

Physical, Chemical, and Microbiological Quality Analysis of Home Ice Cubes, Beams, and Crystals in Gang Lebar, Wonocolo, Surabaya

Anisa Shofiyana Azhari^{1*}, Esti Tyastirin¹, Hanik Faizah¹

¹Program Studi Biologi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya, Indonesia

Article History

Received : October 21th, 2022

Revised : November 20th, 2022

Accepted : December 10th, 2022

*Corresponding Author:

Anisa Shofiyana Azhari,
Universitas Islam Negeri Sunan
Ampel, Surabaya, Indonesia;
Email: anisaazhari28@gmail.com

Abstract: Ice cubes are complementary products made from frozen water. If ice cubes have been contaminated by chemical compounds or microorganisms, it will cause various health problems. The purpose of this study was to determine the quality of ice cube, block and crystal houses in the Gang Lebar area, Wonocolo, Surabaya. The physical parameters of ice cubes observed were color, smell and taste. The chemical parameters analyzed were Fe and pH. Microbiological parameters were tested by Total Plate Count (TPC), Most Probable Number (MPN), and Salmonella contamination test. The results showed that by observing the physical parameters of the color of the ice cubes, 1 sample of ice cubes was obtained which met the quality requirements of SNI 3839: 2019, namely sample K1, on the physical observation of smell and taste, 1 sample was obtained which did not meet the requirements, namely the ice block sample. Analysis of pH and Fe chemical parameters showed that all samples met the quality requirements of SNI 3839: 2019 in the pH test. Meanwhile, the Fe test of all samples was declared ineligible. Microbiological analysis of ice cubes showed that 1 sample did not meet the requirements. Furthermore, the results of the MPN coliform test stated that 1 sample met the quality requirements with a value of 7 APM/100mL in sample K1. The Salmonella contamination test found 1 positive sample containing Salmonella, namely in the ice block sample.

Keywords: ice cube; Fe; MPN; physics parameter; pH; salmonella; TPC.

Pendahuluan

Es batu adalah produk pelengkap yang terbuat dari air yang telah dibekukan. 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). Menurut Permenkes RI (2010) menyatakan bahwa persyaratan air minum yang dapat dikonsumsi dan yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku harus memenuhi syarat kesehatan. Syarat tersebut 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.

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). Salah satu parameter uji non spesifik adalah pH dan salah satu parameter uji spesifik adalah kadar besi (Fe).

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 (Warningsih dan 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).

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.

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 Pujiyanto 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.

Hasil penelitian 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. Hasil 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 penelitian terdahulu mengenai kualitas es batu, masih banyak es batu yang kualitasnya tidak layak. Adapun salah satu tempat penjual minuman es di Surabaya yang paling banyak adalah di Gang Lebar, Wonocolo.

Daerah tersebut merupakan daerah yang dekat dengan fasilitas pendidikan. Sehingga banyak orang yang berjualan, salah satunya minuman es. 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 mengkonsumsi 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. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas es batu rumahan, balok, dan kristal di daerah Gang Lebar, Wonocolo, Surabaya berdasarkan 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 cemaran *Salmonella* Sp.

Bahan dan Metode

Jenis penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian observasional yang dilakukan dengan menganalisis kualitas fisik, kimia pH dan Fe, serta mikrobiologis.

Pengambilan sampel

Sampel yang diambil adalah 5 sampel es batu dari berbagai agen es batu di Gang Lebar, Wonocolo, Surabaya dengan cara membeli. Sampel diambil secara random (acak) pada 5 pedagang (agen) es batu. Setelah membeli es batu, kemudian sampel diberi label dan dimasukkan ke dalam *cooler box*.

Pengamatan parameter fisika

Parameter fisika diamati warna, bau, dan rasa pada es batu. Warna es batu diamati dengan indera penglihatan manusia. Bau es batu diamati dengan indera penciuman manusia. Rasa es batu diamati dengan indera perasa manusia.

Parameter kimia

Parameter kimia yang diuji pada penelitian ini adalah pH dan Fe. pH dilakukan dengan menggunakan pH universal. Uji Fe dilakukan di Laboratorium Penelitian Dan Konsultasi Industri.

