



## Uji Cemarkan Logam Mangan (Mn), Tembaga (Cu), dan Mikroba pada Air Minum dalam Kemasan

### [Testing for Manganese (Mn), Cooper (Cu), and Microbial Contamination in Bottled Drinking Water]

Tita Rosita<sup>✉</sup>, Inne Sadiyah

Program Studi Analisis Kimia, Politeknik AKA Bogor  
 Jl. Pangeran Sogiri No.283, Tanah Baru, Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16154

**Abstract.** The presence of metal contaminants such as Manganese (Mn) and Copper (Cu) and microbial contaminants in bottled drinking water (AMDK) that are potentially harmful to human health must be maintained so as not to exceed the set limits. The standard method of testing for Mn and Cu metal contamination in bottled water involves the use of Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) which refers to SNI 3554:2015. Microbial contamination testing in bottled water was carried out by measuring several parameters such as total plate count (ALT), *Coliform* test, *E.coli* test and *Pseudomonas aeruginosa* test with methods referring to SNI 3554:2015. The test results show that the level of Mn metal in AMDK is 0.001 mg/L with a very low relative variation (%RSD 0.00%), and the level of Cu metal is 0.004 mg/L with the same low relative variation (%RSD 0.00%). In addition, the microbial contamination test results for total plate counts were <1 CFU/mL, and the average test results for *E.coli*, *Coliform*, and *P.aeruginosa* bacteria were 0 colonies/250 mL samples. These results illustrate that the levels of Mn and Cu metal contamination and microbial contamination found in AMDK do not exceed the limits set in SNI 3553: 2015. Based on the tests conducted, bottled drinking water is proven safe from Mn and Cu metal contamination and microbial contamination.

**Keywords:** AMDK, metal contamination, microbes, manganese, copper, ICP-OES, ALT, *Coliform*, *E. coli*, *P. aeruginosa*.

**Abstrak.** Keberadaan cemarkan logam seperti Mangan (Mn) dan Tembaga (Cu) serta cemarkan mikroba pada air minum dalam kemasan (AMDK) yang berpotensi berbahaya bagi kesehatan manusia harus dijaga agar tidak melebihi batas yang ditetapkan. Metode standar pengujian cemarkan logam Mn dan Cu dalam AMDK melibatkan penggunaan *Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry* (ICP-OES) yang mengacu pada SNI 3554:2015. Pengujian cemarkan mikroba pada AMDK dilakukan dengan mengukur beberapa parameter seperti angka lempeng total (ALT), uji *Coliform*, uji *E.coli* dan uji *Pseudomonas aeruginosa* dengan metode yang mengacu pada SNI 3554:2015. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar logam Mn dalam AMDK sebesar 0,001 mg/L dengan variasi relatif yang sangat rendah (%RSD 0,00%), dan kadar logam Cu sebesar 0,004 mg/L dengan variasi relatif yang sama rendah (%RSD 0,00%). Selain itu, hasil pengujian cemarkan mikroba untuk angka lempeng total yaitu <1 CFU/mL, dan hasil rata-rata pengujian untuk bakteri *E.coli*, *Coliform*, dan *P.aeruginosa* adalah 0 koloni/250 mL sampel. Hasil ini menggambarkan bahwa kadar cemarkan logam Mn dan Cu serta cemarkan mikroba yang ditemukan dalam AMDK tidak melampaui batas yang telah ditetapkan dalam SNI 3553:2015. Berdasarkan uji yang dilakukan, air minum dalam kemasan terbukti aman dari cemarkan logam Mn dan Cu serta cemarkan mikroba.

**Kata kunci:** AMDK, cemarkan logam, mikroba, mangan, tembaga, ICP-OES, ALT, *Coliform*, *E. coli*, *P. aeruginosa*

Diterima: 25 Oktober 2023, Disetujui: 29 April 2024

Sitasi: Rosita, T., dan Sadiyah, I. (2024). Uji Cemarkan Logam Mangan (Mn), Tembaga (Cu), dan Mikroba pada Air Minum dalam Kemasan. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 10(1): 41-57.

✉ Corresponding author

E-mail: [tita.rosita.bz@gmail.com](mailto:tita.rosita.bz@gmail.com)

<https://doi.org/10.22487/kovalen.2024.v10.i1.16642>



## LATAR BELAKANG

Laboratorium PAM JAYA merupakan laboratorium yang bertanggung jawab untuk melakukan pengujian dan analisis terhadap kualitas air minum, air bersih, air minum dalam kemasan, serta air permukaan. Laboratorium PAM JAYA sudah tersertifikasi oleh ISO/IEC 17025:2017 dan melakukan pengujian air berdasarkan metode Standar Nasional Indonesia (SNI) dan metode Standar Internasional (APHA, AWWA, WEF) yang meliputi pemeriksaan fisika, kimia, dan bakteriologis. Laboratorium ini melakukan pengujian secara rutin terhadap parameter-parameter penting, termasuk kandungan logam berat, cemaran mikroba, pH, kekeruhan, klorin, dan parameter lainnya yang dapat mempengaruhi kualitas air.

Air minum dalam kemasan (AMDK) adalah air baku yang telah diproses, dikemas, dan aman diminum mencakup air mineral dan air demineral (BSN, 2015). Kualitas air minum dalam kemasan harus memenuhi berbagai standar mutu yang dijelaskan dalam SNI 3553:2015, baik dari segi fisik, kimia, maupun mikrobiologi. Secara fisik, air tersebut tidak boleh memiliki warna, rasa, atau aroma yang tidak biasa. Kualitas air secara kimia dianggap baik jika tidak mengandung kadar zat kimia berbahaya seperti logam berat Mangan (Mn), Tembaga (Cu), dan zat lainnya dalam jumlah yang melebihi standar yang ditetapkan. Di samping itu, air minum dalam kemasan juga harus bebas dari kontaminasi mikroba seperti *Total Coliform*, *Escherichia coli*, dan *Pseudomonas aeruginosa* untuk memastikan keamanan konsumsi.

Penelitian tentang uji cemaran logam mangan (Mn), tembaga (Cu), dan mikroba pada air minum dalam kemasan (AMDK) merupakan

sebuah upaya yang penting dalam menjaga kualitas dan keamanan sumber air minum yang banyak digunakan oleh masyarakat. Kesehatan publik menjadi fokus utama dalam penelitian ini karena keberadaan logam-logam seperti mangan dan tembaga dalam jumlah yang berlebihan dapat berdampak negatif terhadap kesehatan manusia. Meskipun sudah ada penelitian sebelumnya tentang kualitas AMDK, namun penelitian tentang cemaran logam mangan (Mn) dan tembaga (Cu) pada AMDK mungkin masih kurang atau belum dilakukan dengan cukup luas. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi penting untuk memperbaharui informasi dan memastikan keamanan AMDK yang beredar di pasaran.

Penelitian ini memperhitungkan kemungkinan cemaran mikroba dalam AMDK, yang dapat menyebabkan masalah kesehatan yang serius bagi konsumen. Pendekatan multi-parameter dalam penelitian ini menjadi penting karena memastikan evaluasi yang komprehensif terhadap keamanan air minum, tidak hanya terfokus pada satu aspek saja. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pemahaman risiko yang terkait dengan AMDK dan pengembangan langkah-langkah untuk memastikan keamanan air minum yang dikonsumsi oleh masyarakat.

Secara khusus, penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat cemaran logam mangan dan tembaga dalam sampel AMDK yang beredar di pasar, serta menilai kemungkinan adanya cemaran mikroba yang dapat membahayakan kesehatan konsumen. Cemaran logam maupun mikroba pada air minum dalam kemasan harus memenuhi persyaratan mutu sesuai dengan regulasi yang berlaku. Dalam memastikan hal tersebut, maka perlu dilakukan pengujian

terhadap kandungan cemaran logam Mn dan Cu yang ditetapkan menggunakan *Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry* (ICP-OES) serta pengujian cemaran mikroba pada air minum dalam kemasan sesuai dengan SNI 3554: 2015 tentang cara uji air minum dalam kemasan.

