

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Es Batu

1. Pengertian es batu

Es batu merupakan produk pelengkap yang sering disajikan Bersama minuman dingin dan dianggap aman untuk dikonsumsi. Es batu biasanya dicampurkan pada minuman sebagai bahan pelengkap sehingga minuman tersebut terasa lebih segar. Dalam masyarakat, es batu dikenal sebagai air yang dibekukan. Pembekuan ini terjadi bila air didinginkan di bawah 0°C. air yang digunakan dalam pembuatan es batu haruslah air yang higienis dan memenuhi standar sanitasi (Arnawa dkk., 2023).

2. Jenis es batu berdasarkan bahan baku

a. Es batu dari air mentah

Es yang dibuat dari air mentah biasanya mengandung banyak gas yang terperangkap di dalamnya, sehingga warnanya cenderung putih seperti salju. Biasanya, es yang menggunakan air mentah berbentuk es balok dan jelas tidak aman untuk dikonsumsi, apalagi jika air tersebut berasal dari sumber sungai yang tercemar (Sanjaya dkk., 2024).

b. Es batu dari air matang

Es yang dibuat dari air matang memiliki tampilan yang bening karena gas-gas di dalam air tersebut terlepas selama proses perebusan (Sanjaya dkk., 2024).

3. *Higiene* sanitasi es batu

a. *Higiene* sanitasi air baku

Sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan No. 2 Tahun 2023 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan media air minum dituangkan dalam parameter yang menjadi acuan air minum aman. Parameter yang dimaksud meliputi parameter kimia, parameter fisik, dan parameter mikrobiologi. Berikut ini 3 parameter yang perlu diperhitungkan untuk memenuhi keamanan dan kesehatan air minum :

- 1) Parameter fisik : Sesuai namanya, parameter fisik menilai dari sisi penampilan dan kenyamanan dari air minum. Air minum yang baik harus bening, tidak berasa, berbau, dan tidak keruh. Pasalnya, air yang keruh menandakan adanya lumpur yang bisa menurunkan kualitas air. Selain itu, suhu air juga perlu diperhatikan, yang mana air yang ideal memiliki suhu yang normal dan nyaman untuk dikonsumsi.
- 2) Parameter kimia : hal-hal yang perlu diperhatikan dalam parameter kimia adalah zat kimia berbahaya di dalam air. Adapun dalam pengolahan air, pemilik bisnis AMDK harus memastikan untuk mengeliminasi zat berbahaya seperti logam berat dan pestisida dalam air. Pasalnya, zat-zat tersebut bisa membahayakan kesehatan, bahkan bisa menyebabkan kanker hingga kematian. Tidak hanya itu, dari segi parameter kimia yang perlu diperhatikan yaitu nilai pH. Adapun nilai pH air minum yang direkomendasikan yaitu 6,5–8,5.
- 3) Parameter mikrobiologi : Parameter biologi yang perlu diperhatikan sesuai dengan Permenkes Air Minum yaitu mikroorganisme berbahaya dalam air.

Pemilik bisnis AMDK harus memastikan air tidak mengandung mikroorganisme berbahaya seperti bakteri, virus, dan protozoa. Karena bisa menyebabkan penyakit serius seperti hepatitis dan diare.

b. *Higiene* sanitasi penjamah

Penjamah adalah orang yang memiliki kontak langsung ataupun tidak dengan makanan dan peralatannya mulai dari tahap persiapan, pembersihan, pengolahan, pengangkutan sampai dengan penyajiannya. Penerapan *higiene* sanitasi penjamah merupakan suatu usaha menyehatkan makanan atau minuman sebab penjamah memiliki potensi untuk menularkan bakteri secara pasif. Penjamah harus menjaga *higiene* personalnya, seperti selalu mencuci tangan dengan air bersih dan mengalir serta menggunakan sabun sebelum memegang makanan untuk menghindari kontaminasi bakteri patogen terhadap makanan atau minuman yang diolah. penjamah juga harus menutup luka, bila terdapat luka pada tangan dengan menggunakan media pelindung kedap air, misalnya dengan menggunakan plester luka (Wahyuni dkk., 2021).

c. *Higiene* sanitasi peralatan

Peralatan merupakan alat-alat yang dibutuhkan untuk proses penangana sehingga memungkinkan terjadinya kontaminasi. kontaminasi silang dapat terjadi apabila tidak menjaga kebersihan dari peralatan yang digunakan dalam mengolah es batu. kebersihan alat yang kurang diperhatikan dalam proses pembuatan es batu dapat menjadi faktor pemicu ditemukannya bakteri patogen dan mengakibatkan rendahnya kualitas es batu yang diproduksi. *Hygiene* sanitasi peralatan penting untuk menjaga kebersihan semua alat-alat yang dipakai dalam pengolahan dan penyajian makanan dan minuman. Kepmenkes

