

Skripsi

**ANALISIS KADMIUM, KALSIUM, SENG, TIMBAL, DAN BIKARBONAT
PADA MATA AIR PEGUNUNGAN DI DESA TONGKO KECAMATAN
BAROKO KABUPATEN ENREKANG**

NURHAINI

H031 17 1015



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

**ANALISIS KADMIUM, KALSIUM, SENG, TIMBAL, DAN BIKARBONAT
PADA MATA AIR PEGUNUNGAN DI DESA TONGKO KECAMATAN
BAROKO KABUPATEN ENREKANG**

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

Oleh

NURHAINI

H031171015



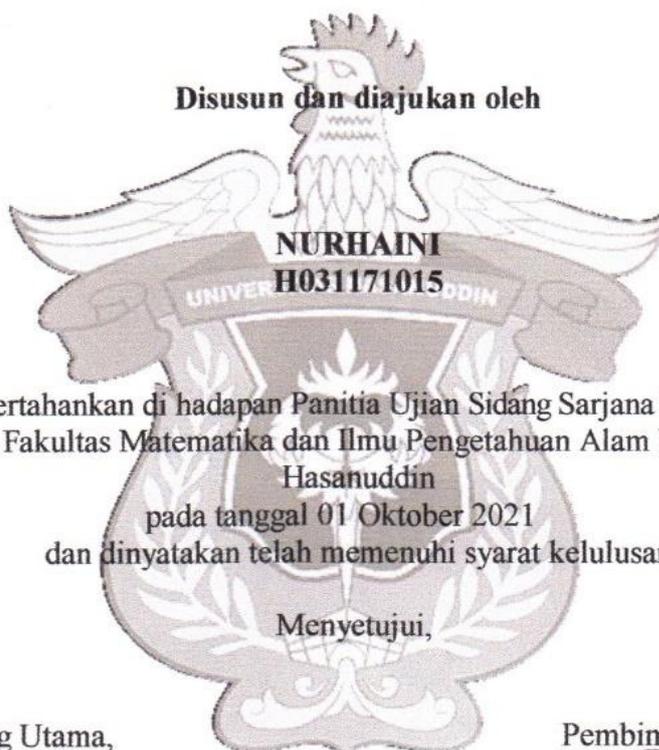
MAKASSAR

2021

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS KADMIUM, KALSIMUM, SENGG, TIMBAL, DAN
BIKARBONAT PADA MATA AIR PEGUNUNGAN DI DESA TONGKO
KECAMATAN BAROKO KABUPATEN ENREKANG**

Disusun dan diajukan oleh



Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Sidang Sarjana Program Studi
Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Hasanuddin
pada tanggal 01 Oktober 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

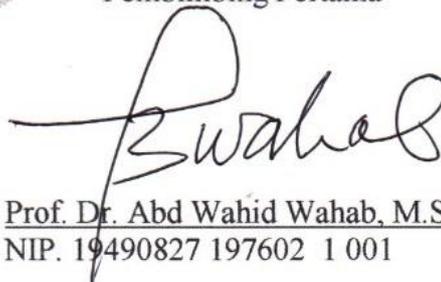
Menyetujui,

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 : Nurhaini
NIM : H031171015
Program Studi : Kimia
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi dengan judul Analisis Kadmium, Kalsium, Seng, Timbal, dan Bikarbonat 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, 01 Oktober 2021

Menyatakan

NURHAINI

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 ummat manusia sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Kadmium, Kalsium, Seng, Timbal, dan Bikarbonat pada Mata Air Pegunungan di Desa Tongko Kecamatan Baroko Kabupaten Enrekang” 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 **Laci** dan Ibunda tercinta **Ramaintang** yang telah memberikan dukungan yang sangat luar biasa dengan segenap kasih sayang yang tiada tara dan tak lupa memberi dukungan finansial kepada penulis.
2. Saudara-saudaraku **Muh. Irfan, S.Pd** , **Rusli, Rusmin, S.Pd** dan **Nursubihana** serta kakak-kakak iparku **Rusliani Rasyid, Anita,** dan **Salmawati S, S.Pd** yang telah mendoakan penulis hingga dapat menyelesaikan studi sebagaimana yang diharapkan.
3. Ayahanda **Dr. Djabal Nur Basir, S.Si, M.Si** 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.

4. Ayahanda **Prof. Dr. Abdul Wahid Wahab, M.Sc** 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.
5. 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.
6. Ayahanda **Dr. Maming, M.Si** dan ibunda **Dr. Nur Umriani Permatasari, M.Si** sebagai tim dosen penguji yang telah memberikan banyak ilmu dan masukan selama proses penyusunan skripsi ini.
7. Ayahanda **Abdur Rahman Arif, S.Si, M.Si** selaku koordinator seminar yang telah mengkoordinir semua seminar yang penulis lakukan dan memberikan masukan selama proses penyusunan skripsi ini.
8. Seluruh **staf dosen Departemen Kimia** yang telah memberikan banyak ilmu selama proses perkuliahan kepada penulis.
9. Seluruh **analisis laboratorium** yang senantiasa membantu penulis selama proses penelitian mulai dari awal hingga selesai.
10. Seluruh **staf Departemen Kimia dan Fakultas** yang senantiasa membantu penulis dalam hal administrasi.
11. **Nur Afifah Zahrah** selaku teman panel penulis, **Sultan** dan **Hendrianus Layuk Ada'** selaku teman lintas panel yang senantiasa menemani dan membantu dari penyusunan proposal hingga saat ini.
12. **Megawati, Lulu Sri Rahayu, Ramlawati, Sumiati Hadriani, Yuyun Sukawati Rusma, Nurul Hudah Zakaria, dan Riska** selaku penghuni grup "Gentabuana", **Winisty** selaku teman kamar saya, **Syam Syahrul Abbas**

serta **Moelkhaiva M.** selaku teman dari SMA Negeri 3 Enrekang yang bertemu saya kembali di jurusan kimia, yang mensupport saya baik dalam hal perkuliahan maupun pertemanan.

13. **Andrian Nardus Yoel , Sultan, La Ode Ebet, Muh. Alfliadi, Irzha Adiwira, Muh. Amrullah, Syamsuriadi, Nur Alim, Ishar, Yosua Tanzil, Aidul, Trimelinea Ramadhani, Yayuk Tri Utami, Charmelia Asma Sukmastuty** dan **Andi Nur Annisa** teman-teman seperjuangan sahur dan volli bareng yang selalu membantu dan menemani saya.
14. **Taufik Hidayat** selaku teman sekaligus guru privat yang meluangkan waktu untuk mengajar saya dan teman-teman yang akan menghadapi ujian sidang.
15. Teman-teman magang di Lab Tanah BPTP Maros yang juga memberikan pengalaman magang yang berkesan.
16. Teman-teman **Analitik Squad** yang selalu memberikan support satu sama lain.
17. Teman-teman seperjuangan **ALIFATK 2017** dan **KIMIA 2017** yang selalu ada dari awal perkuliahan hingga saat ini.
18. Pengurus **HMK FMIPA UNHAS**, Kakak-kakak **PREKURSOR 2014, POLIHEDRA 2015, dan KROMOFOR 2016**, serta adek-adek **HIBRIDISASI 2018, KONFIGURASI 2019, dan ISOMER 2020**.