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi bahan uji, bahan kimia, dan media biakan. Bahan uji yang digunakan adalah sampel air minum dalam kemasan Perusahaan X, *Certified Reference Material* (CRM) S293-697 *multi element VIII*, Biakan murni bakteri *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*, dan *Pseudomonas aeruginosa*. Bahan kimia yang digunakan yaitu larutan induk standar logam *multi element VIII* dengan konsentrasi 100 mg/L, larutan asam klorida (HCl) 37%, larutan asam nitrat (HNO<sub>3</sub>) 65%, *aquabidest*, gas argon *Ultra High Purity* (UHP), dan 2,3,5-*Triphenyltetrazolium chloride* (TTC) 5%. Media biakan yang digunakan meliputi *Plate Count Agar* (PCA), *Chromogenic Coliform Agar* (CCA), *Buffered Peptone Water* (BPW), dan *Pseudomonas CFC/CN (Cetrimide-Fucidin-Cephaloridine / Cetrimide Nalidixic acid) Agar*.

Alat utama yang digunakan adalah *Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry* (ICP-OES) *Thermo Scientific iCAP 7000 Series*, *Autosampler Teledyne Cetac Technologies ASX-560*, *Laminar Air Flow Thermo Fisher Scientific 1300 Series A2*, *Incubator Memmert INB-500* dan *INB-200*, *Oven Binder ED-115*, *Autoclave Hirayama HV-110*, dan neraca analitik *Ohaus Pioneer*. Alat penunjang yang digunakan, yaitu labu takar (2000 mL, 1000 mL, 100 mL), pipet mohr (50

mL, 25 mL, 10 mL, 1 mL), pipet volumetrik (100 mL, 25 mL, 5 mL), *bulb* merah, pipet tetes, corong, vial, rak vial, membran filter 0,45 µm, botol semprot, labu erlenmeyer 250 mL, gelas ukur 100 mL, gelas piala, cawan petri, satu set alat *vacuum* (*based and stopper* dan *funnel filter*), pembakar bunsen, *waterbath*, dan lampu UV.

### Prosedur Penelitian

#### Tahap persiapan

##### 1. Persiapan sampel

Sampel air minum dalam kemasan untuk pengujian logam dihomogenkan terlebih dahulu, kemudian disaring dengan menggunakan membran filter 0,45 µm yang dibantu dengan alat *vacuum* kemudian sampel dimasukkan ke gelas piala 50 mL.

##### 2. Pembuatan pelarut ICP-OES

Larutan HNO<sub>3</sub> 32,5% (1:1) dan larutan HCl 18,5% (1:1) dipipet masing-masing sebanyak 40 mL dan 200 mL lalu dimasukkan ke dalam labu takar 2000 mL. Campuran larutan HNO<sub>3</sub> 32,5% (1:1) dan HCl 18,5% (1:1) ditera dengan *aquabidest* dan dihomogenkan.

##### 3. Pembuatan larutan standar induk dan deret standar *multi element VIII*

Larutan standar *multi element VIII* 100 mg/L dipipet sebanyak 10 mL dan dimasukkan ke labu takar 100 mL. Larutan standar *multi element VIII* 10 mg/L dipipet menggunakan pipet mohr masing-masing sebanyak (0,00; 0,05; 0,10; 0,20; 0,50; 1,00; 2,00; 5,00; 10,00; dan 20,00 mL) dan dimasukkan ke labu takar 100 mL.

##### 4. Pengondisian sistem operasional ICP-OES

Instrumen ICP-OES *Thermo Scientific iCAP 7000 Series* perlu dikondisikan terlebih dahulu sebelum dilakukan analisis sehingga instrumen dapat beroperasi

dengan baik dan memberikan hasil yang sesuai. Pengondisian alat ICP-OES *Thermo Scientific iCAP 7000 Series* pada *software Qtegra* dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kondisi Operasional Alat ICP-OES *Thermo Scientific iCAP 7000 Series*

Instrumen	<i>ICP- OES Thermo Scientific iCAP 7000 Series</i>
Teknik Atomisasi	Plasma
RF Power	1150 watt
<i>Purge Gas Flow</i>	Trickle
<i>Auxiliary Gas Flow</i>	0,50 L/menit
<i>Coolant Gas Flow</i>	12 L/ menit
<i>Nebulizer Gas Flow</i>	0,65 L/menit
<i>Nebulizer Gas Pressure</i>	0 kPa
<i>Pump Speed</i>	45 pm

## 5. Sterilisasi alat dan bahan

Sterilisasi alat dan bahan dilakukan dengan dua metode yaitu sterilisasi metode basah dan kering. Sterilisasi metode basah dilakukan menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15-45 menit. Alat yang disterilisasi dengan metode basah meliputi *based and stopper*. Bahan yang disterilisasi basah meliputi *aquabidest* dan media biakan.

Sterilisasi metode kering dilakukan menggunakan oven dengan suhu 170-180°C selama 2 jam. Sterilisasi metode kering dilakukan untuk alat-alat gelas yaitu *funnel filter*, cawan petri, gelas ukur, tabung reaksi, erlenmeyer, pipet mohr dan batang pengaduk.

## 6. Pembuatan Media Biakan

### 1. Media CCA

Media CCA dibuat secara aseptik dengan menggunakan peralatan

dan bahan yang sudah disterilisasi. Hal ini dilakukan karena pada media CCA tidak dilakukan sterilisasi dengan *autoclave*. Area kerja disanitasi dengan alkohol 70%. Bubuk media CCA ditimbang sebanyak 34,5 gram ke dalam gelas piala steril kemudian dilarutkan dengan *aquabidest* steril sebanyak 1000 mL, setelah itu dipanaskan di dalam air mendidih sambil diaduk menggunakan batang pengaduk hingga bubuk CCA larut sempurna. Media didinginkan dalam *waterbath* bersuhu 45-50°C, kemudian dituangkan ke dalam cawan petri steril dengan ketebalan kurang lebih 4 mm dan ditunggu hingga media memadat. Media diinkubasi pada suhu 36±2°C selama 18±3 jam untuk mengetahui tidak adanya kontaminasi bakteri selama proses pembuatan media. Media CCA siap digunakan untuk pengujian.

### 2. Media PCA

Bubuk media PCA ditimbang sebanyak 22,5 gram ke dalam gelas piala dan dilarutkan dengan *aquabidest* sebanyak 1000 mL, kemudian dipanaskan sambil diaduk hingga media PCA larut sempurna. Media PCA dituangkan ke dalam erlenmeyer 250 mL dan ditutup dengan aluminium foil. Media disterilkan dengan *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit. Media PCA dapat digunakan untuk pengujian.

### 3. Media *Pseudomonas CFC/CN agar*

Bubuk media *Pseudomonas CFC/CN Agar* ditimbang sebanyak 24,2 gram kemudian dilarutkan dengan *aquabidest* sebanyak 500 mL dan ditambahkan 5 mL *glycerol*. Media dididihkan agar terlarut sempurna, lalu

disterilisasi dengan *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit. Media dibiarkan turun suhunya hingga 45-50°C menggunakan *waterbath*.

Media ditambahkan 2 mL *Pseudomonas CN Selective* (dibuat dengan melarutkan *Pseudomonas CN Selective* menggunakan *aquabidest* steril sebanyak 1 mL dan etanol 1 mL (50:50)). Media dituang ke dalam cawan petri steril hingga ketebalan 5 mm dan ditunggu hingga media padat. Media diinkubasi pada suhu 36±2°C selama 18±3 jam untuk mengetahui tidak adanya kontaminasi bakteri selama proses pembuatan media. Media *Pseudomonas CN Agar* siap digunakan untuk pengujian.

