

Skripsi

**ANALISIS BESI, SENG, TEMBAGA, KLOORIDA DAN SULFAT PADA
MATA AIR PEGUNUNGAN DI DESA KAERO KECAMATAN
SANGALLA KABUPATEN TANA TORAJA**

SULTAN

H031 17 1009



DEPARTEMEN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2021

**ANALISIS BESI, SENG, TEMBAGA, KLORIDA DAN SULFAT PADA
MATA AIR PEGUNUNGAN DI DESA KAERO KECAMATAN
SANGALLA KABUPATEN TANA TORAJA**

*Skripsi ini diajukan sebagai saah satu syarat
untuk memperoleh gelar sarjana sains*

Oleh

SULTAN

H031 17 1009



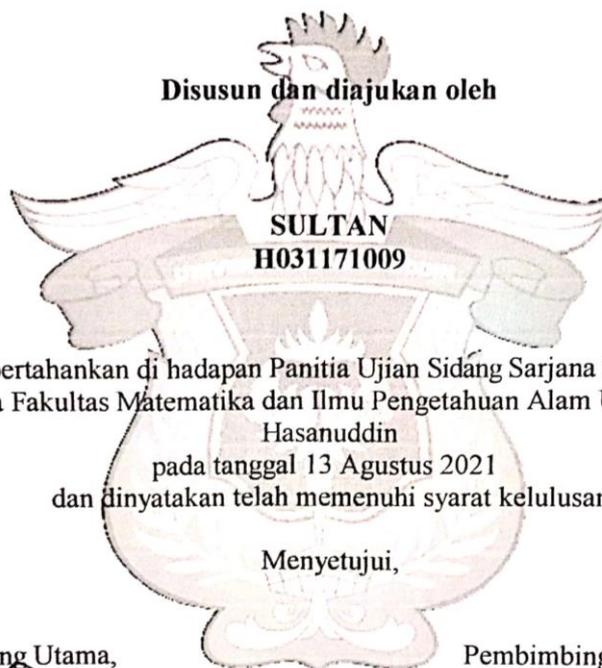
MAKASSAR

2021

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS BESI, SENG, TEMBAGA, KLORIDA, DAN SULFAT PADA MATA
AIR PEGUNUNGAN DI DESA KAERO KECAMATAN SANGALLA
KABUPATEN TANA TORAJA**

Disusun dan diajukan oleh



**SULTAN
H031171009**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Sidang Sarjana Program Studi
Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Hasanuddin
pada tanggal 13 Agustus 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

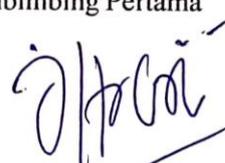
Menyetujui,

Pembimbing Utama,



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

Pembimbing Pertama



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

Ketua Program Studi,



Dr. Abdul Karim, M.Si.
NIP. 196207101988031002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sultan
NIM : H031171009
Program Studi : Kimia
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi dengan judul ANALISIS BESI, SENG, TEMBAGA, KLORIDA DAN SULFAT PADA MATA AIR PEGUNUNGAN DI DESA KAERO KECAMATAN SANGALLA KABUPATEN TANA TORAJA 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, 13 Agustus 2021

Yang Menyatakan



Sultan

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala anugerah dan nikmat yang tiada tara, juga kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan bagi umat manusia sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Besi, Seng, Tembaga, Klorida dan Sulfat pada Mata Air Pegunungan di Desa Kaero Kecamatan Sangalla Kabupaten Tana Toraja” dengan baik sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Banyak pihak yang telah berperan penting dalam membantu penyelesaian skripsi ini, baik secara moril, materil, maupun spiritual maka dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua, Ayahanda tercinta **Surianto** dan Ibunda tercinta **Nurtang** yang telah memberikan dukungan yang sangat luar biasa dengan segenap kasih sayang yang tiada tara dan tak lupa memberi dukungan finansial kepada penulis.
2. Adik tercinta **Kahar** dan **Muh. Yusran Aditya** yang selalu sabar dengan perintah yang penulis berikan.
3. Seluruh keluarga khususnya kakek saya **Abdul Kadir** dan **Ida, Lakini** dan **Alm. Sakinah, om dan tante** serta **sepupu- sepupu** saya yang sangat membantu saat memulai penelitian hingga saat ini.
4. Ayahanda **Prof. Dr, Abdul Wahid Wahab, M.Sc** selaku dosen pembimbing utama sekaligus penasihat akademik yang telah memberikan begitu banyak

bantuan, masukan, motivasi, dan dorongan hingga saya mampu dan bisa berada pada tahap ini.

5. Ayahanda **Dr. Djabal Nur Basir, S.Si, M.Si** selaku dosen pembimbing pertama yang juga membimbing saya dengan begitu luar biasa, meluangkan banyak waktu dan memberikan dorongan, masukan dan saran-saran selama penyusunan skripsi ini hingga saya bisa menyelesaikannya dengan baik.
6. Ayahanda **Alm. Drs. L Musa Ramang, M.Si** yang awalnya selaku pembimbing utama yang telah memberikan begitu banyak bantuan, masukan, motivasi, dan dorongan hingga saya mampu dan bisa berada pada tahap ini.
7. Ibunda **Prof. Dr. Nunuk Hariani Soekanto, MS** dan Ayahanda **Abdur Rahman Arif, S.Si, M.Si** sebagai tim dosen penguji yang telah memberikan banyak ilmu dan masukan selama proses penyusunan skripsi ini.
8. Ibunda **Dr. Nur Umriani Permatasari, M.Si** selaku koordinator seminar yang telah mengkoordinir semua seminar yang penulis lakukan dan memberikan masukan selama proses penyusunan skripsi ini.
9. Seluruh **staf dosen Departemen Kimia** yang telah memberikan banyak ilmu selama proses perkuliahan kepada penulis.
10. Seluruh **analisis laboratorium** yang senantiasa membantu penulis selama proses penelitian mulai dari awal hingga selesai.
11. Seluruh **staf Departemen Kimia dan Fakultas** yang senantiasa membantu penulis dalam hal administrasi.
12. **Hendrianus Layuk Ada'** selaku teman panel penulis, **Nurhaini** dan **Nur Affah Zahrah** selaku teman lintas panel yang senantiasa menemani dan membantu dari penyusunan proposal hingga saat ini.

13. **Andi Sitti Ru'yah Qalbiah, M. Rifqih Alfianda S, Moh. Arfadillah Rustam** selaku teman jalan “**Support System**” yang mensupport saya dari awal perkuliahan hingga sekarang.
14. **Taufik Hidayat, Andrian Nardus Yoel, La Ode Ebet, Muh. Alfiadi, Irzha Adiwira, Muh. Amrullah, Syamsuriadi, Syam Abbas, Nur Alim, Ishar, Yosua Tanzil, Aidul, Megawati, Lulu Sri Rahayu, Ramlawati, Sumiati Hadriani, Yuyun Sukawati Rusma, Nurul Hudah Zakaria, dan Riska Winisty, Trimelinea Ramadhani, Yayuk Tri Utami, Charmelia Asma Sukmastuty, Andi Nur Annisa** teman-teman seperjuangan sahur dan volli bareng yang selalu membantu dan menemani saya.
15. Teman-teman **BRASA** yang selalu menemani saya dari maba hingga sekarang.
16. Teman-teman **Analitik Squat** yang selalu memberikan support satu sama lain.
17. **Abrian Wira Sakti, Sudaryanto, Asrarul Qayyum dan M. Khadafi Anugrah Pratama** selaku sahabat SMA sekaligus teman seprantauan yang selalu saling support satu sama lain selama menempuh pendidikan di Makassar.
18. Teman-teman seperjuangan **ALIFATK 2017 dan KIMIA 2017** yang selalu ada dari awal perkuliahan hingga saat ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Akhir kata semoga skripsi ini bermanfaat bagi diri penulis pribadi maupun pembaca. Terimakasih.