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

Makassar, 01 Oktober 2021

Nurhaini
NIM. H031171015

ABSTRAK

Desa Tongko merupakan desa yang berada di Kecamatan Baroko Kabupaten Enrekang dengan sumber mata air pegunungan yang dipercaya oleh masyarakat sekitar aman untuk keperluan sehari-hari, misalnya mencuci, memasak, dan juga keperluan lainnya. Kondisi fisik mata air pegunungan Desa Tongko adalah tidak berbau, tidak berasa dan tidak berwarna (jernih). Suhu air yang diperoleh adalah 22-23° C dengan pH 6,8-7,1. Pada penelitian ini dilakukan analisis kualitas air (Cd, Ca, Zn, Pb, dan HCO₃⁻) terhadap mata air pegunungan di Desa Tongko Kecamatan Baroko Kabupaten Enrekang berdasarkan PERMENKES RI nomor 492 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum dan WHO tahun 2011 tentang pedoman kualitas air minum. Hasil analisis kadar logam dengan metode standar adisi menggunakan spektrofotometer serapan atom diperoleh kadar logam kadmium dan timbal yang terlalu kecil sehingga tidak terdeteksi oleh SSA. Perolehan kadar seng adalah berada dalam kisaran 0,0548-0,0739 mg/L dan kadar kalsium diperoleh sebesar 77,3260-130,2500 mg/L dengan menggunakan metode kurva kalibrasi secara spektrofotometer serapan atom. Adapun hasil analisis bikarbonat menggunakan metode titrasi volumetri diperoleh kadar adalah 330,8050-360,8750 mg/L. Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa kualitas air pada mata air pegunungan Desa Tongko Kecamatan Baroko Kabupaten Enrekang dinyatakan memenuhi persyaratan kualitas air minum khususnya untuk kadmium, kalsium, seng, timbal, dan bikarbonat berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum dan *World Health Organization* tahun 2011 tentang pedoman kualitas air minum.

Kata Kunci: Mata air, kualitas air, PERMENKES, WHO, spektrofotometer serapan atom

ABSTRACT

Tongko Village is a village located in Baroko District, Enrekang Regency with mountain springs that are trusted by the surrounding community to be safe for daily needs, such as washing, cooking, and other needs. The physical condition of the mountain springs in Tongko Village is odorless, tasteless and colorless (clear). The water temperature obtained is 22-23° C with a pH of 6,8-7,1. In this study, water quality analysis (Cd, Ca, Zn, Pb, and HCO₃⁻) to mountain springs in Tongko Village, Baroko Subdistrict, Enrekang Regency based on the PERMENKES RI number 492 of 2010 concerning drinking water quality requirements and WHO in 2011 regarding drinking water quality guidelines. The result of the analysis of metal content using the standar adition method using an atomic absorption spectrophotometer obtained that the levels of cadmium and lead were too small to be detected by AAS. The zinc content obtained was in the range of 0,0548-0,0739 mg/L and the calcium content was 77,3260-130,2500 mg/L using the calibration curve method by atomic absorption spectrophotometry. The results of bicarbonate analysis using volumetric titration method obtained levels are 330,8050-360,8750 mg/L. Based on the results of the study, it can be concluded that the water quality in the mountain springs of Tongko Village, Baroko District, Enrekang Regency is declared to meet the requirements for drinking water quality, especially for cadmium, calcium, zinc, lead, and bicarbonate based on the Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia number 492 of 2010 concerning requirements, drinking water quality and the World Health Organization in 2011 on guidelines for drinking water quality.

Keywords: Springs, water quality, PERMENKES, WHO, atomic absorption spectrophotometer

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	6
1.3.1 Maksud Penelitian.....	6
1.3.2 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Gambaran Umum Desa Tongko, Kecamatan Baroko, Kabupaten Enrekang.....	8
2.2 Air.....	10
2.3 Parameter Kualitas Air.....	10
2.4 Logam Berat.....	12
2.4.1 Kadmium (Cd).....	13
2.4.2 Seng (Zn).....	15

2.4.3 Timbal (Pb)	16
2.5 Kalsium (Ca)	18
2.6 Bikarbonat (HCO_3^-).....	19
2.7 Spektrofotometri Serapan Atom.....	21
BAB III METODE PENELITIAN.....	26
3.1 Bahan Penelitian.....	26
3.2 Alat Penelitian	26
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.4 Prosedur Penelitian.....	27
3.4.1 Penentuan Titik Pengambilan Sampel	27
3.4.2 Pengambilan Sampel.....	27
3.4.3 Preparasi Sampel.....	28
3.4.4 Pembuatan Larutan Standar Cd.....	28
3.4.4.1 Pembuatan Larutan Standar Induk Cd 1000 mg/L	28
3.4.4.2 Pembuatan Larutan Standar <i>Intermediet</i> Cd 100 mg/L	28
3.4.4.3 Pembuatan Larutan Standar Kerja Cd 10 mg/L..	29
3.4.4.4 Pembuatan Deret Larutan Standar Cd 0; 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; dan 1,6 mg/L yang Ditambahkan ke dalam Sampel dengan Metode Standar Adisi	29
3.4.5 Preparasi Sampel dan Pembuatan Larutan Standar Ca ...	29
3.4.5.1 Preparasi Sampel Ca	29
3.4.5.2 Pembuatan Larutan Standar Induk Ca 1000 mg/L	29
3.4.5.3 Pembuatan Larutan Standar <i>Intermediet</i> Ca 100 mg/L	30
3.4.5.4 Pembuatan Larutan Standar Kerja Ca 10 mg/L ..	30

3.4.5.5 Pembuatan Deret Larutan Standar Ca 0; 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,6; dan 3,2 mg/L.....	30
3.4.6 Pembuatan Larutan Standar Zn.....	30
3.4.6.1 Pembuatan Larutan Standar Induk Zn 1000 mg/L	30
3.4.6.2 Pembuatan Larutan Standar <i>Intermediet</i> Zn 100 mg/L.....	31
3.4.6.3 Pembuatan Larutan Standar Kerja Zn 10 mg/L ..	31
3.4.6.4 Pembuatan Deret Larutan Standar Zn 0; 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; dan 1,6 mg/L yang Ditambahkan ke dalam Sampel dengan Metode Standar Adisi	31
3.4.7 Pembuatan Larutan Standar Pb	31
3.4.7.1 Pembuatan Larutan Standar Induk Pb 1000 mg/L	31
3.4.7.2 Pembuatan Larutan Standar Pb 100 mg/L	32
3.4.7.3 Pembuatan Deret Larutan Standar Pb 0; 1; 2; 4; 8; dan 16 mg/L yang Ditambahkan ke dalam Sampel dengan Metode Standar Adisi	32
3.4.8 Pembuatan Larutan Blanko	32
3.4.9 Penentuan Kadar Cd, Ca, Zn, dan Pb dengan SSA.....	32
3.4.9.1 Penentuan Kadar Cd, Zn, Pb dengan SSA metode standar adisi.....	32
3.4.9.2 Penentuan Kadar Ca dengan SSA metode kurva kalibrasi.....	33
3.4.10 Penentuan Kadar Bikarbonat (HCO_3^-)	34
3.4.10.1 Pembuatan Larutan Standar HCl 0,1 N.....	34
3.4.10.2 Pembuatan Larutan Baku $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 0,1 N	34
3.4.10.3 Standarisasi Larutan HCl 0,1 N dengan $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 0,1 N.....	34
3.4.9.4 Penentuan Kadar Bikarbonat (HCO_3^-) dalam Air	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36