#### 4. Media BPW

Bubuk media BPW ditimbang sebanyak 25,5 gram ke dalam gelas piala dan dilarutkan dengan *aquabidest* sebanyak 1000 mL, kemudian dipanaskan sambil diaduk hingga bubuk media BPW larut sempurna. Media dituangkan ke dalam erlenmeyer sebanyak 99 mL dan ditutup dengan aluminium foil. Media disterilkan menggunakan *autoclave* dengan suhu 121°C selama 15 menit. Media BPW dapat digunakan untuk pengujian.

### Tahap pengujian

#### Pengujian Kandungan Logam Mn dan Cu

##### 1. Pengujian Deret Standar

Larutan deret standar *multi element VIII* yang telah dibuat dengan konsentrasi (0,00; 0,005; 0,010; 0,020; 0,050; 0,100; 0,200; 0,500; 1,000; 2,000) mg/L dimasukkan ke dalam vial dan disusun dalam rak vial. Rak vial diletakkan dalam *Autosampler Teledyne Cetac Technologies ASX-560*. Larutan deret

standar diukur intensitasnya menggunakan ICP-OES pada panjang gelombang Mn 257,61 nm dan Cu 324,75 nm. Intensitas yang dihasilkan dapat diplot terhadap konsentrasi standar untuk membentuk kurva deret standar bagi unsur Mn dan Cu. Nilai koefisien korelasi ( $r$ ) yang memenuhi persyaratan adalah  $r \geq 0,995$ .

##### 2. Pengujian CRM S293-697

Pengujian larutan CRM S293-697 yang telah dilakukan dua kali pengenceran dimasukkan ke dalam vial yang tersedia dan disusun pada rak vial. Rak vial diletakkan pada *Autosampler Teledyne Cetac Technologies ASX-560*. Larutan CRM S293-697 diukur konsentrasinya dengan ICP-OES sesuai dengan SNI 3554:2015 pada panjang gelombang Mn 257,61 nm dan Cu: 324,75 nm. Pengujian CRM S293-697 sebagai kontrol sampel untuk menjamin hasil pengujian yang akurat, dapat dipercaya dan tertelusur. Nilai hasil pengujian CRM S293-697 dapat diterima apabila masuk ke dalam rentang nilai keberterimaan, dan apabila dalam pengujian CRM S293-697 hasil nilai tidak masuk ke dalam rentang nilai keberterimaan, maka pengukuran terhadap CRM S293-697 harus diulang. Konsentrasi hasil pengujian CRM dapat dibandingkan dengan nilai benarnya dalam sertifikat CRM.

##### 3. Pengujian Logam Mn dan Cu pada Sampel AMDK

Sampel yang telah dipreparasi sebelumnya dimasukkan ke dalam vial dan disusun pada rak vial. Sampel diuji sebanyak dua kali pengulangan menggunakan ICP-OES sesuai dengan SNI 3554:2015 pada panjang gelombang Mn 257,61 nm dan Cu 324,75 nm.

## Pengujian Cemaran Mikroba

### 1. Pengujian ALT

Pengujian ALT pada sampel air minum dalam kemasan menggunakan metode *pour plate* (cawan tuang). Metode pengujian ini mengacu pada SNI 3554:2015 yang telah disesuaikan dengan pengujian di laboratorium mikrobiologi PAM JAYA. Pengujian bakteri ALT dilakukan secara aseptik di dalam *laminar air flow* dengan menggunakan alat dan bahan yang telah disterilisasi.

Cawan petri steril diberi kode sesuai dengan kode sampel dan tingkat pengenceran. Contoh uji dipipet sebanyak 1 mL dan dimasukkan ke dalam cawan petri steril (selanjutnya disebut pengenceran  $10^0$ ) dan 0,1 mL contoh uji ke cawan petri (selanjutnya disebut pengenceran  $10^{-1}$ ). Contoh uji juga dipipet 1 mL ke dalam 99 mL larutan pengencer (BPW), lalu dihomogenkan. Campuran sampel dan larutan pengencer (BPW) dipipet sebanyak 1 mL ke cawan petri (selanjutnya disebut pengenceran  $10^{-2}$ ), dan sebanyak 0,1 mL dipipet ke cawan petri (selanjutnya disebut pengenceran  $10^{-3}$ ).

Setiap cawan petri yang sudah berisi sampel dituangkan media PCA sebanyak 20-25 mL yang telah dicairkan dengan suhu  $45 \pm 1$  °C dan telah ditambahkan indikator TTC 5% (1 mL untuk 100 mL PCA) dalam waktu  $\pm 15$  menit dari pengenceran pertama. Media dihomogenkan dan dibiarkan hingga campuran dalam cawan petri memadat. Pengujian ini dilakukan dua kali (duplo) untuk dua suhu pengujian.

Kontrol negatif dibuat dengan cara dituangkan media PCA sebanyak 20-25 mL telah dicairkan yang bersuhu  $45 \pm 1$  °C dan

telah ditambahkan indikator TTC 5% (1 mL untuk 100 mL PCA) ke dalam cawan petri steril kosong dan dibiarkan hingga media dalam cawan petri memadat. Semua cawan petri dimasukkan ke dalam inkubator dalam posisi terbalik dan diinkubasi pada suhu  $36 \pm 2$  °C selama  $44 \pm 4$  jam dan suhu  $22 \pm 2$  °C selama 48-72 jam. Koloni positif angka ALT ditandai dengan tumbuhnya koloni berwarna merah pada media PCA. Total koloni bakteri yang tumbuh dihitung secara manual dan dicatat. Jumlah koloni bakteri dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$ALT = \text{jumlahkoloni} \times \frac{1}{\text{faktorpengenceran}}$$

### 2. Pengujian *Total Coliform* dan *Escherichia coli* secara Membran Filter

Pengujian *Total Coliform* dan *Escherichia coli* (*E.coli*) secara membran filter mengacu pada SNI 3554:2015. Pengujian bakteri *Total Coliform* dan *E.coli* dilakukan pada satu cawan petri yang sama secara membran filter dan menggunakan media CCA. Pengujian ini dilakukan secara aseptik di dalam *laminar air flow*. Sampel air minum dalam kemasan dihomogenkan, lalu dituangkan sebanyak 250 mL ke dalam alat penyaringan yang sudah dipasang membran filter steril dan pompa vakum. Membran filter diletakkan ke dalam cawan petri yang berisi media CCA. Pengujian ini dilakukan dua kali (duplo). Kontrol positif bakteri *Total Coliform* dan *E.coli* dibuat dengan campuran 10 mL kultur biakan murni bakteri *Citrobacter freundii* atau *Escherichia coli* dan 240 mL *aquabidest* steril. Kontrol negatif dibuat dengan menggunakan 100 mL *aquabidest* steril. Larutan kontrol positif dan negatif diuji dengan perlakuan yang sama seperti

sampel dengan menggunakan media CCA. Media CCA yang telah berisi membran filter diinkubasi pada inkubator dengan posisi cawan terbalik pada suhu  $36\pm 2^{\circ}\text{C}$  selama  $21\pm 3$  jam. Hasil inkubasi diamati, Jumlah bakteri *E.coli* diketahui dengan menghitung seluruh jumlah koloni yang berwarna biru. Rumus perhitungan jumlah bakteri *E.coli* adalah sebagai berikut:

$$E. coli = \frac{\text{jumlah koloni } E. coli}{\text{volume sampel}(250\text{mL})}$$

Koloni bakteri *Coliform* akan berwarna merah muda sampai merah. Jumlah total bakteri *Coliform* diketahui dengan menghitung seluruh jumlah koloni yang berwarna merah muda ditambah dengan seluruh koloni berwarna biru dengan rumus sebagai berikut:

$$TotalColiform = \frac{\text{Jumlah koloni } Coliform + E. coli}{\text{volume sampel (250 mL)}}$$

### 3. Pengujian Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* secara Membran Filter

Pengujian bakteri *P. aeruginosa* secara membran filter dilakukan dengan cara kerja yang sama seperti pengujian *Total Coliform* dan *E.coli*. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan media selektif *Pseudomonas CFC/CN Agar* dan dibutuhkan 250 mL sampel. Kontrol positif dibuat dengan 240 mL *aquabidest* steril ditambah 10 mL kultur biakan murni *P.aeruginosa*. Kontrol negatif menggunakan *aquabidest* steril sebanyak 250 mL. Kontrol positif dan negatif diuji dengan perlakuan yang sama seperti pengujian sampel.