RI No. 942/Menkes/SK/VII tahun 2003 tentang pedoman persyaratan *higiene* sanitasi makanan jajanan juga memuat mengenai peralatan yang digunakan untuk mengolah dan menyajikan makanan harus memenuhi persyaratan *higiene* sanitasi, guna menjaga pemeliharaan peralatan harus melakukan proses pencucian alat menggunakan air bersih dan sabun, lalu dikeringkan dengan kain lap/serbet, kemudian disimpan di tempat yang bersih dan aman serta bebas dari kontaminasi (Wahyuni dkk., 2021).

4. Hubungan es batu dengan kehadiran bakteri indikator pencemaran air

Es batu dapat mengalami pencemaran oleh bakteri atau mikroorganisme akibat kebersihan tangan pedagang yang kurang baik, penggunaan wadah penyimpanan yang tidak higienis, maupun cara penyajian es batu yang tidak sesuai standar kebersihan. Selain itu, proses pembuatan es batu juga berpotensi menjadi sumber kontaminasi, terutama apabila tangki air yang digunakan tidak dibersihkan dengan baik. Air yang tersisa di dasar tangki saat tidak digunakan dapat mengalami pengendapan dan menjadi tempat berkembangnya mikroorganisme seperti bakteri *coliform* atau *escherichia coli infection*. Jika air tersebut kembali digunakan dalam proses produksi berikutnya, maka es batu yang dihasilkan berisiko terkontaminasi bakteri.

Keberadaan mikroorganisme pada es batu dapat menurunkan kualitas es batu. Pada suhu rendah, mikroorganisme umumnya berada dalam kondisi dorman atau tidak aktif sementara karena suhu memengaruhi proses metabolisme dan aktivitas enzimatik bakteri. Namun, ketika es batu mulai mencair dan suhu meningkat, mikroorganisme yang sebelumnya dorman dapat

kembali aktif dan berkembang. Kondisi ini dapat menyebabkan konsumen terpapar bakteri patogen saat mengonsumsi minuman yang menggunakan es batu tersebut (Wahyuni dkk., 2021).

B. Air sebagai Bahan Baku Pembuatan Es Batu

1. Pengertian air

Air adalah zat cair yang tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau, yang secara kimiawi tersusun dari dua atom hidrogen dan satu atom oksigen (H_2O), serta merupakan sumber daya vital bagi kehidupan manusia, hewan, dan tumbuhan. Air bersih adalah air yang memenuhi standar kesehatan, yaitu jernih, tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna, dan bebas dari kuman serta zat berbahaya. Air bersih digunakan manusia untuk konsumsi, kegiatan sehari-hari, dan sanitasi, serta menjadi kebutuhan pokok yang mutlak bagi seluruh makhluk hidup (Simanjuntak dkk., 2021).

2. Kriteria kualitas air

Kualitas air minum yang sehat harus memenuhi berbagai parameter fisik, kimia, dan mikrobiologis untuk memastikan keamanan dan kenyamanan konsumsi. Dari segi fisik, air harus tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna, memiliki suhu lebih rendah dari suhu udara sekitar, serta kandungan zat padat terlarut yang rendah. Secara kimia, air tidak boleh mengandung zat beracun atau logam berat yang melampaui batas baku mutu yang telah ditetapkan. Dari aspek mikrobiologi, air harus bebas dari kontaminasi bakteri seperti *escherichia coli* dan *coliform*, yang merupakan indikator pencemaran oleh tinja. Parameter-parameter tersebut sangat penting untuk menjamin bahwa air aman dan layak dikonsumsi oleh masyarakat (Rahmatullah dan Abubakar, 2025).

