

*Skripsi*

**ANALISIS BESI, MANGAN, TEMBAGA, KLOORIDA DAN SULFAT PADA  
MATA AIR PEGUNUNGAN DI DESA TONGKO KECAMATAN BAROKO  
KABUPATEN ENREKANG**

**NUR AFIFAH ZAHRAH**

**H031 17 1003**



**DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**ANALISIS BESI, MANGAN, TEMBAGA, KLOORIDA DAN SULFAT PADA  
MATA AIR PEGUNUNGAN DI DESA TONGKO KECAMATAN BAROKO  
KABUPATEN ENREKANG**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
gelar Sarjana Sains pada Departemen Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Hasanuddin*

**Oleh:**

**NUR AFIFAH ZAHRAH**

**H031 17 1003**



**MAKASSAR**

**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**ANALISIS BESI, MANGAN, TEMBAGA, KLORIDA DAN SULFAT PADA  
MATA AIR PEGUNUNGAN DI DESA TONGKO KECAMATAN BAROKO  
KABUPATEN ENREKANG**

Disusun dan diajukan oleh

**NUR AFIFAH ZAHRAH**  
**H031171003**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Sidang Sarjana Program Studi Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin  
pada tanggal 09 Agustus 2021  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

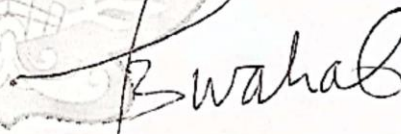
Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Djabal Nur Basir, S.Si, M.Si  
NIP. 19740319 200801 1 010

Pembimbing Pertama,



Prof. Dr. Abd. Wahid Wahab, M.Sc  
NIP. 19490827 197602 1 001

Ketua Program Studi,



Dr. Abdul Karim, M.Si  
NIP. 196207101988031002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Afifah Zahrah

NIM : H031171003

Program Studi : Kimia

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi dengan judul Analisis Besi, Mangan, Tembaga, Klorida dan Sulfat pada Mata Air Pegunungan di Desa Tongko Kecamatan Baroko Kabupaten Enrekang adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 09 Agustus 2021

Yang Menyatakan



Nur Afifah Zahrah

**“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. Ia mendapat (pahala) dari (kebajikan) yang dikerjakannya dan ia mendapat (siksa) dari (kejahatan) yang diperbuatnya”**

**(QS. Al-Baqarah:286)**

**“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain), dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya engkau berharap”**

**(QS. Al-Insyirah: 6-8)**

## PRAKATA

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah *Subhanahu wa Ta'ala* yang telah menciptakan semesta beserta keteraturannya. Shalawat dan salam tidak lupa dikirimkan kepada Rasulullah Muhammad *shallallahu 'alaihi wasallam* yang telah memberikan jalan terang bagi umatnya serta panutan terbaik sepanjang masa. Rasa syukur penulis panjatkan pada-Nya, yang telah melimpahkan rahmat dan nikmat sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Analisis Besi, Mangan, Tembaga, Klorida dan Sulfat pada Mata Air Pegunungan di Desa Tongko Kecamatan Baroko Kabupaten Enrekang**” sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana sains Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.

Limpahan rasa hormat dan bakti serta doa yang tulus, penulis persembahkan kepada Ayahanda **Zainuddin**, dan Ibunda tercinta **Sudarmi** yang telah mengasuh, membimbing dengan kasih sayang, dorongan materi serta do'a tulus mereka yang senantiasa mengiringi perjalanan ini dalam menuntut ilmu. Terima kasih pula untuk saudaraku **Aulia Rahmah** dan **Ahza Dzakwan Haidar** yang telah memberikan semangat dan senantiasa mendoakan. Kepada seluruh keluarga yang terus memotivasi dan mendoakan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. *Syukuran jazaakumullah khairan katsiran*, semoga Allah *Azza wa jalla* melimpahkan kemuliaan dan keridhoan kepada kita di dunia dan di akhirat.

Ungkapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Ayahanda **Dr. Djabal Nur Basir, S.Si, M.Si** selaku pembimbing utama dan Ayahanda **Prof. Dr. Abd. Wahid Wahab, M.Sc** selaku pembimbing pertama yang

telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran serta memberikan banyak ilmu, saran, dan nasihat selama proses penelitian hingga selesainya penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Ayahanda **Dr. Abd Karim, M.Si** dan Ibunda **Dr. St. Fauziah, M.Si** selaku ketua dan sekretaris Departemen Kimia.
2. Dosen Penguji Ujian Sarjana Kimia, Ayahanda **Dr. Maming, M.Si** dan Ibunda **Dr. Nur Umriani Permatasari, S.Si, M.Si**, atas bimbingan dan saran yang diberikan guna menyempurnakan penulisan ini.
3. Ayahanda **Alm. Drs. L. Musa Ramang, M.Si** yang telah memberikan bimbingan, saran, ilmu, motivasi dan solusi pada penelitian ini.
4. Seluruh **dosen dan staf pegawai FMIPA Unhas**, atas fasilitas dan bantuan selama penulis menempuh perkuliahan.
5. Seluruh **dosen Departemen Kimia FMIPA Unhas** yang senantiasa membimbing dan membagikan ilmunya kepada penulis selama menempuh perkuliahan serta **staf pegawai** yang juga telah banyak membantu.
6. Seluruh **analisis laboratorium Kimia FMIPA Unhas** terkhusus **Kak Fiby** yang selalu memberikan solusi serta bantuan selama penelitian.
7. Analisis dan tim di **Balai Besar Industri Hasil Perkebunan Makassar** yang telah membantu penelitian sehingga dapat terselesaikan.
8. Rekan-rekan penelitian **Nurhaini, Sultan** dan **Hendrianus Layuk Ada'**, atas kerja sama, diskusi dan pengalaman selama penelitian.
9. Teman-teman baik hati, **Winisty, Andi Besse Khaerunnisa, Andrian Nardus Yoel, Muh. Fathir Hasyim, Megawati, Yosua Tanzil, Irzha Adiwira, La Ode Ebet, Ishar, Syam Syahrul Abbas dan Nur Alim**, yang telah memberikan bantuan dan saran selama penelitian ini.

10. Teman-teman seperjuangan **Kimia Unhas 2017** dan **Alifatik 2017**, terima kasih atas bantuan, semangat, pengalaman yang tak terlupakan dalam kehidupan kampus serta kebersamaan yang terjalin selama ini.
11. Teman-teman **KKN gelombang 104 Posko Sinjai 1** yang telah memberikan dukungan, pengalaman baru dan keseruan saat KKN berlangsung, terkhusus **Maalikul Mulki** dan **Musdalifah** yang telah membantu penulis dalam membuat peta penelitian.
12. Teman kosongku **Hendrawani**, yang selalu bisa menemani penulis kemana pun dan kapan pun.
13. Semua pihak yang tidak sempat penulis sebutkan satu-satu, terima kasih atas dukungan, bantuan dan doa kepada penulis.

Penulis menyadari akan segala kekurangan dalam penulisan skripsi ini, maka penulis sangat menghargai bila ada kritik dan saran yang bersifat membangun dalam penyempurnaan isi skripsi ini. Penulis hanya dapat berdoa semoga apa yang dikerjakan bernilai ibadah disisi-Nya serta agar tulisan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan orang-orang yang membacanya. Aamiin.