Parameter mikrobiologis

Dilakukan dengan 3 pengujian, yaitu uji TPC (*Total Plate Count*) pada media NA. Uji ini dilakukan untuk mengetahui total mikroba pada es batu. Koloni diamati menggunakan alat *Colony counter*. Uji MPN (*Most Probable Number*) dilakukan dengan 3 tahapan, yaitu *presumptive test* yang dilakukan dengan media LB, *confirmed test* yang dilakukan dengan media BGLB, dan *completed test* yang dilakukan dengan media EMBA. MPN dilakukan untuk mendeteksi adanya bakteri koliform dan *Escherichia coli*. Uji *Salmonella* dilakukan untuk melihat ada atau tidaknya cemaran salmonella pada es batu. Uji salmonella dilakukan dengan mengisolasi pada media SSA.

Hasil dan Pembahasan

Parameter fisika

Parameter fisika yang diamati ada 3, yaitu warna, bau, dan rasa. Pada pengamatan warna diamati dengan indera penglihatan manusia. Hasil dari pengamatan warna pada es batu dapat dilihat pada Tabel 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) (Tabel 1). 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).

Tabel 1. Hasil pengamatan warna es batu

No.	Kode Sampel	Warna	Syarat Mutu SNI 3839:2019	Ket.
1.	B	Berwarna		TM
2.	K1	Tidak berwarna		M
3.	K2	Tidak berwarna	Tidak berwarna	M
4.	R1	Tidak berwarna		M
5.	R2	Tidak berwarna		M

Keterangan: B: Balok; K1: Kristal 1; K2: Kristal 2; R1: Rumahan 1; R2: Rumahan 2; TM: Tidak Memenuhi; M: Memenuhi

Adapun kriteria es batu yang baik untuk dikonsumsi adalah tidak berwarna atau jernih. Adanya warna putih pada es batu 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) (Saadah, 2017).

Parameter bau diamati dengan menggunakan indera penciuman manusia. Hasil pada pengamatan bau dapat dilihat pada Tabel 2.

Hasil pengamatan bau pada es batu didapatkan hasil satu sampel es batu yang tidak memenuhi syarat mutu SNI 3839:2019 yaitu es balok (Tabel 2). Sedangkan, 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.

Tabel 2. Hasil pengamatan bau pada es batu

No	Kode Sampel	Bau	Syarat Mutu SNI 3839:2019	Ket
1.	B	Berbau		TM
2.	K1	Tidak Berbau	Tidak Berbau	M
3.	K2	Tidak Berbau		M
4.	R1	Tidak Berbau		M
5.	R2	Tidak Berbau		M

Keterangan: B: Balok; K1: Kristal 1; K2: Kristal 2; R1: Rumahan 1; R2: Rumahan 2; TM: Tidak Memenuhi; M: Memenuhi

Adapun sampel es batu yang berbau adalah pada sampel es balok dengan kriteria bau seperti tanah. Adanya bau pada es batu 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).

Parameter fisik rasa diamati dengan menggunakan indera perasa manusia. Hasil pada pengamatan rasa dapat dilihat pada Tabel 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 (Tabel 3). Sedangkan 4 sampel lainnya (K1, K2, R1, dan R2) telah memenuhi kriteria. Es batu yang baik untuk dikonsumsi adalah tidak berasa.

Adapun es batu yang aman dikonsumsi adalah tidak berasa. Berdasarkan (Tabel 3) es batu yang memiliki rasa adalah es batu balok dengan kriteria rasa agak pahit. 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).

Tabel 3. Hasil pengamatan rasa pada es batu

No	Kode Sampel	Rasa	Syarat Mutu SNI 3839:2019	Ket
1.	B	Berasa		TM
2.	K1	Tidak berasa		M
3.	K2	Tidak berasa	Tidak berasa	M
4.	R1	Tidak berasa		M
5.	R2	Tidak berasa		M

Keterangan: B: Balok; K1: Kristal 1; K2: Kristal 2; R1: Rumahan 1; R2: Rumahan 2; TM: Tidak Memenuhi; M: Memenuhi

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 (Saadah, 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).