Makassar, 3 Juni 2021

Sultan
NIM. H031171009

ABSTRAK

Mata air pegunungan Desa Kaero Kecamatan Sangalla Kabupaten Tana Toraja merupakan sumber mata air yang memiliki kualitas air yang baik digunakan masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari. Pada penelitian ini dilakukan analisis besi (Fe), seng (Zn), tembaga (Cu), klorida (Cl^-), dan sulfat (SO_4^{2-}) sebagai parameter mutu dari mata air pegunungan Desa Kaero Kecamatan Sangalla Kabupaten Tana Toraja untuk keperluan air minum, berdasarkan persyaratan baku mutu air minum Permenkes RI nomor 492 tahun 2010. Metode analisis konsentrasi logam Fe, Zn dan Cu menggunakan metode standar adisi secara Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Analisis klorida menggunakan metode titrasi argentometri Mohr, dan sulfat dianalisis menggunakan metode kurva baku secara spektrofotometer UV-Vis. Hasil penelitian analisis kadar logam diperoleh kadar logam Fe berkisar 0,0052 – 0,0106 mg/L, Zn berkisar 0,0064 – 0,0158 mg/L, Cu berkisar 0,0027 – 0,0061 mg/L, klorida berkisar 2,0844 – 2,5013 mg/L, dan sulfat berkisar 0,3787 – 0,4272 mg/L. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa konsentrasi besi (Fe), seng (Zn), tembaga (Cu), klorida (Cl^-), dan sulfat (SO_4^{2-}) pada mata air pegunungan di Desa Kaero Kecamatan Sangalla Kabupaten Tana Toraja masih memenuhi persyaratan baku mutu air minum yang telah ditetapkan dalam Permenkes RI nomor 492 tahun 2010.

Kata Kunci: Desa Kaero, mata air pegunungan, mutu air.

ABSTRACT

The mountain spring of Kaero Village, Sangalla District, Tana Toraja Regency is a springs that has good water quality for use by the community for daily needs. In this study an analysis of iron (Fe), zinc (Zn), copper (Cu), chloride (Cl⁻), and sulfate (SO₄²⁻) as quality parameters of mountain springs of Kaero Village, Sangalla District, Tana Toraja Regency for water purposes drinking water, based on the requirements of drinking water quality standards Minister of Health Regulation number 492 of 2010. The method of analysis the concentration of Fe, Zn and Cu uses the standard addition method by Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). Chloride analysis using Mohr argentometric titration method, and sulfate analysis using the standard curve method by UV-Vis spectrophotometry. The results showed that the concentrations of these metals were in the ranged 0.0052 - 0.0106 mg/L of Fe, about 0.0064 - 0.0158 mg/L of Zn, the ranged of Cu in 0.0027 - 0.0061 mg/L, the chloride ranged 2,0844 - 2.5013 mg/L, and the sulfate about 0.3787 – 0.4272 mg/L. Based on the research results obtained, it can be obtained that the concentration of iron (Fe), zinc (Zn), copper (Cu), chloride (Cl⁻), and sulfate (SO₄²⁻) on mountain springs of Kaero Village, Sangalla District, Tana Toraja Regency still meet the requirements of drinking water quality standards stipulated in the Minister of Health of the Republic of Indonesia number 492 of 2010.

Keywords: Kaero village, mountain springs, water quality.

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA	v
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	7
1.3.1 Maksud Penelitian.....	7
1.3.2 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Manfaat Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Air	9
2.1.1 Pencemaran Air.....	10
2.1.2 Standar Kualitas Air.....	11
2.2 Logam Berat	13
2.2.1 Logam Berat Besi (Fe).....	14
2.2.2 Logam Berat Seng (Zn)	15
	x

2.2.3 Logam Berat Tembaga (Cu).....	17
2.3 Klorida (Cl ⁻).....	18
2.4 Sulfat (SO ₄ ²⁻).....	20
2.5 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).....	22
2.5 Titrasi Argentometri Mohr.....	25
2.5 Spektrofotometer <i>Ultraviolet-Visible</i> (UV-Vis).....	25
2.6 Gambaran Umum Desa Keero Kecamatan Sangalla Kabupaten Tana Toraja.....	26
BAB III METODE PENELITIAN.....	29
3.1 Bahan Penelitian.....	29
3.2 Alat Penelitian.....	29
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	29
3.4 Prosedur Penelitian.....	30
3.4.1 Penentuan Titik Pengambilan Sampel.....	30
3.4.2 Pengambilan sampel air.....	30
3.4.3 Pembuatan Larutan Baku Fe.....	31
3.4.3.1 Pembuatan Larutan Baku Induk Fe 1000 mg/L.....	31
3.4.3.2 Pembuatan Larutan Baku Fe 100 mg/L.....	31
3.4.3.3 Pembuatan Larutan Baku Fe 10 mg/L.....	31
3.4.3.4 Pembuatan Deret Larutan Baku Fe dengan Metode Adisi Standar.....	31
3.4.4 Pembuatan Larutan Baku Zn.....	32
3.4.4.1 Pembuatan Larutan Baku Induk Zn 1000 mg/L.....	32
3.4.4.2 Pembuatan Larutan Baku Zn 100 mg/L.....	32
3.4.4.3 Pembuatan Larutan Baku Zn 10 mg/L.....	32

3.4.4.4 Pembuatan Deret Larutan Baku Cu dengan Metode Adisi Standar	32
3.4.5 Pembuatan Larutan Baku Cu.....	33
3.4.5.1 Pembuatan Larutan Baku Induk Cu 1000 mg/L	33
3.4.5.2 Pembuatan Larutan Baku Cu 100 mg/L.....	33
3.4.5.3 Pembuatan Larutan Baku Cu 10 mg/L	33
3.4.5.4 Pembuatan Deret Larutan Baku Cu dengan Metode Adisi Standar	34
3.4.6 Pembuatan Larutan Blanko	34
3.4.7 Penentuan Kadar Zn, Cu, dan Zn dengan SSA	34
3.4.8 Analisis Klorida secara Argentometri.....	35
3.4.8.1 Pembuatan 100 mL Larutan NaCl 0,1 N.....	35
3.4.8.2 Pembuatan 100 mL Larutan NaCl 0,01 N.....	35
3.4.8.3 Pembuatan 300 mL Larutan AgNO ₃ 0,01 N.....	35
3.4.8.4 Pembuatan 10 mL Larutan Indikator K ₂ CrO ₄ 5%	35
3.4.8.5 Standarisasi Larutan AgNO ₃	36
3.4.8.6 Penentuan Kadar Klorida	36
3.4.9 Analisis Sulfat dengan Spektrofotometer UV-Vis.....	37
3.4.9.1 Pembuatan Larutan Baku Induk Sulfat 100 mg/L	37
3.4.9.2 Pembuatan Larutan Baku Sulfat 100 mg/L	37
3.4.9.3 Pembuatan Buffer A.....	37
3.4.9.4 Pembuatan Deret Baku Sulfat.....	37
3.4.9.5 Analisis Sampel dengan Spektrofotometer UV-Vis	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Penentuan Kadar Logam	39

4.1.1 Kadar Logam Besi (Fe)	40
4.1.2 Kadar Logam Seng (Zn)	41
4.1.3 Kadar Logam Tembaga (Cu)	42
4.2 Penentuan Kadar Klorida (Cl ⁻).....	44
4.3 Penentuan Kadar Sulfat (SO ₄ ²⁻)	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan	49
5.1 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50
LAMPIRAN	57

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Persyaratan kualitas air untuk baku mutu.....	12
2. Kadar Fe pada mata air pegunungan Desa Kaero.....	40
3. Kadar Zn pada mata air pegunungan Desa Kaero.. ..	41
4. Kadar Cu pada mata air pegunungan Desa Kaero.. ..	42
5. Kadar Cl ⁻ pada mata air pegunungan Desa Kaero.. ..	44
6. Kadar SO ₄ ²⁻ pada mata air pegunungan Desa Kaero.. ..	46
7. Hasil pengukuran Logam Fe Titik I dengan metode adisi standar	75
8. Hasil pengukuran Logam Fe Titik II dengan metode adisi standar	76
9. Hasil pengukuran Logam Zn Titik I dengan metode adisi standar	77
10. Hasil pengukuran Logam Zn Titik II dengan metode adisi standar	78
11. Hasil pengukuran Logam Cu Titik I dengan metode adisi standar	79
12. Hasil pengukuran Logam Cu Titik II dengan metode adisi standar	80
13. Hasil pengukuran Logam Cu Titik II dengan metode adisi standar	80
14. Hasil pengukuran Cl ⁻ dengan metode titrasi argentometri.. ..	81
15. Hasil pengukuran SO ₄ ²⁻ dengan metode spektrofotometer UV-Vis ..	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Diagram skematik SSA	22
2. Peta Kecamatan Sangalla	27
3. Titik Pengambilan sampel	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	halaman
1. Diagram alir.....	54
2. Bagan kerja.....	55
3. Perhitungan pembuatan larutan.....	64
4. Foto dokumentasi	70
5. Pengolahan data.....	75

DAFTAR ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol/Singkatan	Arti
BPS	Badan Pusat Statistik
Permenkes	Peraturan Menteri Kesehatan
SNI	Standar Nasional Indonesia
SSA	Spektrofotometri Serapan Atom
<i>UV-Vis</i>	<i>Ultra Violet Visible</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air adalah kebutuhan yang paling vital untuk kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Zat pembentuk tubuh manusia terdiri atas 70% air, sehingga air menjadi kebutuhan yang penting bagi manusia. 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). Kebutuhan air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari tidak sama untuk setiap tempat dan setiap tingkatan kehidupan. Semakin tinggi tataran kehidupan, maka semakin meningkat pula jumlah air yang dibutuhkan (Apriliana dkk., 2014).