Media yang telah berisi membran filter diinkubasi pada inkubator dengan posisi

cawan terbalik pada suhu  $36\pm 2^{\circ}\text{C}$  selama  $44\pm 4$  jam. Hasil inkubasi diamati, koloni *P.aeruginosa* akan berwarna fluoresen kehijauan yang akan berpendar jika diamati dibawah sinar UV ( $360\pm 20$  nm). Rumus perhitungan jumlah bakteri *P.aeruginosa* adalah sebagai berikut:

$$P. aeruginosa = \frac{\text{jumlah koloni } P. aeruginosa}{\text{volume sampel}(250 \text{ mL})}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian cemaran pada air minum dalam kemasan (AMDK) dilakukan terhadap parameter kimia seperti pengujian logam Mn dan Cu serta beberapa parameter mikrobiologi seperti pengujian ALT, *Total Coliform*, *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Hasil pengujian yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan standar mutu yang ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 3553:2015 tentang Air Mineral.

### Cemaran Logam Mn dan Cu

Cemaran logam Mn dan Cu pada sampel air minum dalam kemasan ditetapkan dengan menggunakan ICP-OES. Prinsip pengujian ini adalah ketika sampel logam diubah menjadi bentuk aerosol oleh gas argon melalui nebulizer dengan temperatur plasma yang tinggi. Proses ini mengakibatkan elektron-elektron dalam atom-atom sampel terdorong ke tingkat energi yang lebih tinggi dan kemudian kembali ke keadaan dasarnya, mengeluarkan energi dalam bentuk sinar. Sinar ini kemudian dipecah menjadi spektrum garis yang khas untuk setiap atom yang ada dalam sampel. Intensitas sinar yang dipancarkan oleh elektron saat kembali ke keadaan dasarnya berbanding lurus dengan konsentrasi unsur yang ada dalam sampel. Intensitas emisi yang dihasilkan dari pengukuran sampel digunakan untuk

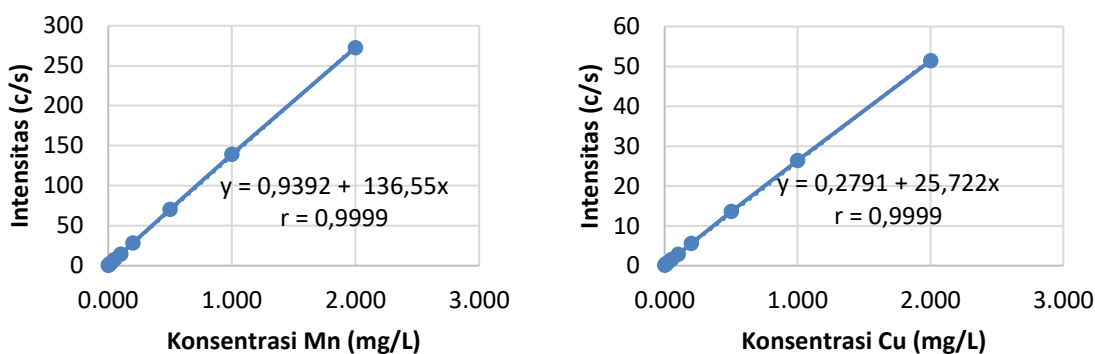
menunjukkan konsentrasi unsur logam dalam sampel air minum dalam kemasan (Subianto, 2020).

### Kurva kalibrasi logam Mn dan Cu

Kurva kalibrasi adalah representasi grafis dari keterkaitan antara respons instrumen dengan berbagai konsentrasi yang telah diketahui dari analit. Berdasarkan kurva kalibrasi tersebut akan diperoleh persamaan garis yang menggambarkan relasi antara konsentrasi dan respons alat. Fungsinya adalah untuk menentukan konsentrasi zat dalam sampel yang tidak diketahui dengan membandingkannya dengan serangkaian

standar yang telah diketahui konsentrasinya (Nisah & Husniah, 2020).

Kurva kalibrasi harus dibuat dengan memperhitungkan rentang konsentrasi sampel yang relevan. Untuk menghasilkan kurva kalibrasi terhadap logam Mn dan Cu, digunakan sepuluh konsentrasi larutan standar *multi element VIII* yaitu 0,00; 0,005; 0,010; 0,020; 0,050; 0,100; 0,200; 0,500; 1,000; 2,000 mg/L. Data ini kemudian digunakan untuk membuat kurva kalibrasi standar Mn dan Cu, serta menentukan persamaan garis regresi linier dan nilai koefisien korelasi ( $r$ ), seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva kalibrasi logam Mn dan Cu

Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bentuk kurva yang diperoleh berupa garis linier yang menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi, semakin besar pula nilai intensitas yang dihasilkan. Persamaan regresi linier yang diperoleh dinyatakan sebagai  $y = a + bx$ , dimana  $y$  sebagai nilai intensitas,  $a$  sebagai intersep,  $b$  sebagai slope, dan  $x$  sebagai konsentrasi analit. Dalam kurva kalibrasi untuk Mn, diperoleh persamaan regresi yang menyatakan  $y = 0,9392 + 136,55x$  sedangkan persamaan regresi untuk logam Cu yaitu  $y = 0,2791 + 25,722x$ . Nilai intersep menyatakan besar intensitas yang diperoleh ketika konsentrasi

analit 0 mg/L. Pada logam Mn diperoleh intersep sebesar 0,9392 c/s yang menunjukkan bahwa intensitas yang diperoleh sebesar 0,9392 c/s ketika konsentrasi Mn 0 mg/L, begitupun pada logam Cu dengan nilai intersep sebesar 0,2791 c/s yang menunjukkan ketika konsentrasi Cu berada pada 0 mg/L maka intensitas yang diperoleh sebesar 0,2791 c/s. Disamping itu, logam Mn memiliki kemiringan (slope) sebesar 136,55 (c/s)(mg/L), yang menunjukkan bahwa setiap kenaikan satu unit dalam konsentrasi menyebabkan peningkatan intensitas sebesar 136,55 kali konsentrasi. Untuk logam Cu, kemiringannya



adalah 25,722 (c/s)(mg/L), yang menunjukkan bahwa setiap kenaikan satu unit dalam konsentrasi akan menghasilkan peningkatan intensitas sebesar 25,722 kali konsentrasi.

Hubungan linier antara konsentrasi dari deret standar dengan intensitas yang dihasilkan dinyatakan dalam bentuk koefisien korelasi ( $r$ ). Hasil koefisien korelasi ( $r$ ) yang diperoleh adalah 0,9999 untuk kedua kurva kalibrasi logam Mn dan Cu. Nilai  $r$  yang mendekati 1,0000 menunjukkan adanya korelasi positif dan erat antara konsentrasi Mn dan Cu dengan intensitasnya. Artinya, semakin tinggi konsentrasi analit yang diukur, semakin tinggi pula intensitas yang dideteksi oleh alat. Linieritas yang diperoleh tersebut hanya terbatas pada rentang deret standar yang diuji. Respons alat terhadap konsentrasi analit telah memenuhi standar yang ditetapkan, yaitu dengan memiliki nilai  $r \geq 0,9950$ . Oleh karena itu, persamaan garis linier yang telah diperoleh dapat digunakan untuk mengestimasi konsentrasi sampel.

### **Pengujian CRM S293-697**

Ketertelusuran hasil pengujian merupakan hal yang sangat penting sebagai suatu penjaminan mutu hasil analisis yang dikeluarkan. Hasil analisis yang dapat diandalkan diperoleh dari analisis yang dapat dilacak kembali ke standar nasional atau

internasional seperti SI (Sistem Satuan Internasional). Jika tidak memungkinkan untuk dilacak kembali ke SI, yang sering terjadi dalam analisis kimia, maka digunakanlah CRM (*Certified Reference Material*) sebagai alternatif (Putro, 2009).