Parameter kimia

Pengukuran parameter kimia pada penelitian ini adalah pH dan kadar Fe (besi). Parameter kimia pH dianalisis menggunakan kertas pH universal. Hasil pada analisis parameter pH dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil uji pH es batu didapatkan hasil semua sampel es batu telah memenuhi standar yang telah ditentukan SNI 3839:2019 yaitu 6-8,5. Adapun nilai pH pada 5 sampel es batu berkisar antara 6-7.

Es batu yang baik untuk dikonsumsi harus memiliki nilai pH 6-8,5. Semua sampel es batu telah memenuhi syarat (Tabel 4). 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.

Tabel 4. Hasil uji ph pada es batu

No	Kode Sampel	pH	Syarat Mutu SNI 3839:2019	Ket.
1.	B	6		M
2.	K1	6		M
3.	K2	6	6-8.5	M
4.	R1	7		M
5.	R2	7		M

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

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 *et al.*, 2020). Pada bakteri *Salmonella sp.* dapat tumbuh pada pH 6-8 (Hanna *et al.*, 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.

Adapun salah satu unsur kimia yang dianalisis berdasarkan syarat mutu adalah Fe.

Parameter kimia Fe diuji untuk mengetahui ada atau tidaknya cemaran Fe dalam es batu. Karena apabila logam tersebut mengkontaminasi es batu ataupun bahan yang digunakan dalam pembuatan es, dapat menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan (Ummah, 2021). Hasil dari uji Fe dapat dilihat pada Tabel 5.

Hasil uji kadar Fe (besi) didapatkan semua sampel tidak memenuhi syarat SNI 3839:2019 dengan batas maksimum 0,1 mg/L (Tabel 5). 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.

Tabel 5. Hasil uji kadar Fe pada es batu

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

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

Hasil uji kadar Fe menunjukkan bahawa semua sampel tidak memenuhi dengan sampel es batu tertinggi adalah R1 dan balok (Tabel 5). 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. Perkiraan normalnya kadar Fe dalam air adalah dibawah 0,3 mg/L (Melda, 2011). Apabila air yang digunakan dalam pembuatan es batu terkontaminasi logam Fe yang melebihi batas dapat menimbulkan karat karena sifatnya yang mudah teroksidasi (Siahaan, 2019). Kontaminasi juga dapat disebabkan oleh tempat atau alat yang digunakan untuk membuat es batu telah berkarat (Melda, 2011).

Parameter mikrobiologis

Hasil pengujian mikrobiologis es batu, terdapat 3 cara pengujian, yaitu uji *Total Plate Count* (TPC). Uji TPC dilakukan dengan

menggunakan metode tuang (*pour plate*) dalam media NA (*Nutrient Agar*). Hasil pada uji TPC dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Koloni bakteri pada uji total plate count (TPC) (Dokumentasi Pribadi, 2022)

Koloni bakteri pada cawan kemudian dihitung dengan alat colony counter dan kemudian dimasukkan dalam perhitungan SPC (*Standar Plate Count*) (Gambar 1). Hasil perhitungan sampel es batu dapat dilihat pada Tabel 6. Hasil uji TPC pada es batu didapatkan hasil 1 sampel es batu tidak memenuhi kriteria menurut SNI 3839:2019 yaitu sampel es balok (Tabel 6). Sedangkan pada 4 sampel es batu lainnya (sampel K1, K2, R1, dan R2) masih dalam batas standar yang telah ditentukan.

Tabel 6. Hasil uji TPC pada sampel es batu

No	Kode Sampel	Angka Lempeng Total (Koloni/mL)	Syarat Mutu SNI 3839:2019	Ket.
1.	B	3,90X10 ⁴		TM
2.	K1	6,7X10 ²		M
3.	K2	3,07X10 ³	10 ² – 10 ⁴ Koloni/mL	M
4.	R1	1,20X10 ³		M
5.	R2	1,18X10 ³		M

Keterangan: B: Balok; K1: Kristal 1; K2: kristal 2; R1: Rumahan 1; R2: Rumahan 2; TM: Tidak Memenuhi; M: Memenuhi

Hasil uji TPC diperoleh satu sampel yang tidak memenuhi syarat mutu SNI, yaitu es balok. 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 1,70X10⁴ Koloni/mL. Sampel es rumahan, kedua sampel telah memenuhi syarat dengan nilai 1,20x10³ pada sampel R1 dan 1,18x10³ pada sampel R2.

Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yulianti *et al.*, (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.

Sampel es kristal yang memenuhi syarat, dengan nilai 6,7x10² pada sampel K1 dan 3,07x10³ pada K2. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Zahra *et al.*, (2019) yang menyatakan bahwa 3 sampel es kristal di Kecamatan Ponorogo dinyatakan telah memenuhi syarat mutu SNI 7388:2009 dengan nilai 0,48x10⁴, 0,53x10⁴, dan 0,014x10⁴.

Hasil observasi pada pedagang es batu di Gang Lebar, Wonocolo, Surabaya. Kemungkinan adanya 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).

Faktor kontaminasi pada es balok tinggi adalah karena bahan baku air yang digunakan belum melalui proses pemasakan. Bahan baku air yang digunakan untuk membuat es batu seharusnya dimasak terlebih dahulu untuk membunuh bakteri patogen yang ada dalam air (Yulianti *et al.*, 2018). 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 *et al.*, 2019). Es batu rumahan dan es kristal 2 (K2), kemungkinan adanya kontaminasi adalah dari sumber bahan baku air yang digunakan belum melalui proses pemasakan.

Es kristal 1 (K1), kemungkinan terjadinya cemaran bakteri juga dapat terjadi karena udara (debu). Hal ini disebabkan karena pada saat membeli es, penjual memindahkan es dalam keadaan terbuka (diluar lemari es). Pengujian selanjutnya adalah uji MPN. Uji MPN dilakukan untuk mendeteksi dan menghitung jumlah bakteri koliform dalam sampel es batu. Terdapat 3 tahapan pada uji MPN, yaitu uji praduga (*Presumptive test*), uji penegasan (*Confirmed test*), dan uji pelengkap (*Completed Test*).

Hasil uji praduga dilakukan dengan menggunakan media LB (*Lactose Broth*). Media LB (*Lactose Broth*) berfungsi sebagai penyedia sumber karbohidrat yang dapat difermentasi oleh bakteri koliform dan fekal koliform (Fauziyah, 2020). Hasil pada uji praduga ini dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Hasil uji praduga pada media LB (Dokumentasi Pribadi, 2022)

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 untuk melihat tabung yang positif koliform. Hasil dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil uji praduga pada sampel es batu

Sampel	10 mL			1 mL			0,1 mL			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: Rumahan 1; R2: Rumahan 2; (+): Positif Koliform; (-): Negatif Koliform

Hasil uji praduga bahwa semua sampel dinyatakan positif terdapat koliform yang ditandai dengan adanya gelembung gas pada tabung durham (Tabel 7). 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.

Hasil uji penegasan dilakukan dengan menggunakan media BGLB (*Brilliant Green Lactose Broth*). Media BGLB (*Brilliant Green Lactose Broth*) merupakan media selektif bagi bakteri koliform karena dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif (Cahya *et al.*, 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 uji penegasan dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Hasil uji penegasan pada media BGLB (Dokumentasi Pribadi, 2022)

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 (Gambar 3). Hasil yang positif pada media

BGLB dicocokkan dengan Tabel MPN seri 3 untuk menentukan nilai MPN dalam sampel (Tabel 8).

Tabel 8. Hasil uji penegasan

Sampel	10 mL			1 mL			0,1 mL			Tabung positif	MPN/ 100 ml	Syarat mutu SNI 3839	Ket
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
B	+	+	+	+	+	-	-	-	-	3-2-0	76		TM
K1	-	+	-	-	-	+	-	-	-	1-1-0	7	<1,8-10 APM/100 mL	M
K2	+	-	-	+	-	+	-	+	-	1-2-1	15		TM
R1	-	-	+	+	-	-	-	-	+	1-1-1	11		M
R2	-	-	+	-	+	+	-	-	-	1-2-0	11		M

Keterangan: B: Balok; K1: Kristal 1; K2: Kristal 2; R1: Rumah 1; R2: Rumah 2; TM: Tidak Memenuhi; M: Memenuhi; (+): Positif Koliform; (-): Negatif Koliform

Hasil uji penegasan didapatkan 1 sampel yang memenuhi kriteria berdasarkan SNI 3839:2019 yaitu sampel es kristal dengan nilai MPN 7 APM/100 mL (Tabel 8). 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.

