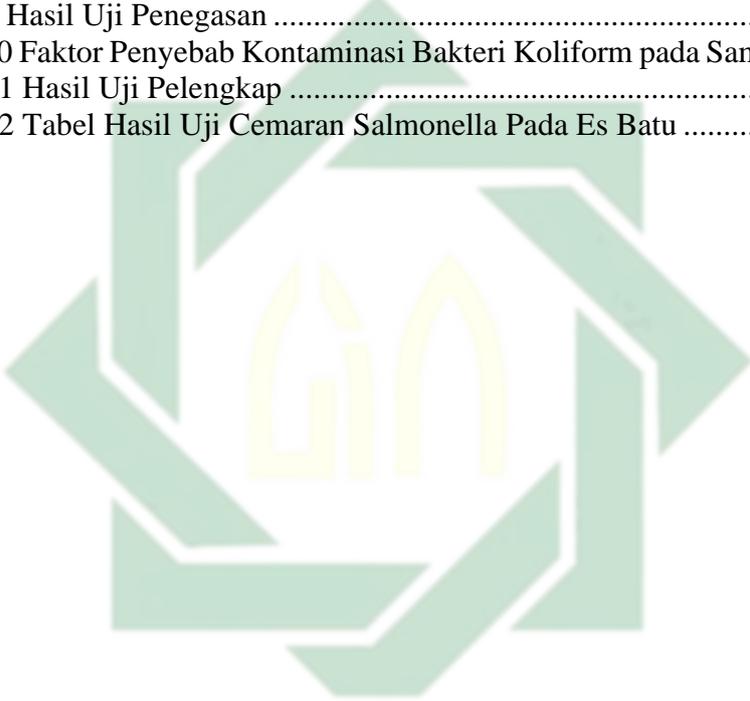
UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
HALAMAN MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRAC.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I: PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan masalah	8
1.3 Tujuan Penelitian	8
1.4 Manfaat Penelitian	8
1.5 Batasan Penelitian	8
BAB II: TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Air Minum	10
2.2 Es Batu.....	10
2.3 Parameter Uji Kualitas Es Batu	12
BAB III: METODE PENELITIAN.....	27
3.1 Jenis Penelitian	27
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	28
3.4 Prosedur Penelitian	29
3.5 Analisis Data	35
BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Parameter Fisika.....	36
4.2 Parameter Kimia.....	39
4.3 Parameter Mikrobiologis	42
BAB V: PENUTUP	62
DAFTAR PUSTAKA	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Syarat Mutu Es Batu	12
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	28
Tabel 4.1 Tabel Hasil Pengamatan Warna Pada Es Batu.....	36
Tabel 4.2 Tabel Hasil Pengamatan Bau Pada Sampel Es Batu.....	37
Tabel 4.3 Tabel Hasil Uji Rasa Pada Sampel Es Batu.....	38
Tabel 4.4 Tabel Hasil Uji pH Pada Es Batu.....	39
Tabel 4.5 Tabel Hasil Uji Kadar Besi (Fe)	40
Tabel 4.6 Tabel Hasil Uji TPC Pada Es Batu	43
Tabel 4.7 Faktor Penyebab kontaminasi Bakteri Pada Sampel Es Batu	44
Tabel 4.8 Hasil Uji Praduga	47
Tabel 4.9 Hasil Uji Penegasan	48
Tabel 4.10 Faktor Penyebab Kontaminasi Bakteri Koliform pada Sampel Es Batu	50
Tabel 4.11 Hasil Uji Pelengkap	54
Tabel 4.12 Tabel Hasil Uji Cemar Salmonella Pada Es Batu	57



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2 <i>Escherichia coli</i>	17
Gambar 2.3 <i>Salmonella sp.</i>	18
Gambar 2.4 Uji Penegasan dengan Media LB	22
Gambar 2.5 Uji Penegasan dengan Media BGLB	23
Gambar 2.6 Uji Pelengkap dengan Media EMB.....	24
Gambar 2.7 Koloni Bakteri <i>Salmonella sp</i> pada Media SSA	25
Gambar 3.1 Skema Uji TPC dengan Metode <i>Pour Plate</i>	32
Gambar 3.2 Skema Uji MPN (<i>Most Probable Number</i>).....	34
Gambar 3.3 Skema Uji Cemar <i>Salmonella sp.</i>	35
Gambar 4.1 Jenis Es Batu: A. Es Balok, B: Es Kristal, C: Es Rumahan.....	36
Gambar 4.2 Koloni Bakteri Pada Uji Total Plate Count (TPC).....	42
Gambar 4.3 Hasil Uji Praduga Dengan Media LB (<i>Lactose Broth</i>)	46
Gambar 4.4 Hasil Uji Penegasan Dengan Media BGLB	48
Gambar 4.5 Koloni Bakteri pada Uji Pelengkap.....	52
Gambar 4.6 Koloni Bakteri pada Uji Pelengkap.....	52
Gambar 4.7 Koloni Bakteri pada Uji Pelengkap.....	52
Gambar 4.8 Koloni Bakteri pada Uji Pelengkap.....	53
Gambar 4.9 Koloni Bakteri pada Media SSA.....	56
Gambar 4.10 Koloni Bakteri pada Media SSA.....	56
Gambar 4.11 Koloni Bakteri pada Media SSA.....	56

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel MPN Seri 3	69
Lampiran 2. Dokumentasi Hasil Uji Kadar Fe (Besi).....	71
Lampiran 3. Perhitungan SPC (<i>Standart Plate Count</i>).....	72
Lampiran 4. Dokumentasi Hasil Uji Mikrobiologis	73



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Air merupakan kebutuhan penting bagi makhluk hidup. Bagi manusia, kebutuhan air untuk minum umumnya 2 liter/harinya. Selain untuk minum, air dapat dimanfaatkan dalam berbagai hal salah satunya adalah untuk bahan baku membuat es batu. Es batu merupakan suatu produk pelengkap yang terbuat dari air yang telah dibekukan. Es batu biasanya digunakan untuk tambahan pada minuman agar menjadi dingin dan rasanya menjadi segar. Selain itu, es batu juga banyak digunakan untuk mengawetkan makanan. Es batu yang sering digunakan oleh banyak masyarakat adalah es batu balok dan kristal. Namun, ada juga yang menggunakan es batu rumahan atau es batu dengan kemasan plastik. Perbedaan dari ketiga jenis es batu tersebut adalah pada bentuk dan bahan baku airnya. Pada es batu rumahan dan kristal umumnya menggunakan air yang matang (seperti air yang telah melewati proses perebusan), sedangkan es batu balok umumnya menggunakan air yang mentah (air yang bersumber dari sungai). Bentuk dari 3 jenis es batu memiliki kriteria berbeda. Pada bentuk es batu kristal adalah seperti pipa atau biasa disebut es batu bolong, bentuk es batu balok berbentuk kotak memanjang, dan es rumahan berbentuk tabung (Saadah, 2016).

Air yang bersih dapat digunakan dalam berbagai hal, salah satunya untuk bahan baku pembuatan es batu. Namun, apabila air telah terkontaminasi maka air tersebut dapat dipastikan tidak bisa digunakan untuk bahan baku es batu. Berdasarkan sabda Rasulullah SAW mengenai air yang layak untuk dimanfaatkan adalah sebagai berikut:

عَنْ أَبِي أُمَامَةَ قَالَ: إِنَّ الْمَاءَ لَا يُنَجِّسُهُ شَيْءٌ إِلَّا مَا غَلَبَ عَلَيْهِ رِيحُهُ وَطَعْمُهُ وَلَوْنُهُ

(رواه ابن ماجه)

Artinya: Dari Abi Umamah: Sesungguhnya air yang bersih adalah air yang tidak dapat dinajiskan oleh sesuatu kecuali yang merubah warnanya, atau rasanya, atau baunya (HR: Ibnu Majah).

Dari hadist tersebut dijelaskan bahwa air yang bersih dalam artian tidak memiliki bau, rasa, dan warna itu layak untuk dimanfaatkan untuk bersuci, dikonsumsi, dan juga digunakan dalam bahan baku untuk membuat makanan ataupun minuman. Namun, apabila air telah terkontaminasi oleh suatu unsur kimia dan juga terkontaminasi oleh bakteri dapat dipastikan air tersebut najis, karena air yang telah terkontaminasi oleh zat tersebut dapat merubah warna, bau, dan rasa dari air. Apabila air ini najis, maka air tersebut tidak boleh digunakan karena apabila air tersebut digunakan, terutama untuk dikonsumsi akan menyebabkan penyakit (Razak, 2016). Air bersih yang tidak terkontaminasi oleh zat berbahaya, dapat dimanfaatkan dalam berbagai hal, salah satunya dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan es batu. Air bersih yang layak digunakan untuk pembuatan es batu akan menghasilkan es batu yang baik (Martila, 2020).

Adapun bahan dasar pembuatan es batu umumnya berasal dari beberapa sumber air, seperti air minum, air yang menggenang yaitu sungai, waduk, dan sumur (Dewi dan Putri, 2019). Air yang digunakan dalam pembuatan es batu pastinya harus bersih dan tidak terkontaminasi oleh mikroorganisme. Menurut Permenkes RI (2010) menyatakan bahwa persyaratan air minum yang dapat dikonsumsi dan yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku harus memenuhi syarat kesehatan sesuai dengan persyaratan fisik (meliputi kekeruhan, bau, rasa, warna, dan suhu),

persyaratan kimia (meliputi zat kimia organik dan zat kimia anorganik), dan persyaratan biologis (mikrobiologis).

Menurut SNI 3839 tahun 2019 tentang es batu untuk dikonsumsi menyebutkan bahwa syarat fisik es batu dari segi warna, bau dan rasa harus normal warnanya, tidak berbau, dan tidak berasa. Syarat mutu kimia es batu untuk dikonsumsi pada pH adalah 6 – 8.5 dan pada kadar Fe atau besi adalah maksimal 0,1 mg/L. syarat mutu mikrobiologis es batu pada Angka Lempeng Total (ALT) adalah $10^2 - 10^4$ koloni/mL, syarat mutu coliform $<1.8 - 10$ APM/100 mL, dan cemaran *Salmonella* Negatif/25 ml.

Pada persyaratan fisika es batu, parameter yang diukur adalah tingkat kekeruhan, temperatur, warna, bau, dan rasa. Dengan pengukuran parameter fisika ini, maka dapat menunjukkan ada atau tidaknya senyawa kimia yang terlarut dalam air atau dapat mengindikasikan proses dekomposisi bahan organik oleh suatu mikroorganisme (Emilia dan Mutiara, 2019). Adapun ketentuan es batu yang layak untuk dikonsumsi adalah tidak memiliki rasa, tidak memiliki bau, dan tidak berwarna.

Persyaratan kimia es batu juga penting untuk dianalisis, karena apabila dalam es batu terdapat suatu unsur kimia yang berlebihan akan memberi dampak negatif apabila es tersebut dikonsumsi (Saadah, 2017). Adapun parameter yang digunakan dalam menentukan syarat mutu kimia es batu adalah parameter spesifik dan non-spesifik. Parameter spesifik ini meliputi uji ada atau tidaknya zat kimia berbahaya dalam es. Sedangkan parameter non-spesifik meliputi konsentrasi ion hidrogen, daya hantar listrik, alkalinitas, kesadahan, dan keasaman (Saragih, 2017). Adapun salah satu parameter uji non spesifik adalah pH dan salah satu parameter uji spesifik

adalah kadar besi (Fe). Pengukuran pH ini sangat penting dilakukan untuk mengetahui tingkat kebasahan atau keasaman es batu. Selain itu, pH yang terlalu asam dan terlalu basa dapat menjadikan persenyawaan kimia dalam tubuh menjadi racun yang dapat mengganggu kesehatan. pH yang rendah ini juga bersifat korosif. Oleh karena itu, penelitian pH ini sangat penting dilakukan untuk mengetahui pH yang tepat pada es batu (Mairizki, 2017). Pada uji kadar Fe penting dilakukan untuk mengetahui cemaran logam besi dalam es batu (Pujiyanto dan Risa, 2017). Karena apabila dalam es batu tercemar oleh logam berat besi (Fe) dapat mengakibatkan gangguan kesehatan, seperti muntah, diare, diabetes, gangguan fungsi hepar, pankreatitis, radang sendi, kardiomiopati, hipotiroid, dan gangguan fungsi ereksi (Ummah, 2021).

Persyaratan biologis es batu didasarkan pada kehadiran kelompok mikroba seperti mikroba pembawa penyakit (patogen), pencemar, penghasil toksin, dan lainnya. Pengujian biologis es batu sangat penting dilakukan untuk mengetahui bakteri yang mengkontaminasi es batu. Ketentuan biologis pada es batu yang baik untuk digunakan adalah tidak boleh terdapat bakteri patogen dan *coliform*. Apabila terdapat bakteri patogen atau coliform tidak boleh melebihi dari batas yang telah ditetapkan oleh SNI (Saadah, 2017).

Bakteri *coliform* merupakan parameter mikrobiologis yang penting bagi kualitas air karena merupakan bakteri indikator sanitasi pada air minum. Semakin tinggi nilai *coliform*, dapat mempengaruhi kualitas fisik es batu seperti rasa, bau, dan warna (Warniningsih & Warsiyah., 2018). Es batu yang telah terkontaminasi oleh bakteri *coliform* menandakan bahwa kualitasnya tidak baik. Karena kehadiran bakteri tersebut dalam es batu dapat mengindikasikan rendahnya sanitasi pada es

batu sehingga dapat menunjukkan adanya bakteri patogen enterik (Rahmaniar & Habib, 2011). Adapun bakteri patogen enterik yang sering mengkontaminasi es batu adalah *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., *Shigella* sp., *Enterobacter* sp., *Klebsiella* sp., *Serratia* sp., *Proteus* sp., dan sebagainya (Panggabean, 2016).

Bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella* sp. termasuk dalam golongan bakteri patogen enterik. Kedua bakteri tersebut sering ditemukan mengkontaminasi makanan. Apabila es batu telah terkontaminasi oleh kedua bakteri tersebut dapat menyebabkan berbagai penyakit, diantaranya diare, kram perut, demam dan muntah (Rahmaniar & Habib, 2011). Pada *Salmonella* sp. dapat menyebabkan penyakit salmonellosis. Penyakit ini memiliki gejala demam, diare, dan mual (Yuswananda, 2015).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pada kualitas mikrobiologis es batu yang dijual masyarakat banyak yang tercemar dan melebihi syarat mutu es batu untuk dikonsumsi. Pada penelitian Cahya dkk (2019) terhadap 8 sampel es batu di pasar Lenteng Agung menunjukkan semua sampel es batu tidak memenuhi syarat mutu dari BPOM RI nomor 16 tahun 2016 dengan kategori es batu $< 1.8 - 10$ MPN/100 ml. Untuk uji keberadaan bakteri *Salmonella* sp didapatkan 1 sampel yang positif yang ditandai dengan koloni tidak berwarna dan ada bintik hitam di bagian tengah. Penelitian yang dilakukan oleh Hadi dkk (2014) terhadap 9 sampel es batu rumah tangga di pasar Lubuk Buaya menunjukkan 8 dari 9 sampel tidak memenuhi syarat mutu es batu untuk di konsumsi dengan nilai indeks MPN sekitar 9 sampai $> 979/100$ ml.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Sinaga (2017) terhadap 8 sampel es batu kristal di Medan didapatkan 6 sampel positif bakteri *Escherichia coli* dan 2 sampel

dinyatakan negatif. Nilai MPN dari hasil positif adalah sebesar 6,7-240 MPN/100 ml. Pada penelitian yang dilakukan oleh Liliana dkk (2016) mengenai perbandingan jumlah koloni pada es batu balok dan kristal di pabrik dan penjual minuman unisba menyatakan bahwa es batu balok yang berasal dari pabrik dan penjual minuman menunjukkan bahwa jumlah ALT tidak lebih besar, yakni berkisar antara $6,23 \times 10^3$ sampai 9×10^3 dan pada es batu balok masih memenuhi syarat ALT dari BPOM RI yaitu $< 1 \times 10^4$. Sedangkan, pada es batu kristal jumlah ALT es batu pabrik lebih besar nilainya dibandingkan dengan penjual minuman yang berkisar $2,76 \times 10^4$ pada es kristal pabrik dan $0,92 \times 10^4$ untuk es kristal penjual minuman dan kualitas es kristal tidak memenuhi syarat BPOM RI.

Setelah ditinjau dari kualitas mikrobiologis es batu, masih banyak es batu yang tidak memenuhi syarat secara mikrobiologis. Namun, pada kualitas kimia es batu, seperti kadar Fe (besi) dan pH telah memenuhi syarat. Pada penelitian yang dilakukan oleh Pujianto dan Risa (2017) mengenai kadar besi (Fe) pada es batu di Borneo, didapatkan hasil sebanyak 4 sampel es batu yang memenuhi syarat mutu SNI es batu. Kisaran kadar besi pada sampel es batu adalah 0,315 mg/L; 0,226 mg/L; 0,277 mg/L; dan 0,121 mg/L.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Gerokomou et al (2011) mengenai kualitas kimia pH es di Yunani menunjukkan pH yang masih memenuhi syarat yakni sebesar 7,7 dengan batas toleransi 7,2-8,3. Pada penelitian Teixeira et al (2019) juga menyatakan bahwa kualitas pH es batu di Kota Lisbon telah memenuhi syarat mutu yakni memiliki nilai pH 7,9 dengan batas toleransi 7,8 – 8,1.