4.1 Penentuan Kadar Cd, Ca, Zn, dan Pb dengan SSA.....	37
4.1.1 Penentuan Kadar Kadmium (Cd).....	37
4.1.2 Penentuan Kadar Kalsium (Ca).....	38
4.1.3 Penentuan Kadar Seng (Zn)	39
4.1.4 Penentuan Kadar Timbal (Pb).....	40
4.2 Penentuan Kadar Bikarbonat (HCO_3^-)	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	51

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Syarat mutu air minum.....	11
2. Penelitian tentang analisis kadar timbal, besi, kadmium, klorida, dan kalsium pada sumber air menggunakan SSA.....	12
3. Hasil uji kondisi fisik dan pH air	16
4. Hasil analisis kadar kadmium	38
5. Hasil analisis kadar kalsium.....	39
6. Hasil analisis kadar seng	40
7. Hasil analisis kadar timbal	41
8. Hasil analisis kadar bikarbonat	42
9. Hasil Pengukuran Logam Kadmium (Cd) Titik I dengan Metode Standar Adisi.....	66
10. Hasil Pengukuran Logam Kadmium (Cd) Titik II dengan Metode Standar Adisi.....	67
11. Hasil Pengukuran Kalsium (Ca) dengan Metode Kurva Kalibrasi	68
12. Hasil Pengukuran Logam Seng (Zn) Titik I dengan Metode Standar Adisi.....	69
13. Hasil Pengukuran Logam Seng (Zn) Titik II dengan Metode Standar Adisi.....	70
14. Hasil Pengukuran Logam Timbal (Pb) Titik I dengan Metode Standar Adisi.....	72
15. Hasil Pengukuran Logam Timbal (Pb) Titik II dengan Metode Standar Adisi.....	73
16. Hasil Standarisasi HCl 0,1 M dengan Na ₂ B ₄ O ₇ .10H ₂ O.....	74
17. Hasil Titrasi Penentuan Kadar Bikarbonat (HCO ₃ ⁻) pada Titik I..	74
18. Hasil Titrasi Penentuan Kadar Bikarbonat (HCO ₃ ⁻) pada Titik II	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Sketsa peta kecamatan baroko.....	9
2. Sistem instrumen dasar SSA.....	23
3. Titik pengambilan sampel.....	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Skema kerja penelitian.....	51
2. Bagan kerja	52
3. Perhitungan Pembuatan Larutan	62
4. Pengolahan Data	66
5. Foto Dokumentasi	75

DAFTAR ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol/Singkatan	Arti
BPS	Badan Pusat Statistik
g/cm^3	gram per senti meter kubik
g/mol	gram per mol
kg	kilo gram
kJ/mol	kilo joule per mol
km	kilo meter
km^2	kilo meter kuadrat
mg	mili gram
mg/L	mili gram per liter
NTU	<i>Nephelometric Turbidity Unit</i>
SNI	Standar Nasional Indonesia
SSA	Spektrofotometri Serapan Atom
TCU	True Color Unit
WHO	<i>World Health Organization</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu senyawa kimia yang sangat melimpah di alam. Namun, 97% terdiri dari atas laut yang tidak dapat digunakan secara langsung dan 3% sisanya masih terdiri lagi dari gunung es dan uap air (Effendi, 2003). Air merupakan sumber kehidupan bagi makhluk hidup di bumi. Terdapat 50-70% dari massa tubuh manusia terdiri dari air, seperti sel, jaringan tubuh dan kulit, serta semua organ yang ada dalam tubuh kita. Manfaat air putih bagi tubuh manusia salah satunya adalah menghindari dehidrasi yang menghambat metabolisme yang terjadi dalam tubuh (Musli dan Fretes, 2016). Air yang dapat dimanfaatkan manusia hanyalah 0,62%, yang terdiri atas air danau, sungai, dan tanah (Effendi, 2003).

Mata air pegunungan merupakan salah satu sumber mata air yang berada di daerah pegunungan, yang biasa digunakan masyarakat setempat untuk keperluan sehari-hari. Aliran mata air pegunungan bersumber dari dalam tanah yang muncul dengan sendirinya tanpa campur tangan manusia, melainkan karena tanah yang mengalami patahan. Kualitas sumber mata air dipengaruhi oleh keadaan lingkungan sekitarnya (Asdak, 2004). Mata air menjadi air tanah yang kualitasnya lebih baik dibanding air tanah lainnya. Mata air digunakan masyarakat untuk keperluan rumah tangga, irigasi, perikanan dan objek wisata. Mata air dengan kualitas yang baik telah juga dapat dimanfaatkan sebagai air baku untuk perusahaan yang memproduksi air minum (Fan dkk., 2014; Sudarmadji dkk., 2016).

Salah satu permasalahan pada produksi air minum adalah pada proses pengendapan zat-zat tersuspensi dalam air baku, yang terkadang menyebabkan

mineral-mineral alami yang berguna bagi kesehatan manusia juga ikut terendapkan. Mineral tersebut diantaranya adalah unsur kadmium (Cd), dan timbal (Pb) adalah unsur yang tidak dibutuhkan oleh tubuh, berbeda dengan kalsium (Ca), seng (Zn) dan bikarbonat (HCO_3^-) termasuk yang sangat diperlukan. Mineral tadi harus dalam jumlah yang tidak melewati ambang batas berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia (Permenkes RI) nomor 492 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum dan *World Health Organization* (WHO): 2011 tentang pedoman kualitas air minum (Abbas dan Reza, 2017).

Logam dalam makhluk hidup terbagi menjadi dua berdasarkan fungsinya, yaitu logam esensial dan logam non esensial. Logam esensial dibutuhkan oleh setiap makhluk hidup untuk tumbuh dan berkembang, namun dalam jumlah berlebihan dapat menimbulkan efek keracunan. Logam non esensial dalam tubuh makhluk hidup belum diketahui manfaatnya bahkan dapat bersifat racun. Kadar mineral atau logam dalam air minum apabila melebihi ambang batas yang dibutuhkan tubuh, maka dapat memberikan dampak buruk bagi kesehatan dalam jangka pendek ataupun jangka panjang (Ali dkk., 2013).

Pencemaran logam kadmium (Cd) dapat menimbulkan dampak negatif terhadap ekosistem dan kehidupan manusia. Efek toksik kadmium akan menunjukkan gejala yang dipengaruhi oleh tingkat dan lamanya paparan, semakin tinggi kadar dan semakin lama paparan, efek toksikitas yang diberikan akan lebih besar. Kadmium dalam dosis besar mampu menginduksi gangguan saluran pencernaan, sedangkan paparan kadmium dalam dosis rendah namun berulang-ulang kali bisa mengakibatkan gangguan fungsi kerja ginjal (Widowati dkk., 2008).