Pengukuran CRM bertujuan sebagai kontrol sampel untuk memastikan akurasi hasil pengukuran, kepercayaan terhadap data yang diperoleh, memastikan ketertelusuran hasil pengukuran dan sebagai jaminan mutu yang membantu mengurangi kesalahan analisis. Laboratorium PAM JAYA, yang telah mendapatkan sertifikasi ISO/IEC 17025 dan akreditasi dari Komite Akreditasi Nasional (KAN), menerapkan praktik pengukuran menggunakan CRM sesuai dengan ketentuan dalam klausul 6.5.2 bagian b. Klausul ini menegaskan bahwa laboratorium harus memastikan bahwa pengukuran yang dilakukan dapat dilacak kembali ke Satuan Internasional (SI) melalui penggunaan nilai bersertifikat dari bahan referensi yang telah disertifikasi, yang diberikan oleh produsen yang memiliki kompetensi dengan jaminan ketertelusuran metrologi yang diakui terhadap SI (International Organization For Standardization, 2017). Hasil pengujian CRM S293-697 untuk logam Mn dan Cu tertera dalam Tabel 2.

**Tabel 2.** Pengukuran CRM S293-697

Parameter	<i>Certified Value</i> (mg/L)	<i>Quality Control Performance</i> <i>Acceptance Limits</i> (mg/L)	Blanko Sampel (mg/L)	Hasil Uji CRM(mg/L)
Cu	1,330	1,200 – 1,450	0,004	1,360
Mn	0,344	0,315 – 0,378	0,000	0,356

Pengukuran CRM S293-697 diencerkan sebanyak dua kali menggunakan larutan CRM yang telah pengenceran. Hasil pengukuran CRM S293-

697 oleh ICP-OES yang ditampilkan pada aplikasi komputer dikonversi dan dikali faktor pengenceran untuk mendapatkan kadar sebenarnya. Hasil uji CRM yang terdapat pada Tabel 2 merupakan hasil koreksi dengan blanko sampel. Koreksi dengan blanko sampel dilakukan untuk menentukan seberapa banyak pengaruh komponen selain bahan yang diuji (diukur).

Berdasarkan Tabel 2, hasil pengukuran CRM S293-697 untuk logam Mn dan Cu yang telah dilakukan memasuki rentang *Quality Control Performance Acceptance Limits* serta memiliki nilai yang mendekati *Certified value*. Hasil pengukuran CRM S293-697 yang diperoleh menunjukkan keakuratan hasil analisis oleh alat sehingga data yang dikeluarkan terjamin ketertelusurannya dan dapat dipercaya.

#### **Pengujian logam Mn dan Cu dalam sampel**

Pengujian logam Mn dan Cu pada sampel air minum dalam kemasan dilakukan secara spektrometri emisi atom ICP-OES berdasarkan SNI 3554:2015 tentang Cara uji air minum dalam kemasan. Pengujian sampel dilakukan dengan tiga kali ulangan dan untuk memperoleh kadar sebenarnya maka masing-masing konsentrasi logam harus dilakukan koreksi dengan blanko sampel. Koreksi dengan blanko sampel dilakukan karena dikhawatirkan pelarut memiliki serapan pada panjang gelombang yang digunakan sampel serta untuk mengetahui pengaruh komponen selain bahan yang diuji seperti pelarut dalam proses pengujian dan memastikan pelarut yang digunakan tidak terdapat kontaminasi. Data hasil pengujian kadar logam Cu dan Mn dalam sampel air minum dalam kemasan tertera dalam Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Pengukuran Logam Mn dan Cu pada Sampel Uji Air Minum dalam Kemasan

Ulangan	Konsentrasi	Konsentrasi
	Logam Mn (mg/L)	Logam Cu (mg/L)
1	0,001	0,007
2	0,001	0,007
3	0,001	0,007
Rerata	0,001	0,007
Blanko	0,000	0,004
Syarat Mutu (SNI 3553:2015)	Maks.	Maks.
	0,050	0,500
%RSD	0,00%	0,00%

Berdasarkan Tabel 3, kadar logam Mn dalam sampel air minum dalam kemasan setelah dilakukan pengurangan dengan blanko sampel yaitu sebesar 0,001 mg/L dengan % RSD sebesar 0,00% artinya data yang diperoleh telah memenuhi syarat keberterimaan %RSD yang ditetapkan perusahaan yaitu  $\leq 5\%$  dan data tersebut memiliki ketelitian yang tinggi. Kandungan logam Mn dalam sampel air minum dalam kemasan yang diuji masih memenuhi standar mutu yang ditetapkan dalam SNI 3553:2015 mengenai Air Mineral, dengan nilai maksimum yang diperbolehkan adalah 0,050 mg/L.

Mangan dalam air biasanya berada dalam bentuk ion  $Mn^{2+}$  yang larut dalam air dan tidak berwarna. Dalam bentuk kalium permanganat, mangan dapat digunakan dalam proses pengolahan air minum untuk mengoksidasi dan menghilangkan kontaminan seperti zat besi dan jenis kontaminan lainnya. Toksisitas Mn relatif sudah tampak pada konsentrasi rendah. Batas maksimum konsentrasi Mn pada air minum dalam kemasan adalah 0,050 mg/L. Konsentrasi yang lebih tinggi dari ini dapat menimbulkan efek

racun pada manusia. Mangan yang berlebih dalam air minum memiliki efek neurotoksik yang dapat menyebabkan gejala seperti kerusakan pada sistem syaraf, sulit tidur, kelemahan pada kaki, dan otot wajah (Ilham, 2020).

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh rerata kadar logam Cu pada sampel air minum dalam kemasan setelah dilakukan pengurangan dengan blanko sampel yaitu sebesar 0,003 mg/L. Selain itu, %RSD yang diperoleh adalah 0,00% artinya data yang diperoleh memenuhi syarat keberterimaan %RSD yang ditentukan oleh perusahaan yaitu  $\leq 5\%$  dan data tersebut memiliki ketelitian yang tinggi. Menurut ketentuan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 3553:2015 mengenai Air Mineral, batas maksimum konsentrasi logam Cu yang diperbolehkan dalam air minum dalam kemasan adalah 0,500 mg/L. Ini berarti bahwa kandungan logam Cu dalam sampel air minum dalam kemasan yang telah diuji sesuai dengan standar kualitas yang berlaku.

Menurut Adhani & Husaini (2017), logam Cu adalah unsur logam berat yang penting dan diperlukan dalam jumlah kecil oleh organisme sebagai koenzim dalam proses metabolisme tubuh. Sifat racunnya hanya terungkap ketika terdapat dalam konsentrasi yang tinggi. Racun tembaga dapat mempengaruhi tubuh secara akut atau mengakumulasi seiring waktu. Keracunan akut dapat menghasilkan gejala seperti mual, muntah, sakit perut, kerusakan sel darah merah, gangguan saraf, kejang, bahkan kematian. Dalam kasus keracunan kronis, Cu dapat mengendap di hati dan menyebabkan kerusakan sel darah merah.

### Cemaran Mikroba

Pencemaran air terjadi ketika zat, energi, atau komponen lainnya masuk atau

dimasukkan ke dalam air oleh aktivitas manusia, yang mengakibatkan penurunan kualitas air hingga pada tingkat tertentu yang dapat membahayakan atau membuat air tidak lagi dapat digunakan sesuai dengan fungsinya. Dalam hal cemaran mikroba, penyebarannya dari tinja ke air minum dapat terjadi melalui air itu sendiri, kontaminasi oleh tangan, melalui vektor, dan juga tanah (Notoatmodjo, 2011). Berdasarkan SNI 3553:2015, air minum dalam kemasan tidak diperbolehkan mengandung bakteri patogen seperti *Coliform*, *E. coli*, dan *Pseudomonas aeruginosa*. Selain itu, jumlah cemaran mikroba dalam air minum tidak boleh melebihi  $1,0 \times 10^{-2}$  koloni/mL dalam pengujian Angka Lempeng Total.