Berdasarkan pada penelitian sebelumnya mengenai kualitas es batu, menunjukkan bahwa masih banyak es batu yang kualitasnya tidak memenuhi syarat

mikrobiologis dan beberapa es batu telah memenuhi syarat kimia. Es batu yang baik untuk dikonsumsi adalah es batu yang memiliki kualitas baik dari segi fisika, kimia, dan mikrobiologisnya. Adapun salah satu tempat penjual minuman es di Surabaya yang paling banyak adalah di Gang Lebar, Wonocolo. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, jumlah padat penduduk di daerah Gang Lebar, tepatnya di Kelurahan Jemur Wonosari ini sebanyak 23,081 jiwa. Daerah tersebut merupakan daerah yang dekat dengan fasilitas pendidikan, seperti sekolah dan universitas. Karena dekat dengan fasilitas pendidikan ini, banyak orang yang berjualan, salah satunya minuman es. Dengan banyaknya penjual minuman es, maka di Wonocolo juga banyak agen yang menjual es batu untuk dijual belikan kepada pedagang minuman es. Berdasarkan data Dinas Kesehatan Kota Surabaya (2019) di Wonocolo ini sering terjadi penyakit diare dan daerah tersebut termasuk kategori ketiga yang kasus diarenya tinggi di Surabaya Selatan. Kasus diare yang ditangani sebanyak 2.961 jiwa. Kemungkinan penyakit tersebut sering terjadi salah satunya karena mengonsumsi minuman dengan tambahan es batu yang tidak higienis. Oleh karena itu, penelitian mengenai kualitas fisika, kimia, dan mikrobiologis pada es batu sangat penting karena apabila es batu yang telah dikonsumsi terkontaminasi akan menyebabkan penyakit. Pada penelitian ini akan dilakukan uji kualitas es batu rumahan, balok, dan kristal di daerah Gang Lebar, Wonocolo, Surabaya dengan parameter fisika (bau, warna, dan rasa), parameter kimia (pH dan kadar besi), dan parameter mikrobiologis (TPC atau *Total Plate Count*), (MPN atau *Most Probable Number*), serta uji cecaran *Salmonella Sp.*

1.2 Rumusan masalah

- a. Bagaimanakah kualitas es batu rumahan, balok, dan kristal di Gang Lebar, Wonocolo, Surabaya berdasarkan parameter fisika?
- b. Bagaimanakah kualitas es batu rumahan, balok, dan kristal di Gang Lebar, Wonocolo, Surabaya berdasarkan parameter kimia?
- c. Bagaimakah kualitas es batu Rumahan, balok, dan kristal di Gang Lebar, Wonocolo, Surabaya berdasarkan parameter mikrobiologis?

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui kualitas es batu rumahan, balok, dan kristal di Gang Lebar, Wonocolo, Surabaya berdasarkan parameter fisika.
- b. Untuk mengetahui kualitas es batu rumahan, balok, dan kristal di Gang Lebar, Wonocolo, Surabaya dengan parameter kimia.
- c. Untuk mengetahui kualitas es batu rumahan, balok, dan kristal di Gang Lebar, Wonocolo, Surabaya berdasarkan parameter mikrobiologis.

1.4 Manfaat Penelitian

- a. Penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi mengenai kualitas fisika, kimia, dan mikrobiologis es batu rumahan, balok, dan kristal di Gang Lebar, Wonocolo, Surabaya.
- b. Dapat memberikan informasi bagi masyarakat agar bisa memilih es batu yang baik untuk dikonsumsi

1.5 Batasan Penelitian

- a. Sampel diambil di Gang Lebar, Wonocolo. Batas pengambilan sampel adalah pada 5 agen es batu yang menjual jenis es batu rumahan, balok, dan kristal.

Jumlah sampel sebanyak 5 es batu yang terdiri dari 2 es batu rumahan, 1 es batu balok, dan 2 es batu kristal.

- b. Pengujian kualitas es batu dilakukan dengan menggunakan parameter fisika, yaitu warna, bau, dan rasa. Parameter kimia, yaitu uji kadar besi (Fe) dan pH. parameter mikrobiologis, yaitu uji TPC (*Total Plate Count*), MPN (*Most Probable Number*), dan Uji Cemaran *Salmonella sp.*



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Minum

Menurut PerMenKes RI nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum menjelaskan bahwa air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum secara langsung.

Adapun jenis air minum berdasarkan KeMenKes RI nomor 907/MENKES/SK/VII/2002 adalah sebagai berikut:

- a. Air yang didistribusikan melalui pipa untuk keperluan rumah tangga
- b. Air yang didistribusikan melalui tangki air
- c. Air kemasan
- d. Air yang digunakan untuk produksi bahan makanan dan minuman yang disajikan kepada masyarakat.

Kualitas air minum yang baik idealnya adalah jernih, tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau. Selain itu, air minum tidak mengandung bakteri patogen yang dapat membahayakan kesehatan manusia, tidak mengandung zat kimia berbahaya yang dapat mengganggu fungsi organ tubuh, dapat diterima secara estetis dan secara ekonomisnya tidak merugikan (Sampulawa, 2016).

2.2 Es Batu

Es batu merupakan air yang dibekukan dalam alat pendingin yang bersuhu 0°C. Pada suhu yang rendah mikroorganisme akan mengalami penghambatan pada proses pertumbuhannya atau dorman. Hal ini disebabkan karena aktivitas metabolisme diurai dengan bantuan enzim dan kecepatan reaksi enzimatik yang

dipengaruhi oleh suhu. Namun, saat es batu akan dikonsumsi, es batu tersebut bisa saja mengalami kontaminasi mikroba karena suhu es yang kembali naik dan proses pertumbuhan bakteri aktif kembali (Kamelia dkk, 2018).

Es batu yang sering dikonsumsi oleh masyarakat adalah es batu jenis balok, kristal, dan rumahan. Es batu sering digunakan sebagai bahan untuk mempertahankan kesegaran dari suatu makanan atau minuman atau untuk memperpanjang umur simpan suatu bahan makanan ataupun minuman. Ketiga jenis es batu ini memiliki perbedaan bentuk, pada es kristal memiliki bentuk bulat dan bolong ditengah seperti pipa, es balok memiliki bentuk kotak (balok), dan es rumahan memiliki bentuk tabung (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 (A) Es Kristal (Febriyanti, 2020), (B) Es Balok (Warsiyah dan Warniningsih, 2018), (C) Es Rumahan (Saadah, 2017).

Adapun syarat mutu es batu yang dapat dikonsumsi menurut SNI 3839 tahun 2019 adalah:

Tabel 2.1 Syarat Mutu Es Batu

Kriteria Uji	Satuan	Syarat Mutu
Warna	-	Normal
Bau	-	Tidak berbau
Rasa	-	Tidak berasa
pH	-	6.0 – 8.5
Kekeruhan	NTU	Maks 1,5
Zat Yang Terlarut	mg/L	Maks 500
KmnO ₄	mg/L	Maks 1.0
Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/L	Maks 44
Nitrit (NO ₂ ⁻)	mg/L	Maks 0,1
Amonium (NH ₄ ⁺)	mg/L	Maks 0,15
Fluorida (F ⁻)	mg/L	Maks 1
Sianida (CN ⁻)	mg/L	Maks 0,05
Besi (Fe)	mg/L	Maks 0,1
Klor bebas (Cl ₂)	mg/L	Maks 0,1
Kromium (Cr)	mg/L	Maks 0,05
Timbal (Pb)	mg/L	Maks 0,15
Kadmium (Cd)	mg/L	Maks 0,01
Timah (Sn)	mg/L	Maks 40
Merkuri (Hg)	mg/L	Maks 0,03
Cemaran Arsen (As)	mg/L	Maks 0,20
Angka Lempeng Total	koloni/mL	10 ² – 10 ⁴ koloni/mL
Koliform	APM/100 mL	<1.8 – 10 APM/100 mL
<i>Salmonella</i>		Negatif/25 ml

(Sumber: SNI 3839 Es Batu Untuk Dikonsumsi, 2019)

2.3 Parameter Uji Kualitas Es Batu

2.3.1 Parameter Fisika

Menurut SNI 3839:2019 parameter fisik yang penting untuk mengetahui syarat mutu es batu adalah sebagai berikut:

A. Warna

Es batu yang baik untuk dikonsumsi harus memiliki warna yang jernih menyerupai kristal. Namun pada es batu yang terbuat dari air mentah biasanya memiliki warna yang cenderung putih karena terdapat banyak gas yang terperangkap didalamnya. Es batu dengan warna putih ini tidak aman untuk dikonsumsi, terlebih apabila air yang digunakan telah terkontaminasi (Saadah, 2017). Berdasarkan SNI 3839:2019 syarat mutu es batu untuk dikonsumsi harus memiliki warna normal. Penentuan warna es batu ini dilakukan menggunakan indera penglihatan manusia.

B. Bau

Es batu yang dikonsumsi tidak boleh berbau. Apabila es batu memiliki bau maka es batu tersebut telah tercemar oleh senyawa kimia maupun tercemar tinja. Syarat mutu es batu berdasarkan SNI 3839:2019 adalah tidak berbau. Adapun penentuan bau es batu dilakukan dengan menggunakan indera penciuman manusia.

C. Rasa

Es batu yang aman dikonsumsi harus tidak berasa atau seperti air minum. Apabila es batu memiliki rasa yang aneh, dapat dipastikan bahwa es batu telah terkontaminasi oleh senyawa-senyawa kimia berbahaya (Saadah, 2017). Menurut SNI 3839:2019 syarat mutu es batu untuk dikonsumsi harus tidak memiliki rasa. Penentuan rasa pada es batu dilakukan dengan menggunakan indera perasa manusia.

D. Kekeruhan

Kekeruhan didefinisikan sebagai suatu ukuran atau biasanya cahaya dalam air. Kekeruhan dapat mempengaruhi kadar oksigen dalam air (Yuniarsih dkk., 2019). Es batu yang baik harusnya tidak keruh. Adapun syarat mutu kekeruhan es batu menurut SNI 3839:2019 adalah maksimal 1,5 NTU. Kekeruhan dapat diukur dengan alat turbidimeter.

2.3.2 Parameter Kimia

A. pH (*Potential Hydrogen*)

pH merupakan derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan dalam suatu larutan. Nilai pH adalah ukuran untuk konsentrasi ion hidrogen dalam larutan akuatik. Apabila suatu larutan memiliki pH 1 maka bersifat sangat asam, pH 7 netral, dan pH 14 basa. Penentuan pH dapat

dilakukan menggunakan indikator warna atau dengan alat pH meter (Sulistya dan Alifya, 2019). Pada es batu pH yang baik adalah pH netral. Menurut SNI 3839:2019 syarat mutu es batu untuk nilai pH adalah pH 6-8.5.

B. Uji Kadar Besi (Fe)

Besi merupakan salah satu komponen kimia yang terkandung dalam air. Besi juga termasuk dalam komponen hemoglobin yang diperkirakan dapat membawa sel darah merah dan mengantarkan ke jaringan tubuh. Besarnya kadar Fe dalam makanan atau minuman dapat menyebabkan logam ini terakumulasi menjadi *ferritin* (Ummah, 2021). Menurut SNI 3839 tahun 2019 syarat mutu es batu berdasarkan kadar besi (Fe) adalah maksimal 0,1 mg/L.

Adapun pengukuran kadar besi (Fe) ini menurut standar mutu dari SNI dapat dilakukan dengan metode spektrofotometri serapan atom (SSA) dan dengan metode kolorimetri. Pada metode spektrofotometri serapan atom (SSA) memiliki prinsip utama yaitu apabila cahaya dengan panjang gelombang tertentu dilewatkan ke suatu sel yang mengandung atom-atom bebas, maka sebagian cahaya akan diserap dan intensitas penyerapan akan berbanding lurus dengan banyaknya atom bebas didalam sel tersebut. Senyawa yang ada dalam sel akan diuapkan oleh sumber cahaya dan akan mengalami proses atomisasi dimana senyawa akan diuraikan menjadi uap-uap atom bebas. Uap-uap atom bebas ini akan diserap oleh lampu katoda dan sebagiannya lagi ditransmisikan. Sehingga, detektor dapat mengukur absorbansi dari uap-uap atom bebas yang telah ditransmisikan (Ummah, 2021).

Pada metode kolorimetri merupakan metode perbandingan dengan menggunakan perbedaan warna. Prinsip utama metode kolorimetri adalah mengukur warna suatu zat sebagai perbandingannya. Biasanya, cahaya putih

digunakan sebagai sumber untuk membandingkan absorpsi terhadap cahaya relatif suatu zat. Alat yang biasa digunakan dalam metode ini adalah kolorimeter. Adapun faktor utama dalam metode kolorimetri ini adalah intensitas warna yang digunakan harus sesuai dengan konsentrasinya (Taufik dkk, 2019).

2.3.3 Parameter Mikrobiologis

1. Bakteri Indikator

A. *Coliform*

Coliform merupakan suatu kelompok bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya pencemaran dan kondisi yang tidak baik terhadap air, makanan, dan minuman. *Coliform* dikelompokkan dalam bakteri berbentuk batang, gram negatif, tidak membentuk spora, aerobik fakultatif yang dapat memfermentasi laktosa dengan menghasilkan asam dan gas dalam waktu 48 jam dengan suhu 37°C. adanya bakteri coliform didalam makanan dan minuman dapat menunjukkan kemungkinan adanya mikroba enteropatogenik dan toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan (Jiwintarum dkk, 2017).

Bakteri *coliform* merupakan bakteri flora normal yang terdapat pada saluran pencernaan manusia. Bakteri ini muncul sejak dimasukkannya makanan ke dalam saluran pencernaan. Bakteri coliform bersifat gram negatif, sehingga apabila dilihat melalui pewarnaan gram akan menunjukkan warna merah, dan bakteri ini mampu memfermentasi laktosa pada suhu 35-37° C (Saadah, 2017).

Bakteri *coliform* dapat dibedakan menjadi 2 kelompok, yaitu coliform fekal (*Escherichia coli*) dan non fekal (*enterobacter aerogenes*) (Sunarti, 2015). Bakteri *coliform* tidak termasuk kedalam taksonomi bakteri, namun hanya sebagai istilah

untuk menyebutkan kelompok mikroorganisme yang berada di dalam air (Mubarokhah dan Wijanarka, 2019).

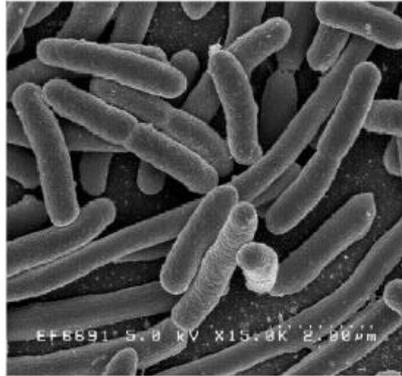
B. *Escherichia coli*

Bakteri *Escherichia coli* merupakan bagian dari bakteri coliform fekal. *E. coli* merupakan bakteri yang digunakan sebagai indikator uji kualitas bakteriologis karena secara normal ditemukan pada pencernaan manusia, hewan, serta makanan dan minuman yang terkontaminasi tinja manusia ataupun hewan (Abdullah, 2010).

Escherichia coli pertama kali ditemukan oleh Theodor Escherich dan diberi nama sesuai dengan penemunya. *E. coli* merupakan bakteri flora normal yang berada pada saluran pencernaan manusia (Saadah, 2017). Adapun klasifikasi dari bakteri *Escherichia coli* adalah sebagai berikut: (Liu, 2019)

Klasifikasi *Escherichia coli*:

Domain : Bacteria
Kingdom : Eubacteria
Filum : Proteobacteria
Kelas : Gammaproteobacteria
Ordo : Enterobacteriales
Famili : Enterobacteriaceae
Genus : *Escherichia*
Spesies : *Escherichia coli*



Gambar 2.2 *Escherichia coli*.
(Fauzia, 2021)

Escherichia coli memiliki karakteristik berbentuk batang dengan panjang sekitar 2 mikrometer dan berdiameter 0,5 mikrometer. Volume sel *E. coli* berkisar antara 0,6 – 0,7 m³. Bakteri *E. coli* dapat hidup pada suhu 20 - 40°C dengan suhu optimum 37°C dan tergolong dalam bakteri gram negatif serta termasuk bakteri anaerob fakultatif (Sutiknowati, 2016).

Escherichia coli mampu memfermentasi glukosa dengan hasil akhir adalah asam. Bakteri ini juga mampu memfermentasi karbohidrat dan menghasilkan produk berupa asam, tetapi tidak dapat menghasilkan produk netral, seperti aseton (Febriyanti, 2020).

C. *Salmonella* sp.

Salmonella sp. merupakan bakteri berbentuk batang, bersifat gram negatif, aerobik atau fakultatif, dan tidak dapat membentuk spora. *Salmonella* sp. memiliki enzim katalase yang dapat memecah dihidrogen peroksida menjadi H₂O dan O₂. Bakteri *Salmonella* juga dapat mereduksi nitrat menjadi nitrit, dapat tumbuh dengan cepat pada berbagai macam media, hidup pada pH 4-9 dan pada beberapa spesies dapat tumbuh pada pH 3,7 (Yuswananda, 2015).

Salmonella sp. termasuk dalam bakteri yang tidak mampu memfermentasi laktosa, sukrosa atau salisin. Akan tetapi, bakteri ini mampu memfermentasi glukosa yang dapat memproduksi gas dan asam. *Salmonella* sp. dapat tumbuh secara optimum dan dapat membentuk koloni yang tampak oleh mata dalam waktu 24 jam pada media pertumbuhan yang tepat (Febriyanti, 2020).

Bakteri *Salmonella* sp. dapat menginfeksi saluran gastrointestinal dan beberapa dapat menginfeksi makanan. Adapun infeksi bakteri *Salmonella* sp. ini dapat disebut sebagai *Salmonellosis* (Fatiqin dkk, 2019). *Salmonellosis* ini terjadi karena makanan yang tercemar oleh bakteri *Salmonella* sp. yang kemudian dikonsumsi oleh manusia. Berikut adalah klasifikasi dari bakteri *Salmonella* sp. (D'aoust, 2001):

Kingdom : Bacteria

Divisi : Proteobacteria

Kelas : Gammaproteobacteria

Ordo : Enterobacteriales

Famili : Enterobacteriaceae

Genus : *Salmonella*

Spesies : *Salmonella* sp.