Makassar, Juli 2021

Penulis



## ABSTRAK

Desa Tongko merupakan salah satu desa yang memiliki potensi mata air dalam jumlah yang besar. Letak mata air yang tidak jauh dari area pemukiman masyarakat dimungkinkan akan terjadi penurunan mutu airnya akibat dari pola hidup masyarakat sekitar. Tujuan penelitian ini adalah menentukan konsentrasi besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), klorida ( $\text{Cl}^-$ ), dan sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) sebagai parameter mutu dari mata air pegunungan Desa Tongko Kecamatan Baroko Kabupaten Enrekang untuk keperluan air minum, berdasarkan persyaratan baku mutu air minum Permenkes RI nomor 492 tahun 2010. Metode analisis konsentrasi logam Fe, Mn dan Cu menggunakan metode adisi standar dengan instrumen Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Analisis klorida menggunakan metode titrasi argentometri cara Mohr, dan sulfat dianalisis menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi logam Fe berkisar 0,1688–0,2883 mg/L, logam Mn berkisar 0,0235–0,0392 mg/L, logam Cu berkisar 0,0034–0,0132 mg/L, klorida berkisar 3,4741–4,1689 mg/L, dan sulfat berkisar 4,0384–6,0630 mg/L. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa konsentrasi besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), klorida ( $\text{Cl}^-$ ), dan sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) pada mata air pegunungan Desa Tongko Kecamatan Baroko Kabupaten Enrekang telah memenuhi persyaratan baku mutu air minum Permenkes RI nomor 492 tahun 2010.

Kata kunci; Desa Tongko, mata air pegunungan, mutu air

## ABSTRACT

Tongko Village is one of the villages that has a large number of potential springs. The location of the spring which is not far to the residential area of the community is possible for a decrease in water quality as a result of the lifestyle of the surrounding community. The purpose this experiment is to determine the concentration of iron (Fe), manganese (Mn), copper (Cu), chloride (Cl<sup>-</sup>), and sulfate (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) as a quality parameter to mountain springs Tongko Village Baroko District Enrekang Regency for purposes drinking water, based on requirements drinking water quality standards Minister of Health Regulation number 492 of 2010. The method of analysis of metal concentrations of Fe, Mn and Cu use the standard addition method with the Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) instrument. Chloride was analyzed using Mohr's argentometric titration method, and sulfate was analyzed using a UV-Vis spectrophotometer. The results showed that the concentrations of these metals were in the ranged 0.1688–0.2883 mg/L of Fe, about 0.0235–0.0392 mg/L of Mn, the ranged of Cu in 0.0034–0.0132 mg/L, the chloride ranged of 3.4741–4.1689 mg/L, and the sulfate about 4.0384–6.0630 mg/L. Based on the research results, it can be concluded that the concentration of iron (Fe), manganese (Mn), copper (Cu), chloride (Cl<sup>-</sup>), and sulfate (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) on the mountain springs Tongko Village Baroko District Enrekang Regency has met the requirements for drinking water quality standards, Minister of Health Regulation No. 492 of 2010.

Keywords; Tongko village, mountain springs, water quality

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	5
1.3.1 Maksud Penelitian.....	5
1.3.2 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Tinjauan Umum Air .....	7
2.2 Tinjauan Umum Desa Tongko Kabupaten Enrekang .....	8
2.3 Parameter Kualitas Air.....	10
2.4 Logam Berat.....	12
2.4.1 Logam Besi (Fe).....	14

2.4.2 Logam Mangan (Mn) .....	15
2.4.3 Logam Tembaga (Cu).....	16
2.5 Klorida (Cl <sup>-</sup> ).....	17
2.6 Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) .....	18
2.7 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) .....	19
2.8 Titrasi Argentometri .....	21
2.9 Spektrofotometer UV-Vis.....	21
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>23</b>
3.1 Bahan Penelitian .....	23
3.2 Alat Penelitian .....	23
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	23
3.4 Prosedur Penelitian .....	24
3.4.1 Penentuan Titik Pengambilan Sampel .....	24
3.4.2 Pengambilan Sampel.....	25
3.4.3 Preparasi Sampel.....	25
3.4.4 Analisis Logam Fe, Mn dan Cu dengan SSA .....	25
3.4.5 Analisis Klorida (Cl <sup>-</sup> ) dengan Titrasi Argentometri Cara Mohr .....	29
3.4.6 Analisis Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) dengan Spektrofotometer UV-Vis .....	31
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Analisis Logam (Fe, Mn, Cu) dengan SSA .....	33
4.1.1 Logam Fe.....	34
4.1.2 Logam Mn .....	36
4.1.3 Logam Cu .....	37
4.2 Analisis Klorida (Cl <sup>-</sup> ).....	39

4.3 Analisis Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) .....	41
4.4 Mutu Air pada Mata Air Desa Tongko.....	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran .....	44
DAFTAR PUSTAKA .....	45
LAMPIRAN.....	51

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>halaman</b>
1. Kandungan bahan-bahan terlarut dalam air tanah.....	8
2. Syarat konsentrasi logam, klorida dan sulfat dalam air minum.....	11
3. Penelitian mengenai analisis kandungan logam besi, mangan, tembaga, klorida dan sulfat dalam mata air .....	12
4. Hasil uji penelitian kondisi fisik dan pH air.....	33
5. Hasil analisis konsentrasi besi (Fe).....	35
6. Hasil analisis konsentrasi mangan (Mn) .....	36
7. Hasil analisis konsentrasi tembaga (Cu) .....	37
8. Hasil analisis konsentrasi klorida (Cl <sup>-</sup> ) .....	40
9. Hasil analisis konsentrasi sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ).....	42
10. Data hasil pengukuran logam besi (Fe) titik I dengan metode adisi standar.....	65
11. Data hasil pengukuran logam besi (Fe) titik II dengan metode adisi standar.....	66
12. Data hasil pengukuran logam mangan (Mn) titik I dengan metode adisi standar.....	67
13. Data hasil pengukuran logam mangan (Mn) titik II dengan metode adisi standar.....	68
14. Data hasil pengukuran logam tembaga (Cu) titik I dengan metode adisi standar.....	69
15. Data hasil pengukuran logam tembaga (Cu) titik II dengan metode adisi standar.....	70
16. Data hasil pengukuran klorida (Cl <sup>-</sup> ) dengan titrasi argentometri cara Mohr.....	71
17. Data hasil pengukuran sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) dengan metode kurva baku.....	73

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>halaman</b>
1. Peta Desa Tongko .....	10
2. Skema umum komponen pada alat SSA .....	20
3. Skema komponen spektrofotometer UV-Vis .....	22
4. Lokasi pengambilan sampel.....	24
5. Histogram hasil analisis pada mata air pegunungan Desa Tongko.....	43

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>halaman</b>
1. Skema kerja penelitian .....	51
2. Bagan kerja.....	52
3. Perhitungan pembuatan larutan.....	61
4. Pengolahan data .....	65
5. Foto dokumentasi .....	75



## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol/Singkatan	Arti
Fe	<i>Ferrum</i> atau besi
Mn	Mangan
Cu	<i>Cuprum</i> atau tembaga
g	gram
mg	mili gram
mL	mili liter
L	liter
N	normalitas
M	molaritas
nm	nano meter
Permenkes	Peraturan Menteri Kesehatan
PAM	Perusahaan Air Minum
SNI	Standar Nasional Indonesia
PSIK	Perencanaan dan Sistem Informasi Kehutanan
BPS	Badan Pusat Statistik
WHO	<i>World Health Organization</i>
SSA	Spektrofotometer Serapan Atom
UV-Vis	<i>Ultraviolet-Visible</i>

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Air merupakan senyawa esensial yang memiliki peranan penting bagi kehidupan semua makhluk hidup salah satunya manusia, kurang lebih 2/3 bagian massa tubuh manusia berisi cairan (Sudjoko dkk., 2012). Air menutupi hampir 71% permukaan bumi, diantaranya air laut (97%) dan air tawar (3%), namun hanya 3% dari jumlah air yang tersedia yang dapat digunakan secara langsung (Sutrisno, 2004). Pada dasarnya manusia menggunakan air sebagai bahan pokok untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, kegiatan industri, pertanian dan lain sebagainya. Air yang digunakan adalah air yang memenuhi standar kualitas atau disebut dengan air bersih (Khaira, 2013).