Hasil uji penegasan dinyatakan bahwa sampel yang positif mengandung koliform adalah es balok, kristal 2, rumah 1 dan 2 dengan nilai MPN tertinggi adalah balok (Pada Tabel 8). 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 rumah 1 memiliki nilai 27 MPN/100 mL.

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.

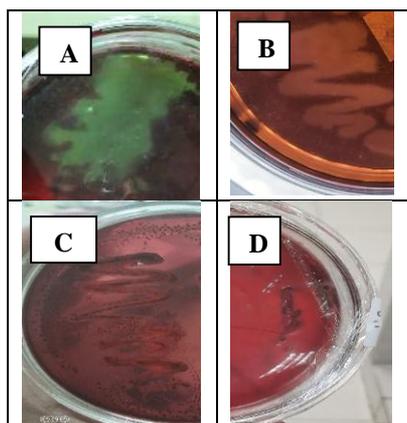
Hasil observasi terhadap penjual es batu di Gang Lebar, Wonocolo, Surabaya. Adanya faktor kontaminasi bakteri koliform tinggi pada es batu balok adalah karena mungkin bahan baku air yang digunakan telah terkontaminasi oleh bakteri dan air yang digunakan untuk menyiram es balok yang kurang higienis. Adanya 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.

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.

Es kristal 2 (K2) dan es batu rumah 1 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).

Hasil yang dinyatakan positif pada uji penegasan, dilanjutkan ke uji pelengkap. Uji pelengkap dilakukan dengan menggunakan media EMBA (*Eosyn Methylene Blue Agar*). Media EMBA mampu menghambat pertumbuhan bakteri gram positif karena mengandung zat pewarna *methylene blue* yang dapat menghambat bakteri positif dalam keadaan asam (Febriyanti, 2020). Hasil uji pelengkap dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil uji pelengkap pada media EMBA. (A) Koloni hijau metalik; (B) Koloni transparan; (C) Koloni pink keunguan dengan sedikit kilatan hijau; (D) Koloni Ungu (Dokumentasi Pribadi, 2022)

Warna hijau metalik, warna tersebut adalah warna khas yang dihasilkan oleh bakteri *E. coli* (Gambar 4 (A)). Warna hijau metalik tersebut merupakan 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). Warna koloni transparan dari bakteri *Proteus sp* (Gambar 4 (B)). *Proteus sp.* memiliki ciri koloni transparan karena bakteri tersebut lemah dalam memfermentasi laktosa. Koloni *Proteus sp.* pada media EMBA juga memiliki tepi halus (Khoiriyah, 2017).

Warna pink keunguan pada gambar 4 (C) dengan sedikit kilatan hijau dan memiliki tepi halus yang masih termasuk ciri dari *E. coli* karena memiliki tepi yang halus serta terlihat sedikit kilatan berwarna hijau metalik (Amaliyah, 2020). Koloni warna ungu menandakan adanya bakteri *Enterobacter sp* (Gambar 4 (D)). Warna ungu tersebut timbul karena bakteri *Enterobacter sp* 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).

Hasil uji pelengkap didapatkan hasil pada sampel es batu yang positif *Escherichia coli* adalah sampel es balok dan K2 (Tabel 9). Sampel K2 selain terdapat bakteri *E. coli* juga terdapat bakteri *Enterobacter sp.* begitu pula dengan sampel R1. Sampel K1 dan R2 terdapat bakteri *Proteus sp.*, namun pada sampel K1 juga terdapat bakteri *Enterobacter sp.*

Tabel 9. Hasil uji pelengkap pada es batu

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: Rumahan 1; R2: Rumahan

Sampel yang positif *Escherichia coli* ada pada 2 sampel yaitu K2 dan balok (pada Tabel 9). 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 *et al.*, 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 dan Habib, 2011). *E. coli* biasa ditemukan dalam air, makanan maupun minuman yang apabila dikonsumsi dapat menyebabkan penyakit diare (Wahyuni *et al.*, 2021).