Air tanah merupakan salah satu sumber air yang dapat digunakan secara langsung. Air tanah adalah air yang mengalir di dalam tanah, mengalir dalam ruang-ruang antara tanah dan retak batuan dengan kadar air yang bervariasi. Air tanah diklasifikasikan dalam tiga bagian yaitu air tanah dangkal, air tanah dalam dan mata air. Mata air merupakan salah satu bagian air tanah yang terdapat di daerah pegunungan yang memiliki kualitas yang baik. Daerah pegunungan merupakan daerah yang memiliki sumber air yang terbaik untuk air minum dengan kualitas air yang baik dan relatif stabil, karena selain letak sumbernya yang jauh di bawah permukaan tanah juga berlokasi di atas ketinggian pegunungan yang masih terjaga kealamiannya (Asdak, 2004).

Air minum dikatakan aman untuk kesehatan jika telah memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimia, dan radioaktif yang termuat dalam

parameter wajib dan parameter tambahan (Afrike dan Wahyuni, 2011). Berdasarkan 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 yang sering digunakan untuk menentukan kualitas air minum salah satunya yaitu cemaran logam berat. Logam berat memiliki sifat yang sulit didegradasi, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan dapat menimbulkan penurunan kualitas air (Darmono, 2001). Logam berat yang dapat mencemari lingkungan diantaranya adalah Fe (besi), Zn (seng), dan Cu (tembaga). Logam berat ini dapat menimbulkan ancaman bagi kesehatan manusia apabila kepekatan logam-logam ini lebih tinggi dari baku mutu air yang telah ditetapkan (Yudo, 2006).

Air minum yang mengandung logam dalam kadar tertentu dibutuhkan oleh tubuh manusia, akan tetapi apabila dalam kadar yang berlebih dapat merugikan kesehatan diantaranya logam besi (Fe), seng (Zn) dan tembaga (Cu). Keberadaan logam berat dalam badan perairan dapat berasal dari sumber alamiah yaitu pengikisan dari batu mineral dan partikel logam di udara. Adapun aktivitas manusia yang dapat menambah kandungan logam berat pada air minum yaitu kegiatan industri, pertambangan, pembakaran bahan bakar, dan kegiatan domestik lainnya (Palar, 2012).

Besi adalah salah satu elemen kimiawi yang dapat ditemui pada hampir setiap tempat di bumi, pada semua lapisan geologis dan semua badan air. Besi di alam banyak ditemukan dalam bentuk senyawa seperti pada mineral *hematit*, *magnetit* (Fe_2O_4), *siderit* (FeCO_3), *limonit* ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) dan *pirit* (FeS_2). Manusia membutuhkan zat besi (Fe) dalam jumlah sedikit untuk metabolisme dan pembentukan sel-sel darah merah. Jumlah zat besi yang dikeluarkan tubuh sekitar

1,0 mg perhari, sehingga konsumsi yang dianjurkan adalah 10 mg perhari untuk orang dewasa. Hal ini disebabkan karena jumlah besi yang dapat diserap oleh tubuh adalah 10% (Suhartini, 2008). Kelebihan zat besi dapat menyebabkan keracunan, muntah-muntah, kerusakan usus, penuaan dini hingga kematian mendadak (Garno, 2001). Adapun kekurangan zat besi menimbulkan gejala-gejala anemia seperti kelemahan, kepala pusing, diare, penurunan nafsu makan, kulit pucat, serta terasa dingin pada tangan dan kaki (Rochyatun dkk., 2004). Selain logam besi, logam seng merupakan komponen alami yang terdapat dalam kerak bumi.

Logam seng terdapat pada batuan, air, tanah, udara maupun biosfer. Logam seng yang ditemui pada air minum dalam jumlah yang banyak maka dapat memberikan efek rasa pahit. Logam seng dalam jumlah kecil berperan penting dalam proses metabolisme tubuh. Kelebihan logam seng yang terdapat dalam tubuh dapat memberikan efek seperti muntah-muntah, diare serta dapat menyebabkan gangguan reproduksi. Adapun kekurangan logam seng dapat menghambat pertumbuhan pada anak-anak (Widowati, 2008).

Tembaga secara alami dapat berasal dari peristiwa erosi, pengikisan batuan ataupun dari atmosfer yang dibawa turun oleh hujan. Kandungan logam tembaga (Cu) dalam jumlah kecil dibutuhkan oleh tubuh untuk proses metabolisme. Kandungan tembaga yang berlebih dalam air minum akan mengakibatkan keracunan akut seperti rasa mual, muntah, netrofisis, kejang, dan dapat menyebabkan kerusakan hati dan ginjal serta dapat berakibat kematian (Palar, 2012). Instrumen analisis yang umum digunakan untuk menganalisis kandungan logam dalam sampel adalah Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

karena harganya yang murah serta pengerjaannya relatif lebih sederhana (Gassing, 2005).

Parameter lain untuk menentukan kualitas air minum adalah anion seperti, klorida dan sulfat. Kadar Cl⁻ dalam air berpengaruh terhadap tingkat keasinan air. Kelebihan garam-garam klorida dapat menyebabkan penurunan kualitas air karena tingginya salinitas Air yang banyak mengandung klorida yang berlebih atau melebihi batas maksimum atau standar dapat mengakibatkan timbulnya rasa payau atau asin pada air minum dan dapat menyebabkan kerusakan pada ginjal. Selain itu, sulfat merupakan salah satu anion yang banyak terdapat dalam air secara alami. Air yang mengandung sulfat yang berlebih dapat menyebabkan rasa dan bau yang tidak enak pada air serta menjadi penyebab korosi pada pipa (Achmad, 2004; Mauldy, 2018). Jumlah ion sulfat yang berlebih dalam air menyebabkan terjadinya efek cuci perut pada manusia (Sulistyorini dkk., 2016).

Penentuan konsentrasi klorida dapat dilakukan metode titrasi argentometri dimana dengan cara ini pelaksanannya relatif cepat (Gandjar dan Rohman, 2014). Penentuan konsentrasi sulfat dapat dilakukan 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 RI No. 492 Tahun 2010, konsentrasi maksimum besi (0,3 mg/L), seng (3 mg/L), tembaga (2 mg/L), klorida (250 mg/L), dan sulfat (250 mg/L).

Beberapa penelitian terkait mengenai kadar logam dalam air seperti Penelitian tentang kandungan logam besi dan seng dalam mata air di Desa

Pakpahan telah dilakukan Harijulianto (2017) menggunakan spektrofotometer serapan atom. Kandungan logam besi yang diperoleh sebesar 0,9481 mg/L dan logam seng sebesar 0,2688 mg/L, yang menunjukkan bahwa mata air di Desa Pakpahan tersebut untuk logam besi tidak memenuhi standar baku mutu air minum sedangkan untuk logam seng masih memenuhi standar baku mutu air minum menurut Permenkes RI No. 492 Tahun 2010. Adapun penelitian tentang kandungan logam tembaga pada air minum dalam kemasan (AMDK) di Daerah Panyileukan telah dilakukan Andriansyah dkk (2019) menggunakan spektrofotometer serapan atom. Kandungan logam tembaga yang diperoleh berkisar antara 0,0010-0,0019 mg/L, yang menunjukkan bahwa AMDK di Daerah Panyileukan tersebut memenuhi standar baku mutu air minum menurut Permenkes RI No. 492 Tahun 2010.