Gambar 2.3 *Salmonella* sp.
(Vivien, 2020)

Secara klinis *Salmonella* sp. dapat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu *Salmonella* tifoid dan *Salmonella* non tifoid. *Salmonella* tifoid dapat menyebabkan demam enterik atau demam tifoid. Bakteri yang tergolong *Salmonella* tifoid adalah *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi* A, B, dan C. pada *Salmonella* non tifoid dapat menyebabkan gastroenteritis. Bakteri yang termasuk dalam *Salmonella* non tifoid adalah *Salmonella enteridis*, *Salmonella anatum*, *Salmonella agona*, dan sebagainya (Yuswananda, 2015).

2. Metode Uji Mikrobiologis

Menurut SNI 3839 tahun 2019 mengenai analisis kualitas es batu untuk dikonsumsi, tidak boleh melebihi batas cemaran mikroba dalam beberapa uji, yaitu dengan uji ALT (Angka Lempeng Total), uji MPN (*Most Probable Number*), dan uji keberadaan *Salmonella*.

A. Metode Penghitungan *Total Plate Count* (TPC)

TPC (*Total Plate Count*) adalah metode yang digunakan untuk menghitung jumlah mikroba yang terdapat dalam suatu bahan (makanan atau minuman) maupun sediaan. Metode ini biasa disebut dengan angka lempeng total (ALT). TPC ini dapat memberikan gambaran mengenai kualitas suatu bahan secara keseluruhan, namun metode ini memiliki kemampuan yang terbatas dalam mengidentifikasi sumber kontaminasi bakteri (Anggraini, 2019). Prinsip dari metode TPC adalah menumbuhkan sel mikroorganisme yang masih hidup pada medium, kemudian mikroorganisme akan berkembang biak dan membentuk koloni yang dapat dilihat secara langsung, dan dapat dihitung dengan mata tanpa menggunakan mikroskop (Purwa dkk, 2012).

Pada pengujian dengan TPC ini sampel harus dilakukan pengenceran secara bertingkat. Hal tersebut dilakukan untuk mengurangi jumlah populasi mikroorganisme agar didapatkan koloni yang tidak menumpuk dan agar mudah dihitung (Cahya dkk, 2019). Tahap – tahap pengenceran dilakukan secara desimal, yaitu 1:10, 1:100, dan 1:1000 atau biasa disingkat dengan 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} . Larutan yang digunakan saat pengenceran dapat berupa larutan buffer, NaCl 0,85%, dan larutan ringer (Anggraini, 2019).

Metode TPC dapat dibedakan menjadi 2 cara, yaitu metode tuang (*pour plate*) dan metode sebar (*spread plate*). Dari kedua metode ini dapat dibedakan dari tahap awal penggunaan media agar dan tidak menggunakan media agar. Pada tahap awal metode tuang (*pour plate*) adalah pengenceran sampel, kemudian dimasukkan ke dalam cawan petri. Sedangkan, pada metode sebar (*spread plate*) tahap awalnya adalah membuat media terlebih dahulu, kemudian menuang sampel dalam cawan petri dan diinkubasi (Apriliyanti, 2020).

Setelah dilakukan pengujian TPC, koloni yang terbentuk dapat dihitung dengan perhitungan *Standart Plate Count* (SPC) yang menjelaskan cara menghitung koloni pada cawan dan cara memilih data yang ada untuk menghitung jumlah koloni dalam sampel. Perhitungan jumlah koloni ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Anggraini, 2019):

$$N = \text{jumlah koloni pada cawan} \times \frac{1}{fp}$$

Keterangan:

fp: faktor pengenceran

N: jumlah koloni sampel (koloni per mL atau per gram)

Adapun cara menghitung cawan menggunakan SPC adalah sebagai berikut (Anggraini, 2019):

1. Setiap cawan yang akan dihitung mengandung koloni antara 30 sampai 300.
2. Pada koloni yang tidak jelas atau tidak terlihat dapat dihitung menjadi satu koloni.
3. Satu kumpulan koloni yang terlihat seperti suatu garis tebal dihitung sebagai satu koloni.
4. Perbandingan jumlah bakteri dilihat dari hasil pengenceran yang lebih besar dan pengenceran sebelumnya. Jika menunjukkan hasil yang sama atau <2 , maka hasil harus dirata-rata. Namun, jika hasil menunjukkan >2 , maka yang digunakan adalah jumlah mikroba dari hasil pengenceran sebelumnya.
5. Apabila dalam pengenceran menggunakan ulangan dan hasil sesuai standart maka harus di rata-rata.

B. Metode Penghitungan *Most Probable Number* (MPN)

MPN merupakan metode yang digunakan untuk menentukan total bakteri coliform. Metode MPN dilakukan dengan mengamati bakteri dengan variabel suhu dan waktu tertentu. Apabila hasil menunjukkan positif, maka akan terbentuk gas pada tabung durham. Metode ini dilakukan dalam sampel yang berbentuk cair. Saat inkubasi 1X24 jam mendapatkan hasil negatif, maka dapat dilanjutkan dengan inkubasi 2X24 jam (Adityawarman, 2012).

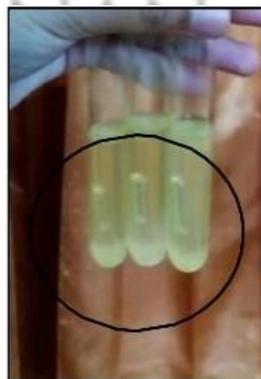
Prinsip utama dari metode MPN adalah mengencerkan sampel hingga tingkat tertentu sehingga didapat konsentrasi mikroorganisme yang sesuai. Jika ditanam dalam tabung menghasilkan frekuensi pertumbuhan tabung positif terdapat bakteri yang ditunjukkan dengan adanya gas dalam tabung durham. Semakin besar jumlah

sampel yang dimasukkan (semakin rendah jumlah pengenceran), maka semakin banyak tabung positif yang muncul. Dan apabila tabung yang dimasukkan semakin besar (semakin tinggi pengenceran), maka tabung positif akan jarang yang muncul. Adapun jumlah sampel atau pengenceran yang baik adalah yang menunjukkan hasil positif. Semua hasil positif pada tabung sangat bergantung dengan probabilitas sel yang terambil oleh pipet saat memasukkannya dalam media (Jiwintarum dkk, 2017). Oleh karena itu homogenisasi sangat mempengaruhi pada metode MPN (Apriliyanti, 2020).

Pada metode MPN terdapat 3 kali pengujian, yaitu (Apriliyanti, 2020):

1. Uji Praduga

Uji praduga merupakan tahap awal yang dilakukan untuk melihat adanya bakteri coliform yang ditandai dengan terbentuknya gas. Adapun terbentuknya gas ini merupakan fermentasi laktosa dari bakteri golongan koli. Tabung dapat dinyatakan positif apabila terdapat gelembung gas dan dinyatakan negatif apabila tidak terdapat gelembung gas (Gambar 2.1). Pada tabung yang positif akan dilanjutkan dalam uji penegasan.



Gambar 2.4 Uji Penegasan dengan Media LB
(Cahya dkk, 2019)

2. Uji Penegasan

Uji penegasan ini bertujuan untuk menguji kembali keberadaan bakteri coliform pada sampel. Sampel yang positif diinokulasikan pada media selektif. Media yang digunakan pada uji penegasan ini adalah media *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB). Apabila tabung positif akan menunjukkan adanya gelembung gas pada tabung durham yang telah diinkubasi selama 48 jam (Gambar 2.2). hasil yang positif akan dilanjutkan pada uji pelengkap.



Gambar 2.5 Uji Penegasan dengan Media BGLB
(Jiwintarum dkk, 2017)

3. Uji Pelengkap

Uji pelengkap ini dilakukan untuk menentukan apakah bakteri yang tumbuh adalah benar bakteri coliform. Pada uji ini dilakukan dengan menginokulasikan koloni bakteri pada media agar dengan cara digoreskan. Media agar yang digunakan ada EMB atau *Eosin Methylen Blue*. Komposisi dari media EMB ini terdiri dari kalium hidrogen fosfat, laktosa, *methylene blue*, eosin Y, dan agar dengan pH $6,8 \pm 0,2$ pada suhu 25°C . Pada bakteri gram negatif akan memfermentasi laktosa dan menghasilkan asam. Pada hasil positif akan menghasilkan warna hijau metalik mengkilap. Warna hijau metalik mengkilap ini adalah indikator adanya bakteri koliform yang dihasilkan dari fermentasi laktosa (Febriyanti, 2020) (Gambar 2.3).



Gambar 2.6 Uji Pelengkap dengan Media EMB
(Alifia dan Oktira, 2021)

Nilai MPN merupakan perkiraan jumlah individu bakteri atau disebut juga *coloni forming unit* atau unit pembentuk koloni. Satuan yang digunakan dalam umumnya adalah per 100 mL. Nilai perhitungan MPN dalam suatu sampel dapat ditentukan menggunakan tabel MPN, dimana nilai yang tercantum pada tabel MPN dihitung atas dasar asumsi bahwa mikroorganisme yang terkandung menyebar secara merata atau homogen dalam pangan mikroorganisme mungkin hanya berada pada salah satu tempat tertentu/ tidak merata pada jenis pangan atau sampel yang semi padat. Lemak dan partikel pangan yang tidak larut akan mencegah kehomogenan, oleh karena itu nilai MPN sangat baik untuk sampel yang berbentuk cair (Apriliyanti, 2020).

Metode MPN ini sangat cocok digunakan untuk sampel dengan konsentrasi mikroorganisme yang rendah, khususnya pada sampel air, susu, dan makanan yang memiliki partikel-partikel terlarut didalamnya. Partikel-partikel tersebut mungkin mampu mempengaruhi keakuratan pada perhitungan bakteri jika menggunakan metode penanaman cawan petri dan lainnya. Hal ini dikarenakan sel bakteri yang terpisah dapat mengelompok atau membentuk koloni pada partikel makanan dan mungkin tidak terpisah saat homogenisasi dalam pengenceran bertingkat sehingga saat plating terdapat satu kumpulan yang membentuk koloni dan membuat data

plate count menjadi bias. Oleh karena itu, metode MPN dapat mengeliminasi kekurangan tersebut (Dhafin, 2017).

C. Isolasi Bakteri *Salmonella* sp.

Untuk mengetahui ada atau tidaknya *Salmonella* sp. dalam sampel perlu dilakukan isolasi dengan menanamkan isolat bakteri pada suatu media. Media agar yang biasa digunakan untuk mengisolasi keberadaan bakteri *Salmonella* sp. adalah media SSA (*Salmonella Shigella Agar*). Media SSA merupakan media selektif yang biasa digunakan dalam isolasi bakteri *Salmonella* sp. atau isolasi pada beberapa spesies bakteri *Shigella*. Hasil dari inokulasi *Salmonella* sp. pada media SSA adalah berupa koloni yang transparan (tidak berwarna) dan terdapat bintik berwarna hitam pada koloni tersebut pada Gambar 2.4 (Fauzia, 2021).



Gambar 2.7 Koloni Bakteri *Salmonella* sp pada Media SSA (Suryandari dkk, 2018)

Selain media SSA, media selektif *Bismuth Sulphite Agar* (BSA), Media *Hektoen Enteric Agar* (HEA), dan media *Xylose Lysine Deoxychoalate* (XLD) juga dapat digunakan untuk menanamkan isolat bakteri *Salmonella*. Pada media *Bismuth Sulphite Agar* merupakan modifikasi dari media selektif Wilson dan Blair yang digunakan untuk isolasi *Salmonella typhii* dan jenis bakteri *Salmonella* lainnya dari bahan makanan dan bahan lainnya, limbah dan air. Media BSA ini mengandung indikator produksi sulfida. Media BSA ini terdiri dari ekstrak daging sapi, pepton,

glukosa, dinatrium hidrogen ortofosfat, iron (II) sulfat, *bismuth amonium citrate*, *sodium sulfite*, *brilliant green*, dan air deionisasi. Media ini dapat digunakan untuk mengetahui fermentasi laktosa yang dilakukan bakteri *Salmonella* (Corry *et al*, 2003).

Media *Hektoen Enteric Agar* merupakan media yang digunakan untuk isolasi bakteri *Shigella* dan *Salmonella*. Media ini dapat memberikan diferensiasi koloni yang baik dan dapat menghambat beberapa bakteri *coliform* dan bakteri non fermentasi laktosa lainnya, sehingga dapat mempermudah dalam identifikasi bakteri *Salmonella* dan *Shigella* dari produk makanan. Komposisi media HEA terdiri dari proteosa pepton, ekstrak *yeast*, *sodium chloride*, laktosa, sukrosa, salisin, *bromothymol blue*, *fuchsin acid*, *sodium thiosulfate*, iron (III) *ammonium citrate*, garam empedu, agar dan air deionisasi. Pada media HEA, *Salmonella* spp. Dapat menghasilkan koloni berwarna hijau atau biru kehijauan transparan dan tampak bintik koloni hitam (J. E. L. Corry *et al.*, 2003).

Media *Xylose Lysine Deoxychoalate* (XLD) adalah media selektif dan differensial untuk menghambat pertumbuhan bakteri gram positif (Hutasoit *et al.*, 2017). Media XLD ini mengandung xilosa yang dapat membedakan *Salmonella* spp. dan bakteri enterik lainnya dari *Shigella* spp. karena bakteri *Shigella* spp. tidak dapat memfermentasi xilosa untuk menghasilkan asam. Pada media XLD, *Salmonella* sp menghasilkan koloni berwarna merah atau merah muda dengan atau tanpa pusat hitam (Adzitey *et al.*, 2011).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian observasional, yang dilakukan dengan menganalisis kualitas es batu berdasarkan parameter fisiknya, seperti warna, bau, rasa, Menganalisis kualitas es batu berdasarkan parameter kimia dengan uji kadar besi (Fe) dan pH, Serta Menganalisis kualitas es batu berdasarkan parameter mikrobiologisnya, yaitu dengan menghitung nilai TPC untuk mengetahui adanya total mikroba, menghitung nilai MPN untuk mengetahui total bakteri coliform dan mengetahui keberadaan *E. coli* pada sampel, serta mengisolasi *Salmonella sp* pada media SSA untuk mengetahui ada atau tidaknya cemaran bakteri *Salmonella sp* pada sampel es batu. Kemudian hasil tersebut dibandingkan dengan syarat mutu berdasarkan SNI 3839:2019.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini menggunakan sampel es batu yang diambil dari agen es batu berbeda di Gang Lebar, Wonocolo, Surabaya. Setelah sampel didapatkan kemudian dibawa ke Laboratorium Integrasi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya untuk diuji. Waktu penelitian dilakukan pada Bulan Februari 2022 sampai April 2022.

Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Bulan													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
1.	Penyusunan Proposal	■													
2.	Seminar Proposal					■									
3.	Persiapan Alat dan Bahan						■	■	■	■	■	■	■	■	■
4.	Pengambilan Sampel dan uji kualitas fisika (bau, warna, rasa) serta pH								■	■	■	■	■	■	■
5.	Uji TPC dan Salmonella									■	■	■	■	■	■
6.	Uji MPN										■	■	■	■	■
7.	Uji kadar Fe (besi)											■	■	■	■
8.	Analisis data												■	■	■
9.	Penyusunan Skripsi													■	■
10.	Sidang Skripsi														■

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2021)

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah jarum ose, botol sampel, *Autoklaf*, *hot plate*, *coloni counter*, mikropipet, cawan petri, tabung reaksi, tabung durham, gelas ukur, spatula, pipet, timbangan analitik, bunsen, *aluminium foil*, *vortex*, gelas beaker, *erlenmeyer*, kapas, kertas label, rak tabung reaksi, LAF (*Laminar Air Flow*), *waterbath*, stomacher, pH meter, spektrofotometer serapan atom (SSA).

3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah media NA (*Nutrient Agar*), media LB (*Lactose Broth*), media BGLB (*Brilliant Green Lactose Broth*), media EMB (*Eosin Methylen Blue*), *aquades*, media SSA (*Salmonella Shigella Agar*), media BPW (*Buffered Peptone Water*), media RV (*Rappaport Vasiliadis*), 6 sampel es batu (R1, R2, B1, B2, K1, K2), tissue, kapas, plastik wrap.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pengambilan Sampel

Sampel diambil dari 5 agen es batu berbeda di Gang Lebar yang menjual salah satu dari 3 jenis es batu, yaitu es batu rumahan, balok, dan kristal. Sampel diambil secara random (acak). Pengambilan sampel dilakukan dengan cara membeli langsung dan dimasukkan dalam *cooler box* lalu diberi label. Kemudian sampel diuji dengan parameter fisika, kimia, dan mikrobiologisnya.

3.4.2 Parameter Fisika

Parameter fisika dilakukan dengan uji warna, bau, dan rasa dari masing-masing es batu. Parameter ini diuji secara langsung saat pengambilan sampel es batu. Warna diamati dengan indera penglihatan manusia dengan kriteria warna es batu yang baik harus bening, bau diamati dengan indera penciuman manusia dengan kriteria es batu yang baik tidak berbau, dan rasa diamati dengan indera perasa manusia dengan kategori es batu yang baik tidak memiliki rasa.

3.4.3 Parameter Kimia

A. pH

Parameter pH dilakukan secara langsung saat pengambilan sampel es batu. Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan kertas pH universal. Dengan cara kertas dimasukkan kedalam sampel hingga, setelah kertas pH universal dimasukkan kedalam sampel, ditunggu hingga kertas tersebut berubah warna. Apabila kertas sudah berubah warna harus dicocokkan agar dapat menentukan nilai pH. Kemudian hasil dicatat.

B. Uji Kadar besi (Fe)

Pengujian kadar besi (Fe) dilakukan di Laboratorium Penelitian Dan Konsultasi Industri. Hasil dapat dilihat pada Lampiran 2.

3.4.4 Parameter Mikrobiologis

A. Sterilisasi Alat dan Bahan

Sterilisasi dilakukan dengan menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 15 menit. Semua alat dan bahan seperti cawan petri, tabung reaksi, tabung durham, dan media pertumbuhan mikroba, yaitu media NA, LB, BGLB, dan media EMB disterilisasi.