Kalsium (Ca) biasanya dibatasi penyerapannya oleh usus orang dewasa sesuai kebutuhan yaitu 1000-1200 mg/hari, sedangkan bagi remaja membutuhkan

lebih tinggi yaitu 1300 mg/hari (Almatsier, 2004). Kalsium tidak hanya untuk tulang, tetapi juga berfungsi dalam kontraksi otot, proses pembekuan darah, dan metabolisme sel. Kadar kalsium yang rendah di dalam darah dikompensasi dengan menarik kalsium dari tulang untuk memenuhi jumlah dalam mempertahankan fungsi jantung dan otot bekerja. Batas maksimum kadar kalsium yang dikonsumsi per hari adalah 2500 mg berdasarkan pertimbangan resiko pembentukan batu ginjal (Silalahi, 2011).

Seng (Zn) memberikan rasa astringen (rasa yang membuat lidah mati rasa, dan menyempitkan tenggorokan) yang tidak diinginkan saat mengonsumsi air pada kadar sekitar 4 mg/L (sebagai seng sulfat). Kadar seng dalam air tanah dan air permukaan biasanya tidak melebihi 0,01 dan 0,05 mg/L, akan tetapi kadarnya dalam air keran bisa menjadi lebih tinggi karena kemungkinan pipa mengandung seng (WHO, 2011).

Timbal (Pb) dapat terakumulasi dalam organisme, sedimen, dan lumpur. Logam timbal bersifat toksik pada manusia dan apabila dikonsumsi secara terus menerus hingga tertumpuk dalam tubuh dapat menyebabkan keracunan akut dan kronis. Keracunan akut biasanya ditandai dengan rasa terbakar pada mulut, adanya rangsangan pada sistem gastrointestinal atau system pencernaan yang disertai dengan diare. Kondisi gejala kronis biasanya ditandai dengan anemia, mual, sakit disekitar mulut, dan dapat menyebabkan kelumpuhan (Wahyu dkk, 2008).

Ganggang dan lumut dalam air dapat menyebabkan turunnya kadar karbondioksida dan bikarbonat pada keadaan tertentu seperti pada siang hari. Keadaan seperti ini menyebabkan kadar karbonat dan hidoksida naik, dan menyebabkan pH larutan naik. Apabila kadar alkalinitas tinggi (dibandingkan dengan kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} yaitu kadar kesadahan rendah) air akan menyebabkan

kerak pada pipa. Alkalinitas yang rendah dan tidak seimbang dengan kesadahan tinggi maka dapat menyebabkan kerak CaCO_3 pada dinding pipa instalasi (Permata, 2018).

Terdapat beberapa penelitian mengenai analisis kadar logam dalam mata air seperti yang telah dilakukan oleh Lebang (2021), yang menganalisis kadar Cd pada Mata Air Pegunungan Desa Leatung dengan menggunakan instrumen SSA diperoleh kadar 0,0019-0,0023 mg/L, sehingga hal ini menunjukkan bahwa kualitas air memenuhi syarat baku mutu logam Cd dalam mata air dimana kadar maksimum yang diperbolehkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia (Permenkes RI) nomor 492 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum adalah 0,003 mg/L.

Penelitian lain juga telah dilakukan oleh Tasrif (2021), yang menganalisis kadar Ca dalam mata air pegunungan di Desa Sadar dengan menggunakan instrument SSA diperoleh kadar antara 23,4-27 mg/L, sehingga hal ini menunjukkan bahwa kualitas air memenuhi syarat baku mutu Ca dalam air dimana kadar maksimum yang diperbolehkan berdasarkan *World Health Organization* (WHO): 2011 tentang pedoman kualitas air minum adalah 300 mg/L.

Penelitian lain juga telah dilakukan oleh Arthana (2007), tentang analisis kandungan logam Zn instrumen Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) pada mata air Buyuan yang menunjukkan bahwa kandungan logam Zn adalah 0,011 mg/L, sehingga hal ini menunjukkan bahwa kualitas air memenuhi syarat baku mutu logam Zn dalam air dimana kadar maksimum yang diperbolehkan berdasarkan Permenkes RI nomor 492 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum adalah 3 mg/L.

Penelitian lain juga telah dilakukan oleh Lebang (2021), tentang analisis kandungan logam Pb dengan instrumen Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) pada mata air pegunungan Desa Leatung yang menunjukkan bahwa kandungan logam Pb sebesar 0,0010-0,0023 mg/L, sehingga hal ini menunjukkan bahwa kualitas air memenuhi syarat baku mutu logam Pb dalam air, dimana kadar maksimum yang diperbolehkan berdasarkan Permenkes RI nomor 492 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum adalah 0,01 mg/L.

Penelitian lain juga telah dilakukan oleh Tasrif (2021), tentang analisis kandungan HCO_3^- dengan titrasi volumetri pada mata air pegunungan di Desa Sadar yang menunjukkan bahwa kandungan HCO_3^- berkisar antara 24,40-30,50 mg/L, sehingga hal ini menunjukkan bahwa kualitas air telah memenuhi syarat baku mutu HCO_3^- dalam air, dimana kadar maksimum yang diperbolehkan berdasarkan Permenkes RI nomor 492 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum untuk logam HCO_3^- adalah 500 mg/L.

Desa Tongko adalah desa yang berada di Kecamatan Baroko Kabupaten Enrekang dengan daerah pegunungan sehingga memiliki banyak sumber mata air pegunungan. Desa Tongko memiliki beberapa sumber mata air yang tersebar di berbagai tempat, tetapi penelitian ini difokuskan pada sumber mata air Bubun Bia. Mata air ini merupakan sumber mata air yang dipercaya oleh masyarakat sekitar aman untuk keperluan sehari-hari, misalnya mencuci, memasak, dan juga keperluan lainnya.

Berdasarkan uraian diatas, maka dalam penelitian ini dilakukan penelitian untuk mengetahui kadar parameter kimia pada mata air pegunungan di Desa Tongko Kecamatan Baroko Kabupaten Enrekang. Parameter kimia yang diuji

dalam penelitian ini yaitu kadmium (Cd), kalsium (Ca), seng (Zn), timbal (Pb) dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), dan bikarbonat (HCO_3^-) dengan menggunakan metode titrasi, dengan Permenkes RI nomor 492 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum dan WHO: 2011 tentang pedoman kualitas air minum sebagai standar acuan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. berapa kadar kadmium (Cd), kalsium (Ca), seng (Zn), timbal (Pb), dan bikarbonat (HCO_3^-) pada mata air pegunungan di Desa Tongko Kecamatan Baroko Kabupaten Enrekang?
2. apakah kualitas air pada mata air pegunungan di Desa Tongko Kecamatan Baroko Kabupaten Enrekang telah memenuhi baku berdasarkan Permenkes RI nomor 492 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum dan WHO: 2011 tentang pedoman kualitas air minum?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui dan menganalisis kadar kadmium (Cd), kalsium (Ca), seng (Zn), timbal (Pb), dan bikarbonat (HCO_3^-) pada mata air pegunungan di Desa Tongko Kecamatan Baroko Kabupaten Enrekang.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. menentukan kadar kadmium (Cd), kalsium (Ca), seng (Zn), timbal (Pb), dan bikarbonat (HCO_3^-) pada mata air pegunungan di Desa Tongko Kecamatan Baroko Kabupaten Enrekang.