Keterbatasan tersedianya air bersih merupakan salah satu masalah yang dihadapi dalam penyediaan layanan air bersih di Indonesia (Yaman, 2012). Kebutuhan akan air bersih semakin meningkat seiring dengan naiknya jumlah penduduk serta laju pertumbuhannya. Kenyataan yang terjadi sekarang ini adalah dampak dari meningkatnya aktivitas manusia akan menimbulkan pengaruh besar pada perubahan kondisi air, sehingga untuk mencukupi kebutuhan ini maka keberadaan dan ketersediaan air bersih sangatlah diperlukan (Soerjani, 2005).

Pengadaan air bersih di Indonesia khususnya untuk skala yang besar masih terpusat di daerah perkotaan, dan dikelola oleh Perusahaan Air Minum (PAM) kota yang bersangkutan (Said, 2008). Pada daerah yang belum mendapatkan pelayanan air bersih umumnya menggunakan air sumur, air sungai, danau, air hujan, dan mata air sebagai sumber air (Mofor dkk., 2017). Mata air merupakan sumber umum pasokan

air di sebagian besar pedesaan di negara berkembang. Mata air yang bersumber atau berada di daerah pegunungan memiliki kualitas dan kuantitas yang sangat baik. Umumnya digunakan untuk penyediaan air minum atau bahan baku air minum oleh masyarakat sekitar (Vilane dan Dlamini, 2016; Hendrayana, 2013).

Air minum yang sehat harus memenuhi persyaratan fisik, kimia, maupun bakteriologis dan untuk mendapatkan kualitas air yang baik maka air perlu diproses terlebih dahulu sebelum dikonsumsi (Sutrisno, 2004). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia (Permenkes RI) nomor 492/Menkes/IV/2010 telah menetapkan parameter-parameter yang menjadi tolak ukur mutu air minum. Salah satu parameter kimia yaitu kandungan logam berat, parameter ini penting karena keberadaan logam berat yang berlebih dapat membahayakan saat terakumulasi dalam lingkungan diantaranya logam besi (Fe), mangan (Mn) dan tembaga (Cu).

Logam berat tertentu dibutuhkan tubuh manusia untuk membantu kinerja metabolisme tubuh, namun dapat berpotensi menjadi racun jika konsentrasi dalam tubuh berlebih seperti logam Fe, Mn dan Cu. Hal ini dikenal dengan istilah *trace element* yaitu elemen kimia yang dibutuhkan oleh organisme hidup dalam jumlah yang sangat kecil (Darmono, 2008; Adhani dan Husaini, 2017). Keberadaan logam berat dalam badan perairan dapat berasal dari sumber alamiah yaitu pengikisan dari batu mineral, partikel logam di udara dan aktivitas manusia berupa buangan sisa-sisa industri ataupun dari buangan rumah tangga (Palar, 2012).

Air minum yang mengandung besi cenderung menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. Kadar besi yang lebih dari 1 mg/L akan menyebabkan terjadinya iritasi pada mata dan kulit. Apabila kelarutan besi dalam air melebihi 10 mg/L maka akan menyebabkan air berbau seperti telur busuk (Febrina dan Ayuna, 2015). Selain itu, air yang mengandung mangan berlebih dapat menimbulkan rasa, warna (kuning kecoklatan/ungu/hitam) dan kekeruhan (Widowati dkk., 2008). Pada jumlah yang

besar, mangan dalam air minum bersifat neurotoksik. Gejala yang timbul berupa gejala susunan syaraf, insomnia, kemudian lemah pada kaki dan otot muka (Slamet, 2014).

Kandungan tembaga yang berlebih dalam air akan mengakibatkan keracunan akut seperti mual, muntah, nefrosis, kejang, dan dapat berakibat kematian. Keracunan kronis, dimana tembaga menumpuk di hati dan menyebabkan hemolisis (Palar, 2012). Instrumen analisis yang umum digunakan untuk menganalisis kandungan logam dalam sampel adalah Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) karena harganya yang murah serta pengerjaannya lebih sederhana (Gassing, 2005).

Parameter kimia lain dalam mutu air minum yaitu kandungan klorida dan sulfat. Ion klorida dan sulfat merupakan anion-anion utama yang terdapat dalam perairan alami. Kandungan klorida yang berlebih dalam air minum dapat merusak ginjal, sedangkan sulfat menimbulkan efek pencahar atau pembersihan usus, rasa mual dan ingin muntah (Sinaga, 2016; Thangiah, 2019).

Penentuan konsentrasi klorida dapat dilakukan dengan beberapa metode diantaranya metode titrasi argentometri dimana dengan cara ini pelaksanaannya relatif cepat (Gandjar dan Rohman, 2014). Uji kuantitatif sulfat dapat menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang tertentu yang didasarkan pada pembentukan barium sulfat yang tidak larut (Sharma dan Kaur, 2016). Kandungan logam berat, klorida dan sulfat dalam air minum yang dikonsumsi sehari-hari sebaiknya tidak melebihi konsentrasi maksimum yang diperbolehkan. Menurut Permenkes No. 492 (2010), konsentrasi maksimum besi (0,3 mg/L), mangan (0,4 mg/L), tembaga (2 mg/L), klorida (250 mg/L), dan sulfat (250 mg/L).

Beberapa penelitian terkait mengenai analisis konsentrasi logam Fe, Mn dan Cu dengan menggunakan instrumen SSA telah dilakukan oleh Putri dkk. (2018), dalam Mata Air Tabanan menunjukkan bahwa konsentrasi logam Fe (0,018 mg/L),

logam Mn (0,01 mg/L), logam Cu (0,0153 mg/L) sehingga menunjukkan air tersebut memenuhi standar baku mutu air minum Permenkes No. 492 untuk digunakan sebagai air minum. Analisis klorida ( $\text{Cl}^-$ ) dengan metode argentometri dan sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) pada Mata Air telah dilakukan oleh Aryasa dkk. (2019) dalam Mata Air Banjar Tanggahan menunjukkan hasil konsentrasi klorida (28,542 mg/L) dan sulfat (26,557 mg/L). Konsentrasi tersebut memenuhi baku mutu air minum Permenkes No. 492. Salah satu daerah yang menggunakan mata air pegunungan sebagai sumber air adalah Desa Tongko.

Desa Tongko terletak di Kabupaten Enrekang tepatnya berada di Kecamatan Baroko yang memiliki luas wilayah 9,41 km<sup>2</sup> dengan ketinggian 1.300 m di atas permukaan air laut (BPS Kabupaten Enrekang, 2020). Mata air pegunungan yang terletak di Dusun Bubun Bia telah digunakan oleh masyarakat setempat untuk memenuhi keperluan sehari-hari seperti minum, mandi, memasak, mencuci, dan lain sebagainya. Peningkatan aktifitas masyarakat di sekitar mata air yang dilakukan secara langsung dan tidak langsung dapat mempengaruhi kualitas air, sehingga perlu adanya peninjauan kelayakan mata air terkhusus untuk mutu air minum terlebih belum adanya pengujian parameter kimia pada mata air tersebut.