B. Pembuatan Media *Nutrient Agar* (NA) (Apriliyanti, 2020)

Pembuatan media NA pada penelitian ini digunakan sebanyak 8 gram media NA yang dilarutkan kedalam 400 ml aquades kemudian dipanaskan diatas kompor listrik hingga mendidih. Setelah mendidih dan media larut, selanjutnya di autoklaf dengan suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit. Media dituangkan sebanyak 20 ml kedalam cawan petri dan diinkubasi pada suhu 37°C.

C. Pembuatan Media *Lactose Broth* (LB) (Kamaliah, 2017)

Dalam pembuatan media LB terdapat 2 macam, yaitu media LB *double strenght* dan *single strenght*. Pada media LB *single strenght* dibutuhkan sebanyak 3,5 gram media dan dilarutkan kedalam 300 mL aquades. Kemudian dipanaskan diatas stirer sampai homogen dan mendidih. Setelah mendidih, dituangkan 10 ml media kedalam tabung reaksi yang sudah terisi dengan tabung durham, kemudian ditutup dengan kapas. Sedangkan untuk media LB *double strenght* dibutuhkan media 3,9 gram, kemudian dilarutkan kedalam 300 mL aquades. Kemudian sama seperti media LB *single strenght*, media LB *double strenght* dipanaskan diatas stirer hingga

homogen dan mendidih. Setelah mendidih, dituang kedalam tabung reaksi yang berisi tabung durham sebanyak 10 ml dan ditutup menggunakan kapas. Semua media yang sudah dimasukkan dalam tabung reaksi diautoklaf selama 15-20 menit pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm.

D. Pembuatan Media BPW (*Buffered Pepton Water*) (Sutaryana, 2017)

Ditimbang media BPW sebanyak 4,5 gram dan dilarutkan dalam 225 mL aquades. Kemudian dipanaskan diatas *hot plate* dan diaduk agar homogen. Selanjutnya, disterilisasi dengan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit.

E. Pembuatan Media RV (*Rappaport Vasiliadis*) (Sutaryana, 2017)

Ditimbang media RV sebanyak 2,711 gram dan dilarutkan dalam 100 mL aquades. Kemudian dipanaskan diatas *hot plate* dan diaduk agar homogen. Selanjutnya disterilisasi dengan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit.

F. Pembuatan Media *Salmonella Shigella Agar* (SSA) (Fauzia, 2021)

Dalam pembuatan media SSA ditimbang sebanyak 6,3 gram yang kemudian dilarutkan dalam 100 ml aquades. Selanjutnya media dihomogenkan menggunakan stirer. Setelah homogen, erlenmeyer yang berisi media ditutup dengan kapas dan alumunium foil dan kemudian diautoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm. Setelah itu, media dituangkan kedalam cawan petri dan diinkubasi dengan suhu 37°C.

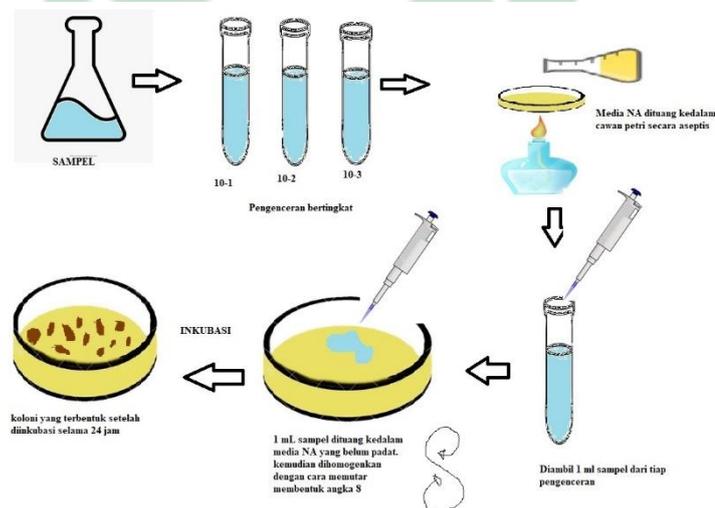
G. Preparasi Sampel

Sampel es batu yang telah mencair diambil sebanyak 1 mL secara aseptik, kemudian dimasukkan kedalam tabung reaksi steril yang telah berisi 9 ml aquades

dan dihomogenkan, larutan ini merupakan pengenceran 10^{-1} . Selanjutnya, diambil sebanyak 1 ml sampel pada pengenceran 10^{-1} dan dilarutkan kedalam 9 ml aquades sehingga didapatkan pengenceran 10^{-2} . Kemudian diambil 1 ml sampel dari pengenceran 10^{-2} kedalam 9 ml aquades sehingga didapatkan pengenceran 10^{-3} .

H. Uji *Total Plate Count* (TPC)

Uji dengan metode TPC ini menggunakan metode tuang (*Pour plate*) yaitu dengan mengambil 1 ml sampel dari pengenceran yang telah dilakukan saat preparasi, kemudian dimasukkan dalam media NA yang telah disterilisasi. Selanjutnya, sampel dan media NA yang belum memadat, dihomogenkan dengan cara diputar membentuk angka 8. Kemudian cawan petri diputar didekat api bunsen, lalu ditutup dengan *plastik wrap*. Kemudian media diinkubasi selama 24-48 jam dalam suhu 37°C . koloni yang tumbuh dihitung dengan menggunakan *colony counter* (Gambar 3.1).



Gambar 3.1 Skema Uji TPC dengan Metode *Pour Plate*
(Dokumentasi Pribadi, 2021)

I. Uji *Most Probable Number* (MPN)

Pada uji coliform ini digunakan metode MPN dengan menggunakan seri 333, kemudian dari uji penegasan dicocokkan dengan tabel MPN untuk mengetahui nilai bakteri koliform. Dalam uji MPN ini terdapat 3 tahapan, yaitu (Gambar 3.2):

1. Uji praduga

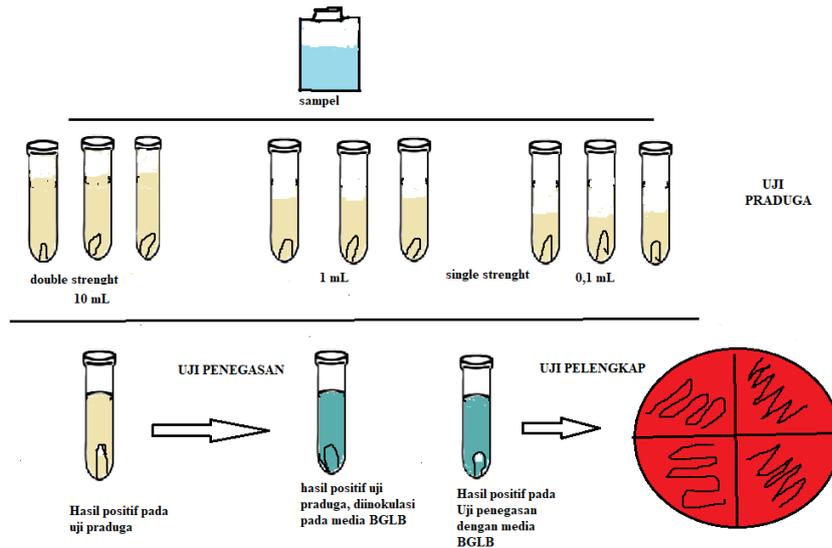
Sampel yang sudah diencerkan diambil sebanyak 1 ml dan 0,1 ml kemudian dimasukkan ke dalam tabung media single strength. Sedangkan pada media double strength dimasukkan sampel sebanyak 10 ml. Kemudian diinkubasi selama 2x24 jam. Jika terdapat gelembung gas berarti menunjukkan hasil positif dan dilanjutkan dalam uji penegasan.

2. Uji Penegasan

Tabung positif pada uji praduga dipindahkan sebanyak 1-2 ose ke dalam tabung yang berisi 10 ml media BGLB. Masing-masing tabung penguat yang positif diinokulasikan ke dalam media BGLB yang sudah berada dalam tabung reaksi. Kemudian diinkubasi selama 2x24 jam. Hasil positif ditandai dengan adanya gelembung gas. Kemudian hasil dicocokkan dengan tabel MPN seri 333 (Lampiran 1) untuk melihat total bakteri koliform, setelah itu dilanjutkan ke uji pelengkap.

3. Uji Pelengkap

Hasil yang positif pada media BGLB diambil dengan jarum ose kemudian dimasukkan ke dalam media EMB dengan metode streak. Cawan petri dimulut apikan di atas bunsen kemudian ditutup dengan plastik wrap. Setelah itu diinkubasi selama 24 jam pada suhu 25°C. jika setelah inkubasi terbentuk warna hijau metalik maka sampel positif tercemar bakteri *Escherichia coli*.



Gambar 3.2 Skema Uji MPN (*Most Probable Number*)
(Dokumentasi Pribadi, 2021)

J. Uji Cemaran *Salmonella sp*

1. Uji Pra-pengkayaan

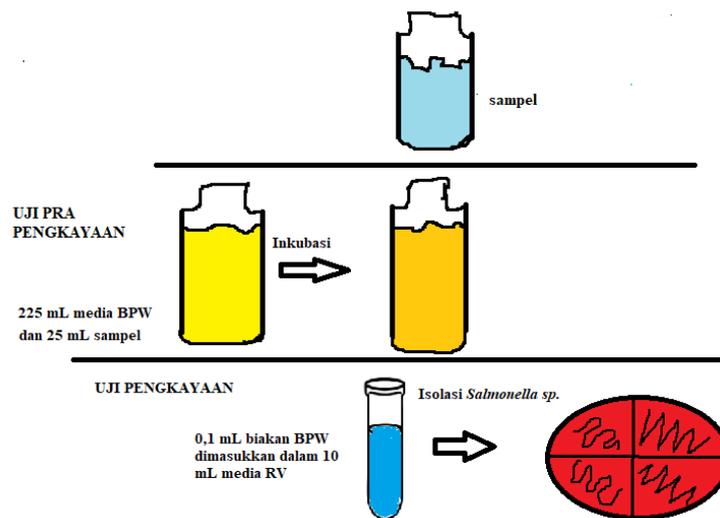
Sampel sebanyak 25 mL dimasukkan kedalam botol yang berisi 225 mL media BPW (*Buferrred Peptone Water*). Kemudian sampel dihomogenkan dengan *vortex* selama 1 menit. Selanjutnya, diinkubasi pada suhu $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam. Adanya pertumbuhan *Salmonella sp.* ditandai dengan kekeruhan (Gambar 3.3).

2. Uji Pengkayaan

Dipipet biakan BPW sebanyak 0,1 mL dan dimasukkan kedalam 10 mL media RV. Kemudian diinkubasi didalam waterbath dengan suhu 42°C selama 24 jam (Gambar 3.3).

3. Isolasi *Salmonella sp.*

Biakan RV yang telah diinkubasi, diambil dengan ose steril dan digoreskan pada permukaan media SSA. Kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24-48 jam. Pertumbuhan bakteri *Salmonella sp.* ditunjukkan dengan kriteria tidak berwarna (transparan) dengan inti hitam ditengah (Gambar 3.3).



Gambar 3.3 Skema Uji Cemar *Salmonella* sp.
(Dokumentasi Pribadi, 2021)

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh berupa hasil uji dengan parameter fisika, yaitu uji warna, bau, rasa, parameter kimia dengan uji kadar besi (Fe) dan pH, serta parameter mikrobiologis dengan uji TPC, MPN, dan cemaran bakteri *Salmonella* sp. dalam 6 sampel es batu. Kemudian, dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan syarat mutu es batu menurut SNI 3839:2019.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Parameter Fisika

4.1.1 Pengamatan Warna

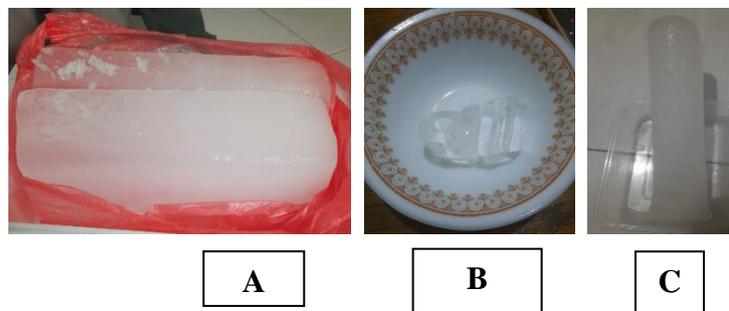
Pengamatan parameter fisika warna diamati dengan indera penglihatan manusia. Hasil dari pengamatan warna pada es batu dapat dilihat pada Tabel 4.1:

Tabel 4.1 Tabel Hasil Pengamatan Warna Pada Es Batu

No	Kode Sampel	Pengamatan Warna Es Batu	Syarat Mutu SNI 3839:2019	Keterangan
1.	B	Berwarna putih		Tidak Memenuhi
2.	K1	Jernih		Memenuhi
3.	K2	Jernih dengan tepi sedikit berwarna putih	Tidak Berwarna	Tidak Memenuhi
4.	R1	Terdapat warna putih pada sebagian es		Tidak Memenuhi
5.	R2	Berwarna putih		Tidak Memenuhi

Keterangan: B: Balok, K1: Kristal 1, K2: Kristal 2, R1: Rumahan 1, R2: Rumahan 2
(Sumber: Dokumentasi Pribadi: 2022)

Berdasarkan tabel 4.1 hasil pengamatan warna pada es batu didapatkan hasil 4 sampel es batu yang tidak memenuhi kriteria menurut SNI 3839:2019 yaitu es balok, es kristal 2 (K2), es rumahan 1 (R1), dan es rumahan 2 (R2). Sedangkan, sampel yang memenuhi kriteria hanya 1, yaitu pada sampel es kristal 1 (K1). Adapun es batu yang dianggap memenuhi kriteria adalah es batu yang tidak berwarna (jernih).



Gambar 4.1 Jenis Es Batu: A. Es Balok, B: Es Kristal, C: Es Rumahan
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Berdasarkan gambar 4.1 jenis es batu pada gambar A adalah es batu yang tidak memenuhi kriteria karena memiliki warna putih. Es tersebut merupakan es balok, begitu juga dengan gambar C yang juga memiliki kriteria warna putih yaitu pada es batu rumahan. Pada gambar B adalah es batu dengan warna yang jernih, yaitu pada es kristal (K1). Pada es batu yang berwarna putih ini kemungkinan terjadi karena bahan (air) yang digunakan dalam pembuatannya dapat berasal dari air yang mentah sehingga banyak gas yang terperangkap didalamnya. Sedangkan es batu yang jernih kemungkinan dibuat dengan bahan baku air yang telah dimasak (direbus) (Sa'adah, 2017).

4.1.2 Pengamatan Bau

Pengamatan terhadap parameter fisika bau dilakukan dengan indera penciuman manusia. Berikut adalah hasil dari pengamatan bau es batu (Tabel 4.2):

Tabel 4.2 Tabel Hasil Pengamatan Bau Pada Sampel Es Batu

No	Kode Sampel	Pengamatan Bau Es Batu	Syarat Mutu SNI 3839:2019	Keterangan
1.	B	Berbau		Tidak Memenuhi
2.	K1	Tidak berbau		Memenuhi
3.	K2	Tidak berbau	Tidak Berbau	Memenuhi
4.	R1	Tidak berbau		Memenuhi
5.	R2	Tidak berbau		Memenuhi

Keterangan: B: Balok; K1: Kristal 1; K2: Kristal 2; R1: Rumahan 1; R2: Rumahan 2

Berdasarkan Tabel 4.2 hasil pengamatan bau pada es batu didapatkan hasil satu sampel es batu yang tidak memenuhi syarat mutu SNI 3839:2019 yaitu es balok. Sedangkan, pada 4 sampel es lainnya (K1, K2, R1, dan R2) dinyatakan telah memenuhi syarat. Adapun es batu yang baik untuk dikonsumsi adalah es batu yang tidak berbau.

Pada pengamatan es balok ini memiliki kriteria bau seperti air tanah. Bau tersebut mungkin karena bahan (air) yang digunakan terbuat dari air yang mentah

(tidak melalui perebusan) dan mungkin terdapat organisme dalam es batu tersebut, seperti alga. Air yang digunakan untuk membuat es batu seharusnya berasal dari air bersih dan diolah terlebih dahulu (direbus). Selain itu, bau yang ditimbulkan es batu juga mungkin dapat disebabkan oleh kontaminasi senyawa kimia dan tinja dari air yang digunakan (Rosita, 2014). Adapun bahan baku air yang baik untuk digunakan dalam pembuatan es batu adalah air yang tidak berbau (Dewi dan Putri, 2019).

4.1.3 Pengamatan Rasa

Pengamatan terhadap parameter fisika rasa dilakukan dengan indera perasa manusia. Adapun hasil dari pengamatan rasa pada sampel es batu dapat dilihat pada tabel 4.3:

Tabel 4.3 Tabel Hasil Uji Rasa Pada Sampel Es Batu

No	Kode Sampel	Uji Rasa	Syarat Mutu SNI 3839:2019	Keterangan
1.	B	Berasa		Tidak Memenuhi
2.	K1	Tidak berasa (tawar)	Tidak Berasa	Memenuhi
3.	K2	Tidak berasa (tawar)		Memenuhi
4.	R1	Tidak berasa (tawar)		Memenuhi
5.	R2	Tidak berasa (tawar)		Memenuhi

Keterangan: B: Balok; K1: Kristal 1; K2: Kristal 2; R1: Rumahan 1; R2: Rumahan 2

Berdasarkan tabel 4.3 hasil pengamatan rasa pada sampel es batu didapatkan hasil 1 sampel yang tidak memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan SNI 3839:2019 yaitu es balok. Sedangkan 4 sampel lainnya (K1, K2, R1, dan R2) telah memenuhi kriteria. Es batu yang baik untuk dikonsumsi adalah tidak berasa.