### Angka Lempeng Total (ALT)

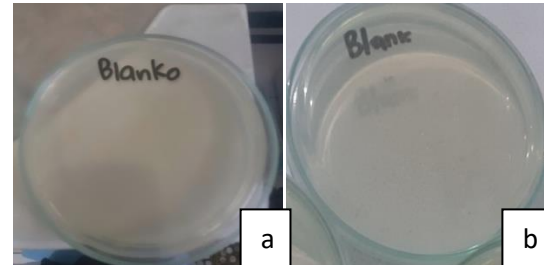
Angka Lempeng Total (ALT) adalah angka yang mencerminkan jumlah koloni bakteri aerob mesofilik yang terdapat dalam setiap gram atau mililiter sampel uji (Sundari & Fadhlani, 2019). Dalam pengujian ALT, digunakan media PCA (Plate Count Agar) sebagai media biakan. Media PCA ini merupakan media yang umum digunakan untuk menghitung jumlah bakteri dalam sampel produk tertentu menggunakan metode ALT. Media PCA mengandung glukosa dan ekstrak ragi yang bertujuan untuk mendukung pertumbuhan berbagai jenis bakteri yang ada dalam sampel. Selain itu, media ini juga mengandung nutrisi tryptone, vitamin dari ekstrak ragi, dan glukosa sebagai sumber energi bagi pertumbuhan bakteri (Arianda, 2016).

Pada penelitian ini, metode yang digunakan untuk menghitung angka lempeng total adalah metode *pour plate* (cawan tuang), dengan penerapan dua suhu pengujian sesuai standar SNI 3554:2015 untuk uji air minum

dalam kemasan, yaitu  $36\pm 2^{\circ}\text{C}$  dan  $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Salah satu kelebihan dari metode ini adalah pertumbuhan koloni mikroorganisme terjadi baik di dalam maupun di permukaan media agar, yang mempermudah dalam penghitungan jumlah koloni bakteri (Surahmida & Sri, 2018). Pada pengujian ALT terhadap sampel air minum dalam kemasan, pengamatan mikroba yang tumbuh pada media dilakukan secara visual.

Pada Gambar 2, dapat dilihat tidak terdapat pertumbuhan koloni bakteri pada media PCA yang dijadikan kontrol negatif (blanko), baik pada suhu pengujian  $36\pm 2^{\circ}\text{C}$

maupun suhu  $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Hal ini menunjukkan bahwa media PCA yang digunakan tidak terkontaminasi dan steril. Semua hasil pengujian angka lempeng total dapat dilihat pada Tabel 4.



**Gambar 2.** (a) Blanko media pada suhu pengujian  $22\pm 2^{\circ}\text{C}$  dan, (b) blanko pada suhu  $36\pm 2^{\circ}\text{C}$

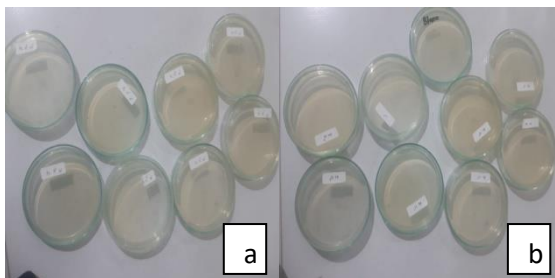
**Tabel 4.** Hasil pengujian ALT pada sampel air minum dalam kemasan

Data Pengujian Angka Lempeng Total Suhu $36\pm 2^{\circ}\text{C}$				
Sampel	Pengenceran	Jumlah Koloni		CFU/mL
		Ulangan 1	Ulangan 2	
Air Minum dalam Kemasan	$10^0$	0	0	<1
	$10^{-1}$	0	0	
	$10^{-2}$	0	0	
	$10^{-3}$	0	0	
Kontrol Media		0		<1
Data Pengujian Angka Lempeng Total Suhu $22\pm 2^{\circ}\text{C}$				
Sampel	Pengenceran	Jumlah Koloni		CFU/mL
		Ulangan 1	Ulangan 2	
Air Minum dalam Kemasan	$10^0$	0	0	<1
	$10^{-1}$	0	0	
	$10^{-2}$	0	0	
	$10^{-3}$	0	0	
Kontrol Media		0		<1
Syarat Mutu (SNI 3553:2015)		Maks. $1,0 \times 10^2$		

Berdasarkan informasi dari Tabel 4, terlihat bahwa hasil pengujian angka lempeng total sampel A pada suhu  $36\pm 2^{\circ}\text{C}$  menunjukkan tidak adanya pertumbuhan koloni bakteri pada

media PCA dengan pengenceran  $10^0$  hingga  $10^{-3}$ . Pengujian pada ulangan 1 dan 2 menunjukkan hasil yang sama. Hasil perhitungan ALT yang diperoleh sebesar <1

CFU/mL. Selain itu dilakukan pengujian angka lempeng total pada suhu  $22 \pm 2^\circ\text{C}$ . Pengujian pada suhu ini dilakukan mengingat sejumlah bakteri dapat tumbuh dan berkembang dalam air dengan suasana aerob pada suhu rendah (psikrofilik). Bakteri psikrofilik adalah jenis bakteri yang tumbuh dan berkembang pada rentang suhu  $0-20^\circ\text{C}$ , dengan suhu optimal pertumbuhan sekitar  $25^\circ\text{C}$  (Soedarto, 2015).



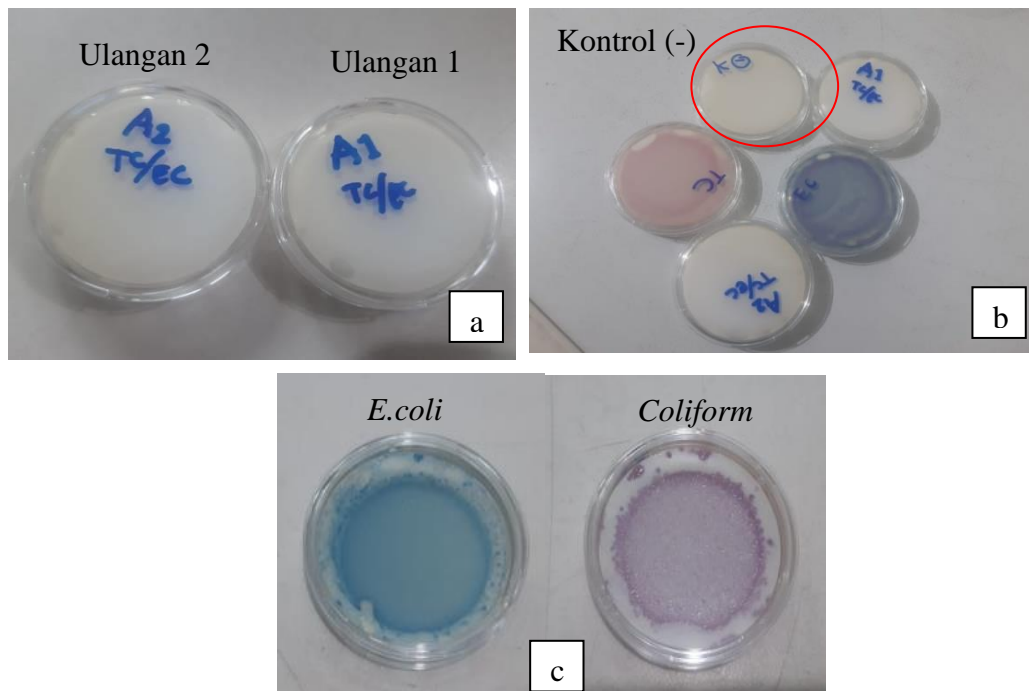
**Gambar 3.** (a) Hasil pengujian ALT pada suhu  $22 \pm 2^\circ\text{C}$ , dan (b) suhu  $36 \pm 2^\circ\text{C}$

Pengujian pada suhu  $22 \pm 2^\circ\text{C}$  ini dilakukan sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam SNI 3554:2015 tentang cara uji air minum dalam kemasan. Hasil pengujian ALT sampel A pada suhu  $22 \pm 2^\circ\text{C}$  menunjukkan tidak adanya jumlah koloni bakteri yang tumbuh pada ulangan 1 maupun 2 yang dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 3. Hasil perhitungan ALT yang diperoleh sebesar  $<1$  CFU/mL. Berdasarkan syarat mutu pada SNI 3553:2015 tentang air mineral batas maksimal jumlah bakteri ALT yaitu  $1,0 \times 10^2$  CFU/mL. Hal ini berarti sampel air minum dalam kemasan yang telah diuji memenuhi standar kualitas yang ditetapkan dalam SNI 3553:2015 tentang Air mineral.