2. menentukan kualitas air pada mata air pegunungan di Desa Tongko Kecamatan Baroko Kabupaten Enrekang berdasarkan Permenkes RI nomor 492 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum dan WHO: 2011 tentang pedoman kualitas air minum.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi mengenai kadar kadmium (Cd), kalsium (Ca), seng (Zn), timbal (Pb), dan bikarbonat (HCO_3^-) dan baku mutu air pada mata air pegunungan Desa Tongko Kecamatan Baroko Kabupaten Enrekang berdasarkan Permenkes RI nomor 492 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum dan WHO: 2011 tentang pedoman kualitas air minum.

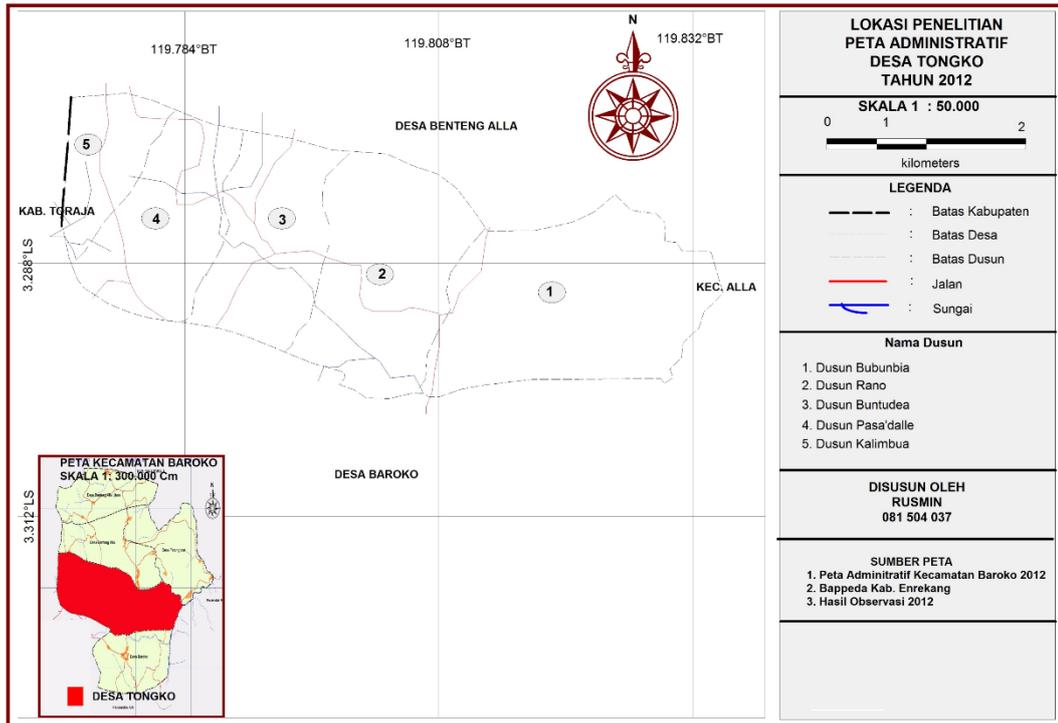
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Desa Tongko, Kecamatan Baroko, Kabupaten Enrekang

Kabupaten Enrekang adalah salah satu kabupaten di Sulawesi selatan. Ibukota kabupaten adalah Enrekang terletak sekitar ± 235 km sebelah utara Makassar. Luas wilayah Kabupaten Enrekang yaitu 1.786,01 km² atau sebesar 2,83% dari luas Provinsi Sulawesi Selatan dengan batas wilayah sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Tana Toraja, sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Luwu, sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Sidrap dan sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Pinrang. Jumlah penduduk Kabupaten Enrekang berdasarkan proyeksi penduduk pada tahun 2018 adalah 204.827 jiwa penduduk (BPS, 2019).

Topografi di Kabupaten Enrekang pada umumnya bervariasi, berupa perbukitan, lembah dan sungai dengan ketinggian antara 47-3.293 meter di atas permukaan laut dan tidak memiliki wilayah pantai. Ditinjau dari pengembangan wilayah Kabupaten Enrekang secara geografis dapat dibagi menjadi dua kawasan, yakni Kawasan Barat Enrekang (KBE), yang terdiri dari Kecamatan Alla, Kecamatan Baroko, Kecamatan Masalle, Kecamatan Anggeraja, Kecamatan Enrekang dan Kecamatan Cendana dengan luas wilayah sekitar 659,03 km², sedangkan yang masuk wilayah Kawasan Timur Enrekang (KTE) adalah Kecamatan Curio, Kecamatan Malua, Kecamatan Baraka, Kecamatan Buntu Batu, Kecamatan Bungin dan Kecamatan Maiwa, dengan luas wilayah kurang lebih sekitar 1.126 km² (BPS, 2019).



Gambar 1. Sketsa peta Kecamatan Baroko (Rusmin, 2012)

Kecamatan Baroko merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Enrekang. Kecamatan Baroko terdiri dari lima desa, yaitu Desa Baroko, Desa Tongko, Desa Patongloan, Desa Benteng Alla dan Desa Benteng Alla Utara (BPS, 2020). Jarak Kecamatan Baroko ke Ibukota kabupaten adalah 43 km (BPS, 2019). Salah satu desa yang berada di Kecamatan Baroko yaitu Desa Tongko memiliki luas area 9,41 km² dengan persentase terhadap luas wilayah jika dibandingkan dengan desa-desa lainnya yaitu sebesar 23% (BPS, 2020). Jarak Desa Tongko ke ibukota kecamatan adalah 3 km dan jarak ke ibukota kabupaten sejauh 46 km (BPS, 2019). Jumlah penduduk Desa Tongko menurut proyeksi penduduk tahun 2019 yaitu sebanyak 3.311 jiwa (BPS, 2020). Desa Tongko terdiri atas 5 dusun, yaitu dusun Bubun Bia, Dusun Rano, Dusun Buntu Dea, Dusun Pasa Dalle, dan Dusun Kalimbia. Lima dusun tersebut memiliki banyak mata air. Sumber mata air yang ada di Desa Tongko salah satunya yaitu mata air di dusun Bubun Bia

menjadi salah satu mata air yang banyak digunakan masyarakat sehari-hari. Mata air ini dipercaya masyarakat sebagai salah satu mata air yang kualitasnya baik walaupun letaknya berada di pinggir jalan raya, yang mungkin mendapat banyak cemaran logam berat.

2.2 Air

Air merupakan sumber daya alam yang sangat dibutuhkan bagi kehidupan manusia, termasuk sebagai air minum dan memasak makanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sekitar 65-75% dari berat manusia terdiri atas air. Menurut ilmu kesehatan, setiap orang memerlukan air minum sebanyak 2,5-3 liter setiap hari. Manusia dapat bertahan hidup dalam 2-3 minggu tanpa makan, tetapi hanya dalam 2-3 hari jika tanpa minum (Suripin, 2002). Salah satu sumber air yang banyak dimanfaatkan terutama di Indonesia adalah air tanah, contohnya mata air pegunungan dikarenakan air tanah relatif lebih mudah didapat dan lebih bersih jika dibandingkan dengan sumber air lain (Rosvita dkk., 2019).