3. Mekanisme penyebaran penyakit melalui air

Mekanisme penularan penyakit sendiri terbagi menjadi empat, yaitu :

- a. Mekanisme *water borne* adalah penularan penyakit yang terjadi karena adanya patogen dalam air yang kemudian masuk ke tubuh manusia melalui mulut atau saluran pencernaan. Contoh penyakit yang menyebar lewat mekanisme ini meliputi kolera, tifoid, hepatitis virus, disentri basiler, dan poliomiелitis. Penyebaran penyakit ini hanya dapat terjadi jika mikroorganisme penyebabnya berhasil mencemari sumber air yang digunakan masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari.
- b. Mekanisme *water washed* berhubungan erat dengan kebersihan lingkungan dan pribadi. Dengan tersedianya air dalam jumlah cukup untuk menjaga kebersihan, maka penularan beberapa penyakit dapat dikurangi secara signifikan. Air yang dibutuhkan tidak harus memiliki kualitas seketat air minum, yang paling penting adalah ketersediaan jumlah air tersebut. Mekanisme ini meliputi tiga cara penularan, yaitu:
 - a) infeksi melalui saluran pencernaan seperti diare pada anak-anak,
 - b) infeksi pada kulit dan mata seperti skabies dan trakhoma, serta
 - c) penularan melalui hewan pengerat seperti penyakit leptospirosis.
- c. *Water based mechanism*, Penyakit yang menyebar melalui mekanisme ini disebabkan oleh agen penyakit yang menjalani sebagian siklus hidupnya di dalam tubuh vektor. Contoh penyakitnya antara lain skistosomiasis dan penyakit yang disebabkan oleh *Dracunculus medinensis*. Sumber penularan utama penyakit ini adalah badan air alami di lingkungan sekitar yang sering

digunakan manusia dalam aktivitas sehari-hari, seperti memancing, mandi, mencuci, dan kegiatan lainnya.

- d. *Water related insect vector mechanism*, penyakit-penyakit yang ditularkan melalui mekanisme ini penyebarannya terjadi lewat gigitan serangga yang bermukim dan berkembang biak di air. Contoh penyakitnya termasuk filariasis, demam berdarah (DBD), malaria, dan yellow fever. Nyamuk *Aedes aegypti*, yang merupakan vektor penyakit demam berdarah, dapat berkembang biak dengan mudah di tempat-tempat penampungan air sementara seperti gentong air, pot bunga, dan lokasi serupa di lingkungan sekitar (Wahyuni, 2017).

C. Bakteri Indikator Sanitasi

1. Bakteri *coliform*

Bakteri *coliform* dalam air merupakan parameter penting yang digunakan untuk menilai keamanan air, karena keberadaannya menunjukkan adanya pencemaran air. Bakteri ini sangat berperan dalam menilai apakah air, atau makanan aman untuk dikonsumsi. Adanya bakteri *coliform* dalam air menjadi indikator utama untuk memastikan bahwa air tersebut aman digunakan dalam aktivitas sehari-hari seperti minum, perikanan, dan peternakan. Bakteri *escherichia coli* (*E. coli*), salah satu jenis *coliform* fekal, dapat menyebabkan berbagai penyakit lingkungan, termasuk diare dan gangguan kulit. *Coliform* adalah kelompok bakteri gram negatif yang tidak membentuk spora dan mampu menghasilkan gas serta asam dari fermentasi laktosa pada suhu 35-37°C. Terdapat dua jenis *coliform*, yaitu *coliform* fekal seperti *E. coli* dan *coliform* non-fekal seperti *enterobacter aerogenes*. Selain itu, keberadaan

bakteri ini juga sering menunjukkan potensi adanya bakteri patogen lain di lingkungan tersebut (Wulandari dan El Sherra, 2024).

Keberadaan bakteri *coliform* menjadi salah satu parameter yang biasa digunakan untuk mengidentifikasi tingkat sanitasi dan hygiene. Faktor risiko utama penyebab terjadinya kejadian luar biasa keracunan pangan yaitu sanitasi dan *higiene* pengolahan pangan (Hati, 2024).

2. *Escherichia coli*

Escherichia coli termasuk dalam jenis bakteri pathogen yang bersifat oportunistik yang umum ditemukan manusia dan hewan. Bakteri ini menyebabkan beberapa penyakit yang didapat di rumah sakit dan penyakit yang banyak ditemukan di masyarakat, contohnya seperti gastroenteritis, Infeksi Saluran Kemih (ISK), dan infeksi aliran darah. Bakteri *E. coli* berpotensi memperoleh gen resistensi melalui transfer gen horizontal antarspesies dan intraspesies, Bakteri *E. coli* dapat menyebabkan diare melalui berbagai mekanisme yang bergantung pada patotipe spesifiknya (Imoliana dan Kristianto, 2025).