Penelitian terkait lainnya tentang kandungan ion klorida pada mata air di Kabupaten Supiori telah dilakukan Morin dan Santi (2020) dengan menggunakan titrasi argentometri metode Mohr. Kandungan ion klorida yang diperoleh <0,03 mg/L, yang menunjukkan bahwa mata air di Kabupaten Supiori tersebut memenuhi standar baku mutu air minum menurut Permenkes RI No. 492 Tahun 2010. Adapun penelitian tentang kandungan ion sulfat pada mata air di Desa Siwuran, Kecamatan Garung, Kabupaten Wonosobo telah dilakukan Mukarromah (2016) menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Kandungan ion sulfat yang diperoleh sebesar 125 mg/L, yang menunjukkan bahwa mata air di Desa Siwuran, Kecamatan Garung, Kabupaten Wonosobo tersebut memenuhi standar baku mutu air minum menurut Permenkes RI No. 492 Tahun 2010. Salah satu daerah yang menggunakan mata air pegunungan sebagai sumber air adalah Desa Kaero.

Desa Kaero merupakan daerah pegunungan dengan kelembaban yang tinggi serta cuaca yang sangat dingin. Desa Kaero adalah salah satu desa/kelurahan yang terletak di Kecamatan Sangalla Kabupaten Tana Toraja yang letaknya pada ketinggian 817 m di atas permukaan laut (DPL) (BPS, 2020). Desa Kaero Kecamatan Sangalla Kabupaten Tana Toraja merupakan salah satu daerah yang memanfaatkan mata air sebagai sumber air bersih bagi kehidupan sehari-hari. Warga sekitar memanfaatkan sumber mata air ini dengan cara memasang pipa-pipa yang dialirkan menuju rumah penduduk. Namun demikian, berbagai kontaminan akibat aktivitas manusia di sekitar mata air seperti MCK, produksi limbah garam, maupun penggunaan pupuk untuk kegiatan pertanian, peternakan dapat mempengaruhi tingginya kadar logam besi, seng, tembaga, klorida dan sulfat yang terdapat pada air sehingga mengakibatkan penurunan kualitas air. Habiebah dan Catur (2014) menyatakan bahwa aktivitas manusia di sekitar mata air yang tidak diimbangi dengan pengelolaan secara tepat dapat berpotensi menurunkan kualitas dan kuantitas sumber daya air untuk dijadikan sumber air minum masyarakat sekitar.

Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu diadakan penelitian untuk mengetahui kadar mutu air pegunungan Desa Kaero Kecamatan Sangalla Kabupaten Tana Toraja. Adapun parameter uji pada penelitian ini yaitu besi, seng dan tembaga yang dianalisis dengan metode adisi standar menggunakan instrumen SSA, sulfat dianalisis menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis, dan klorida dianalisis dengan metode argentometri Mohr. Parameter tersebut kemudian dibandingkan dengan Permenkes RI No. 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum sebagai standar acuan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. berapakah kadar besi, seng, tembaga, klorida, dan sulfat yang terkandung dalam sampel air dari mata air pegunungan Desa Kaero Kecamatan Sangalla Kabupaten Tana Toraja?
2. apakah mata air pegunungan Desa Kaero Kecamatan Sangalla Kabupaten Tana Toraja telah memenuhi syarat baku mutu air sesuai dengan Permenkes RI No. 492 Tahun 2010?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dilakukannya penelitian ini adalah menentukan kadar logam timbal, besi, dan tembaga menggunakan instrumen spektrofotometri serapan atom, sulfat menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis dan klorida menggunakan metode argentometri dalam sampel air dari mata air pegunungan Desa Kaero Kecamatan Sangalla Kabupaten Tana Toraja.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. menentukan kadar besi, seng, tembaga, klorida, dan sulfat dalam sampel air dari mata air pegunungan Desa Kaero Kecamatan Sangalla Kabupaten Tana Toraja
2. menentukan kualitas mutu air yang ada pada mata air pegunungan Desa Kaero Kecamatan Sangalla Kabupaten Tana Toraja berdasarkan Permenkes RI No. 492 Tahun 2010.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah untuk memberikan informasi kepada masyarakat mengenai kadar besi, seng, tembaga, klorida, dan sulfat yang terkandung dalam sampel air pegunungan Desa Kaero Kecamatan Sangalla Kabupaten Tana Toraja apakah masih memenuhi syarat baku mutu sesuai dengan Permenkes RI No. 492 Tahun 2010, serta sebagai langkah awal untuk menggali potensi alam dalam rangka pengelolaan air minum dalam kemasan (AMDK) di daerah tersebut yang dapat bermanfaat bagi pertumbuhan perekonomian masyarakat setempat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

Air merupakan parameter utama untuk mengetahui derajat kesehatan masyarakat, karena air merupakan salah satu media dari berbagai macam penularan penyakit, terutama penyakit perut. Pengolahan air baik berasal dari sumber, jaringan transmisi atau distribusi sangat perlu dilakukan agar air masuk ke dalam tubuh manusia baik berupa minuman ataupun makanan tidak menyebabkan atau membawa bibit penyakit (Sutrisno dan Totok, 2006). Air adalah sumber daya alam yang diperlukan untuk kepentingan hidup orang banyak, bahkan oleh semua makhluk hidup. Fungsi air bagi kehidupan tidak dapat digantikan oleh senyawa lainnya karena hampir semua kegiatan manusia membutuhkan air, salah satunya yaitu pada sektor rumah tangga (Fitriyah dan Maulana, 2018; Saparuddin, 2010). Ada dua variabel pokok yang menentukan besarnya kebutuhan air yaitu penduduk dan aktivitas. Semakin banyak jumlah penduduk maka semakin banyak aktivitas, sehingga tingkat konsumsi air yang dibutuhkan semakin tinggi (Safitri, 2017).

Berdasarkan klasifikasinya, air tanah dibagi menjadi tiga yaitu air tanah dangkal, air tanah dalam dan mata air. Air tanah dangkal merupakan air yang berasal dari air hujan yang terikat di akar pohon. Adapun air tanah dalam adalah air hujan yang meresap ke dalam tanah lebih dalam melalui proses adsorpsi dan filtrasi oleh batuan dan mineral di dalam tanah, sedangkan mata air merupakan air tanah yang keluar pada permukaan tanah dengan sendirinya (Asdak, 2004). Mata air dimanfaatkan dalam berbagai hal, antara lain untuk keperluan irigasi,

perikanan dan objek wisata. Mata air dengan kualitas baik dapat dimanfaatkan untuk air minum, dan pemerintah seringkali memanfaatkan mata air untuk penyediaan air minum, begitupun perusahaan swasta menggunakan mata air tersebut untuk memenuhi keperluannya (Sudarmadji dkk., 2016; Fan dkk., 2014).

2.1.1. Pencemaran Air

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 tentang pengendalian pencemaran air, definisi pencemaran air adalah sebagai masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Anonim, 2002). Definisi pencemaran air tersebut dapat diuraikan sesuai makna pokoknya menjadi 3 (tiga) aspek, yaitu aspek kejadian, aspek penyebab atau pelaku dan aspek akibat. Aspek pelaku/penyebab dapat disebabkan oleh alam, atau oleh manusia. Adapun aspek akibat dapat dilihat berdasarkan penurunan kualitas air sampai ke tingkat tertentu. Pengertian tingkat tertentu dalam definisi tersebut adalah tingkat kualitas air yang menjadi batas antara tingkat tidak tercemar (tingkat kualitas air belum sampai batas) dan tingkat tercemar (kualitas air yang telah sampai ke batas atau melewati batas) (Warlina, 2004).

Pengelompokan komponen pencemar air yang berasal dari industri rumah tangga (pemukiman) dan pertanian (Rahmawati dan Deazy, 2011):

- a. limbah padat,
- b. bahan buangan organik dan olahan bahan makanan,
- c. bahan buangan anorganik,

- d. bahan buangan cairan berminyak,
- e. bahan buangan berupa panas (polusi termal), dan
- f. bahan buangan zat kimia, yaitu sabun, insektisida dan zat pewarna.