Kualitas dan karakteristik air tanah dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitarnya, seperti iklim, topografi, serta keberadaan tumbuh-tumbuhan. Iklim adalah sumber input yang berupa curah hujan, sedangkan topografi dan geologi yang dapat memperlihatkan bentuk lahan suatu daerah akan berpengaruh terhadap kemampuan air untuk mengalami infiltrasi, perkolasi, serta kemampuan menyerap sehingga mempengaruhi karakteristik dari air tanah tersebut (Rosvita dkk., 2019).

2.3 Parameter Kualitas Air

Air minum tidak boleh mengandung zat-zat mineral atau zat-zat kimia tertentu dan racun dalam jumlah yang melebihi ambang batas yang

telah ditentukan karena dapat mengganggu kesehatan bila dikonsumsi (Sutrisno dan Suciastuti, 2004). Secara umum, parameter kualitas air terdiri atas parameter fisik, kimia, biologi dan radioaktif. Beberapa parameter kualitas air meliputi pH, oksigen terlarut/*Dissolved Oxygen* (DO), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), temperatur, daya hantar listrik, kekeruhan, *Total Organic Carbon* (TOC), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Toxicity*, Nitrogen, Fosfor, logam berat, sulfat, busa, bau (H₂S) dan radioaktif (Masbah dkk., 2004).

Air yang akan dikonsumsi masyarakat harus memenuhi syarat kesehatan. Air yang tidak memenuhi syarat kesehatan akan menyebabkan berbagai penyakit. Syarat air minum tersebut jika dilihat dari segi fisik dapat ditinjau dari beberapa aspek seperti bau, kekeruhan, rasa, warna dan suhu (Chandra, 2007). Syarat fisik yang harus dipenuhi air minum berdasarkan Permenkes RI nomor 492 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum yaitu tidak berbau, warnanya maksimal 15 TCU, total zat padat terlarut (TDS) maksimal 500 mg/L, tingkat kekeruhan maksimal 5 NTU, tidak berasa, dan suhu udara ± 3 °C. Beberapa persyaratan kualitas air minum, khususnya logam dan ion dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat mutu air minum (Permenkes RI nomor 492 tahun 2010; WHO: 2011)

Parameter Uji	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan (mg/L)
Kadmium (Cd)	0,003
Kalsium (Ca)	300
Seng (Zn)	3
Timbal (Pb)	0,01
Bikarbonat (HCO ₃ ⁻)	500

Beberapa penelitian tentang analisis kadar kadmium, kalsium, seng, timbal, dan bikarbonat pada sumber mata air ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Penelitian tentang analisis kadar kadmium, kalsium, seng, timbal, dan bikarbonat pada sumber air

Sumber	Parameter Uji	Kadar (mg/L)	Peneliti (Tahun)
Mata Air Gesing	Cd	0,009	Arthana, 2007
Mata Air Pegunungan Desa Leatung	Cd	0,0019-0,0023	Lebang, 2021
Mata Air Pegunungan Desa Sadar	Ca	23,4-27	Tasrif, 2021
Mata Air Buyuan	Zn	0,011	Arthana, 2007
Mata Air Pura Teratai Bang	Zn	0,013	Arthana, 2007
Mata Air Pegunungan Guci	Pb	0,43-0,56	Firmansyah dkk., 2012
Mata Air Pegunungan Desa Leatung	Pb	0,0010-0,0023	Lebang, 2021
Mata Air Pegunungan Desa Sadar	HCO ₃ ⁻	24,40-30,50	Tasrif, 2021
Mata Air Pegunungan Desa Leatung	HCO ₃ ⁻	23,96-32,94	Lebang, 2021

2.4 Logam Berat

Logam berat merupakan jenis zat polutan lingkungan yang paling umum dijumpai dalam perairan. Sumber logam berat yang berasal dari lingkungan atau akibat aktivitas manusia sekitar yang mengindikasikan kandungan logam berat dalam suatu organisme (Mohiuddin dkk., 2011). Logam berat merupakan unsur-unsur kimia dengan bobot jenis lebih besar dari 5 g/cm³, terletak di sudut kanan bawah sistem periodik, mempunyai afinitas yang tinggi terhadap unsur S, bernomor atom mulai dari 22 sampai 92 dari perioda 4 sampai 7 (Palar, 2008).

Logam berat merupakan salah satu parameter penting untuk menentukan kualitas air minum dikarenakan keberadaannya yang dapat membahayakan saat

melebihi ambang batas yang telah ditentukan (Rismansyah dkk., 2015). Melalui rantai makanan, logam berat dapat berpindah dari lingkungan ke suatu organisme dan dari suatu organisme ke organisme lain (Yalcin dkk., 2008). Air dapat mengandung logam-logam tertentu oleh karena berbagai faktor, sehingga kandungan logam di dalam air menjadi salah satu penentu kelayakan air untuk dikonsumsi sehari-hari (Harahap, 2017).

Logam berat dapat menjadi unsur yang berbahaya jika mencemari sistem lingkungan hidup karena sifatnya yang toksik dan dapat terakumulasi pada rantai makanan, serta tidak mampu terdegradasi. Sifat logam yang tidak mampu terdegradasi menjadikannya dapat terakumulasi pada biota, sedimen ataupun air (Rismansyah dkk., 2015). Logam berat jika berada di perairan akan berbahaya secara langsung maupun secara tidak langsung bagi kehidupan organisme, hal ini dikarenakan sifat-sifat logam berat yang sulit terurai sehingga mudah terakumulasi di perairan dan keberadaannya pun secara alami sulit terurai (Ika dkk., 2012).

2.4.1 Kadmium (Cd)

Kadmium (Cd) adalah unsur dalam sistem periodik unsur termasuk dalam logam transisi golongan IIB pada periode 5 dengan nomor atom 48, memiliki valensi 2, massa atom relatifnya 112,411 g/mol, dan massa jenis 8,65 g/cm³. Logam kadmium tersebar sangat luas di alam. *Greenockite* (CdS) merupakan satu-satunya jenis mineral kadmium di alam, yang selalu ditemukan bersamaan dengan mineral *sphalerite* (ZnS). Eksploitasi logam kadmium biasanya merupakan produksi sampingan dari peristiwa peleburan dan *refining* bijih-bijih Seng (Zn) karena mineral *greenockite* sangat jarang ditemukan di alam. Konsentrat pada bijih Zn didapatkan 0,2 %-0,3% logam kadmium. Logam kadmium juga dapat diproduksi

dari peleburan bijih-bijih logam Pb dan Cu, namun Zn merupakan sumber utama dari logam kadmium (Palar, 2004).