Pada pengamatan rasa es balok memiliki kriteria rasa agak pahit. Sedangkan pada 4 sampel es batu lainnya tidak berasa atau tawar. Rasa pahit tersebut mungkin disebabkan karena air sebagai bahan baku pembuatan es yang berasal dari air mentah. Adanya rasa pada es batu juga mungkin terjadi karena adanya H₂S. H₂S ini merupakan gas yang berasal dari hasil peruraian senyawa organik atau dari mikroorganisme yang berlangsung secara anaerobik (Rosita, 2014). H₂S dapat

berasal dari air yang terkontaminasi oleh sampah ataupun mikroorganisme yang menghasilkan sulfat dari hasil reduksi anaerob (Panjaitan, 2020). Kemungkinan adanya gas H₂S ini juga dapat mempengaruhi warna es batu yaitu es batu menjadi warna putih. Rasa pada es batu juga dapat disebabkan oleh tercemarnya senyawa kimia pada air bahan baku pembuatan es (Sa'adah, 2017). Adapun air yang baik untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan es batu adalah air bersih yang memiliki kriteria tidak berasa (Dewi dan Putri, 2019).

4.2 Parameter Kimia

4.2.1 pH

Pada uji pH dilakukan dengan menggunakan kertas pH universal. Berikut adalah hasil dari uji pH pada sampel es batu (Tabel 4.4):

Tabel 4.4 Tabel Hasil Uji pH Pada Es Batu

No	Kode Sampel	pH	Syarat Mutu SNI 3839:2019	Keterangan
1.	B	6		Memenuhi
2.	K1	6		Memenuhi
3.	K2	6	6-8,5	Memenuhi
4.	R1	7		Memenuhi
5.	R2	7		Memenuhi

Keterangan: B: Balok; K1: Kristal 1; K2: Kristal 2; R1: Rumah 1; R2: Rumah 2
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022)

Pada uji pH es batu didapatkan hasil semua sampel es batu telah memenuhi standar yang telah ditentukan SNI 3839:2019 yaitu 6-8,5. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Bandaru, 2016) mengenai kualitas pH es batu di India juga telah memenuhi syarat yang telah ditentukan yaitu es batu memiliki nilai 7,02 – 7,84. Begitu pula dengan penelitian yang dilakukan oleh Gerokomou *et al* (2011) mengenai kualitas kimia pH es di Yunani menunjukkan pH yang masih memenuhi syarat yakni sebesar 7,7 dengan batas toleransi 7,2-8,3. Pada penelitian Teixeira *et al* (2019) juga menyatakan bahwa kualitas pH es batu di Kota Lisbon

telah memenuhi syarat mutu yakni memiliki nilai pH 7,9 dengan batas toleransi 7,8 – 8,1.

Pengujian pH dilakukan untuk mengetahui asam atau basa pada suatu larutan. Jika pada es batu memiliki pH yang sangat rendah dapat mengakibatkan beberapa persenyawaan kimia dalam tubuh menjadi racun apabila es tersebut dikonsumsi (Mairizki, 2017). pH yang optimum ini juga dapat menjadi pengaruh baik pada pertumbuhan bakteri. Pada bakteri *E. coli* dapat tumbuh pada pH 7 (Kurniati dkk, 2020). Pada bakteri *Salmonella sp.* dapat tumbuh pada pH 6-8 (Hanna dkk, 2005). Karena pH optimum ini dapat menjadikan pertumbuhan baik pada bakteri, maka pengukuran kualitas tidak hanya dilihat dari pH saja, tetapi juga pada kualitas mikrobiologisnya yang dijelaskan pada sub bab 4.3.

4.2.2 Uji Kadar Besi (Fe)

Pada pengukuran parameter kimia, salah satu unsur yang menjadi standar mutu adalah Fe (besi). uji kadar Fe (besi) penting dilakukan untuk mengetahui cemaran logam Fe (besi) dalam sampel es batu. Karena apabila logam tersebut mengkontaminasi es batu ataupun bahan yang digunakan dalam pembuatan es, dapat menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan (Ummah, 2021). Dari pengujian Fe sampel es batu didapatkan hasil sebagai berikut:(Tabel 4.5)

Tabel 4.5 Tabel Hasil Uji Kadar Besi (Fe)

No	Kode Sampel	Kadar Besi (mg/L)	Syarat Mutu SNI 3839:2019	Keterangan
1.	B	9,56		Tidak Memenuhi
2.	K1	8,05		Tidak Memenuhi
3.	K2	8,11	Maks 0,1 mg/L	Tidak Memenuhi
4.	R1	9,88		Tidak Memenuhi
5.	R2	7,65		Tidak Memenuhi

Keterangan: B: Balok; K1: Kristal 1; K2: Kristal 2; R1: Rumahan 1; R2: Rumahan 2

Berdasarkan tabel 4.5 hasil uji kadar Fe (besi) didapatkan semua sampel tidak memenuhi syarat SNI 3839:2019 dengan batas maksimum 0,1 mg/L. Adapun

sampel yang memiliki nilai Fe tinggi adalah pada sampel es batu rumahan 1 (R1) dengan nilai 9,88 mg/L dan sampel B (es balok) dengan nilai 9,56 mg/L. Pada sampel es batu yang nilai Fe nya rendah adalah pada sampel es Rumahan 2 (R2) dengan nilai 7,65 mg/L. Hal ini tidak sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Pujiyanto & Wahyuningsih, 2019) yang menyatakan bahwa kadar Fe pada es batu di Kota Waringin Selatan memiliki nilai yang memenuhi SNI.

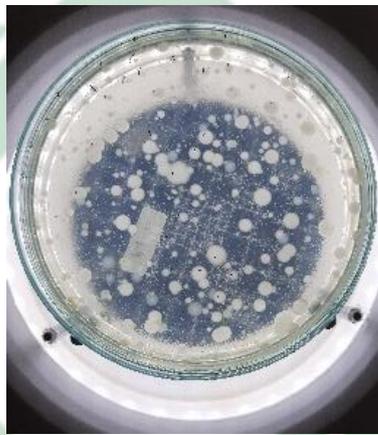
Tingginya nilai Fe pada sampel es batu balok dan rumahan 1 (R1) mungkin disebabkan oleh bahan baku (air) yang digunakan telah terkontaminasi logam tersebut. Begitu pula dengan sampel R2 (es batu rumahan 2) walaupun nilai Fe rendah tetapi masih tidak memenuhi kriteria. Menurut Melda (2011) menyatakan bahwa perkiraan normalnya kadar Fe dalam air adalah dibawah 0,3 mg/L. Apabila air yang digunakan dalam pembuatan es batu terkontaminasi logam Fe yang melebihi batas dapat menimbulkan karat karena sifatnya yang mudah teroksidasi (Siahaan, 2019). Selain dari bahan baku es batu, kontaminasi juga dapat disebabkan oleh tempat atau alat yang digunakan untuk membuat es batu telah berkarat (Melda, 2011).

Adapun tingginya kadar Fe dalam makanan atau minuman dapat menyebabkan logam ini terakumulasi menjadi *ferritin* yang merupakan senyawa beracun yang dapat menghasilkan radikal bebas. Fe (besi) yang berlebihan juga dapat menyebabkan diare dan muntah. Apabila makanan atau minuman yang mengandung Fe tinggi dikonsumsi dalam jangka panjang dan besar dapat menimbulkan gangguan kesehatan seperti gangguan fungsi hepar, pankreatitis, diabetes, radang sendi, hipotiroid, dan disfungsi ereksi (Ummah, 2021).

4.3 Parameter Mikrobiologis

4.3.1 Uji TPC (*Total Plate Count*)

Pada uji TPC (*Total Plate Count*) dilakukan dengan menggunakan metode tuang atau *pour plate* dalam media NA (*Nutrient Agar*). Uji TPC dilakukan untuk mengetahui jumlah koloni bakteri pada es batu. Adapun hasil dari uji TPC ini adalah munculnya koloni dalam media NA. Hasil uji TPC pada media NA dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Koloni Bakteri Pada Uji Total Plate Count (TPC)
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Berdasarkan Gambar 4.2 koloni yang tumbuh pada media NA menunjukkan jumlah seluruh mikroorganisme yang ada dalam sampel es batu. Seluruh koloni tersebut dihitung dengan menggunakan *colony counter* dan kemudian dimasukkan kedalam rumus perhitungan sesuai *Standart Plate Count* (SPC) (Apriliyanti, 2020). Menurut Soesetyaningsih dan Azizah (2020) menyatakan bahwa beberapa hal yang perlu diperhatikan saat akan menghitung jumlah koloni bakteri adalah apabila cawan yang dipilih dan dihitung adalah cawan yang didalamnya mengandung jumlah koloni antara 30-300. Jika koloni dalam terdapat lebih dari 300, maka hasil dinyatakan terlalu banyak untuk dihitung (TBUD). Beberapa koloni yang berderet menjadi 1 dianggap sebagai 1 koloni. Koloni yang tumbuh menutup lebih besar dari

setengah cawan, tidak dikategorikan sebagai koloni tetapi spreader. Apabila hasil perbandingan jumlah bakteri dari hasil pengenceran bertingkat antara pengenceran tertinggi dan terendah <2 maka harus di rata-rata, tetapi jika hasil >2 , maka menggunakan hasil pengenceran terkecil. Adapun hasil dari perhitungan uji TPC pada sampel es batu dapat dilihat pada Tabel 4.6:

Tabel 4.6 Tabel Hasil Uji TPC Pada Es Batu

No	Kode Sampel	Angka Lempeng Total (Koloni/mL)	Standar Mutu SNI 3839:2019	Keterangan
1.	B	$3,90 \times 10^4$		Tidak Memenuhi
2.	K1	$6,7 \times 10^2$	$10^2 - 10^4$	Memenuhi
3.	K2	$3,07 \times 10^3$	Koloni/mL	Memenuhi
4.	R1	$1,20 \times 10^3$		Memenuhi
5.	R2	$1,18 \times 10^3$		Memenuhi

Keterangan: B: Balok; K1: Kristal 1; K2: Kristal 2; R1: Rumahan 1; R2: Rumahan 2

Berdasarkan tabel 4.6 hasil uji TPC pada es batu didapatkan hasil 1 sampel es batu tidak memenuhi kriteria menurut SNI 3839:2019 yaitu sampel es balok. Sedangkan pada 4 sampel es batu lainnya (sampel K1, K2, R1, dan R2) masih dalam batas standar yang telah ditentukan.

Adapun jumlah koloni pada es balok adalah $3,90 \times 10^4$ Koloni/mL hal tersebut sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Anita dan Al'azzah (2018) yang menyatakan bahwa dari 3 sampel es batu balok di Kota Klaten menunjukkan satu sampel tidak memenuhi syarat BPOM RI dengan nilai tertinggi yaitu $1,70 \times 10^4$ Koloni/mL. Sedangkan pada sampel es rumahan, kedua sampel telah memenuhi syarat dengan nilai $1,20 \times 10^3$ pada sampel R1 dan $1,18 \times 10^3$ pada sampel R2. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Yulianti dkk (2018) terhadap 24 sampel es batu rumah tangga di Banjarmasin yang menyatakan bahwa terdapat 2 sampel es batu yang memenuhi kriteria berdasarkan SNI dengan nilai 565,075 CFU/mL dan 166,167 CFU/mL. begitu pula dengan sampel es kristal yang

memenuhi syarat, dengan nilai $6,7 \times 10^2$ pada sampel K1 dan $3,07 \times 10^3$ pada K2. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Zahra dkk (2019) yang menyatakan bahwa 3 sampel es kristal di Kecamatan Ponorogo dinyatakan telah memenuhi syarat mutu SNI 7388:2009 dengan nilai $0,48 \times 10^4$, $0,53 \times 10^4$, dan $0,014 \times 10^4$.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan peneliti dalam mengamati penjual es batu di Gang Lebar, Wonocolo, kontaminasi bakteri dapat berasal dari beberapa faktor yang dijelaskan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Faktor Penyebab kontaminasi Bakteri Pada Sampel Es Batu

NO	Lokasi	Jenis Es Batu	Faktor Penyebab Kontaminasi
1.		Balok	<ol style="list-style-type: none"> 1. Box untuk menyimpan es batu kurang bersih 2. Saat penjual memotong es batu diletakkan digerobak yang terbuka dan dialasi plastik agak kotor 3. Penjual memotong es batu menjadi 4 bagian berbentuk persegi panjang 4. Pisau yang digunakan untuk memotong berkarat 5. Bahan air yang digunakan 6. Air yang digunakan untuk menyiram es batu balok berasal dari air pet. 7. Wadah air untuk menyiram es batu sedikit kotor dan terletak sembarangan dilantai
2.	Gang Lebar, Wonocolo, Surabaya	K1 (Kristal 1)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wadah penyimpanan tertutup 2. Saat penjual mengeluarkan es batu dari lemari es. 3. Bahan yang digunakan
3.		K2 (Kristal 2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tempat penyimpanan tertutup, namun agak kotor. 2. Bahan air yang digunakan 3. Alat yang digunakan untuk mengambil es batu kotor karena terletak sembarangan.
4.		R1 (Rumah 1)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tempat penyimpanan es batu di lemari es (tertutup) 2. Bahan air yang digunakan
5.		R2 (Rumah 2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tempat penyimpanan es batu di lemari es (tertutup) 2. Bahan air yang digunakan

(sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022)

Berdasarkan tabel 4.7 faktor penyebab kontaminasi bakteri pada sampel es batu balok tinggi adalah karena alat yang digunakan untuk memotong es batu telah berkarat, tempat penyimpanan yang terbuka dengan alas plastik yang kotor, serta

wadah dan air yang digunakan untuk menyiram es balok tidak higienis. Adapun kemungkinan sampel mengandung banyak mikroba adalah karena apabila dilihat dari tempat penjualan, es batu balok terletak dipinggir jalan yang dapat memungkinkan terjadinya cemaran yang berasal dari udara (debu) (Anita dan Al'azzah, 2018). Selain itu, kemungkinan faktor kontaminasi pada es balok tinggi adalah karena bahan baku air yang digunakan belum melalui proses pemasakan. Menurut Yulianti dkk (2018) menyatakan bahwa bahan baku air yang digunakan untuk membuat es batu seharusnya dimasak terlebih dahulu untuk membunuh bakteri patogen yang ada dalam air. Sedangkan pada es batu kristal dan rumahan penjual menyimpan dalam lemari es yang bersih, sehingga kemungkinan terjadinya cemaran adalah dari bahan yang digunakan dalam membuat es batu (Cahya dkk, 2019). Pada es batu rumahan dan es kristal 2 (K2), kemungkinan adanya kontaminasi adalah dari sumber bahan baku air yang digunakan belum melalui proses pemasakan. Dan pada es kristal 1 (K1), kemungkinan terjadinya cemaran bakteri juga dapat terjadi karena udara (debu). Karena pada saat membeli es, penjual memindahkan es dalam keadaan terbuka (diluar lemari es).

4.3.2 Uji MPN (*Most Probable Number*)

Uji MPN ini dilakukan untuk mendeteksi dan menghitung jumlah bakteri koliform. terdapat 3 tahapan dalam uji MPN, yaitu uji praduga (*Presumptive test*), uji penegas (*confirmed test*), dan uji pelengkap (*completed test*).

1. Uji Praduga

Pada uji praduga dilakukan dengan menggunakan media LB (*Lactose Broth*) yang berfungsi sebagai penyedia sumber karbohidrat yang dapat difermentasi oleh bakteri koliform dan fekal koliform. Untuk uji praduga media yang digunakan

adalah media *Lactose Broth Double Strength* (LBDS) dan media *Lactose Broth Single Strength* (LBSS). Perbedaan dari keduanya adalah pada media LBDS digunakan pada sampel yang banyak sehingga membutuhkan nutrisi yang banyak juga, sedangkan pada LBSS digunakan untuk sampel yang sedikit (Cahya dkk, 2019). Selain itu, perbedaan dari kedua media tersebut adalah pada komposisi laktosanya. Pada media LBDS memiliki laktosa sebanyak 10 gram, sedangkan media LBSS memiliki kandungan laktosa setengah dari media LBDS yaitu 5 gram (Jiwintarum dkk, 2017). Hasil uji praduga dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Hasil Uji Praduga Dengan Media LB (*Lactose Broth*)
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Berdasarkan pada gambar 4.2 hasil uji praduga yang telah dilakukan, diketahui bahwa semua sampel es batu yang diuji dinyatakan positif terkontaminasi bakteri koliform yang ditandai dengan adanya gelembung gas pada tabung durham dan media berwarna keruh. Hasil sampel es batu yang positif pada uji praduga dicocokkan dengan tabel MPN seri 3 (Lampiran 1) untuk melihat tabung yang positif koliform. Hasil dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Uji Praduga

Sampel	10 mL			1 mL			0,1 mL			Jumlah Tabung Positif
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
B	+	+	+	+	+	+	-	-	-	3-3-0
K1	+	+	-	-	+	-	+	-	-	2-1-1
K2	+	-	-	+	+	-	-	+	-	1-2-1
R1	-	-	+	+	-	-	-	-	+	1-1-1
R2	-	-	+	-	+	+	-	-	-	1-2-0

Keterangan: B (Balok); K1 (Kristal 1); K2 (kristal 2); R1 (Rumah 1); R2 (Rumah 2); TM (Tidak Memenuhi); + (positif koliform); - (negatif koliform)

Berdasarkan tabel 4.8 didapatkan hasil uji praduga bahwa semua sampel dinyatakan positif terdapat koliform yang ditandai dengan adanya gelembung gas pada tabung durham. Adanya gelembung pada tabung durham adalah hasil dari fermentasi laktosa yang dilakukan oleh bakteri koliform. Hasil yang positif pada uji praduga ini akan dilanjutkan ke tahap uji penegasan.