Berdasarkan uraian tersebut, maka penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui konsentrasi dan mutu air minum pada mata air pegunungan Desa Tongko dengan parameter uji yaitu logam besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu) yang dianalisis dengan metode adisi standar menggunakan instrumen SSA. Konsentrasi klorida ( $\text{Cl}^-$ ) dianalisis dengan metode argentometri cara Mohr dan sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) dianalisis menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis. Parameter tersebut kemudian dibandingkan dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI nomor 492/Menkes/IV/2010 mengenai baku mutu air minum sehingga apabila kualitas air

tetap terjaga baik, tentunya akan berdampak baik bagi kehidupan serta kualitas kesehatan masyarakat.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. berapa konsentrasi besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), klorida ( $\text{Cl}^-$ ), dan sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) pada mata air pegunungan Desa Tongko Kecamatan Baroko Kabupaten Enrekang?,
2. apakah konsentrasi besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), klorida ( $\text{Cl}^-$ ), dan sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) pada mata air pegunungan Desa Tongko Kecamatan Baroko Kabupaten Enrekang telah memenuhi syarat baku mutu air minum Permenkes RI nomor 492 tahun 2010?

## **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Maksud Penelitian**

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menentukan konsentrasi besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), klorida ( $\text{Cl}^-$ ), dan sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) serta baku mutu mata air pegunungan Desa Tongko Kecamatan Baroko Kabupaten Enrekang.

### **1.3.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. menentukan konsentrasi besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), klorida ( $\text{Cl}^-$ ), dan sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) pada mata air pegunungan Desa Tongko Kecamatan Baroko Kabupaten Enrekang,
2. menentukan status mutu air terhadap konsentrasi besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), klorida ( $\text{Cl}^-$ ), dan sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) pada mata air pegunungan

Desa Tongko Kecamatan Baroko Kabupaten Enrekang berdasarkan syarat baku mutu air minum Permenkes RI nomor 492 tahun 2010.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi mengenai konsentrasi besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), klorida (Cl<sup>-</sup>), dan sulfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) yang terdapat pada mata air pegunungan Desa Tongko Kecamatan Baroko Kabupaten Enrekang berdasarkan persyaratan baku mutu air minum yang ditetapkan dalam Permenkes RI nomor 492 tahun 2010, sebagai potensi dalam pengelolaan sumber daya alam terkhusus untuk pembuatan air minum dalam kemasan di daerah tersebut.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Umum Air**

Air merupakan salah satu dari ketiga komponen yang membentuk bumi (zat padat, air dan atmosfer). Bumi dilingkupi air sebanyak 70% dan sisanya (30%) berupa daratan (dilihat dari permukaan bumi). Udara mengandung zat cair (uap air) sebanyak 15% dari tekanan atmosfer (Gabriel, 2001). Ketersediaan air di dunia begitu melimpah, namun yang dapat dikonsumsi oleh manusia untuk keperluan air minum sangatlah sedikit. Total jumlah air yang ada, hanya 5% yang tersedia sebagai air minum, sedangkan sisanya adalah air laut (Slamet, 2014; Sunarsih dkk., 2018).

Air digunakan oleh organisme untuk reaksi-reaksi kimia dalam proses metabolisme serta menjadi media transportasi nutrisi dan hasil metabolisme (Effendi, 2003). Manusia menggunakan air untuk kebutuhan sehari-hari seperti minum, masak, mandi sampai kebutuhan pengolahan industri dan pertanian. Namun, air dapat dengan mudah terkontaminasi baik secara langsung dan tidak langsung oleh aktivitas manusia di seluruh dunia (Slamet, 2014).

Populasi yang meningkat membuat kebutuhan akan air minum meningkat pula, sehingga ketersediaan air bersih pun semakin berkurang (Slamet, 2014). Kekurangan air bersih telah berdampak negatif terhadap semua sektor, termasuk kesehatan. Tanpa akses air minum yang higienis mengakibatkan 3.800 anak meninggal tiap hari oleh penyakit (Said, 2008). Air bersih adalah air yang memenuhi syarat kesehatan dan harus dimasak terlebih dahulu sebelum diminum (Supardi, 2003). Daerah yang belum mendapatkan pelayanan air bersih dari PAM, umumnya mereka menggunakan air sumur, air sungai, danau, air hujan, dan mata air sebagai sumber air (Mofor dkk., 2017).



Mata air adalah sumber umum pasokan air di sebagian besar pedesaan di negara berkembang. Sumber aliran mata air berasal dari tanah yang mengalami patahan sehingga timbul ke permukaan dengan sendirinya (Vilane dan Dlamini, 2016; Sutrisno, 2004). Air yang bersumber dari mata air pegunungan memiliki kualitas yang baik dan umumnya digunakan sebagai sumber air minum oleh masyarakat sekitarnya. Kualitas sumber air ini sangat bervariasi, tergantung lokasi dan faktor lingkungan. Faktor yang menentukan kualitas air alami, air tanah dan mata air, adalah komposisi kimia dari batuan yang mendasarinya, formasi tanah dan lapisan mineral tanah yang dilaluinya (Vilane dan Dlamini, 2016; WHO, 2004). Kandungan bahan-bahan terlarut dalam air tanah dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kandungan bahan-bahan terlarut dalam air tanah (Effendi, 2003)

Ion Utama (1-1000 mg/L)	Ion Sekunder (0,01-10 mg/L)	Ion Minor (0,0001-0,1 mg/L)	
Natrium	Besi	Arsen	Timbal
Kalsium	Aluminium	Barium	Litium
Magnesium	Kalium	Bromida	Mangan
Bikarbonat	Nitrat	Kadmium	Nikel
Sulfat	Fluorida	Kromium	Fosfat
Klorida	Boron	Kobalt	Stronsium
Silika	Selenium	Tembaga	Uranium
		Iodida	Seng

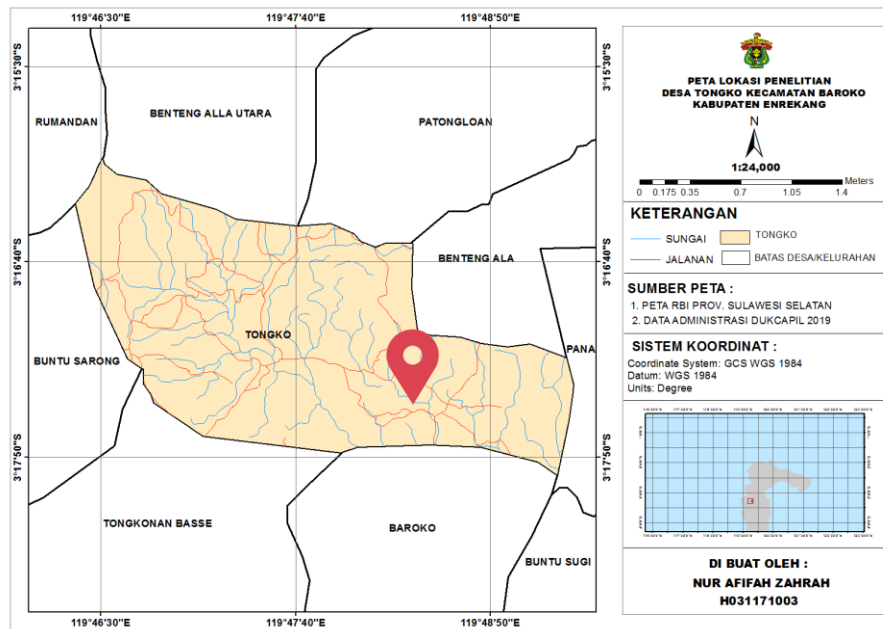
## 2.2 Tinjauan Umum Desa Tongko Kabupaten Enrekang

Kabupaten Enrekang merupakan salah satu kabupaten di provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia. Kabupaten ini terbagi menjadi 12 kecamatan dan 129 desa/kelurahan. Ibu kota kabupaten ini terletak di Kota Enrekang yang berjarak sekitar ±235 km sebelah utara Kota Makassar dengan memiliki luas wilayah

1.786,01 km<sup>2</sup> dan berpenduduk sebanyak kurang lebih 226.776 jiwa. Menurut letak geografisnya, Kabupaten Enrekang terdiri atas wilayah perbukitan, pegunungan, lembah dan sungai dengan ketinggian 47-3.293 meter di atas permukaan air laut (MDPL) serta tidak mempunyai wilayah pantai. Salah satu daerah pegunungan yaitu Kecamatan Baroko (BPS Kabupaten Enrekang, 2020).