### **Pengujian total Coliform dan Escherichia coli**

Salah satu parameter untuk menilai kualitas air minum dalam kemasan secara mikrobiologis, sesuai dengan ketentuan dalam SNI 3553:2015 tentang Air Mineral, adalah dengan tidak ditemukannya bakteri *Total Coliform* dan *Escherichia coli* dalam setiap 100 mL sampel. Bakteri *Coliform* adalah kelompok bakteri gram-negatif berbentuk batang yang mampu fermentasi laktosa menjadi asam dan gas pada suhu  $37^\circ\text{C}$  selama 48 jam. Jumlah *Coliform* yang dihitung setelah inkubasi pada suhu tersebut disebut *Total Coliform*. *Escherichia coli* merupakan bagian dari *Total Coliform* dan memiliki kemampuan hidup dalam lingkungan anaerob fakultatif serta mampu fermentasi berbagai jenis karbohidrat menjadi asam dan gas (Rifai & Anissa, 2021).

Pengujian dengan metode membran filter menggunakan media CCA memiliki selektivitas yang rendah, karena bakteri selain bakteri *Coliform* dan *E.coli* dapat tumbuh namun tidak memberikan warna, sehingga pertumbuhan bakteri lain yang tidak diinginkan dapat mengganggu keakuratan perhitungan *Total Coliform* dan *E.coli*. Oleh karena itu, pengujian dilakukan secara aseptik di ruang steril dan menggunakan *laminar air flow* untuk meminimalkan terjadinya kontaminasi. Metode membran filter ini sesuai untuk pengujian air dengan jumlah bakteri yang rendah, kelebihan lainnya yaitu metode ini merupakan metode yang sederhana dengan waktu pengujian yang relatif cepat yaitu dengan waktu inkubasi kurang lebih 24 jam. Hasil pengujian diamati secara visual dan dihitung mikroba yang tumbuh pada media CCA.



**Gambar 4.** (a) Hasil pengujian *total Coliform* dan *E.coli* sampel A pada media CCA ulangan 1 dan 2, (b) kontrol negatif, dan (c) kontrol positif

Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat hasil pengujian *Total Coliform* dan *E.coli* sampel A pada media CCA menunjukkan tidak adanya pertumbuhan koloni bakteri pada media CCA, baik pada ulangan 1 (A1) maupun pada ulangan ke 2 (A2) yang ditandai dengan tidak adanya koloni berwarna merah maupun biru pada media CCA yang diuji. Selain itu dilakukan pengujian kontrol positif menggunakan kultur biakan bakteri *Citrobacter freundii* (*Coliform*) dan kultur biakan *Escherichia coli* (*E.coli*) dalam *aquabidest* steril. Hasil pengujian kontrol positif pada media CCA menunjukkan terdapat banyak koloni bakteri yang tumbuh pada media CCA. Koloni bakteri berwarna merah menunjukkan pertumbuhan bakteri *Coliform* sedangkan koloni bakteri berwarna biru menunjukkan adanya pertumbuhan bakteri *E.coli*.

Perbedaan warna koloni bakteri ini disebabkan adanya reaksi antara enzim yang dihasilkan bakteri dengan substrat yang

terkandung dalam media CCA. Media CCA mengandung dua substrat chromogenic, yaitu Salmon-GAL dan X-beta-D-Glucuronide. Bakteri *Coliform* menghasilkan enzim  $\beta$ -galactosidase yang menguraikan Salmon-GAL menjadi senyawa chromogenic, sehingga menyebabkan koloni tumbuh berwarna merah salmon di media CCA. Sementara itu, bakteri *E.coli* mampu menghasilkan enzim  $\beta$ -galactosidase dan  $\beta$ -D-glucuronidase. Enzim  $\beta$ -D-glucuronidase memecah substrat X-glucuronida menjadi senyawa chromogenic berwarna biru tua-violet, sehingga koloni bakteri *E.coli* tumbuh dengan warna biru tua di media CCA (Hamida dkk,2019).

Pada Gambar 4, juga dapat dilihat media CCA hasil pengujian kontrol negatif menunjukkan tidak ada koloni bakteri yang tumbuh pada media CCA, hal ini menunjukkan bahwa *aquabidest* yang digunakan sebagai pelarut dan pengencer pada pengujian kontrol positif bakteri *Total Coliform* dan *E.coli* tidak

memberi pengaruh terhadap hasil pengujian yang diperoleh dan pelarut tersebut masih steril. Seluruh data hasil pengujian *Total Coliform* dan *E.coli* ditunjukkan dalam Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil Pengujian *Total Coliform* dan *Escherichia coli*

Sampel	Ulangan	Hasil (koloni/250 mL)	
		<i>Total Coliform</i>	<i>E.coli</i>
AMDK	1	0	0
	2	0	0
	Kontrol Positif	TBUD	TBUD
	Kontrol Negatif	0	0
	Syarat Mutu (SNI 3533:2015)	0	

Keterangan:

TBUD : terlalu banyak untuk dihitung

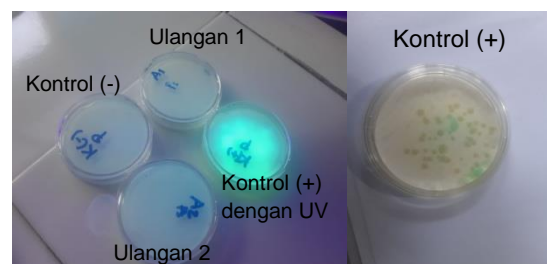
Hasil pengujian pada Tabel 5 menunjukkan bahwa sampel A yang diuji tidak menghasilkan pertumbuhan koloni bakteri *Coliform* atau *E.coli*, dengan hasil 0 koloni/250 mL. Hasil ini memenuhi persyaratan kualitas cemaran mikroba *Total Coliform* sesuai dengan standar SNI 3553:2015 tentang Air Mineral, yaitu tidak terdeteksi (TTD) koloni bakteri/250 mL sampel.

#### Pengujian *Pseudomonas aeruginosa*

Pengujian menggunakan metode membran filter juga dilakukan untuk mengidentifikasi bakteri *Pseudomonas aeruginosa*. Bakteri ini tersebar di permukaan tanah dan air, dapat hidup baik dalam kondisi aerob maupun anaerob fakultatif, dan seringkali ditemukan dalam air mineral sebagai indikator kontaminasi selama proses produksi atau pada produk akhir. *P.aeruginosa* membentuk koloni bundar dan licin berwarna fluoresen kehijauan, sering kali memproduksi pigmen kebiruan yang

tidak berfluoresen, yang dikenal sebagai piosianin. Pertumbuhan bakteri ini optimal pada suhu 35-42°C, dan pertumbuhan pada suhu 42°C membantu dalam membedakannya dari spesies *Pseudomonas* lainnya dalam kelompok fluoresen, serta memiliki sifat oksidase positif (Rohmawati, 2019).