Logam kadmium merupakan hasil sampingan dari hasil pengolahan bijih logam Zn, yang digunakan sebagai pengganti seng. Unsur ini bersifat lentur, tahan terhadap tekanan, memiliki titik lebur rendah serta dapat dimanfaatkan sebagai pencampur logam lain seperti nikel, perak, tembaga, dan besi (Dewa dkk., 2015). Kadmium merupakan logam berat yang sangat beracun setelah merkuri (Hg), jenis limbahnya digolongkan sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) (Sutrisno dan Budiyanto, 2004).

Logam kadmium merupakan logam berat yang memiliki toksisitas yang tinggi setelah logam Hg. Logam kadmium termasuk ke dalam logam berat tidak esensial, dimana keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya bahkan bersifat toksik, sehingga adanya logam kadmium perlu diketahui secara pasti dalam perairan karena kadar yang terlalu tinggi dapat berdampak buruk bagi kesehatan dan lingkungan sekitar perairan (Sasongko dkk., 2017).

Logam kadmium merupakan salah satu jenis logam berat yang berbahaya karena beresiko tinggi terhadap pembuluh darah. Akibat dari paparan logam kadmium dalam tubuh manusia dalam jangka panjang dapat terakumulasi pada organ, seperti hati dan ginjal (Kurniawan, 2010). Logam kadmium mempunyai titik didih rendah dan mudah terkonsentrasi ketika memasuki atmosfer. Air juga dapat tercemar apabila dimasuki oleh sedimen dan limbah pertambangan mengandung logam kadmium. Ketika logam kadmium bercampur dengan asap akan membentuk pencemaran udara (Dewa dkk., 2015).

Logam kadmium bersifat bioakumulatif, biomagnifikasi, toksik, dan karsinogenik, sehingga logam berat di lingkungan dapat terakumulasi pada jaringan

tubuh makhluk hidup yang berada di lingkungan tersebut. Logam kadmium dapat meracuni semua komponen biotik, seperti hewan, tumbuhan, maupun manusia apabila mencapai kadar toksik. Toksisitas logam kadmium bisa merusak sistem fisiologis, sistem respirasi, sistem sirkulasi darah dan jantung, kerusakan sistem reproduksi, sistem syaraf yang bahkan dapat mengakibatkan kerapuhan tulang, kerusakan ginjal dan menurunkan fungsi pulmo dalam tubuh (Widowati dkk., 2008).

Anion karbonat hidroksil dan klorida mengakibatkan terjadinya pengendapan logam kadmium di perairan. Bentuk terlarut stabil dalam lingkungan perairan pada pH dibawah 8,0 yaitu kadmium yang bervalensi dua (Cd^{2+}). Cd mengalami hidrolisis dalam lingkungan alami yang bersifat basa, serta teradsorpsi oleh padatan tersuspensi dan membentuk ikatan kompleks dengan bahan organik (Manahan, 2000).

2.4.2 Seng (Zn)

Seng (Zn) merupakan logam berwarna putih-kebiruan dalam sistem periodik terletak dalam golongan II B dengan bilangan oksidasi + 2, mudah ditempa dan liat pada 110-150 °C. Seng memiliki nomor atom 30, Mr 65,37, berat jenis 7,133 gr/cm³ dan memiliki titik lebur 420 °C. Kadar seng pada air minum sebaiknya tidak lebih dari 2 mg/L (Widowati, 2008).

Seng merupakan unsur yang penting untuk metabolisme jika dalam kadar yang kecil, karena kekurangan seng dapat menyebabkan pertumbuhan anak terlambat, tetapi jika dalam kadar yang besar dapat menimbulkan rasa pahit dan sepat pada air yang dikonsumsi (Sutrisno, 2002). Seng juga berperan dalam membantu penyembuhan luka serta menyusun struktur protein dan membran sel.

Kandungan seng yang melebihi kadar yang dianjurkan akan menyebabkan rasa pahit dan sepet pada air minum, dapat menyebabkan muntah, diare serta menyebabkan gangguan reproduksi (Widowati, 2008). Toksisitas seng menurun seiring dengan meningkatnya kesadahan, dengan meningkatnya suhu dan menurunnya oksigen terlarut (Effendi, 2003).

2.4.3 Timbal (Pb)

Logam timbal (Pb) merupakan logam berat yang terdapat secara alami di dalam kerak bumi, namun ternyata timbal juga dapat berasal kegiatan manusia bahkan mampu mencapai jumlah 300 kali lebih banyak jika dibandingkan timbal alami. Timbal termasuk dalam kelompok logam berat pada golongan IVA dalam sistem periodik unsur kimia yang merupakan golongan logam transisi dengan nomor atom 82, massa atom 207,20 g/mol, memiliki valensi 0, 2, dan 4, dan massa jenis 11,4 g/cm³. Sifat fisik timbal yaitu berstruktur lunak, berwarna abu-abu kebiruan dan mengkilat. Kegunaan timbal jika dicampur dengan logam lain maka membentuk campuran yang lebih bagus dari pada logam murninya, digunakan untuk melapisi logam agar tidak timbul perkaratan karena sifat kimia yang aktif. Timbal biasanya ditemukan dalam bentuk persenyawaan dengan molekul lain seperti PbCl₂ dan PbBr₂ sehingga jarang ditemukan dalam keadaan bebas di alam (Gusnita, 2012; Purnomo dan Muchyiddin, 2007; Widowati dkk., 2008).

Pencemaran logam berat dapat terjadi di perairan, tanah, dan udara, tetapi paling berbahaya jika terjadi di perairan (Manik, 2007). Logam-logam tersebut dapat menumpuk di dalam tubuh dan tetap tinggal dalam tubuh dalam jangka waktu yang lama sebagai racun. Salah satu logam berat yang sering mengkontaminasi air adalah timbal (Kristanto, 2002).

Timbal merupakan salah satu jenis logam berat yang biasa disebut dengan istilah timah hitam (*plumbum*). Logam timbal biasa digunakan untuk melapisi logam agar tidak timbul perkaratan pada permukaan logam (Sunarya, 2007). Timbal adalah logam yang bersifat toksik melalui konsumsi makanan, minuman, udara, air, serta debu yang tercemar logam timbal. Penggunaan timbal terbesar adalah produksi baterai penyimpan atau aki untuk mobil sehingga asap kendaraan dapat menyebabkan pencemaran logam timbal. Sumber pencemaran timbal dapat berasal dari bidang industri seperti industri baterai, kabel, penyepuhan, pestisida, sebagai zat anti letup pada bensin dan sebagai formulasi penyambung pipa sehingga memungkinkan terjadinya kontak antara air rumah tangga dengan logam timbal (Widowati dkk., 2008).

Kadar logam timbal yang melebihi ambang batas jika dikonsumsi akan mengakibatkan keracunan dalam tubuh. Dampak timbal menyebabkan terganggunya kesehatan pada hampir semua sistem dalam tubuh manusia diantaranya dapat menyebabkan anemia, ensefalopati, penyakit renal progresif, takikardia, aritmia, infertilitas, penurunan pendengaran tipe sensorineural, gangguan pertumbuhan janin dan lain-lain (Widowati dkk., 2008). Akumulasi logam timbal pada orang dewasa ditandai dengan gejala seperti pucat bahkan dapat menyebabkan kelumpuhan. Akumulasi timbal pada anak dapat menyebabkan gangguan pada fase awal pertumbuhan fisik dan mental yang kemudian berakibat pada penurunan fungsi kecerdasan dan kemampuan akademik, dan apabila berlangsung dalam jangka waktu yang lama, terakumulasi pada gigi, gusi dan tulang. Peningkatan kadar timbal terus berlangsung dalam tubuh, akan terjadi anemia dan kerusakan fungsi otak serta kegagalan fungsi ginjal (Nuraini dkk., 2015).