Baroko merupakan salah satu kecamatan dari 12 kecamatan yang ada di Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan. Kecamatan Baroko memiliki luas wilayah sekitar 41.08 km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk sebanyak 10.666 jiwa. Secara administrasi, Kecamatan Baroko terdiri dari 5 desa yang terbagi atas 22 dusun. Pada pendataan Potensi Desa tahun 2019, seluruh desa menggunakan mata air sebagai sumber air minum pada sebagian besar keluarga di Kecamatan Baroko yaitu Desa Baroko, Desa Patongloan, Desa Benteng Alla, Desa Benteng Alla Utara, dan Desa Tongko (BPS Kabupaten Enrekang, 2020).

Desa Tongko memiliki hawa yang sejuk karena wilayahnya terletak di daerah pegunungan dengan luas wilayah 9,41 km<sup>2</sup> dan jumlah penduduk sebanyak 3.311 jiwa. Berdasarkan letak wilayahnya, desa ini memiliki ketinggian 1.300 m di atas permukaan air laut (BPS Kabupaten Enrekang, 2020). Desa ini memiliki sumber mata air yang melimpah salah satunya terletak di Dusun Bubun Bia dan digunakan sebagai sumber air untuk masyarakat sekitar. Air tersebut telah di alirkan ke rumah-rumah warga untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti minum, mandi, memasak, mencuci, dan lain sebagainya. Menurut masyarakat setempat air dari mata air tersebut dapat dikonsumsi tanpa diolah terlebih dahulu karena kualitasnya yang dianggap baik (sudah bersih dan jernih). Adapun peta Desa Tongko dan lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Peta Desa Tongko (Laboratorium PSIK, 2021)

### 2.3 Parameter Kualitas Air

Air merupakan media yang paling mudah untuk penyebaran penyakit. Menurunnya kualitas air yang ada akan menyebabkan penyakit seperti diare, tifus *cholera* dan lain-lain (Harsojo dan Darsono, 2014). Air yang bersumber dari mata air alami diharapkan aman dan murni. Namun adanya gas, mineral, bakteri, logam atau bahan kimia tersuspensi atau dilarutkan air dapat mempengaruhi kesehatan masyarakat dan kualitas air (Machona dkk., 2017).

Kualitas air suatu daerah adalah hasil dari pengaruh geologi, hidrologi dan aktivitas manusia. Kesesuaiannya kualitas air rumah tangga dinilai berdasarkan karakteristik fisik, mikrobiologi dan kimia. Setiap karakteristik memiliki tanda pada air yang dihasilkan dan tanda-tanda ini digunakan untuk menilai berbagai pengaruh terhadap kualitas air (Nyarko, 2008; Machona dkk., 2017). Menurut Sutrisno (2004), parameter kualitas air yang baik adalah sebagai berikut:

- a. parameter fisika yaitu bau, kekeruhan, rasa, suhu, warna dan jumlah zat padat terlarut (TDS).

- b. parameter kimia dapat berupa logam, zat reaktif, zat-zat berbahaya dan beracun, derajat keasaman (pH), insektisida, herbisida, pestisida dan deterjen.
- c. parameter biologi berupa pertumbuhan berbagai jenis mikroorganisme dalam air terutama bakteri patogen seperti bakteri *coliform*.

Menurut *World Health Organization* (WHO) (2006), evaluasi air untuk tujuan penggunaan didasarkan pada karakteristik air yang dibandingkan dengan kualitas yang dibutuhkan untuk penggunaan itu. Kualitas yang dibutuhkan didefinisikan oleh "standar" yang artinya konsentrasi konstituen yang tidak menyebabkan efek negatif bagi kesehatan konsumen selama masa konsumsi. Salah satu standar baku mutu air minum di Indonesia adalah Permenkes RI nomor 492/Menkes/IV/2010. Standarisasi kualitas air tersebut bertujuan untuk memelihara, melindungi, dan mempertinggi derajat kesehatan masyarakat, terutama dalam pengolahan air atau kegiatan usaha mengolah dan mendistribusikan air untuk masyarakat umum. Syarat konsentrasi logam, klorida dan sulfat dalam air minum dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Syarat konsentrasi logam, klorida dan sulfat dalam air minum (Permenkes No. 492, 2010)

No	Parameter	Konsentrasi maksimum yang diperbolehkan (mg/L)
1	Besi (Fe)	0,3
2	Mangan (Mn)	0,4
3	Tembaga (Cu)	2
4	Klorida (Cl <sup>-</sup> )	250
5	Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	250

Hasil analisis dari beberapa penelitian mengenai uji kualitas air pada sumber mata air, menunjukkan konsentrasi logam besi, mangan, tembaga, klorida dan sulfat

telah memenuhi baku mutu air minum Permenkes RI nomor 492 tahun 2010. Hasil-hasil analisis penelitian terkait dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Penelitian mengenai uji kualitas air dengan analisis kandungan logam besi, mangan, tembaga, klorida dan sulfat dalam mata air

Sumber Mata Air (Peneliti)	Parameter	Konsentrasi (mg/L)
Mata Air Tabanan Bali (Putri dkk., 2018)	Fe	0,018
	Mn	0,01
	Cu	0,0153
	Cl <sup>-</sup>	15,45
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	22,322
Mata Air Subulussalam Medan (Lubis, 2018)	Fe	0,0021
	Mn	0,0063
Mata Air Karaa Kota Bau-bau (Harimu dkk., 2019)	Fe	0,2
	Mn	0,065
	Cu	0,01
Mata Air Cipancar Subang (Priyana dkk., 2019)	Fe	0,026
	Mn	0,016
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	3,4
Mata Air Kaliorang Kutai Timur (Sulistyorini dkk., 2016)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	32,17
Mata Air Banjar Tanggahan Bangli (Aryasa dkk., 2019)	Cl <sup>-</sup>	28,542
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	26,557

#### 2.4 Logam Berat

Logam digolongkan kedalam dua katagori, yaitu logam berat dan logam ringan. Logam berat adalah logam yang mempunyai berat 5 g atau lebih untuk setiap cm<sup>3</sup>, sedangkan logam yang beratnya kurang dari 5 g setiap cm<sup>3</sup> termasuk logam ringan (Adhani dan Husaini, 2017). Logam berat dibagi menjadi dua yakni logam berat esensial dan logam berat non esensial. Logam berat esensial merupakan logam

berat yang dalam jumlah tertentu dibutuhkan oleh tubuh dan dapat bersifat racun jika dikonsumsi secara berlebihan, contohnya seperti Zn, Cu, Fe, Co, Mn. Adapun logam berat non esensial merupakan logam berat yang belum diketahui manfaatnya bahkan juga bersifat racun, contohnya seperti Hg, Cd, Pb, Cr (Irhamni dkk., 2017). Menurut Berniyanti (2018), sifat-sifat logam berat secara umum sebagai berikut:

- a. sulit didegradasi sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai (dihilangkan).
- b. dapat terakumulasi dalam organisme termasuk kerang dan ikan, dimana akan membahayakan kesehatan manusia yang mengonsumsi organisme tersebut.
- c. mudah terakumulasi di sedimen sehingga konsentrasinya selalu lebih tinggi dari konsentrasi logam dalam air, akibatnya sedimen dapat menjadi sumber pencemar potensial dalam skala waktu tertentu.