2.1.2 Standar Kualitas Air

Standar kualitas air minum dapat dikelompokkan menjadi dua bagian, antara lain (Sutrisno dan Totok, 2006):

1. Standar kualitas fisik air minum.

Adapun standar persyaratan fisik air minum meliputi lima unsur persyaratan, yaitu :

a). suhu

Temperatur dari air akan mempengaruhi penerimaan (*acceptance*) masyarakat akan air tersebut dan dapat pula mempengaruhi reaksi kimia dalam pengolahan, terutama apabila temperatur tersebut sangat tinggi. Temperatur yang diinginkan adalah 50-60 °F atau 10–15 °C, tetapi iklim setempat, kedalaman pipa-pipa saluran air, dan jenis dari sumber-sumber air akan mempengaruhi temperatur ini. Selain itu, temperatur pada air mempengaruhi secara langsung toksisitas banyak bahan kimia pencemar, pertumbuhan mikroorganisme dan virus.

b). warna

Intensitas warna dalam air diukur dengan satuan unit warna standar, yang dihasilkan oleh 1 mg/L platina (sebagai K_2PtCl_6). Standar yang ditetapkan oleh *Public Health Service* (Pelayanan Kesehatan Masyarakat) Amerika Serikat untuk intensitas warna dalam air minum adalah 20 unit dengan skala Pt-Co. Standar ini lebih rendah dari pada

standar yang ditetapkan oleh standar Internasional dari *World Health Organization* maupun SNI yang besarnya 5-50 unit.

c). bau dan rasa

Bau dan rasa biasanya terjadi bersama-sama dan biasanya disebabkan oleh adanya bahan-bahan organik yang membusuk, tipe-tipe tertentu organisme mikroskopik, serta persenyawaan-persenyawaan kimia seperti fenol. Bahan-bahan yang menyebabkan bau dan rasa ini berasal dari berbagai sumber. Intensitas bau dan rasa dapat meningkat, bila terhadap air dilakukan klorinasi. Standar persyaratan kualitas air minum menyangkut bau dan rasa, baik yang ditetapkan oleh WHO maupun *Public Health Service* Amerika Serikat menyatakan bahwa dalam air minum tidak boleh terdapat bau dan rasa yang tidak diinginkan.

d). kekeruhan

Air dikatakan keruh apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang menjadi sifat dari air yang membahayakan, tetapi menjadi tidak disenangi karena rupanya. Standar yang ditetapkan oleh *Public Health Service* Amerika Serikat mengenai kekeruhan ini adalah batas maksimal 10 ppm dengan skala silikat, tetapi dalam praktek angka standar ini umumnya tidak memuaskan. Kebanyakan bangunan pengolahan air yang modern menghasilkan air dengan kekeruhan 1 ppm atau kurang.

2. standar kualitas kimia air minum

Menurut SNI 3553:2015 tentang persyaratan kualitas air minum, air yang

akan dikonsumsi harus memenuhi kualitas air bersih. Beberapa persyaratan kualitas air minum, khususnya cemaran logam, sulfat, dan klorida dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persyaratan kualitas air minum (Permenkes RI No. 492 Tahun 2010)

Baku Mutu	Kadar Maksimum Yang Diperbolehkan (mg/L)
Besi (Fe)	0,3
Seng (Zn)	3
Tembaga (Cu)	2
Klorida (Cl ⁻)	250
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	250

2.2 Logam Berat

Logam berat adalah suatu logam dengan bobot jenis yaitu 5 g/cm³. Logam ini memiliki karakter seperti berkilau, lunak, atau dapat ditempa (*malleability*), bersifat dapat mengalir (*ductility*), mempunyai daya hantar panas dan listrik yang tinggi dan bersifat kimiawi. Beberapa macam logam berat sangat beracun terhadap tumbuh-tumbuhan, hewan dan manusia. Logam-logam tersebut bersifat tahan lama dan keracunannya bisa bertahan dalam waktu yang sangat lama. Logam berat dalam jumlah yang berlebihan akan bersifat racun. Toksisitas logam berat bergantung pada jenis, kadar, efek sinergis-antagonis, dan bentuk fisika-kimianya (Connell dan Miller, 2006).

Akumulasi logam berat dapat terjadi karena proses bioakumulasi secara terus-menerus dan proses biomagnifikasi melalui rantai makanan (*food chain*) pada hewan air. Sifat toksisitas logam berat dapat dikelompokkan ke dalam 3 kelompok, yaitu bersifat toksik tinggi, sedang, dan rendah. Logam berat yang bersifat toksik tinggi terdiri dari unsur-unsur Hg, Cd, Pb, Cu, dan Zn. Bersifat toksik sedang terdiri dari unsur-unsur Cr, Ni, dan Co, sedangkan bersifat toksik

rendah terdiri atas unsur Mn dan Fe. Adanya logam berat di perairan, berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia (Rangkuti, 2009).

2.2.1 Logam Besi (Fe)

Logam besi (Fe) termasuk dalam golongan mineral esensial yaitu logam dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek toksik. Besi berperan penting dalam aktivitas fungsi organ vital namun, gangguan absorpsi dan defisiensi logam besi dapat terjadi jika konsumsi makanan kurang seimbang. Logam besi merupakan logam transisi dengan nomor atom 26, berat atom 55,845 g/mol, titik lebur 1.358 °C, titik didih 2.862 °C, dan massa jenis 7,84 g/cm³ (Sutrisno dan Totok, 2006; Widowati dkk., 2008).

Logam besi dalam tabel periodik unsur termasuk dalam golongan VIII B periode 4 dan pada umumnya mempunyai valensi +2 dan +3. Pada inti bumi, besi ditemukan dalam bentuk hematit dan hampir tidak dapat ditemukan sebagai unsur bebas. Logam besi menempati berbagai lapisan bumi yang masuk dalam urutan sepuluh besar sebagai unsur di bumi, 5 - 5,6% terdapat sebagai penyusun kerak bumi dan 35% dari massa bumi. Konsentrasi tertinggi terdapat pada lapisan dalam inti bumi dan sejumlah kecil terdapat di lapisan terluar kerak bumi (Widowati dkk., 2008).

Besi adalah salah satu elemen kimiawi yang dapat ditemui pada hampir setiap tempat di bumi, pada semua lapisan geologis dan semua badan air. Pada umumnya besi yang ada dalam air terlarut sebagai Fe²⁺ (ferro) atau Fe³⁺ (ferri), tersuspensi sebagai butir koloidal (diameter < 1 mm) atau lebih besar seperti FeO,

$\text{Fe}(\text{OH})_2$, atau $\text{Fe}(\text{OH})_3$, dan tergabung oleh zat organik atau zat padat yang anorganik (seperti tanah liat) (Syam, 2004). Besi dapat mengalami korosi, dimana terjadi proses oksidasi besi dengan udara atau elektrolit lainnya (Nova dan Misbah, 2012). Besi merupakan logam esensial yang dibutuhkan manusia dalam jumlah kecil yaitu < 100 mg/hari, yang sangat berperan bagi metabolisme tubuh (Mulyaningsih, 2009), dalam jumlah yang berlebihan pada tubuh manusia besi akan bersifat racun, cepat terserap dalam saluran pencernaan, dan sifat korosif (Pratama dkk., 2012).

Penelitian tentang kandungan logam besi pada air minum dalam kemasan (AMDK) telah dilakukan Faridayanti dan Widya (2017) menggunakan spektrofotometer serapan atom. Kandungan logam besi yang diperoleh berkisar antara 0,0044 mg/L, yang menunjukkan bahwa AMDK memenuhi standar baku mutu air minum. Kemudian Siahaan (2019), telah melakukan penelitian tentang kandungan logam besi pada air sumur gali menggunakan spektrofotometer serapan atom. Adapun kandungan logam besi yang diperoleh berkisar antara 1,64 - 5,83 mg/L, yang menunjukkan bahwa air sumur gali tersebut memenuhi standar baku mutu air minum. Adapun kadar maksimum besi yang boleh ada dalam air minum menurut Permenkes RI No. 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum adalah 2 mg/L.

2.2.2 Logam Seng (Zn)

Seng merupakan salah satu unsur dengan simbol Zn, memiliki nomor atom 30, massa atom 65,37g/mol, konfigurasi elektron $[\text{Ar}]3d^{10}4s^2$ dan terdapat pada golongan II B unsur transisi di dalam tabel periodik. Seng adalah logam yang berwarna putih kebiruan yang sangat mudah ditempa. Seng dapat dilihat pada

suhu 110 - 150 °C, melebur pada suhu 410 °C, dan mendidih pada suhu 906 °C. (Widowati, 2008).