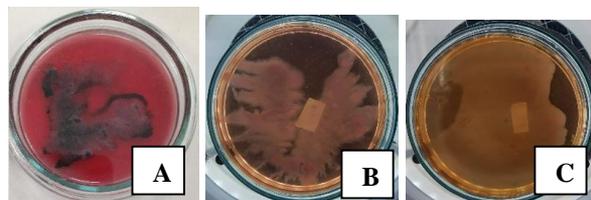
Enterobacter sp. adalah bakteri yang tersebar luas di lingkungan, makanan, air, tanah, dan sayur-sayuran. Bakteri ini dapat tumbuh baik pada usus hewan berdarah panas dan tidak terdapat pada usus hewan berdarah dingin. Pada beberapa bakteri *Enterobacter* sp. terdapat

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 *et al.*, 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).

Hasil uji cemaran *Salmonella* dilakukan menggunakan media SSA (*Salmonella Shigella Agar*). Media SSA adalah 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 gambar 5.

Koloni pada media SSA, *Salmonella* akan tumbuh dengan koloni yang transparan dan bagian tengah berwarna hitam (Gambar 5 (A)). Koloni berwarna merah muda dari bakteri *Klebsiella* sp (Gambar 4 (B)). Koloni tidak berwarna yang merupakan koloni *Proteus* sp (Gambar 5 (C)).



Gambar 5. Hasil uji cemaran salmonella pada media ssa. (A) koloni transparan dengan inti hitam ditengah; (B) koloni merah muda; (C) koloni transparan.
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Tabel 10. Hasil uji cemaran salmonella pada es batu

No	Kode Sampel	Cemaran Salmonella	Syarat Mutu SNI 3839: 2019	Ket.
1.	B	Positif <i>Salmonella</i> sp.		TM
2.	K1	Negatif <i>Salmonella</i> sp. (terdapat bakteri <i>Proteus</i> sp.)		M
3.	K2	Negatif <i>Salmonella</i> sp. (terdapat bakteri <i>Klebsiella</i> sp.)	Negatif/ 25 mL	M
4.	R1	Negatif <i>Salmonella</i> sp. (terdapat bakteri <i>Klebsiella</i> sp.)		M
5.	R2	Negatif <i>Salmonella</i> sp. (terdapat bakteri <i>Klebsiella</i> sp.)		M

Keterangan: B: balok; K1: Kristal 1; K2: kristal 2; R1: Rumahani 1; R2: Rumahani 2; TM: Tidak Memenuhi; M: Memenuhi

Hasil uji cemaran bakteri *Salmonella* didapatkan hasil satu sampel yang positif *Salmonella*, yaitu sampel es balok (Tabel 10). 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.

Uji cemaran *Salmonella*, sampel yang positif adalah es balok. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Cahya *et al.*, (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* (Fauziyah, 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 *et al.*, 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 *et al.*, 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).

Kesimpulan

Kualitas es batu berdasarkan parameter fisika yang telah diamati, pada pengamatan warna didapatkan 1 sampel yang memenuhi syarat SNI 3839 2019 yaitu sampel K1. Pada pengamatan bau dan rasa terdapat 1 sampel yang tidak memenuhi, yaitu es balok. Kualitas es batu berdasarkan parameter kimia pH dinyatakan semua sampel telah memenuhi syarat mutu SNI 3839:2019 dengan nilai 6-7. Sedangkan pada

kadar Fe nya semua sampel dinyatakan tidak memenuhi SNI 3839:2019 dengan nilai tertinggi pada sampel R1 dan Balok. Kualitas es batu berdasarkan parameter mikrobiologisnya yakni uji TPC menyatakan bahwa sampel yang tidak memenuhi syarat mutu SNI 3839:2019 adalah es balok. Pada uji MPN menyatakan bahwa sampel yang memenuhi SNI 3839:2019 adalah K1. Pada uji cemaran *Salmonella*, sampel yang dinyatakan tidak memenuhi SNI 3839:2019 adalah es balok yakni positif *Salmonella*.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan terutama kepada orang-orang yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian serta yang telah mendanai penelitian ini hingga selesai.