Keberadaan logam berat dalam badan perairan dapat ditemukan dalam berbagai bentuk yaitu terlarut, endapan, atau butiran halus. Logam berat tersebut berasal dari sumber alamiah yaitu pengikisan dari batu mineral, partikel logam di udara dan aktivitas manusia berupa buangan sisa-sisa industri ataupun dari buangan rumah tangga (Palar, 2012; Puspasari, 2006). Logam berat terakumulasi dalam perairan secara alami dalam kandungan yang sangat rendah, tetapi kandungan tersebut dapat meningkat akibat dari polutan antropogenik setiap waktu yang dapat menimbulkan resiko terhadap manusia dan hewan (Kumar dkk., 2011).

Pada logam berat tertentu dibutuhkan tubuh manusia untuk membantu kinerja metabolisme tubuh, namun dapat berpotensi menjadi racun jika konsentrasi dalam tubuh berlebih. Logam berat akan terkonsentrasi ke dalam tubuh makhluk hidup dengan proses bioakumulasi dan biomagnifikasi melalui beberapa cara yaitu: melalui saluran pernapasan, saluran pencernaan dan melalui kulit. Logam-logam berat dapat

menimbulkan efek kesehatan bagi manusia tergantung pada bagian mana logam berat tersebut terikat dalam tubuh. Daya racun yang dimiliki akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim sehingga proses metabolisme tubuh terganggu (Darmono, 2008).

#### 2.4.1 Logam Besi (Fe)

Besi (Fe) adalah salah satu elemen kimiawi yang dapat ditemui pada hampir setiap tempat di bumi, pada semua lapisan geologis dan semua badan air. Besi termasuk ke dalam unsur logam golongan VIII B, berada pada periode keempat dengan nomor atom 26, berat atom 56 g/mol, konfigurasi elektron  $[Ar] 3d^6 4s^2$ , titik leleh  $1538\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dan titik didih  $2861\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Besi di alam banyak ditemukan dalam bentuk senyawa seperti pada mineral *hematit* ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), *magnetit* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), *siderit* ( $\text{FeCO}_3$ ), *limonit* ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) dan *pirit* ( $\text{FeS}_2$ ) (Widowati dkk., 2008). Pada umumnya, besi yang ada di dalam air dapat bersifat terlarut sebagai besi(II) atau besi(III). Besi dapat larut pada pH rendah. Pada air permukaan jarang ditemui kadar besi lebih besar dari 1 mg/L, tetapi di dalam air tanah kadar besi dapat jauh lebih tinggi (Slamet, 2014; Febrina dan Ayuna, 2015).

Besi berada dalam tanah dan batuan sebagai besi(III) oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dan besi(III) hidroksida ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ). Pada air, besi berbentuk besi(II) bikarbonat ( $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ ), besi(II) hidroksida ( $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ), besi(II) sulfat ( $\text{FeSO}_4$ ) dan besi organik kompleks. Jika air tanah dipompakan keluar dan kontak dengan udara (oksigen) maka besi(II) akan teroksidasi menjadi besi(III) hidroksida ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ).  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  dapat mengendap dan berwarna kuning kecoklatan. Hal ini dapat menodai peralatan porselen dan cucian (Widowati dkk., 2008).

Besi dibutuhkan tubuh dalam pembentukan hemoglobin, banyaknya besi dalam tubuh dikendalikan oleh fase adsorpsi. Air minum yang mengandung besi

cenderung menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. Sekalipun besi diperlukan oleh tubuh, tetapi dalam dosis yang besar dapat merusak dinding usus. Kematian sering disebabkan oleh rusaknya dinding usus ini. Kadar besi yang lebih dari 1 mg/L akan menyebabkan terjadinya iritasi pada mata dan kulit. Apabila kelarutan besi dalam air melebihi 10 mg/L maka akan menyebabkan air berbau seperti telur busuk (Febrina dan Ayuna, 2015). Namun, bila kekurangan besi maka tubuh manusia akan lemah, mengalami kekurangan darah (anemia), mual, nyeri di area lambung, muntah dan kadang-kadang terjadi diare serta sulit buang air besar (Khaira, 2013).

#### **2.4.2 Logam Mangan (Mn)**

Mangan (Mn) merupakan unsur logam yang memiliki berat atom 54,93 g/mol, konfigurasi elektron [Ar] 3d<sup>5</sup> 4s<sup>2</sup>, massa jenis 7,43 g/cm<sup>3</sup>, titik lebur 1247 °C, titik didih 2032 °C dengan nomor atom 25 serta berada pada periode 4 dan masuk dalam golongan VII B yang berarti mangan termasuk logam transisi. Logam ini berwarna kelabu-kemerahan, di alam umumnya ditemui dalam bentuk senyawa seperti *pirolusit* (MnO<sub>2</sub>) dan *manganit* (Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.H<sub>2</sub>O). Mangan dalam air berbentuk mangan(II) bikarbonat (Mn(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), mangan(II) klorida (MnCl<sub>2</sub>) dan mangan(II) sulfat (MnSO<sub>4</sub>). Air yang mengandung mangan berlebih dapat menimbulkan rasa, warna (kuning kecoklatan/ungu/hitam) dan kekeruhan (Widowati dkk., 2008).

Pada umumnya senyawa mangan terdapat dalam tanah dan mudah larut dalam air terutama bila air bersifat asam. pH yang agak tinggi dan kondisi aerob terbentuk mangan yang tidak larut seperti MnO<sub>2</sub>, Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub> atau MnCO<sub>3</sub> meskipun oksidasi dari mangan(II) berjalan relatif lambat (Achmad, 2004). Konsentrasi mangan di dalam sistem air alami umumnya kurang dari 0,1 mg/L. Mangan tidak bersifat toksik tetapi keberadaannya dapat mengendalikan kadar unsur toksik lainnya di perairan seperti logam berat (Effendi, 2003).



Pada jumlah yang kecil, mangan dalam air tidak menimbulkan gangguan kesehatan, melainkan bermanfaat dalam menjaga kesehatan otak dan tulang, berperan dalam pertumbuhan rambut dan kuku, serta membantu menghasilkan enzim untuk metabolisme tubuh untuk mengubah karbohidrat dan protein membentuk energi yang akan digunakan. Mangan bersifat korosi jika melebihi batas sehingga mengakibatkan tubuh mudah terkena penyakit (Rusdiana, 2016). Pada jumlah yang besar, mangan dalam air minum bersifat neurotoksik. Gejala yang timbul berupa gejala susunan syaraf, insomnia, kemudian lemah pada kaki dan otot muka sehingga ekspresi muka menjadi beku dan muka tampak seperti topeng/*mask*. Dampak lanjutan bagi manusia yang keracunan mangan, bicaranya lambat dan *hyperrefleks* (Slamet, 2014; Nuraini dkk., 2015).