Mulyaningsih (2009), menyatakan bahwa seng merupakan logam esensial yang dibutuhkan manusia dalam jumlah kecil yaitu kurang dari 100 mg/hari, yang sangat berperan bagi metabolisme tubuh. Seng dapat menstimulasi aktivitas 100 macam enzim dan terlibat sebagai kofaktor pada 200 jenis enzim lainnya yang terlibat dalam sejumlah besar enzim yang mengkatalisis reaksi metabolik yang vital. Kekurangan asupan Zn menyebabkan rendahnya sistem imunitas dalam tubuh (Nasution, 2004).

Distribusi dan transportasi seng (Zn) yang berada di air, tanah dan endapan dipengaruhi oleh spesifikasi seng dan karakteristik lingkungan yang tercemar. Solubilitas seng umumnya ditentukan oleh pH. Pada pH asam, seng di air dapat berbentuk ion, sedangkan pada pH basa, seng dapat mengendap. Tanah dengan pH asam dan sedikit bahan organik memiliki kapasitas penyerapan seng dibandingkan dengan tanah yang memiliki pH basah. Sementara itu, distribusi dan transportasi seng (Zn) di udara berbeda-beda, sesuai dengan ukuran dan sifat seng (Zn) yang dilepaskan di udara. Seng (Zn) dengan densitas rendah dan diameter kecil mudah terdistribusi dengan jarak yang jauh (Hettich, 2001).

Penelitian tentang kandungan logam seng pada air sumur telah dilakukan Rahayu (2013) menggunakan spektrofotometer serapan atom. Kandungan logam besi yang diperoleh berkisar antara 0,0478 - 0,5460 mg/L, yang menunjukkan bahwa air sumur tersebut memenuhi standar baku mutu air minum. Khaira (2014), melakukan penelitian pada air minum isi ulang (AMIU) di Kecamatan Lima Kaum Kabupaten Tanah Datar menggunakan spektrofotometer serapan atom. Kandungan logam seng yang diperoleh 0,21 mg/L, yang menunjukkan bahwa

AMIU di Daerah Kecamatan Lima Kaum Kabupaten Tanah Datar tersebut memenuhi standar baku mutu air minum. Adapun kadar maksimum seng yang boleh ada dalam air minum menurut Permenkes RI No. 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum adalah 3 mg/L.

2.2.3 Logam Tembaga (Cu)

Logam tembaga (Cu) merupakan unsur dalam tabel periodik unsur yang terletak pada golongan I B periode 4 dan mempunyai valensi +1 dan +2. Tembaga memiliki lambang Cu dengan nomor atom 29; massa atom relatif 63,546; titik lebur 1983,4 °C; dan titik didih 2567 °C. Logam tembaga berbentuk kristal dan memiliki warna kemerahan, logam tembaga mempunyai potensial elektroda standar positif, tidak larut dalam asam sulfat encer dan asam klorida, meskipun dengan adanya oksigen bisa larut sedikit (Palar, 2004).

Tembaga yang ada di alam dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas akan tetapi dalam bentuk persenyawaan lebih banyak ditemukan atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral. Pada lapisan tanah atau batuan mineral, tembaga dapat di temukan dalam bentuk seperti *Chacocote* (Cu_2S), *Covellite* (CuS), *Chalcopyrite* (CuFeS_2), dan *Bornite* (Cu_5FeS_4). Logam tembaga selain dari bentuk-bentuk mineral tersebut, tembaga juga banyak ditemukan dalam bentuk teroksidasi seperti bijih *cuprite* (Cu_2O), *tenorite* (CuO) dan lain sebagainya (Palar, 2012).

Bentuk logam tembaga yang paling beracun adalah debu-debu Cu yang dapat mengakibatkan kematian pada dosis 3,5 mg/kg. Garam-garam klorida dan sulfat sebelumnya diduga mempunyai daya racun paling tinggi dalam bentuk terhidrasi, ternyata memiliki daya racun yang lebih rendah dibandingkan dengan

debu-debu Cu. Efek keracunan utama yang ditimbulkan pada manusia akibat terpapar oleh debu atau uap logam tembaga adalah terjadinya gangguan pada jalur pernafasan sebelah atas. Setiap studi toksikologi yang sudah dilakukan terhadap penderita keracunan tembaga hampir semuanya meninjau metabolisme tembaga yang masuk ke dalam tubuh manusia secara oral. Tembaga diserap masuk ke dalam darah dapat terjadi di dalam lambung pada kondisi asam (Palar, 2012).

Penelitian tentang kandungan logam tembaga pada AMDK telah dilakukan Mairizki (2013) menggunakan spektrofotometer serapan atom. Kandungan logam besi yang diperoleh berkisar antara 0,001 - 0,094 mg/L, yang menunjukkan bahwa air sumur tersebut memenuhi standar baku mutu air minum. Khaira (2014), melakukan penelitian pada air minum isi ulang (AMIU) di Kecamatan Lima Kaum Kabupaten Tanah Datar menggunakan spektrofotometer serapan atom. Kandungan logam tembaga yang diperoleh berkisar antara 0,018 mg/L sampai 0,032 mg/L, yang menunjukkan bahwa AMIU di Kecamatan Lima Kaum Kabupaten Tanah Datar tersebut memenuhi standar baku mutu air minum. Adapun kadar maksimum tembaga yang boleh ada dalam air minum menurut Permenkes RI No. 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum adalah 2 mg/L.

2.3 Klorida (Cl⁻)

Klorida merupakan salah satu senyawa yang terdapat di perairan alam. Senyawa-senyawa tersebut mengalami proses disosiasi (suatu proses senyawa kompleks atau garam yang terpecah menjadi partikel yang lebih kecil) dalam air membentuk ion. Kation dari garam-garam klorida pada air terdapat dalam keadaan mudah larut. Ion klorida tidak membentuk senyawa kompleks yang kuat dengan

ion-ion logam. Ion klorida juga tidak bersifat toksik dan tidak bisa dioksidasi dalam keadaan normal. Akan tetapi garam klorida dalam jumlah besar dapat menyebabkan penurunan kualitas air. Melakukan analisa terhadap klorida sangat penting, karena kelebihan klorida dalam air dapat menyebabkan pembentukan noda berwarna putih di perpipaan air (Sinaga, 2016).

Klorida merupakan komponen lain dari garam yang berkaitan dengan hipertensi. Pengaturan hormon dipengaruhi oleh klorida pada retensi air dan garam melalui pengaruhnya pada ginjal. Ginjal menghasilkan enzim renin yang mengatur kadar air dalam badan. Enzim renin juga membantu pengaturan tekanan darah namun klorida mungkin mengurangi sekresi enzim renin sehingga menyebabkan tekanan darah tetap tinggi (Djuma dkk., 2014).

Konsentrasi maksimum ion klorida berdasarkan SNI 3553:2015 yang diperbolehkan dalam air adalah 250 mg/L. Kadar yang berlebihan menyebabkan air rasanya asin. Konsentrasi klorida dalam air dapat meningkat dengan tiba-tiba dengan adanya kontak dengan air bekas (Sutrisno dan Totok, 2006). Klorida dalam jumlah kecil dibutuhkan untuk desinfektan. Unsur ini apabila berkaitan dengan ion Na^+ dapat menyebabkan rasa asin, dan dapat merusak pipa-pipa air. konsentrasi maksimal klorida dalam air yang ditetapkan sebagai standar persyaratan oleh Dep. Kes. RI adalah sebesar 200,0 mg/L sebagai konsentrasi maksimal yang dianjurkan, dan 600,0 mg/L sebagai konsentrasi maksimal yang diperbolehkan (Sutrisno dan Totok, 2006).

Penelitian tentang kandungan ion klorida pada air sumur dan perusahaan daerah air minum (AMDK) di Desa Ngelom Sidoarjo telah dilakukan Ngibad dan Herawati (2019) menggunakan titrasi argentometri metode Mohr. Kandungan ion

klorida yang diperoleh berkisar antara 57 - 230 mg/L, yang menunjukkan bahwa air sumur tersebut memenuhi standar baku mutu air minum. Musli (2016), melakukan penelitian pada AMDK di Kota Ambon menggunakan menggunakan titrasi argentometri metode Mohr. Kandungan ion klorida yang diperoleh sebesar 4,66 mg/L, yang menunjukkan bahwa AMIU di Kecamatan Lima Kaum Kabupaten Tanah Datar tersebut memenuhi standar baku mutu air minum. Adapun kadar maksimum klorida yang boleh ada dalam air minum menurut Permenkes RI No. 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum adalah 250 mg/L.