2. Uji Penegasan

Uji penegasan dilakukan untuk meyakinkan keberadaan bakteri koliform dalam sampel. Pada uji penegasan dilakukan dengan menggunakan media BGLB (*Brilliant Green Lactose Broth*) yang merupakan media selektif bagi bakteri koliform karena dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif (Cahya dkk, 2019). Media BGLB disebut sebagai media selektif karena mengandung *brilliant green* yang berfungsi menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dan mendorong pertumbuhan bakteri koliform (Febriyanti, 2020). Hasil pada uji penegasan dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Hasil Uji Penegasan Dengan Media BGLB
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Berdasarkan Gambar 4.4 hasil uji penegasan dengan media BGLB, didapatkan semua sampel es batu di Gang Lebar menunjukkan hasil positif yang ditandai dengan adanya gelembung gas pada tabung durham. Terbentuknya gelembung gas ini terjadi karena bakteri dapat memfermentasi laktosa sehingga menghasilkan gelembung gas dan asam pada suhu 37°C (Dewi & Putri, 2019). Hasil yang positif pada media BGLB dicocokkan dengan tabel MPN seri 3 (Lampiran 1) untuk menentukan nilai MPN dalam sampel. Hasil dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Uji Penegasan

Sampel	10 mL			1 mL			0,1 mL			Tabung Positif	MPN/100 mL	Syarat Mutu SNI 3839:2019	Keterangan
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
B	+	+	+	+	+	-	-	-	-	3-2-0	76		TM
K1	-	+	-	-	-	+	-	-	-	1-1-0	7	<1,8-10	M
K2	+	-	-	+	-	+	-	+	-	1-2-1	15	APM/100	TM
R1	-	-	+	+	-	-	-	-	+	1-1-1	11	mL	TM
R2	-	-	+	-	+	+	-	-	-	1-2-0	11		TM

Keterangan: B (Balok); K1 (kristal 1); K2 (Kristal 2); R1 (Rumah 1); R2 (Rumah 2); TM (Tidak Memenuhi); M (Memenuhi); + (positif koliform); - (negatif koliform)

Berdasarkan Tabel 4.9 hasil uji penegasan didapatkan 1 sampel yang memenuhi kriteria berdasarkan SNI 3839:2019 yaitu sampel es kristal dengan nilai MPN 7 APM/100 mL. Sedangkan pada 4 sampel lainnya (sampel B, K2, R1, dan

R2) tidak memenuhi kriteria. Sampel es batu yang tidak memenuhi kriteria dan memiliki nilai paling tinggi adalah sampel es balok dengan nilai MPN 76 APM/100 mL.

Pada sampel es balok dan rumahan, hasil dinyatakan tidak memenuhi syarat mutu SNI, Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Warningsih dan Warsiyah (2018) terhadap es batu di Kota Gede, Yogyakarta yang menyatakan bahwa es batu balok tidak memenuhi syarat KEMENKES RI dengan nilai tertinggi yaitu 2.400 MPN/100 mL dan pada es batu rumahan memiliki nilai 27 MPN/100 mL. Pada sampel es kristal 1 (K1) dinyatakan telah memenuhi syarat mutu SNI 3839:2019 dengan nilai 7 APM/100mL. hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sinaga (2017) terhadap es kristal di Medan yang menyatakan bahwa terdapat satu sampel es kristal yang memenuhi dengan nilai MPN 4 MPN/100mL. sedangkan pada sampel kristal 2 (K2) hasil dinyatakan tidak memenuhi syarat mutu SNI, hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Anggraeni dkk (2017) terhadap es kristal di Kota Makassar menunjukkan bahwa 3 sampel es kristal memiliki nilai MPN yang melebihi syarat mutu PERMENKES 2002 dengan nilai MPN terendah 38 MPN/100mL dan nilai MPN tertinggi >240 MPN/100 mL.

Berdasarkan hasil observasi peneliti terhadap penjual es batu di Gang Lebar, Wonocolo, Surabaya, adanya kontaminasi bakteri koliform dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang dijelaskan pada tabel 4.10.

Tabel 4.10 Faktor Penyebab Kontaminasi Bakteri Koliform pada Sampel Es Batu

NO	Lokasi	Jenis Es Batu	Faktor Penyebab Kontaminasi
1.		Balok	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bahan baku yang digunakan 2. Box untuk menyimpan es batu kurang bersih 3. Air yang digunakan untuk menyiram es batu balok berasal dari air pet. 4. Wadah air untuk menyiram es batu sedikit kotor dan terletak sembarangan dilantai 5. Pelayanan penjual yang kurang higienis
2.	Gang Lebar, Wonocolo, Surabaya	K1 (Kristal 1)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alat yang digunakan untuk mengambil tidak dicuci 2. Pelayanan penjual yang kurang higienis
3.		K2 (Kristal 2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tempat penyimpanan tertutup, namun agak kotor. 2. Pelayanan penjual yang kurang higienis. 3. Bahan baku yang digunakan 4. Alat yang digunakan untuk mengambil es batu kotor karena terletak sembarangan.
4.		R1 (Rumahan 1)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tempat penyimpanan es batu di lemari es (tertutup) 2. Bahan baku yang digunakan
5.		R2 (Rumahan 2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tempat penyimpanan es batu di lemari es (tertutup) 2. Bahan baku yang digunakan

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022)

Berdasarkan Tabel 4.10 faktor penyebab kontaminasi koliform tinggi pada es batu balok adalah karena mungkin bahan baku air yang digunakan telah terkontaminasi oleh bakteri dan air yang digunakan untuk menyiram es balok yang kurang higienis. Adanya kontaminasi koliform pada bahan baku air yang digunakan kemungkinan karena sumber air atau distribusi air di daerah Wonocolo ini dekat dengan septi tank atau dapat berasal dari air tanah yang tercemar oleh tinja. Hal tersebut dapat terjadi karena bakteri koliform dapat mengkontaminasi air melalui tinja atau feses.

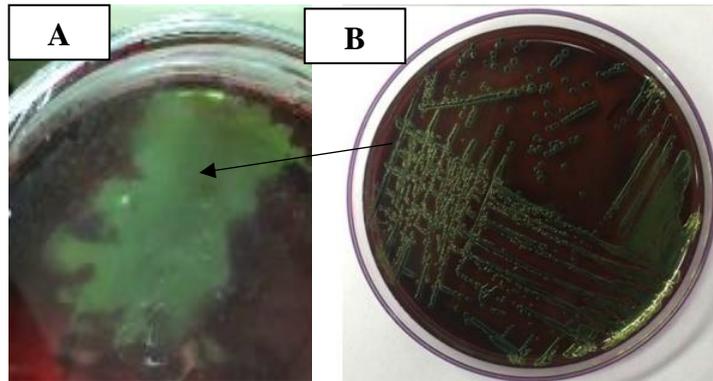
Selain itu, tempat penyimpanan es batu yang kurang bersih, dan wadah air yang digunakan untuk menyiram es yang terletak sembarangan juga dapat menjadi faktor penyebab kontaminasi bakteri koliform. Apabila tempat atau wadah penyimpanan es batu sering dibersihkan, mungkin dapat mengurangi adanya kontaminasi pada bakteri tersebut (Hilmarni dkk, 2018). Menurut Rahmani dan

Habib (2011) menyatakan bahwa, sumber-sumber kontaminasi pada es batu terletak pada kondisi lingkungan (seperti air, tanah, atau udara) pada tempat pedagang, alat-alat yang digunakan tidak diperhatikan kebersihannya, penyimpanan yang kurang higienis, serta penggunaan tangan yang tidak terjamin kebersihannya.

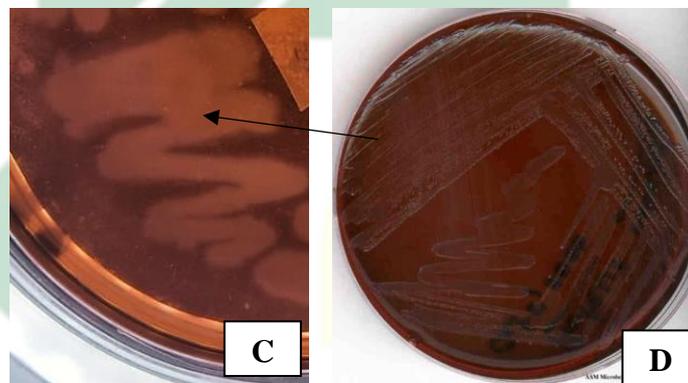
Pada es kristal 2 (K2) dan es batu rumahan terjadi kontaminasi bakteri koliform cukup tinggi, yaitu dengan nilai 11-15 APM/100mL mungkin karena bahan baku air yang digunakan berasal dari sumber air yang telah tercemar oleh bakteri dan mungkin air tersebut tidak melalui proses pemasakan pada saat proses pembuatan es (Anggraeni dkk, 2017). Sedangkan pada es kristal 1 (K1) kemungkinan kontaminasi koliform rendah, dengan nilai MPN 7 APM/100mL karena alat yang digunakan untuk mengambil es batu tidak dicuci terlebih dahulu. Serta kemungkinan kontaminasi juga karena kondisi lingkungan, seperti udara (debu) pada tempat penjual (Rahmaniar dan Habib, 2011).

3. Uji Pelengkap

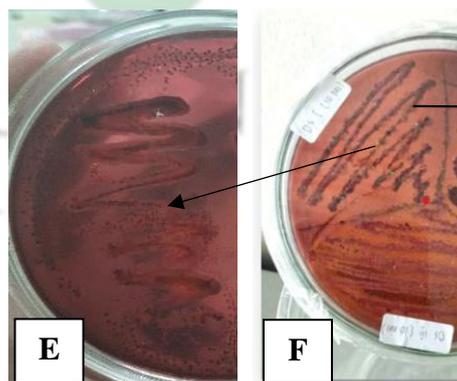
Hasil yang telah dinyatakan positif pada uji penegasan, selanjutnya dilakukan uji pelengkap untuk mengetahui adanya bakteri *Escherichia coli* dalam sampel es batu dengan media EMBA (*Eosyn Methylene Blue Agar*). Pada media EMB ini bakteri gram positif akan dihambat pertumbuhannya oleh zat pewarna *methylene blue* dalam keadaan asam (Febriyanti, 2020). Hasil uji pelengkap dapat dilihat pada Gambar 4.5.



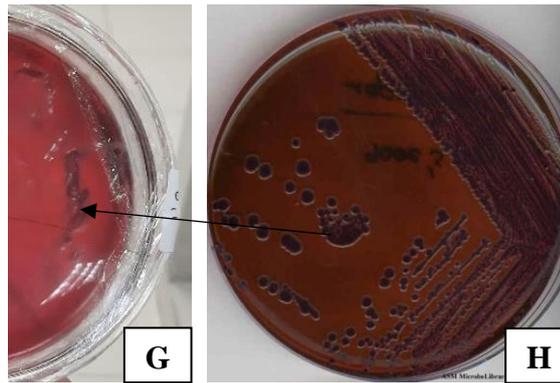
Gambar 4.5 Koloni Bakteri Pada Uji Pelengkap
 A. Koloni Hijau Metalik (Dokumentasi Pribadi, 2022) B. Literatur Koloni Hijau Metalik (American, 2020)



Gambar 4.6 Koloni Bakteri Pada Uji Pelengkap
 C. Koloni Transparan (Dokumentasi Pribadi, 2022); D. Literatur Koloni Transparan (American, 2020)



Gambar 4.7 Koloni Bakteri Pada Uji Pelengkap
 E. Koloni Pink Keunguan dengan Kilatan Hijau Metalik (Dokumentasi Pribadi, 2022); F. Literatur Koloni Pink Keunguan dengan Kilatan Hijau Metalik (Amaliyah, 2020)



Gambar 4.8 Koloni Bakteri Pada Uji Pelengkap

G. Koloni Ungu (Dokumentasi Pribadi, 2022); H. literatur koloni Ungu (American, 2020)

Berdasarkan gambar 4.5 (A dan B) terdapat warna hijau metalik, warna tersebut adalah warna khas yang dihasilkan oleh bakteri *E. coli* yang disebabkan oleh kemampuannya dalam memfermentasi laktosa dan *methylene blue* yang dimiliki oleh bakteri tersebut, *E. coli* juga memiliki tepi yang halus, cembung dan rata (Amaliyah, 2020). Pada Gambar 4.6 (C dan D) adalah warna koloni transparan dari bakteri *Proteus sp.* Warna transparan tersebut terjadi karena bakteri lemah dalam memfermentasi laktosa. Koloni *Proteus sp.* pada media EMB juga memiliki tepi halus (Khoiriyah, 2017). Pada Gambar 4.7 (E dan F) adalah Warna pink keunguan dengan sedikit kilatan hijau dan memiliki tepi halus yang masih termasuk ciri dari *E. coli*. Pada Gambar 4.2 (G dan H) merupakan warna koloni ungu. Warna ungu ini menandakan adanya bakteri *Enterobacter sp.* Bakteri ini Memiliki kemampuan memfermentasi laktosa tidak cepat seperti *E. coli* dengan hasil asam lemah sehingga menghasilkan warna koloni ungu. *Enterobacter sp.* memiliki karakteristik bagian tepi yang tidak merata, bagian tengah gelap, dan elevasinya tidak cembung (Amaliyah, 2020).

Tabel 4.11 Hasil Uji Pelengkap

NO	Kode Sampel	Bakteri	Keterangan
1.	B	<i>Escherichia coli</i>	Koloni berwarna pink keunguan dengan sedikit kilat hijau
2.	K1	<i>Enterobacter sp.</i> dan <i>Proteus sp.</i>	Koloni berwarna ungu dan koloni transparan
3.	K2	<i>Escherichia coli</i> dan <i>Enterobacter sp.</i>	Koloni hijau metalik dan koloni ungu
4.	R1	<i>Enterobacter sp.</i>	Koloni ungu
5.	R2	<i>Proteus sp.</i>	Koloni transparan

Keterangan: B (Balok); K1 (Kristal 1); K2 (Kristal 2); R1 (Rumah 1); R2 (Rumah 2)

Berdasarkan Tabel 4.11 hasil uji pelengkap didapatkan hasil pada sampel es batu yang positif *Escherichia coli* adalah sampel es balok dan K2. Sampel K2 selain terdapat bakteri *E. coli* juga terdapat bakteri *Enterobacter sp.* begitu pula dengan sampel R1. Pada sampel K1 dan R2 terdapat bakteri *Proteus sp.*, namun pada sampel K1 juga terdapat bakteri *Enterobacter sp.*

Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Alifia dan Aji (2021) mengenai bakteri *E. coli* pada es batu di Bandar Lampung yang menyatakan bahwa terdapat 3 sampel es batu yang positif mengandung bakteri *E. coli*. Pada penelitian yang dilakukan oleh Nur dan Winarsih (2017) juga menyatakan bahwa pada 8 es batu di wilayah Cengkareng Jakarta positif mengandung *E. coli* dan 2 sampel negatif *E. coli*. Serta pada penelitian yang dilakukan oleh Sinaga (2017) mengenai es batu kristal di Medan menyatakan bahwa 6 sampel es kristal dinyatakan positif mengandung bakteri *E. coli*.

Adanya bakteri *E. coli* pada sampel es batu menandakan bahwa kualitas es batu tidak baik. Bakteri *E. coli* adalah salah satu bakteri yang dijadikan sebagai indikator sanitasi makanan dan minuman. Bakteri tersebut juga termasuk bakteri patogen yang dapat menyebabkan berbagai penyakit, seperti diare (Cahya dkk, 2019). Bakteri *E. coli* adalah bakteri flora normal yang hidup dalam usus manusia maupun hewan, keberadaannya diluar tubuh manusia atau hewan ini sering dikaitkan dengan

adanya kontaminasi yang berasal dari tinja (Rahmaniar & Habib, 2011). *E. coli* biasa ditemukan dalam air, makanan maupun minuman yang apabila dikonsumsi dapat menyebabkan penyakit diare (Wahyuni dkk, 2021).

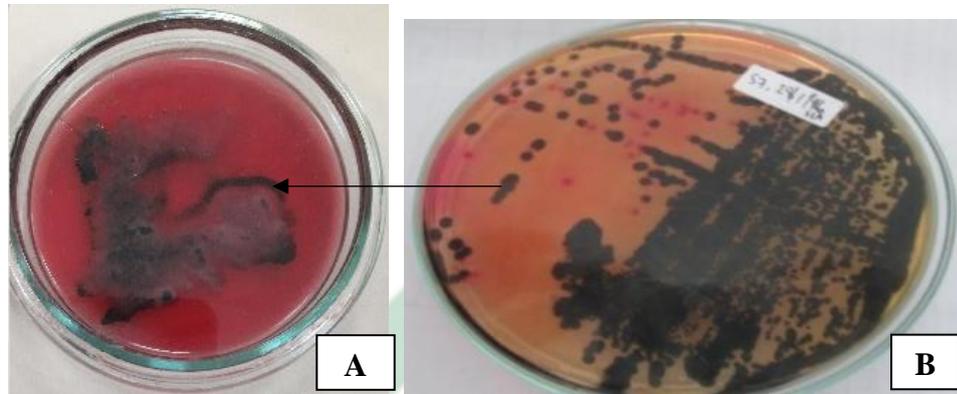
Enterobacter sp. adalah bakteri yang tersebar luas di lingkungan, makanan, air, tanah, dan sayur-sayuran. Bakteri ini dapat tumbuh baik pada usus hewan berdarah panas dan tidak terdapat pada usus hewan berdarah dingin. Pada beberapa bakteri *Enterobacter* sp. terdapat bakteri yang bersifat patogen oportunistik (Mahendra, 2016). *Enterobacter* sp. dapat menyebabkan penyakit saluran cerna, seperti infeksi saluran kemih, infeksi luka, dan diare apabila telah mengkontaminasi makanan atau minuman (Khoiriyah, 2017). Selain itu, *Enterobacter* sp. juga dapat menyebabkan penyakit pneumonia (Riga dkk, 2015).