#### **2.4.3 Logam Tembaga (Cu)**

Tembaga (Cu) di alam ditemukan dalam bentuk logam bebas, akan tetapi lebih banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral (Palar, 2012). Unsur ini termasuk ke dalam unsur logam golongan I B dengan nomor atom 29, berat atom 63,54 g/mol, konfigurasi elektron [Ar] 3d<sup>10</sup> 4s<sup>1</sup>, massa jenis 8,920 g/cm<sup>3</sup>, meleleh pada suhu 1083,4 °C dan titik didih 2595 °C. Pada lingkungan perairan, tembaga bisa berasal dari peristiwa alamiah dan aktifitas yang dilakukan manusia (non alamiah). Tembaga secara alami dapat berasal dari peristiwa erosi, pengikisan batuan ataupun dari atmosfer yang dibawa turun oleh hujan. Sumber lain berasal dari aktivitas manusia seperti buangan rumah tangga dan kegiatan industri. Pada kondisi normal keberadaan tembaga di perairan ditemukan dalam bentuk ion CuCO<sub>3</sub><sup>-</sup> dan CuOH<sup>-</sup> (Adhani dan Husaini, 2017).

Jumlah tembaga yang terlarut dalam badan perairan adalah sekitar 0,002 mg/L sampai 0,005 mg/L. Tembaga merupakan komponen dari enzim yang dibutuhkan

untuk menghasilkan energi, anti oksidasi dan sintesa hormon adrenalin, serta untuk pembentukan jaringan ikat. Toksisitas tembaga akan bekerja bila telah masuk ke dalam tubuh dalam jumlah yang besar. Kelebihan tembaga akan mengakibatkan keracunan akut seperti mual, muntah, netrofisis, kejang, dan dapat berakibat kematian. Keracunan kronis, dimana tembaga menumpuk di hati dan menyebabkan hemolisis (Palar, 2012).

## **2.5 Klorida (Cl<sup>-</sup>)**

Klorida (Cl<sup>-</sup>) merupakan salah satu anion anorganik utama yang ditemukan secara alami di perairan dengan jumlah lebih banyak daripada anion-anion halogen yang lain. Senyawa halida seperti klorida mengalami proses disosiasi dalam air membentuk ion-ionnya. Kation dari garam-garam klorida pada air terdapat dalam keadaan mudah larut. Ion Cl<sup>-</sup> tidak membentuk senyawa kompleks yang kuat dengan ion-ion logam. Ion Cl<sup>-</sup> dalam larutan bisa dalam bentuk senyawa natirum klorida (NaCl), kalium klorida (KCl), dan kalsium klorida (CaCl<sub>2</sub>) (Sinaga, 2016; Ngibad dan Herawati, 2019).

Kadar Cl<sup>-</sup> bervariasi menurut iklim. Pada perairan di wilayah yang beriklim basah (*humid*), kadar Cl<sup>-</sup> biasanya kurang dari 10 mg/L, sedangkan pada perairan di wilayah *semi-arid* dan *arid* (kering), kadar Cl<sup>-</sup> mencapai ratusan mg/L. Keberadaan Cl<sup>-</sup> dalam perairan alami berkisar antara 2-20 mg/L. Ion Cl<sup>-</sup> toksisitasnya bergantung pada gugus senyawanya, misalnya NaCl sangat tidak beracun, tetapi karbonil kloridanya sangat beracun seperti PVC dan penta kloro phenol. Pada konsentrasi yang layak ion Cl<sup>-</sup> tidak berbahaya bagi manusia (Slamet, 2014).

Kadar Cl<sup>-</sup> dalam air berpengaruh terhadap tingkat keasinan air. Kelebihan garam-garam klorida dapat menyebabkan penurunan kualitas air karena tingginya salinitas (kadar garam terlarut dalam air). Konsentrasi ion Cl<sup>-</sup> meningkat, maka air

tersebut semakin asin dan korosi pada pipa sistem penyediaan air minum (Huljani dan Rahma, 2018). Klorida yang berlebih juga dapat merusak ginjal serta menyebabkan pembentukan noda berwarna putih di perpipaan air. Air yang seperti ini tidak layak digunakan untuk proses pengairan dan keperluan rumah tangga (Achmad, 2004; Sinaga, 2016). Kekurangan ion  $\text{Cl}^-$  dalam tubuh juga dapat menurunkan tekanan osmotik cairan ekstraseluler yang menyebabkan meningkatnya suhu tubuh (Ngibad dan Herawati, 2019).

## 2.6 Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ )

Sulfat merupakan sejenis anion poliatom dengan rumus  $\text{SO}_4^{2-}$  yang memiliki massa molekul 96,06 satuan massa atom. Ion  $\text{SO}_4^{2-}$  terdiri dari atom pusat sulfur yang dikelilingi dengan empat atom oksigen dalam susunan tetrahedral (Sinaga, 2016). Ion ini biasanya terdapat di perairan alami dalam konsentrasi yang besar dan banyak senyawa sulfat yang mudah larut dalam air. Ion  $\text{SO}_4^{2-}$  secara alami dalam bentuk berbagai mineral, termasuk barit, epsomit dan gipsum (Thangiah, 2019; Sharma dan Kaur, 2016).

Konsentrasi  $\text{SO}_4^{2-}$  pada mata air tawar berada sekitar 20 mg/L dan pada air sungai berkisar dari 0 hingga 630 mg/L. Ambang batas  $\text{SO}_4^{2-}$  adalah 200-500 mg/L untuk natrium, 250 mg/L untuk kalsium dan 400-600 mg/L untuk magnesium (Sharma dan Kaur, 2016). Ion  $\text{SO}_4^{2-}$  dibutuhkan oleh organisme autotrof dan bakteri heterotrof serta jamur sebagai sumber nutrisi untuk memenuhi kebutuhan unsur belerang. Bakteri desulfurikan memanfaatkan  $\text{SO}_4^{2-}$  dalam proses respirasi. Konsentrasi  $\text{SO}_4^{2-}$  yang tinggi didalam air ( $> 250$  mg/L) mempunyai efek patogen terhadap manusia, terutama gangguan dalam proses pencernaan (Sinaga, 2016).

Menelan air yang mengandung konsentrasi  $\text{SO}_4^{2-}$  yang tinggi dapat memiliki efek pencahar atau pembersihan usus, bilamana sulfat yang dikonsumsi tersebut

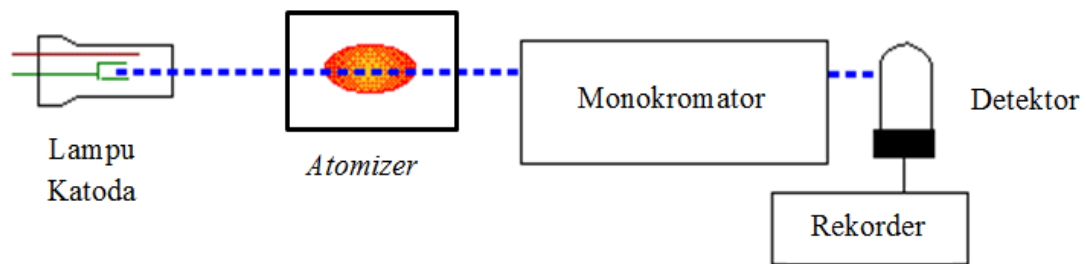
dalam kombinasi dengan magnesium ( $\text{MgSO}_4$ ). Anak-anak, transien, dan lansia merupakan populasi yang berisiko tinggi mengalami dehidrasi akibat diare yang mungkin disebabkan oleh tingginya kadar  $\text{SO}_4^{2-}$  dalam air minum. Dehidrasi juga telah dilaporkan sebagai efek samping yang umum setelah menelan sejumlah besar magnesium atau natrium sulfat (Thangiah, 2019). Efek yang ditimbulkan oleh terbentuknya  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  atau  $\text{MgSO}_4$  dalam air adalah berupa timbulnya rasa mual dan ingin muntah (Sinaga, 2016).