Bakteri *escherichia coli* banyak ditemukan pada makanan atau minuman yang tidak higienis lalu dikonsumsi manusia dan masuk ke dalam tubuh manusia sehingga menyebabkan gejala seperti kolera, diare dan berbagai macam penyakit pencernaan lainnya. Sebagian besar strain *E. coli* hidup tidak berbahaya di usus dan jarang menyebabkan penyakit pada individu yang sehat (Imoliana dan Kristianto, 2025).

D. Analisa Mikroba Dalam Air

1. Pengertian MPN

Most probable number merupakan suatu teknik untuk menghitung jumlah mikroorganisme dengan menggunakan data dari hasil pertumbuhan mikroorganisme dalam medium cair tertentu. Jumlah mikroorganisme yang diuji secara keseluruhan dalam nilai MPN/volume sampel ditetapkan berdasarkan ragam tabung yang digunakan (Agnes dkk., 2024).

Metode *Most Probable Number* (MPN) digunakan untuk memperkirakan jumlah bakteri *coliform* dalam 100 ml sampel air yang menunjukkan hasil positif pada serangkaian uji, yaitu uji perkiraan (*presumptive test*), uji penegas (*confirmative test*), dan uji pelengkap (*complete test*). Metode ini cukup sederhana dan memiliki sensitivitas tinggi, sehingga cocok untuk menguji sampel dengan konsentrasi mikroorganisme yang rendah, seperti pada air, susu, dan makanan. Metode ini bertujuan memastikan bahwa bakteri tersebar merata dalam sampel yang sudah dihomogenisasi, sehingga tiap sel bakteri terpisah secara individu dan tidak membentuk rantai atau kumpulan. Data akhir hasil pengujian berupa angka yang kemudian dicocokkan dengan tabel untuk menentukan apakah kondisi mikrobiologi air keran menunjukkan adanya pencemaran atau tidak (Kamelia dkk., 2021).

2. Prinsip metode MPN

Metode *Most Probable Number* (MPN) menggunakan medium cair dalam tabung reaksi, di mana perhitungan didasarkan pada jumlah tabung yang menunjukkan hasil positif. Tanda positif dapat diamati melalui munculnya kekeruhan atau terbentuknya gas di dalam tabung Durham pada bakteri

penghasil gas. Umumnya, setiap tingkat pengenceran menggunakan 3 hingga 5 seri tabung. Semakin banyak jumlah tabung yang digunakan, semakin tinggi pula tingkat ketelitian hasil MPN. Metode ini biasanya diterapkan untuk menghitung populasi bakteri pada sampel berbentuk cair, namun juga dapat diaplikasikan pada sampel padat setelah terlebih dahulu dibuat suspensi dengan perbandingan tertentu (Jiwintarum dkk., 2018).

3. Tahapan uji metode MPN

a. Uji pendahuluan (*Presumptive test*)

Identifikasi ada tidaknya bakteri *Escherichia Coli* diawali dengan uji pendahuluan. Uji pendahuluan dimaksudkan untuk mengetahui ada atau tidaknya pertumbuhan bakteri khususnya bakteri yang meragikan fermentasi Lactosa. Sampel dimasukkan kedalam tabung reaksi yang sebelumnya sudah dimasukkan tabung durham dan media *Lactosa Broth* kemudian diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu 37°C. Tabung yang menghasilkan gas dan kekeruhan dalam masa inkubasi diduga mengandung bakteri golongan *coliform* dan bukan *coliform* (Arnawa dkk., 2023).

b. Uji penegasan (*confirmative test*)

Dilakukan dengan menggunakan media BGLB. Media BGLB dapat menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif dan meningkatkan pertumbuhan bakteri Gram negatif. Uji penegasan dilakukan dengan cara memindahkan sebanyak 1-2 ose penuh dari tiap tabung *Lactosa Broth* yang membentuk gas kedalam tabung yang berisi 10 ml media BGLB kemudian diinkubasi pada suhu 44°C. Hasil positif ditandai dengan timbulnya gelembung gas pada tabung durham (Arnawa dkk., 2023).

c. Uji pelengkap (*Completed test*)

Untuk memastikan adanya bakteri *Escherichia Coli* maka perlu dilanjutkan ke uji pelengkap dengan menggunakan media EMBA dengan cara mengambil 1 ose koloni bakteri dari tabung yang positif pada uji penegasan (tabung yang dipilih adalah tabung positif yang memiliki gas pada tabung durham paling panjang dan kekeruhan paling tinggi) kemudian digoreskan pada media EMBA dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Koloni berwarna hijau metalik merupakan ciri khas bakteri *Escherichia coli* (Arnawa dkk., 2023).