Bakteri *Proteus* sp. ini merupakan salah satu famili bakteri *Enterobacteriaceae*. Bakteri ini bersifat patogen yang sering ditemukan di tanah, air, dan merupakan flora normal dalam pencernaan manusia. Apabila bakteri *Proteus* sp. mengkontaminasi air, makanan ataupun minuman jika dikonsumsi dapat menyebabkan infeksi saluran kemih, infeksi luka, infeksi telinga, saluran nafas, dan saluran cerna, seperti diare (Khoiriyah, 2017).

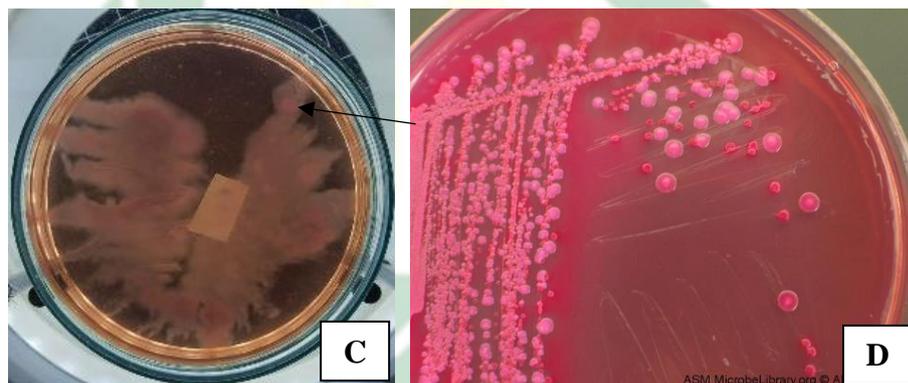
4.3.3 Uji Cemaran Salmonella

Pada uji cemaran *Salmonella* dilakukan menggunakan media SSA (*Salmonella Shigella Agar*). Media SSA merupakan media selektif bagi pertumbuhan bakteri *Salmonella* dan *Shigella*. Media SSA mengandung tiosulphat, *brilliant green* dan garam empedu yang berguna untuk menghambat pertumbuhan bakteri gram negatif. Media tersebut juga mengandung pepton sebagai penyedia nutrisi untuk

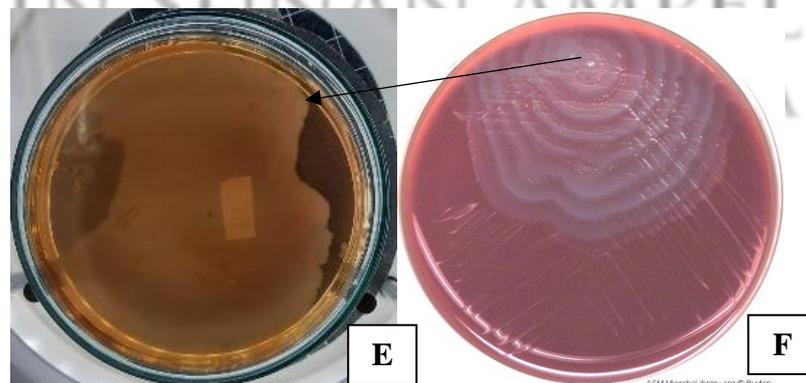
pertumbuhan bakteri (Fauziyah, 2021). Hasil uji cemaran *Salmonella* dapat dilihat pada tabel gambar 4.6



Gambar 4.9 Koloni Bakteri Pada Media SSA A. Koloni Transparan dengan Inti Hitam Ditengah (Dokumentasi Pribadi, 2022); B. Literatur Koloni Transparan dengan Inti Hitam ditengah (Suryandari dkk, 2018).



Gambar 4.10 Koloni Pada Media SSA C. Koloni Merah Muda (Dokumentasi Pribadi, 2022); D. Literatur Koloni Merah Muda (American, 2020).



Gambar 4.11 Koloni Bakteri Pada Media SSA E. Koloni Transparan (Dokumentasi Pribadi, 2022); F. Literatur Koloni Transparan (American, 2020).

Berdasarkan Gambar 4.6 (A) koloni pada media SSA, *Salmonella* akan tumbuh dengan koloni yang transparan dan bagian tengah berwarna hitam. Pada

Gambar 4.6 (B) merupakan koloni berwarna merah muda dari bakteri *Klebsiella* sp. Pada Gambar 4.6 (C) adalah koloni tidak berwarna yang merupakan koloni *Proteus* sp.

Salmonella sp. dapat menimbulkan koloni berwarna hitam karena hasil dari produksi gas H₂S (Cahya dkk, 2019). *Salmonella* sp. merupakan bakteri gram negatif, berbentuk batang, dan aerobik (Yuswananda, 2015). Bakteri *Salmonella* sp. termasuk kedalam bakteri koliform non fermentasi laktosa (Febriyanti, 2020).

Pada bakteri *Klebsiella* sp. memiliki ciri koloni merah muda karena bakteri tersebut dapat memfermentasi laktosa, sehingga dapat menghasilkan warna koloni merah muda mukoid (berlendir) (Darna dkk, 2018). Pada bakteri *Proteus* sp. memiliki koloni yang tidak berwarna karena bakteri tersebut menghasilkan H₂S. Selain itu, koloni memiliki inti hitam ditengah. Namun, pada gambar 4.6 (C) inti hitam tidak terlalu terlihat. Koloni bakteri ini juga tumbuh dengan koloni menyebar pada media SSA dan (Lempang, 2014). *Proteus* sp. juga termasuk dalam bakteri yang lemah dalam memfermentasi laktosa (Darna dkk, 2018).

Tabel 4.12 Tabel Hasil Uji Cemar Salmonella Pada Es Batu

No	Kode Sampel	Uji Cemar Salmonella	Standar Mutu SNI 3839:2019	Keterangan
1.	B	Positif <i>Salmonella</i> sp.		Tidak Memenuhi
2.	K1	Negatif <i>Salmonella</i> sp. (terdapat bakteri <i>Proteus</i> sp.)	Negatif/25 mL	Memenuhi
3.	K2	Negatif <i>Salmonella</i> sp. (terdapat bakteri <i>Klebsiella</i> sp.)		Memenuhi
4.	R1	Negatif <i>Salmonella</i> sp. (terdapat bakteri <i>Klebsiella</i> sp.)		Memenuhi
5.	R2	Negatif <i>Salmonella</i> sp. (terdapat bakteri <i>Klebsiella</i> sp.)		Memenuhi

Keterangan: B (Balok); K1 (Kristal 1); K2 (Kristal 2); R1 (Rumah 1); R2 (Rumah 2)

Berdasarkan Tabel 4.12 hasil uji cemar bakteri *Salmonella* didapatkan hasil satu sampel yang positif *Salmonella*, yaitu sampel es balok. Sedangkan pada 4

sampel lainnya (K1, K2, R1, dan R2) telah memenuhi kriteria berdasarkan SNI 3839:2019 yaitu negatif/25 mL. Walaupun pada 4 sampel yang negatif *Salmonella* dikategorikan memenuhi kriteria, dalam sampel tersebut terdapat cemaran bakteri lain, yaitu bakteri *Proteus* sp. pada sampel K1 dan bakteri *Klebsiella* sp. pada sampel K2, R1, dan R2.

Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Cahya dkk (2019) terhadap es batu penjual minuman di jagakarsa, Jakarta Selatan yang menyatakan bahwa dari 8 sampel es batu yang diuji *Salmonella* terdapat 1 sampel yang positif dan dinyatakan tidak memenuhi syarat BPOM 2016 yakni es batu tidak boleh mengandung *Salmonella* (negatif *Salmonella*/25 mL). Namun, pada penelitian yang dilakukan oleh Hariyadi dan Hartini (2006) menyatakan bahwa es batu di daerah Bogor tidak mengandung *Salmonella*, tetapi terdapat bakteri *E. coli*, *Enterobacter* sp, *Pseudomonas* sp, dan *Klebsiella* sp.

Bakteri *Salmonella* sp. merupakan bakteri yang sering ditemukan mengkontaminasi makanan, air, tanah, serangga, permukaan dapur dan permukaan pabrik. *Salmonella* dapat memasuki tubuh manusia melalui oral (mulut) dengan perantara makanan atau minuman yang telah terkontaminasi. *Salmonella* merupakan bakteri penyebab *foodborne disease*. Adapun salah satu penyakit yang disebabkan oleh bakteri tersebut adalah *Salmonellosis* (Fauziah, 2021). Selain itu, *Salmonella* sp. juga dapat menyebabkan penyakit demam tifoid.

Klebsiella sp. merupakan bakteri flora normal yang biasa ditemukan pada saluran pernafasan dan pencernaan. *Klebsiella* sp. merupakan bakteri patogen yang sering ditemukan pada tanah, kotoran, air, dan udara (Fauziah, 2019). Bakteri *Klebsiella* sp. dapat menyebabkan penyakit infeksi saluran pernapasan (Febriyanti,

2020). Apabila *Klebsiella* sp. mengkontaminasi air atau makanan lalu dikonsumsi oleh manusia dapat menyebabkan *waterborne disease* yang salah satunya adalah penyakit diare (Fadli dkk, 2021).

Proteus sp. merupakan bakteri flora normal yang ditemukan dalam pencernaan manusia. *Proteus* sp. biasanya sering ditemukan mengkontaminasi air dan juga biasa ditemukan di tanah (Kamelia dkk, 2018). Bakteri ini sering menginfeksi saluran cerna dan merupakan bakteri yang menyebabkan *waterborne disease*, seperti penyakit diare. Selain itu *Proteus* sp. juga dapat menyebabkan infeksi saluran kemih, infeksi luka, infeksi telinga, dan saluran nafas (Khoiriyah, 2017).

Berdasarkan penjelasan mengenai kualitas es batu diatas, masih banyak es batu yang dinilai tidak layak untuk dikonsumsi. Dalam perspektif islam, makanan dan minuman yang dikonsumsi manusia sangat berhubungan dengan kesehatan. Oleh karena itu, kita harus memperhatikan apa yang harus kita konsumsi. Apabila makanan atau minuman yang dikonsumsi memiliki kualitas yang tidak baik, maka akan berdampak buruk bagi kesehatan. Hal tersebut telah disebutkan dalam Surah ‘Abasa ayat 24 yang berbunyi:

سُورَةُ الْأَنْعَامِ
قُلْ يُنظَرُ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ ۚ

Artinya: Maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya

Berdasarkan ayat diatas, sebagai umat muslim harus selalu memperhatikan Makanan dan minuman yang akan dikonsumsi, karena apabila makanan ataupun minuman tersebut memiliki kualitas yang tidak baik akan mengakibatkan gangguan kesehatan jika dikonsumsi. Dalam sains, makanan dan minuman yang memiliki kualitas tidak baik, didalamnya terdapat mikroorganisme hidup yang tidak bisa dilihat dengan kasat mata, seperti bakteri. (Hamka, 2001).

Apabila makanan atau minuman yang dikonsumsi mengandung mikroorganisme, seperti bakteri dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan apabila jumlah kontaminasinya tinggi. Adapun keberadaan mikroorganisme telah dijelaskan dalam Al Qur'an surah Al Baqarah ayat 26 yang berbunyi:

إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَّا بَعُوضَةً فَمَا فَوْقَهَا ۗ فَأَمَّا الَّذِينَ آمَنُوا فَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ ۗ وَأَمَّا الَّذِينَ كَفَرُوا فَيَقُولُونَ مَاذَا أَرَادَ اللَّهُ بِهَذَا مَثَلًا ۗ بَلْ يُضِلُّ بِهِ كَثِيرًا ۖ وَيَهْدِي بِهِ كَثِيرًا ۚ وَمَا يُضِلُّ بِهِ إِلَّا الْفَاسِقِينَ

Artinya: Sesungguhnya Allah tidak segan membuat perumpamaan seekor nyamuk atau yang lebih kecil dari itu. Adapun orang-orang yang beriman, mereka tahu bahwa itu kebenaran dari Tuhan. Tetapi mereka yang kafir berkata, “Apa maksud Allah dengan perumpamaan ini?” Dengan (perumpamaan) itu banyak orang yang dibiarkan-Nya sesat, dan dengan itu banyak (pula) orang yang diberi-Nya petunjuk. Tetapi tidak ada yang Dia sesatkan dengan (perumpamaan) itu selain orang-orang fasik,

Berdasarkan ayat diatas terdapat lafadz “*famaa fauqohaa*” yang berarti hewan yang berukuran lebih kecil dari pada nyamuk. Hewan tersebut adalah mikroorganisme. Mikroorganisme terdapat berbagai macam, ada yang merugikan dan ada yang menguntungkan. Pada mikroorganisme yang merugikan, jika dia hidup dalam makanan atau minuman akan menyebabkan berbagai penyakit. Salah satu upaya untuk mencegah atau mengurangi adanya kontaminasi mikroorganisme adalah dengan menjaga kebersihan suatu makanan atau minuman. Selain memperhatikan kualitas makanan atau minuman, manusia juga harus memperhatikan bahan yang digunakan dalam pembuatan makanan atau minuman tersebut, seperti pada pembuatan es batu. Apabila es batu dibuat dengan air yang tidak higienis, maka akan berdampak buruk bagi orang yang mengkonsumsinya. Oleh karena itu, air yang digunakan untuk membuat es batu harus berasal dari air yang bersih. Hal ini telah dijelaskan dalam surah Az Zumar ayat 21 yang berbunyi:

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنَابِيعَ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ يُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا مُّخْتَلِفًا

أَلْوَانُهُ ثُمَّ يَهَيِّجُ فَتْرَاهُ مُّصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهُ حُطَامًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَذِكْرًا لِأُولِي الْأَلْبَابِ

Artinya: apakah engkau tidak memperhatikan, bahwa Allah menurunkan air dari langit, lalu diaturnya menjadi sumber – sumber air di bumi, kemudian dengan air itu ditumbuhkan – Nya tanam – tanaman yang bermacam-macam warnanya, lalu menjadi kering, lalu engkau melihatnya kekuning-kuningan, kemudian dijadikannya hancur berderai-derai. Sungguh pada yang demikian itu terdapat pelajaran bagi orang-orang yang memiliki akal sehat.

Maksud dari ayat diatas adalah menjelaskan bahwa Allah memerintah manusia untuk memelihara alam, salah satu didalamnya adalah yang berhubungan dengan air. Karena manusia juga sangat membutuhkan air, terutama air bersih sebagai kelangsungan hidup sehari-hari. Air bersih juga berperan penting dalam bahan untuk membuat makanan ataupun minuman, yaitu salah satunya es batu (Hamka, 2001).

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

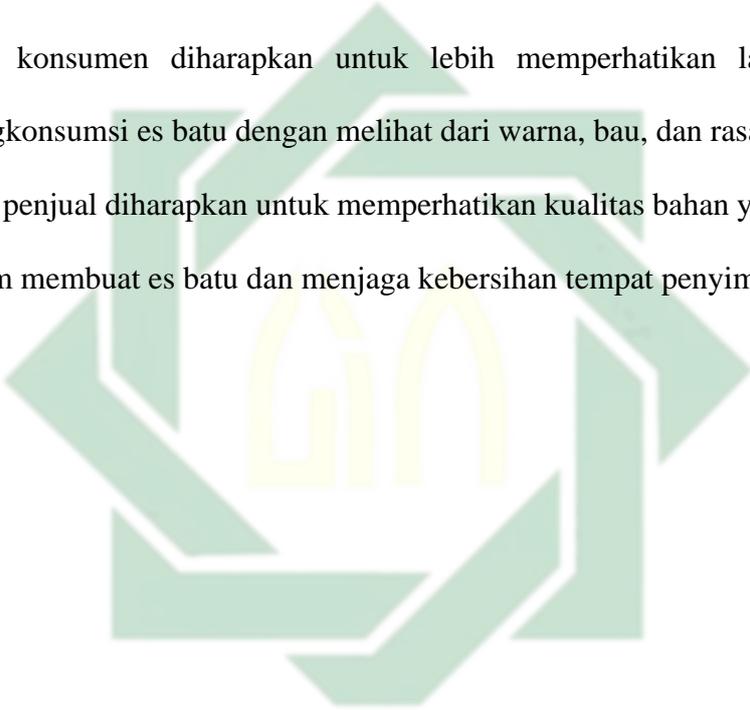
BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan parameter fisika warna, bau, dan rasa yang telah diamati, sampel es batu di Gang Lebar, Wonocolo, Surabaya pada pengamatan warna hanya terdapat 1 sampel yang memenuhi kriteria SNI 3839:2019, yaitu pada sampel es kristal (K1). Sedangkan 4 sampel lainnya tidak memenuhi kriteria. Pada uji bau dan rasa, terdapat 1 sampel es batu yang tidak memenuhi kriteria SNI 3839:2019, yaitu pada sampel es balok.
2. Berdasarkan parameter kimia pH dan Fe, pada uji pH semua sampel es batu di Gang lebar, Wonocolo, Surabaya mempunyai nilai pH yang memenuhi kriteria berdasarkan SNI 3839:2019 yang memiliki nilai pH berkisar antara 6-7. Sedangkan pada uji kadar Fe (besi), semua sampel dinyatakan tidak memenuhi kriteria SNI 3839:2019 dengan nilai Fe tertinggi adalah 9,88 mg/L pada sampel R1 dan 9,56 mg/L pada sampel es balok.
3. Berdasarkan parameter mikrobiologis es batu, pada uji TPC terdapat 1 sampel yang tidak memenuhi syarat mutu SNI 3839, yaitu pada sampel es balok dengan nilai $3,90 \times 10^4$ Koloni/mL. Sedangkan 4 sampel lainnya dinyatakan telah memenuhi syarat. Pada uji MPN koliform, terdapat 1 sampel yang memenuhi syarat mutu SNI 3839 yaitu pada sampel es kristal (K1) dengan nilai 7 APM/100 mL. Pada uji cemaran *Salmonella*, terdapat 1 sampel yang tidak memenuhi syarat, yaitu pada sampel es balok es batu yang positif mengandung *Salmonella*