Cara mendeteksi ion  $\text{SO}_4^{2-}$  dapat menggunakan metode uji kualitatif maupun kuantitatif. Pada uji kualitatif yaitu dengan mereaksikan sampel air dengan larutan barium klorida 10% pada kondisi pH netral (Ananda, 2019). Uji kuantitatif menggunakan alat seperti spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang tertentu dengan metode analisis turbidimetri sulfat yang didasarkan pada pembentukan barium sulfat yang tidak larut. Reaksi ini membentuk koloid dengan ukuran seragam dan pembentukannya ditingkatkan dengan adanya natrium klorida, asam klorida, dan gliserol. Kandungan  $\text{SO}_4^{2-}$  dalam air penting dalam menentukan kesesuaian air untuk keperluan umum yang dapat berkontribusi pada korosi jaringan pipa dalam sistem distribusi (Sharma dan Kaur, 2016).

## **2.7 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)**

Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) merupakan suatu instrumen analisis yang didasarkan pada proses penyerapan energi radiasi oleh atom-atom yang berada pada tingkat energi dasar (*ground state*). Penyerapan tersebut menyebabkan tereksitasinya elektron dalam kulit atom ke tingkat energi yang lebih tinggi. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu tergantung pada sifat unsurnya. Pada SSA, atom bebas berinteraksi dengan berbagai bentuk energi

seperti energi panas, energi elektromagnetik, energi kimia, dan energi listrik. Interaksi ini menimbulkan proses-proses dalam atom bebas yang menghasilkan absorpsi dan emisi (pancaran) radiasi/panas. Radiasi yang dipancarkan bersifat khas karena mempunyai panjang gelombang yang karakteristik untuk setiap atom bebas. Adanya absorpsi atau emisi radiasi disebabkan adanya transisi elektronik yaitu perpindahan elektron dalam atom dari tingkat energi yang satu ke tingkat energi lain (Nasir, 2019). Skema umum alat SSA dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Skema umum komponen pada alat SSA (Anshori, 2005)

Larutan sampel yang akan dianalisis dihisap dengan menggunakan pipa kapiler dan disemprotkan dalam bentuk kabut. Pada temperatur tinggi zat tersebut akan terurai menjadi ion-ionnya. Penyerapan energi radiasi oleh atom-atom unsur logam sebanding dengan konsentrasi atom logam dalam nyala. Beberapa atom akan tereksitasi secara termal oleh nyala, namun kebanyakan atom tetap berada dalam keadaan dasar. Atom-atom yang berada keadaan dasar kemudian menyerap radiasi yang diberikan oleh sumber radiasi yang sesuai. Panjang gelombang yang dihasilkannya sama dengan panjang gelombang yang diabsorpsi oleh atom nyala. Absorpsi ini mengikuti hukum Lambert-Beer, yakni absorbansi berbanding lurus dengan panjang nyala yang dilalui sinar dan konsentrasi uap atom dalam nyala (Nasir, 2019).

## 2.8 Titrasi Argentometri

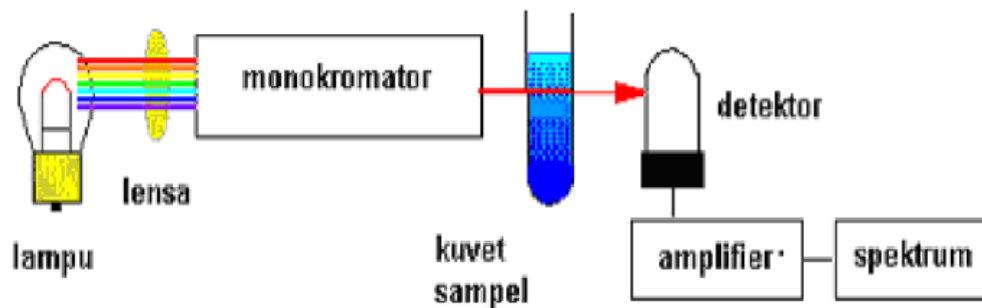
Argentometri diturunkan dari bahasa latin *Argentum* (perak). Argentometri merupakan metode untuk menentukan kadar zat dalam suatu larutan yang dilakukan dengan titrasi berdasarkan pembentukan endapan dengan perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ). Indikator yang dapat digunakan adalah kalium kromat ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) yang apabila ada kelebihan ion  $\text{Ag}^+$  dapat menghasilkan warna merah. Titrasi Argentometri terdapat 3 cara yaitu cara Mohr, Volhard dan Fajans (Gandjar dan Rohman, 2014).

Menurut Gandjar dan Rohman (2014), cara Mohr digunakan untuk menetapkan kadar klorida ( $\text{Cl}^-$ ) dan bromida ( $\text{Br}^-$ ) dalam suasana netral dengan larutan baku perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) dan penambahan larutan kalium kromat ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) sebagai indikator. Awal titrasi terjadi endapan perak klorida ( $\text{AgCl}$ ) dan setelah tercapai titik ekuivalen, maka penambahan perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) akan bereaksi dengan kromat ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) yang membentuk endapan perak kromat ( $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ) yang berwarna coklat kemerahan. Pada suasana asam, perak kromat ( $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ) larut karena terbentuk dikromat dan dalam suasana basa akan terbentuk endapan perak hidroksida ( $\text{AgOH}$ ).

## 2.9 Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer sinar tampak (UV-Vis) merupakan instrumen analisis yang digunakan untuk mengkaji sifat absorpsi material dalam rentang panjang gelombang *ultraviolet* (200 nm–400 nm) hingga mencakup panjang gelombang cahaya tampak atau *visible* (400 nm–750 nm). Absorpsi cahaya *ultraviolet* maupun cahaya tampak mengakibatkan transisi elektron, yaitu perubahan elektron-elektron dari orbital dasar berenergi rendah ke orbital keadaan tereksitasi berenergi tinggi. Penyerapan radiasi ultraviolet atau sinar tampak bergantung pada mudahnya transisi

elektron. Molekul-molekul yang memerlukan lebih banyak energi untuk transisi elektron akan menyerap panjang gelombang yang lebih pendek. Molekul-molekul yang memerlukan energi lebih sedikit akan menyerap panjang gelombang yang lebih panjang (Fessenden dan Fessenden, 2009).



**Gambar 3.** Skema komponen spektrofotometer UV-Vis (Owen, 2000)

Diagram spektrofotometer terdiri dari sumber cahaya polikromatis, monokromator, sampel, detektor, dan rekorder. Monokromator ini yang mengubah radiasi polikromatik menjadi monokromatik. Detektor yang digunakan berupa detektor fotolistrik. Gambar 3 menunjukkan skema komponen spektroskopi UV-Vis. Sumber cahaya polikromator dilewatkan pada monokromator sehingga pada panjang gelombang tertentu akan dilewatkan sampel. Selanjutnya detektor akan menangkap radiasi yang ditransmisikan pada sampel. Hasil yang terbaca pada detektor yaitu data absorbansi cahaya yang diserap oleh sampel pada panjang gelombang tertentu (Owen, 2000). Absorbansi oleh sampel akan mengakibatkan terjadinya transisi elektron, yaitu elektron-elektron dari orbital dasar akan tereksitasi ke orbital yang lebih tinggi. Ketika elektron kembali ke orbital asal, elektron tersebut memancarkan energi dan energi itulah yang terdeteksi sebagai puncak-puncak absorbansi (Gandjar dan Rohman, 2014).