Pengujian *P.aeruginosa* dilakukan secara membran filter menggunakan media *Pseudomonas CFC/CN Agar*. *Pseudomonas CN agar* merupakan media selektif bagi pertumbuhan bakteri *Pseudomonas aeruginosa*. Media ini mengandung cetrimide dan asam nalidixat sebagai agen selektif yang akan menekan pertumbuhan spesies *Klebsiella*, *Proteus*, dan *Providencia*. Kandungan *tryptone* dan gelatin pepton yang terdapat pada media tersebut akan menyediakan senyawa nitrogen, karbon, asam amino rantai panjang, dan nutrisi pertumbuhan esensial lainnya. Jumlah ion kalium serta magnesium dapat mendukung meningkatkan produksi pigmen (Himedia Laboratories, 2015). Bakteri *P.aeruginosa* yang tumbuh pada media *Pseudomonas CN agar* akan menghasilkan pigmen fluoresen berwarna hijau yang akan terlihat berpendar ketika disinari sinar UV.



**Gambar 5.** Hasil pengujian *Pseudomonas aeruginosa* pada sampel A pada media *Pseudomonas CN agar*

Hasil pengujian *P.aeruginosa* pada sampel A menggunakan media *Pseudomonas CN agar* seperti yang terlihat pada Gambar 5 tidak menunjukkan adanya pertumbuhan koloni

pada media, baik pada ulangan 1 (A1) maupun pada ulangan ke 2 (A2). Pengujian di bawah lampu UV juga tidak menunjukkan adanya koloni yang berpendar. Pertumbuhan koloni bakteri *P.aeruginosa* pada media *Pseudomonas* CN terlihat sebagai koloni yang berwarna fluoresensi hijau hingga kecoklatan dan berpendar ketika disinari oleh lampu UV seperti yang terlihat pada hasil pengujian kontrol positif. Koloni bakteri yang berwarna hijau menghasilkan pigmen piosianin yang dikonfirmasi sebagai *P.aeruginosa* sedangkan koloni yang berwarna kecoklatan disebut pigmen piomelanin dan pigmen tersebut diidentifikasi sebagai *P.aeruginosa* yang gagal menghasilkan piosianin (Setyorini,2019).

Pengujian kontrol negatif menunjukkan tidak adanya pertumbuhan koloni pada media. Hal ini menunjukkan bahwa *aquabidest* yang digunakan sebagai pelarut dan pengencer pada pengujian kontrol negatif masih steril dan tidak terkontaminasi bakteri *P.aeruginosa* sehingga tidak memberi pengaruh terhadap hasil pengujian kontrol positif.

**Tabel 6.** Hasil Pengujian *Pseudomonas aeruginosa*

Sampel	Ulangan	Hasil (koloni/250 mL)
AMDK	1	0
	2	0
Kontrol Positif		TBUD
Kontrol Negatif		0
Syarat Mutu (SNI 3553:2015)		0

Keterangan :

TBUD : terlalu banyak untuk dihitung

Menurut data yang tercatat dalam Tabel 6 menunjukkan bahwa pada sampel A yang diuji tidak terdapat pertumbuhan koloni bakteri *P.aeruginosa* dalam 250 mL sampel dengan

dua kali pengulangan. Hasil ini memenuhi syarat mutu yang ditetapkan Standar Nasional Indonesia No 3553:2015 tentang Air mineral terkait batas cemaran mikroba *Pseudomonas aeruginosa* yaitu tidak terdeteksi (TTD) adanya koloni bakteri/250 mL sampel.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, disimpulkan bahwa kandungan logam Mn dan Cu, serta cemaran mikroba seperti ALT, *Total Coliform*, *Escherichia coli*, dan *Pseudomonas aeruginosa* dalam sampel air minum dalam kemasan tidak melampaui batas maksimum yang telah ditetapkan. Hasil ini sesuai dengan standar kualitas yang diatur dalam SNI 3553:2015 tentang Air Mineral..

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhani, R.& Husaini. (2017). *Logam Berat Sekitar Manusia*. Lampung Mangkurat University Press. Banjarmasin.
- Agustina, A.C. (2021). Analisis Cemaran *Coliform* dan Identifikasi *Escherichia coli* dari Depo Air Minum Isi Ulang di Kota Semarang. *Journal of Biology*. 10 (1): 23-25.
- Amelia,F. & Rahmi. (2017). Analisa Logam Berat pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) yang diproduksi di Kota Batam. *Jurnal Dimensi*. 6(3), 434-440.
- Arianda, D. (2016). *Buku Saku Bakteriologi*. AM-Publishing. Bekasi.
- Badan Standarisasi Nasional. (2009). *Standar Nasional Indonesia 7388:2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Mikroba dalam Pangan*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. (2015). *Standar Nasional Indonesia 3553:2015 tentang Air Mineral*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. (2015). *Standar Nasional Indonesia 3554:2015 tentang*



- Cara Uji Air Minum dalam Kemasan. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- Hadi, Anwar. (2010). *Verifikasi Metode Pengujian Air dan Air Limbah*. IPB Press. Bogor.
- Hamida, F., Lisana, S.A., Vilya, S. & Della, P. (2019). *Escherichia coli* Resisten Antibiotik Asal Air Keran di Kampus ISTN. *Jurnal Kesehatan*. 12(1), 63-65.
- Himedia Laboratories. (2015). *Pseudomonas Agar Base*. Himedia Laboratories. Mumbai
- Ilham, M. (2020). Analisis Kualitas Air (Mn, Cu, Zn, F- dan Cl-) Pada Mata Air Pegunungan Desa Sadar, Kecamatan Tellu Limpoe, Kabupaten Bone. *Skripsi*. FMIPA Universitas Hasanuddin. Makasar.
- International Organization For Standardization. (2017). *ISO/IEC 17025:2017 General Requirements for Competence of Testing and Calibration Laboratories*. Switzerland
- Notoatmodjo, S. (2011). *Kesehatan Masyarakat, Ilmu & Seni*. Rineka Cipta. Jakarta
- Putro, P.K. (2009). Pembuatan Bahan Acuan Standar (Standard Reference Material/SRM) untuk Pengujian Kadar Pengotor Co, Al, Be, B, dan Cd di dalam Serbuk UO<sub>2</sub> dan U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>, hlm. 32-35. *Prosiding Seminar Nasional Daur Bahan Bakar*. Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir – BATAN. Serpong.
- Pirdaus, P., Miftahur, R., Rinawati., Ni Luh, G.R.J., Dian, P. & Agung, A.K. (2018). Verifikasi Metode Analisis Logam Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Co, Fe, Mn, dan Ba Pada Air Menggunakan Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer (ICP-OES). *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*. 3(1), 2-5.
- Rifai, K.R. & Anissa. (2019). Verifikasi Metode Pengujian *Coliform* dalam Sampel Air Mineral. *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*. 4(2), 45-48
- Rohmawati, H.I. (2019). Identifikasi Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* Pada Air Minum dalam Kemasan. *KTI*. Jurusan Analisis Kesehatan, STIKES Insan Cendekia Medika. Jombang.
- Setyorini, E. (2019). Identifikasi *Pseudomonas aeruginosa* Pada Air Minum dalam Kemasan dengan Metode Membrane Filter. *KTI*. Prodi Analisa Farmasi dan Makanan, POLTEKES KEMENKES Jakarta II. Jakarta.
- Soedarto. (2015). *Mikrobiologi Kedokteran*. Sagung Seto. Jakarta.
- Subianto, A.Y.B. (2020). Analisa Timbal dan Kadmium Pada Polimer Menggunakan Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) di Laboratorium Sentral PT. Sucofindo. *Tugas Akhir*. FMIPA Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Sundari, S. & Fadhlani. (2019). Uji Angka Lempeng Total (ALT) pada Sediaan Kosmetik Lotion X di BBPOM Medan. *Jurnal Biologica Samudra*. 1(1), 26-27.
- Surahmaida & Sri, N. (2018). Perhitungan Angka Lempeng Total Pada Telur Ayam Ras. *Jurnal Stigma*. 11(1), 33-36.
- Tautkus, S., L, Steponeniene., & R, Kazlauskas. (2003). Determination of Iron in Natural and Mineral Waters by Flame Atomic Absorption Spectrometry. *J. Serb. Chem. Soc.* 69(5), 393-395.