2.4 Sulfat (SO_4^{2-})

Sulfat merupakan jenis ion padatan dengan rumus empiris SO_4 dengan massa molekul 96,06 satuan massa atom. Sulfat terdiri dari atom pusat sulfur yang dikelilingi oleh empat atom oksigen dalam susunan tetrahidron ion sulfat bermuatan dua negatif (Putri, 2012). Sulfat merupakan salah satu anion utama yang ada dalam air secara alami (Elviana dkk., 2018). Sulfat lebih stabil jika bereaksi dengan unsur lain di dalam air. Pada kondisi anaerob, aktivitas bakteri dapat mereduksi sulfat menjadi garam sulfida dan hidrogen sulfida. Asam sulfat yang berupa gas tersebut menyebabkan timbulnya aroma yang tidak sedap pada air tergenang dan air tanah. Tingginya kadar sulfat dapat menyebabkan rasa dan bau yang tidak enak pada air serta menjadi penyebab korosi pada pipa (Achmad, 2004; Mauldy, 2018). Umumnya, keberadaan sulfat tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap kesehatan karena sifat ion sulfat yang cukup stabil dan tidak mudah bereaksi. Namun dampaknya dapat dirasakan

secara langsung pada segi rasa apabila kadar sulfat dalam air tinggi (Sutanto dan Iryani 2011).

Kandungan senyawa sulfat tinggi bila di sekitar lingkungan sumber air terdapat pertanian atau perkebunan yang memakai pupuk buatan atau kimia, hal ini dikarenakan kandungan senyawa sulfat juga banyak diperdagangkan sebagai potasium sulfat untuk bahan pupuk buatan yang biasanya dicampur dengan pupuk lain yang mengandung unsur nitrogen dan fosfor (Setyawan, 2016). Kadar sulfat pada perairan tawar alami berkisar antara 2 - 80 mg/L. Bila lebih dari 500 mg/L, maka sulfat dapat mengakibatkan gangguan pada sistem pencernaan (Aziz dkk., 2014). Ion sulfat cukup sulit dihilangkan dari air, sehingga untuk memisahkannya harus memakai metode membran elektrodialisis dan cara mendeteksi ion tersebut dapat menggunakan metode uji kualitatif maupun kuantitatif. Uji kuantitatif menggunakan alat seperti spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimumnya, sedangkan untuk mendeteksi secara cepat adalah uji kualitatif yaitu cukup dengan mereaksikan sampel air dengan larutan barium klorida 10% pada kondisi pH netral (Ananda, 2019).

Penelitian tentang kandungan ion sulfat pada air minum dalam kemasan telah dilakukan Ananda (2019) menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Kandungan ion sulfat yang diperoleh berkisar $< 0,0397$ mg/L, yang menunjukkan bahwa air minum dalam kemasan tersebut memenuhi standar baku mutu air minum. Tambunan (2015), melakukan penelitian pada air sumur di Kecamatan Tuminting Ambon menggunakan menggunakan titrasi argentometri metode Mohr. Kandungan ion sulfat yang diperoleh berkisar antara 17 - 60 mg/L, yang menunjukkan bahwa air sumur di Kecamatan Tuminting Ambon tersebut

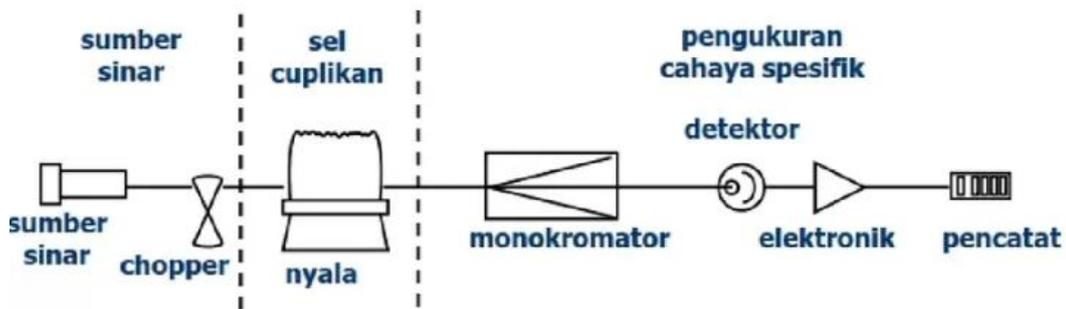
memenuhi standar baku mutu air minum. Adapun kadar maksimum klorida yang boleh ada dalam air minum menurut Permenkes RI No. 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum adalah 250 mg/L.

2.5 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Metode analisis dengan menggunakan instrumen spektrofotometer serapan atom atau *atomic absorption spectrophotometer* adalah salah satu metode yang populer untuk menganalisis logam karena relatif sederhana, sangat sensitif dan selektif. Oleh karena itu, analisis menggunakan instrumen spektrofotometer serapan atom sering digunakan untuk pengukuran sampel logam dengan kadar yang sangat kecil (Gandjar dan Rohman, 2007). Metode analisis dengan menggunakan SSA didasarkan pada absorpsi atom dan spektra emisi atom. Emisi atom merupakan proses di mana suatu atom yang tereksitasi akan kehilangan energi yang disebabkan oleh radiasi cahaya. Pada garam-garam logam akan memberikan warna di dalam nyala pada saat energi dari nyala tersebut mengeksitasi atom dan kemudian memancarkan spektrum yang spesifik (Skoog dkk., 2000).

Prinsip spektrofotometer serapan atom (SSA) berdasarkan pada absorpsi cahaya oleh atom. Cahaya akan diserap oleh pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Pada panjang gelombang ini cahaya memiliki tingkat elektrolit suatu atom, dimana transisi elektronik suatu atom bersifat spesifik (Gandjar dan Rohman, 2007).

Spektrofotometer serapan atom mempunyai lima komponen utama dalam instrumen yaitu dimulai dari sumber cahaya, sistem automisasi/nyala, monokromator, detektor, dan alat pembaca (Gandjar dan Rohman, 2007).



Gambar 2. Diagram Skematik SSA (Gandjar dan Rohman, 2007).

a. Sumber Cahaya

Sumber cahaya kontinyu tidak mungkin digunakan seperti pada spektrometri molekuler karena lebar pita pada absorpsi atom sekitar 0.001 nm, dengan dua alasan utamanya sebagai berikut:

- 1). atom-atom yang menghasilkan pita-pita absorpsi jauh lebih sempit jika dibandingkan dengan pita-pita yang dihasilkan oleh spektrometri molekul. Apabila menggunakan sumber cahaya kontinyu, maka monokromator akan memberikan pita radiasi jauh lebih lebar dari pada pita absorpsi, sehingga radiasi banyak yang tidak memiliki kesempatan untuk diabsorpsi dan dapat mengakibatkan sensitifitas atau kepekaan spektrofotometer serapan atom menjadi jelek.
- 2). banyak radiasi dari sumber cahaya yang tidak terabsorpsi oleh atom, sehingga diperlukan sumber cahaya kontinyu yang sangat kuat untuk menghasilkan energi yang besar pada daerah panjang gelombang yang sangat sempit atau perlu memakai detektor yang jauh lebih sensitif dibandingkan detektor fotomultiplier yang biasa, namun dalam prakteknya hal ini tidak dilakukan karena tidak efektif.

b. Sistem Atomisasi

Pada sistem atomisasi nyala, larutan sampel yang mengandung logam dalam bentuk garam yang akan diubah menjadi aerosol dengan dilewatkan pada nebulizer, kemudian dengan adanya penguapan pelarut menjadi butiran aerosol yang akan menjadi padatan. Setelah itu, terjadi perubahan bentuk dari padatan menjadi gas dan senyawa yang terdapat di dalam sampel akan berdisosiasi menjadi bentuk atom-atomnya. Atom yang berada pada tingkat energi terendah kemudian akan menyerap radiasi yang diberikan oleh sumber cahaya (Gandjar dan Rohman, 2007).

c. Monokromator

Monokromator berfungsi untuk memisahkan dan memilih panjang gelombang yang digunakan dalam analisis. Selain sistem optik, pada monokromator juga terdapat chopper untuk memisahkan radiasi resonansi dan kontinyu (Gandjar dan Rohman, 2007).

d. Detektor

Detektor berfungsi untuk mengukur suatu intensitas cahaya yang melewati tempat pengamatan. Tabung penggandaan foton (*photomultiplier tube*) merupakan detektor yang umum digunakan (Gandjar dan Rohman, 2007).

e. *Readout*

Readout adalah suatu alat penunjuk atau dapat pula diartikan sebagai sistem pencatatan hasil. Pencatan hasil dilakukan dengan menggunakan suatu alat yang telah dikalibrasi untuk pembacaan dapat berupa angka ataupun berupa kurva dari suatu *recorder* yang menggambarkan absorbansi atau intensitas emisi (Gandjar dan Rohman, 2007).