5.2 Saran

1. Untuk Penelitian selanjutnya, diharapkan dapat menambah parameter uji kualitas es batu. Terutama pada parameter fisika dan kimia, karena kemungkinan masih banyak es batu yang memiliki nilai yang tidak layak konsumsi.
2. Bagi konsumen diharapkan untuk lebih memperhatikan lagi saat akan mengkonsumsi es batu dengan melihat dari warna, bau, dan rasa es.
3. Bagi penjual diharapkan untuk memperhatikan kualitas bahan yang digunakan dalam membuat es batu dan menjaga kebersihan tempat penyimpanan es.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah. (2010). Analisis Kualitatif Air Sumur Sebagai Air Bersih Untuk Kebutuhan Sehari-hari Di Kelurahan Mangasa Kecamatan Tamalate Kota Makassar. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Alauddin. Makassar.
- Adityawarman. (2012). Analisis bakteri Coliform dalam Produk Es Batu Kemasan dari 5 Usaha Mikro dengan Metode Most Probable Number (MPN) di Kecamatan Danurejan, Yogyakarta. *Skripsi*. Fakultas Farmasi, Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.
- Adzitey, F., Huda, N., & Gulam, R. (2011). *Internet Journal of Food Safety*. 13(January), 150–156.
- Alifia, E., dan Oktira, R. (2021). Analisis Keberadaan Coliform dan Escherichia coli pada Es Batu dari Jajanan Minuman di Pasar Tengah Bandar Lampung. *Quangga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 13(1), 74-81. <https://journal.uniku.ac.id/index.php/quangga>
- Anita, S., & Al'azzah, Z. (2018). Pemeriksaan Bakteriologi Es Batu Balok Di Kota Klaten. *Jurnal Ilmu Farmasi*, 9(2), 49–55.
- Anggraeni, D., Nardin, dan Thahir, S. (2017). Hitung Nilai MPN (Most Probable Number) Coliform Pada Es Kristal Yang Diperjual Belikan Di Wilayah Kota Makassar. *Jurnal Media Laboran*. 7 (2), 12-15.
- Anggraini, R. (2019). Hubungan Higiene Sanitasi Penjamah Makanan Dengan Jumlah Bakteri Pada minuman Nira Aren Di Mojokerto Sebagai Sumber Belajar Biologi. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah. Malang.
- Apriliyanti, L. (2020). Analisis kandungan Mikroba Pada Jajanan Bakso tusuk di Alun-Alun Kota Gresik Menggunakan Metode TPC (*Total Plate Count*) dan MPN (*Most Probable Number*). *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel. Surabaya.
- Bandaru, P. (2016). The Physicochemical Quality of Commercial Ice – A Case Study of Urban and. *Al, Int.J.A.P.S.BMS*, 1(2), 115–119.
- Black, J. (2008). *Microbiology Principles And Explorations 7th Edition*. John Wiley & Sons, INC. New York.
- Cahya, T., Mellova, A., dan Rosario, TM. (2019). Uji Cemar Mikroba Es Batu Pada Penjual Minuman di Lingkungan Pasar Kecamatan Jagaraksa, Jakarta Selatan. *Saintech Farma Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 12(2), 78-84.
- Corry, G. D. W., Janet E.L., Curtis, & Rosamund M. Baird. (2003). Bismuth sulphite agar. In J. E. L. Corry, G. D. W. Curtis, & R. M. Baird (Eds.), *Handbook of Culture Media for Food Microbiology* (Vol. 37, pp. 413–415). Elsevier. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0079-6352\(03\)80034-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0079-6352(03)80034-6)
- Corry, J. E. L., Curtis, G. D. W., & Baird, R. M. (Eds.). (2003). Hektoen enteric (HE) agar. In *Handbook of Culture Media for Food Microbiology* (Vol. 37, pp. 481–483). Elsevier. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0079-6352\(03\)80056-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0079-6352(03)80056-5)
- D'aoust. J. V. (2001). *Guide To Foodborne Pathogenes*. A John Wiley & Sons,INC, New York.

- Darna, Masnur, T., dan Rahmawati. (2018). Identifikasi Bakteri Anggota *Enterobacteriaceae* Pada Makanan Tradisional Sotong Pangkong. *Jurnal Labora Medika*, 2(1), 6-12. <http://jurnal.unimus.ac.id/index.php/JLabMed>
- Dhafin, A. (2017). Analisis Cemaran Bakteri Coliform *Escherichia coli* Pada Bubur Bayi Home Industry Di Kota Malang Dengan Metode TPC dan MPN. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Dewi, A., dan Putri, G. (2019). Analisis Cemaran Mikroba Pada Es Batu Yang Dijual di Sekitar Universitas Abdurrah dengan Metode *Most Probable Number* (MPN). *Jurnal Farmasi Higea*, 11(2), 154-158.
- Emilia, I., & Mutiara, D. (2019). Parameter Fisika, Kimia, Dan Mikrobiologis Air Minum Alkali Terionisasi Yang Diproduksi Mesin Kangen Water Level uk SD 501. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 16(1), 67–73. <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v16il.2845>
- Fadli, M., Hanina, Halim, R., Wulandari, PS., Dan Ekaputri, TW. 2021. Identifikasi Genus Bakteri *Klebsiella* Dan *Citrobacter* Hasil Isolasi Dari Air Minum Isi Ulang Kota Jambi. *JAMHESIC*, 418-427.
- Fauzia, S. (2021). Uji *Total Plate Count* (TPC) dan Identifikasi Bakteri *Eshcerichia coli* dan *Salmonella sp.* Pada Pentol di Sekitar Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel. Surabaya.
- Fatiqin, A., Riri, N., Ike, A. (2019). Pengujian *Salmonella* Dengan menggunakan Media SSA dan *E.coli* Menggunakan Media EMBA Pada Bahan Pangan. *Jurnal Indobiosains*, 1(1), 22-29. <https://jurnal.univpgripalembang.ac.id/index.php/biosains>
- Febriyanti, I. (2020). Analisis dan Identifikasi Bakteri Koliform Pada Es Batu Dari Berbagai Penjual Minuman Di Sekitar Sekolah dasar Kelurahan Wonokromo Surabaya. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel. Surabaya
- Fitria, R. (2017). Pengaruh Penempatan Antiseptik Terhadap Efektifitas Hand Hygiene Berdasarkan Angka Kuman Di RSUD Kota Yogyakarta. *Karya Tulis Ilmiah*. Universitas Muhammadiyah. Yogyakarta.
- Gerokomou, V., Voidarou, C., Vatopoulos, Velonakis, E., Rozos, G., Alexopoulos, A., Plessas, S., Stavroupoulo, E., Bezirtzoglou, E., Demertzis, P., & Demertzi, K. (2011). Physical, chemical and microbiological quality of ice used to cool drinks and foods in Greece and its public health implications. *Anaerobe*, 17(6), 351–353. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2011.06.005>
- Hadi, B., Elizabeth, B., rima, S. (2014). Uji Bakteriologis Es batu Rumah Tangga Yang digunakan Penjual Minuman di Pasar Lubuk Buaya Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 3(2), 119-122. <http://jurnal.fk.unand.ac.id>
- Hamka. (2001). *Tafsir Al-Azhar : Volume 8*. Pustaka Nasional Pte Ltd, Singapura.
- Hanna, H., Tyasrini, E., & Ratnawati, H. (2005). Pengaruh PH Terhadap Pertumbuhan *Salmonella Typhi* in Vitro. *Maranatha Journal of Medicine and Health*, 5(1).
- Hilmarni, Ningsih, Z., dan Ranova, R. (2018). Uji Cemaran Bakteri Coliform Pada Air Minum Isi Ulang Dari Depot Di Kelurahan Tarok Dipo Bukittinggi.

Prosiding Seminar Kesehatan Perintis:1-6.

- Harley, P. (2002). *Harley–Prescott: Laboratory Exercises in Microbiology, Fifth Edition*.
- Hutasoit, K. T., Rastina, R., & Abrar, M. (2017). Deteksi salmonella enterica serovar enteritidis pada telur ayam buras dari warung kopi di kecamatan syiah kuala banda aceh. *Jimvet*, 01(2), 243–247.
- Jiwintarum, Y., Agrijanti, dan Baiq, L. (2017). *Most Probable Number (MPN) Coliform Dengan Variasi Volume Media Lactose Broth Single Strenght (LBSS) dan Lactose Broth Double Strenght (LBDS)*. *Jurnal Kesehatan Prima*, 11(1), 11-17.
- Kamaliah. (2017). Kualitas Sumber Air Tangkiling Yang Digunakan Sebagai Air Baku Air Minum Isi Ulang Dari Aspek Uji MPN Total Coliform. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*. 2(2), 5-12.
- Kamelia, M., Bambang, S., dan Farida, P. (2018). Analisis Kualitas Es Batu Berdasarkan Kandungan *Coliform* Di Kantin UIN Raden Intan Lampung. *BIOSFER Jurnal tadris Pendidikan Biologi*, 9(1), 61-71. <http://ejournal.radenintan.ac.id/index.php/biosfer/index>
- Khoiriyah, K. (2017). Identifikasi Bakteri *Proteus sp.* Pada Air Kolam Renang. *Karya Tulis Ilmiah*. Insan Cendekia Medika, Jombang.
- Lempang, M. (2014). Identifikasi *Proteus mirabilis* dan Resistennya Terhadap Antibiotik Imipenem, Klorampenikol, Sefotaksim, dan Siprofoksasin Pada Daging Ayam Di Kota Makassar. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Liliana, D. P., Masria, S., & Astuti, R. D. I. (n.d.). *Perbandingan Jumlah Koloni Bakteri Kontaminan pada Es Balok dan Es Kristal di Pabrik Es Batu dan Penjual Minuman Sekitar Unisba Number of Contaminant Bacteria Colony Comparison Among Ice Blocks and Ice Crystals in Ice Cube Factory and Drink Stalls Around*. 273–278.
- Liu, D. (2019). *Escherichia coli*. In T. M. Schmidt (Ed.), *Encyclopedia of Microbiology (Fourth Edition)* (Fourth Edi, pp. 171–182). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801238-3.02291-1>
- Mahendra, G. (2016). Pengaruh Infeksi Bakteri *Enterobacter sp.* Dengan Injeksi Intraperitoneal Terhadap Kelulushidupan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Skripsi*. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Mairizki, F. (2017). Analisis Kualitas Air Minum Isi Ulang Di Sekitar Kampus Universitas Islam Riau. *Jurnal Katalisator*, 2 (1), 9-19.
- Martila, Z. (2020). Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih Di Kecamatan Gangga Kabupaten Lombok Utara. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah. Mataram.
- Mubarokhah, L., dan Wijanarka. (2019). Uji Bakteriologis Air di PDAM TG Kabupaten Magelang dengan Metode *Most Probable Number (MPN) Quanty-Tray*. *Jurnal Biologi Papua*, 11(1), 18-23. doi:10.31957/jbp.747
- Mumpuni Yuniarsih, S., Indriono, A., & Sri Widhowati, S. (2019). Perbedaan Tingkat Pengetahuan Tentang Kehamilan Sehat Dengan Indikator Kesehatan Ibu Hamil Yang Mengikuti Kelas Ibu Hamil. *Media Ilmu Kesehatan*, 6(1), 1–8. <https://doi.org/10.30989/mik.v6i1.172>
- Nurjanah, P. (2018). Analisis Pengaruh Curah Hujan Terhadap Kualitas Air

- Parameter Mikrobiologi Dan Status Mutu Air Di Sungai Code, Yogyakarta. Skripsi. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Panjaitan, D. (2020). Pengaruh Paparan Hidrogen Sulfida (H₂S) Dan Karakteristik Pemulung Terhadap Keluhan Gangguan pernapasan Pada Pemulung Di TPA Sei Giling Kota Tering Tinggi Tahun 2019. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara.
- Permana, B., Syafei, D., Syafei, H., Olivia, O., Fitri, N., Sundari, N., Sahari, W., Vanesia, D., Aini, A., Gamelia, O., Katipah, Arif, M., & Anggraini, A. (2020). Analisis Sifat Fisika dan Derajat Keasaman terhadap Kualitas air Minum Isi Ulang 20 Rumah RW 01 di Kampung Cilember Desa Jogjogan Kecamatan Cisarua Kabupaten Bogor. *Risenologi Jurnal Sains, Teknologi, Sosial, Pendidikan, dan Bahasa*, 5 (1), 64-69.
- Pujianto, A., dan Risa, W. (2017). Analisis Kandungan Logam Fe dan Mn Es Batu Yang Ada Di Kecamatan Arut Selatan Kabupaten Kota Waringin Barat Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Borneo Cendekia*, 1 (2), 242-246.
- Purwa, N., Junianto, dan Titin, H. (2012). Karakteristik Bakteri Caviar Nilem Dalam Perendaman Campuran Larutan Asam Asetat dengan Larutan Garam Pada Penyimpanan Suhu Rendah (5-10°C). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 3(4), 171-175.
- Rahmaniar, S. A., & Habib, I. (2011). Perbandingan Kualitas Es Batu Di Warung Makan Dengan Restoran Di DIY Dengan Indikator Jumlah Bakteri Coliform Dan Escherichia Coli Terlarut. *Mutiara Medika: Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*, 11(3), 150-158. <https://www.neliti.com/id/publications/153974/perbandingan-kualitas-es-batu-di-warung-makan-dengan-restoran-di-diy-dengan-indi>
- Rosita, N. (2014). Analisis Kualitas Air Minum Isi Ulang Beberapa Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di Tangerang Selatan. *Jurnal Kimia Valensi*, 4(2), 134-141.
- Razak, A. (2016). *Air Mutlak Dalam Perspektif Ulama Sunni* (N. Sofyan (Ed.); pp. 1-131). CV. Tri Star Printing Mandiri.
- Rifta, R., Budiyono, Yusniar, H. (2016). Studi Identifikasi Keberadaan *Escherichia coli* pada Es Batu yang Digunakan Oleh Pedagang Warung Makan Di Tembalang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(2), 176-185. <http://ejournalsl.undip.ac.id/index.php/jkm>
- Riga, P., Buntuan, V., Rares, F. (2015). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Aerob Yang Dapat Menyebabkan Infeksi Nosokomial Di Ruang Instalasi Gizi Blu RSUP Prof Dr. R.D. Kandou Manado. *Jurnal e-Biomedik*, 3 (1): 227-235.
- Rosita, N. (2014). Analisis Kualitas Air Minum Isi Ulang Beberapa Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di Tangerang Selatan. *Jurnal Kimia valensi*, 4 (2), 134-141.
- Saadah, F. (2017). Analisis Bakteri Coliform Dalam Es batu Dari Berbagai Kantin Di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. Skripsi. Universitas Islam Negeri Raden Intan. Lampung.
- Sinaga, E. M. (2017). Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* pada Es Kristal dengan Menggunakan Metode Most Probable Number (MPN) yang Diperjualbelikan oleh Pedagang di Jalan Kapten Muslim Medan Tahun 2017. *Jurnal Mutiara Kesehatan Masyarakat*, 10(7), 43-44. <http://e-journal.sari->

- Sulistia, S., dan Alifiya, C. (2019). Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran. *JRL*. 12(1), 41-57.
- Suryandari, L., Erina, Darniati, Nuzul, A., dan Nur., S. (2018). The Isolation Of Salmonella sp. on Quail Eggs (*Cortunxi-cortunix japonica*) That Failed To Batch in garot, Darul Imarah Subdistric, Aceh Besar. *Jurnal Medika Veterinaria*, 12(2), 124-132. doi:https://doi.org/10.21157/j.med.vet.v1
- Sutaryana, J. (2017). Uji Cemaran Bakteri Salmonella sp. Dalam Tahu Putih Yang Di Produksi Pada Industri Rumah Tangga Di Naimata. *Karya Tulis Ilmiah*. Politeknik Kesehatan Kemenkes. Kupang.
- Taufik, Y., Sumartini, & Endriana, W. (2019). Kajian Perbandingan Buah Black Mulberry (*Morus nigra L.*) Dengan Air Terhadap Karakteristik Spreadable Processed Cheese Black Mulberry. *Pasundan Food Technology Journal*, 6(3), 183–191.
- Teixeira, P., Brandao, J., Silva, S., Babic, M., Cimerman, N., Pires, J., Costa, S., & Valerio, E. (2019). Microbiological and Chemical Quality of Ice Used To Preserve Fish in Lisbon Marketplace. *Journal of Food Safety*, 39 (4),1-6.
- Ummah, A. (2021). Uji Kandungan Logam Aluminium (Al) dan Besi (Fe) Pada Air Minum Isi Ulang (AMIU) Di Kecamatan Ulee Kareng Kota Banda Aceh. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Ar Raniry. Banda Aceh.
- Vivien, K. (2020). *Peran Imunitas Pada Infeksi Salmonella Typhi*. CV Athra Samudra.
- Wahyuni, FS., Setyobudi, A., Indriati, dan Hinga, T. (2021). Hygiene, Sanitation, and The Contents of Escherichia coli in Ice Cubes at Pasar Malam Kampung Solor, Kupang. *Journal Of Community Health*. 3 (4), 171-183.
- Warningsih, & Warsiyah. (2018). Analisis Kualitas Bakteriologis Es batu Di Lingkungan Pasar Kota Gede Yogyakarta. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 18(942), 1–12.
- Yulianti, AN., Dwiyantri, RD., Norsiah, W., dan Lutpiatina, L. (2018). Angka Kuman Es Batu Produksi Rumah Tangga. *Jurnal Skala Kesehatan*. 9 (1).
- Yuswananda, N. (2015). Identifikasi Bakteri Salmonella sp. Pada Makanan Jajanan di Masjid Fathullah Ciputat Tahun 2015. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Zahra, I., Palupi, C., dan Arifianto, N. (2019). Pemeriksaan Angka Lempeng Total (ALT) Dan Most Probable Number (MPN) Bakteri Escherichia coli Pada Es Batu Balok dan Es Batu Kristal. *Jurnal MEDFARM, Farmasi dan Kesehatan*. 6 (1), 21-25.