Referensi

- Alifia, E., & 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.
- 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.
- Cahya, T., Amir, M., & Manalu, R. T. (2019). Uji Cemaran Mikroba Es Batu pada Penjual Minuman di Lingkungan Pasar Kecamatan Jagakarsa, Jakarta Selatan. *Jurnal Saintech Farma*, 12(2), 78–84. <https://ejournal.istn.ac.id/index.php/saintechnofarma/article/view/448>
- Dewi, AP; Putri, G. (2019). Analisa Cemaran Mikroba Pada Es Batu yang Dijual di Sekitar Universitas Abdurrahman Dengan Metode Most Probable Number (MPN). *Jurnal Farmasi Higea*, 11(2). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.52689/higea.v11i2.230>
- 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.v16i1.2845>
- Fadli, M., Hanina, Halim, R., Wulandari, PS., & Ekaputri, TW. (2021). Identifikasi Genus Bakteri *Klebsiella* Dan *Citrobacter* Hasil Isolasi Dari Air Minum Isi Ulang Kota Jambi. *JAMHESIC*, 418-427.
- Fauziah, S. (2021). Uji *Total Plate Count* (TPC) dan Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* Pada Pentol di Sekitar Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel. Surabaya.
- Febriyanti, I. (2020). Analisis dan Identifikasi Bakteri Koliform Pada Es Batu Dari Berbagai Penjual Minuman Di Sekitar Sekolah dasar Kelurahan Wonokromo Surabaya. *Skripsi*. Surabaya: Universitas Islam Negeri Sunan Ampel.
- Gerokomou, V., Voidarou, C., Vatopoulos, Velonakis, E., Rozos, G., Alexopoulos, A., Plessas, S., Stavrouopulo, 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.
- 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>
- Hanna, H., Tyasrini, E., & Ratnawati, H. (2005). Pengaruh PH Terhadap Pertumbuhan *Salmonella Typhi* in Vitro. *Maranatha Journal of Medicine and Health*, 5(1).
- Kamelia, M., Anggoro, B. S., & Sa'adah, F. P. (2018). Analisis Kualitas Es Batu Berdasarkan Kandungan Coliform Di Kantin UIN Raden Intan Lampung Analysis Of Ice Cubes Quality Based On Coliform Content In Uin Raden Intan Lampung Canteen. *Biosfer : Jurnal Tadris*

- Biologi*, 9(1), 61.
<https://doi.org/10.24042/biosf.v9i1.2890>
- Khoiriyah, K. (2017). Identifikasi Bakteri *Proteus* sp. Pada Air Kolam Renang. *Karya Tulis Ilmiah*. Jombang:Insan Cendekia Medika.
- Kurniati, E., Huy, V., Anugroho, F., Sulianto, A., Amalia, N., & Nadhifa, A. (2014). Analisis Pengaruh pH dan Suhu Pada Desinfeksi Air Menggunakan Microbubble dan Karbondioksida Bertekanan. *Journal Of Natural Resourch and Environmental Management*. 10 (2):247-256.
<http://dx.doi.org/10.29244/jpsl.10.2.247-256>
- 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.
- Panggabean, M. (2016). Identifikasi Bakteri Patogen Enterik Pada Udang (*Panaeus indicus*) Bakar Dikonsumsi Di Rumah Makan Kawasan Pantai Padang. *Skripsi*. Universitas Andalas. Padang.
- 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.
- Pujianto, A., & 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.
- 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>
- 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.
- Saragih, C. (2017). Analisa Kadar Amonium (NH₃), Klorin Bebas (Cl₂), Seng (Zn), dan Tembaga (Cu) Pada Air Reservoir PDAM Tirtauli Pematangsiantar Dengan Menggunakan Tintometer Lovibond. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Siahaan, M. (2019). Analisis Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali Penduduk Wilayah Kompleks Rahayu Kelurahan Mabar Hilir Kecamatan Medan Deli Kota medan. *Jurnal Kimia Saintek Dan Pendidikan*, III(1), 19–22.
- 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-mutiara.ac.id/index.php/JMKM/article/view/218>
- 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.

Wahyuni, FS., Setyobudi, A., Indriati, & 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., Dwiyanti, RD., Norsiah, W., & Lutpiatina, L. (2018). Angka Kuman Es

Batu Produksi Rumah Tangga. *Jurnal Skala Kesehatan*. 9 (1).

Zahra, I., Palupi, C., & 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.