2.6 Titrasi Argentometri Mohr

Istilah argentometri berasal dari bahasa latin yaitu *argentum* yang berarti perak. Argentometri adalah salah satu metode untuk menentukan kadar zat dalam suatu larutan yang dilakukan dengan titrasi berdasarkan pembentukan endapan dengan ion Ag^+ . Titrasi argentometri adalah reaksi pengendapan (presipitasi) dimana zat yang hendak ditentukan kadarnya diendapkan oleh larutan baku AgNO_3 . Zat tersebut misalnya garam-garam halogenida (Cl^- , Br^- , I^-), sianida (CN^-), tiosianat (SCN^-), dan fosfat (PO_4^{3-}) (Gandjar dan Rohman, 2007).

Metode argentometri Mohr dapat digunakan untuk menetapkan kadar klorida dan bromida dalam suasana netral dengan larutan standar AgNO_3 dengan penambahan K_2CrO_4 sebagai indikator. Titrasi dengan cara ini harus dilakukan dalam suasana netral atau dengan sedikit alkalis, pH 6,5 - 9,0. Apabila ion klorida telah habis diendapkan oleh ion perak, maka ion kromat akan bereaksi membentuk endapan perak kromat yang berwarna coklat/merah bata sebagai titik akhir titrasi. Pada suasana asam, perak kromat larut karena terbentuk dikromat dan dalam suasana basa akan terbentuk endapan perak hidroksida. Cara yang mudah untuk membuat larutan netral dari larutan yang asam adalah dengan menambahkan CaCO_3 atau NaHCO_3 secara berlebihan. Larutan yang bersifat alkalis, diasamkan dulu dengan CH_3COOH kemudian ditambah sedikit CaCO_3 (Gandjar dan Rohman, 2007).

2.7 Spektrofotometer Ultraviolet-Visibel (UV-Vis)

Metode umum yang digunakan untuk menganalisis molekul dan jenis-jenis bahan kimia adalah spektrofotometer UV-Vis (David dan James, 2011). Prinsip

spektrofotometer UV-Vis yaitu pengukuran panjang gelombang dan intensitas sinar ultraviolet dan cahaya tampak diabsorpsi oleh sampel (Dachryanus, 2004). Suatu molekul yang mengabsorpsi cahaya merupakan suatu bentuk interaksi antara molekul dengan gelombang cahaya (foton). Energi cahaya diserap oleh molekul dan digunakan oleh elektron di dalam molekul tersebut untuk bertransisi ke tingkat energi elektronik yang lebih tinggi (Wahab dan La Nafie, 2014).

Menurut Hikmatullah (2013), kelebihan metode ini diantaranya menghasilkan absorbans maksimum lebih besar dan analisisnya lebih cepat. Aprawati (2016) menyatakan, hasil pengukuran yang akurat, melibatkan pelarut air dan alat yang mudah ditemukan dianggap sebagai kelebihan dari spektrofotometer UV-Vis. Spektrofotometer UV-Vis memiliki spektrum dengan bentuk yang lebar dan biasanya spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk analisis molekul dan ion anorganik atau kompleks di dalam larutan (Dachhiryanus, 2004). Pada spektrofotometer UV, larutan tidak berwarna dapat diukur karena yang diabsorpsi adalah cahaya ultraviolet. Sedangkan, spektrofotometer Vis didasari atas absorbans sinar tampak oleh suatu larutan berwarna maka dari itu, metode ini juga dikenal sebagai metode kalorimetri. Metode ini hanya dapat digunakan untuk analisis larutan berwarna dengan mereaksikannya dengan pereaksi yang dapat menghasilkan senyawa berwarna. Serapan maksimum dari larutan berwarna terjadi pada daerah warna yang berlawanan (komplementer) (Bintang, 2010).

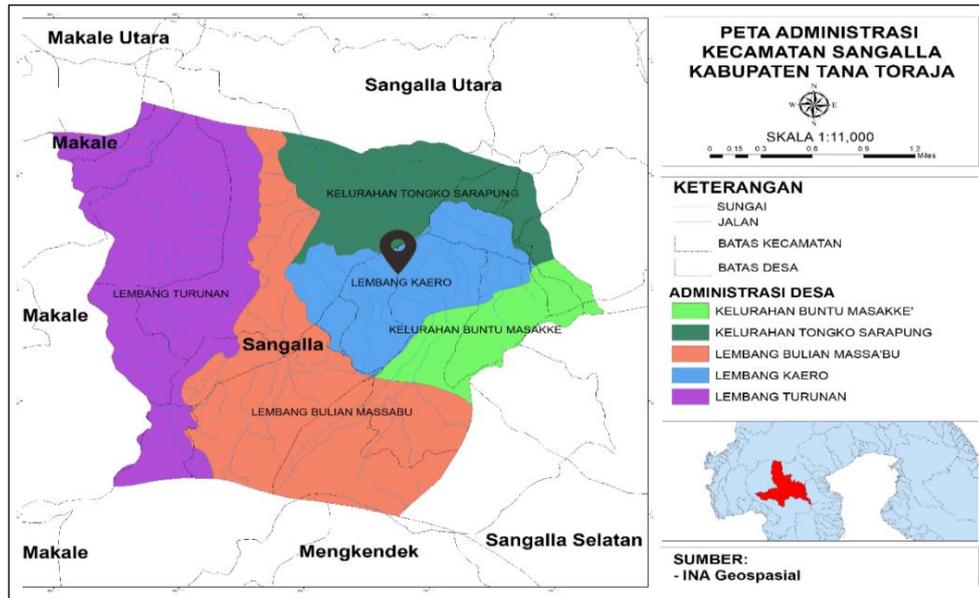
2.8 Gambaran Umum Desa Kaero Kecamatan Sangalla Kabupaten Tana Toraja

Kabupaten Tana Toraja merupakan salah satu Daerah Tingkat II yang berada di Provinsi Sulawesi selatan. Kabupaten Tana Toraja memiliki ibukota

yaitu Makale yang terletak di sebelah utara Makassar sekitar ± 329 km. Kabupaten Tana Toraja secara administratif terdiri atas 19 kecamatan yang terdapat 112 desa/lembang dan 47 kelurahan. Wilayah Kabupaten Tana Toraja memiliki luas sebesar 2.054,30 km² atau 4,49% dari luas Provinsi Sulawesi Selatan dimana batas wilayah sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Toraja Utara dan Provinsi Sulawesi Barat, sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Enrekang dan Pinrang, sebelah barat dan timur masing-masing berbatasan dengan Kabupaten Luwu dan Provinsi Sulawesi Barat. Jumlah penduduk Kabupaten Tana Toraja berdasarkan proyeksi penduduk pada tahun 2020 adalah 280.794 jiwa. Kabupaten Tana Toraja pada umumnya memiliki Topografi yang bervariasi, berupa perbukitan, lembah dan sungai dengan ketinggian sekitar 700-1.425 meter di atas permukaan laut (BPS, 2020).

Kecamatan Sangalla merupakan salah satu kecamatan yang terletak di Kabupaten Tana Toraja. Kecamatan Sangalla terbagi atas lima desa/kelurahan, yaitu Massa'bu, Masakke, Tongko Sarapung, Turunan, dan Kaero. Kecamatan Sangalla berjarak 11 km dari Ibukota kabupaten yaitu Makale dan memiliki luas 36,24 km² atau sekitar 1,76% dari luas Kabupaten Tana Toraja (BPS, 2020).

Desa Kaero adalah salah satu desa yang berada di Kecamatan Sangalla yang berada pada ketinggian rata-rata 817 m di atas permukaan laut. Desa Kaero memiliki jumlah penduduk sekitar 1.495 jiwa. Desa Kaero merupakan salah satu desa yang terletak di Kecamatan Sangalla yang memiliki mata air yang banyak digunakan masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari (BPS, 2020). Adapun peta Kecamatan Sangalla Kabupaten Tana Toraja dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Kecamatan Sangalla (BIG, 2020)