2.5 Kalsium (Ca)

Kalsium merupakan zat kimia dengan symbol kalsium berada pada golongan IIA dan nomor atom 20 dengan massa atom 40,078 g/mol, memiliki valensi 2, massa jenis 1,55 g/cm³ berwarna abu-abu muda alkalin dan merupakan elemen kelima terbesar yang membentuk perut bumi (Donatelle, 2005). Kalsium merupakan unsur logam alkali tanah yang berwarna putih perak, mudah ditempa dan dibentuk serta reaktif. Kalsium bereaksi dengan air dan membentuk Ca(OH)₂ dan (H). Ca ditemukan di alam dalam bentuk senyawa, misalnya CaCO₃ (Sunardi, 2006).

Senyawa kalsium bersifat stabil di perairan dengan keberadaan CO₂. Kadar kalsium dalam air menurun jika kalsium mengalami pengendapan menjadi CaCO₃, yang disebabkan karena terjadinya peningkatan suhu, penurunan kadar CO₂, dan peningkatan aktivitas fotosintesis. Sumber utama kalsium di perairan adalah batuan dan tanah. Kalsium pada batuan terdapat dalam bentuk mineral batu kapur (Aziz, 2014).

Kalsium merupakan salah satu nutrien esensial yang dibutuhkan untuk berbagai fungsi tubuh (Gobinathan dkk., 2009). Kalsium termasuk kebutuhan esensial bagi organisme hidup terutama pada fisiologi sel yaitu pada pergerakan ion Ca²⁺ masuk dan keluar sitoplasma berfungsi sebagai sebuah signal untuk banyak proses seluler (Donatelle, 2005). Kalsium merupakan mineral yang paling banyak terdapat di dalam tubuh, yaitu 1,5%-2% dari berat badan orang dewasa atau kurang lebih sebanyak 1 kg (Almatsier, 2004). Absorpsi kalsium dibantu oleh vitamin D, Vitamin C dan laktosa, sedangkan oksalat dan fitat mengganggu absorpsi kalsium. Penyerapan kalsium terjadi pada bagian atas usus kecil tepat setelah lambung.

Penyerapan kalsium sangat bervariasi bergantung umur dan kondisi badan, pada masa pertumbuhan akan menyerap sekitar 50%-70% kalsium dan untuk orang dewasa sekitar 10%-40 % (Suryaningsih dkk., 2018).

Mengonsumsi kalsium hendaknya tidak lebih dari 2500 mg/hari. Kelebihan kalsium dapat menimbulkan batu ginjal atau gangguan ginjal, disamping itu dapat menyebabkan konstipasi (susah buang air besar). Kelebihan kalsium bisa terjadi bila menggunakan suplemen kalsium berupa tablet atau bentuk lain (Almatsier, 2004). Kandungan maksimum kalsium yang diperbolehkan dalam air minum masing-masing adalah 75-200 mg/L dan 30-150 mg/L (Setyaningtyas dkk., 2008).

2.6 Bikarbonat (HCO_3^-)

Air yang mengandung banyak ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} dikenal dengan sebutan air sadah karena jika air direbus/dimasak akan meninggalkan endapan pada peralatan memasak (Priyana, 2008). Air sadah pada umumnya berasal dari daerah dimana lapisan tanah atas (topsoil) tebal, dan terdapat pembentukan batu kapur. Kesadahan total yaitu kesadahan yang disebabkan oleh adanya ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} secara bersama-sama. Kebanyakan kesadahan dalam air tanah dapat disebabkan oleh dua kation tersebut, atau dapat juga disebabkan oleh adanya ion-ion lain dari *polyvalent metal* atau logam bervalensi banyak, seperti Al, Fe, Mn, Sr, Zn dalam bentuk garam sulfat, dan klorida dan bikarbonat dalam jumlah kecil. Perairan lunak berada pada daerah dimana lapisan tanah yang tipis dan batuan kapur relatif sedikit atau bahkan tidak ada (Effendi, 2003).

Menurut Gabriel (2001), tingkat kesadahan dalam air digolongkan menjadi 4 berdasarkan kadar kalsium yang terkandung dalam air yaitu :

1. Air lunak (*soft water*), jika kadar CaCO_3 yang terkandung dalam air sekitar 0-75 mg/L
2. *Moderately hard water*, jika kadar CaCO_3 yang terkandung dalam air sekitar 75-150 mg/L
3. *Hard water*, jika kadar CaCO_3 yang terkandung dalam air sekitar 150-300 mg/L
4. *Very hard water*, jika kadar CaCO_3 terkandung dalam air >300 mg/L

Bikarbonat merupakan anion dengan rumus empiris HCO_3^- . Bikarbonat terbentuk karena adanya reaksi asam karbonat yang berlebih dengan garam karbonat, seperti NaCO_3 atau CaCO_3 . Ion bikarbonat pada perairan air tawar termasuk anion utama dan berperan sebagai sistem penyangga (*buffer*) serta penyedia karbon untuk keperluan fotosintesis. Sebagian besar karbondioksida terdapat dalam bentuk bikarbonat pada perairan sadah. Kadar bikarbonat yang tinggi di perairan disebabkan oleh ionisasi asam karbonat, terutama pada perairan yang banyak mengandung karbondioksida. CO_2 tersebut bereaksi dengan basa yang terdapat pada batuan dan tanah membentuk bikarbonat (Aziz, 2014).

Bikarbonat dalam air menunjukkan tingkat kejenuhan terhadap kalsium karbonat (CaCO_3). Pengukuran alkalinitas seperti anion bikarbonat dapat digunakan untuk memprediksi potensi laju pelarutan batu gamping yang terjadi. Faktor yang sangat berpengaruh terhadap jumlah kandungan ion bikarbonat adalah musim. Kandungan ion bikarbonat akan menurun pada saat musim hujan karena kadarnya dalam air menurun, sebaliknya kandungan ion bikarbonat akan meningkat saat musim kemarau karena kadarnya dalam air juga meningkat (Perdana dan Susanti, 2017).

Kesadahan air yang masuk ke dalam tubuh dapat bermanfaat bagi kesehatan apabila dalam tingkat tertentu, tetapi jika kesadahan air sudah melebihi batas maksimum yang diperbolehkan, akan menyebabkan beberapa masalah kesehatan, diantaranya adalah *urolithiasis* (batu ginjal) dan *cardiovascular disease* (penyumbatan pembuluh darah jantung) (Chawla dan Parashar, 2015). Mengonsumsi air yang memiliki tingkat kesadahan melebihi batas maksimum dalam jangka panjang dapat menyebabkan gangguan ginjal akibat terakumulasinya endapan Kalsium Karbonat (CaCO_3) dan Magnesium Karbonat (MgCO_3) di dalam tubuh (Sastrawijaya, 2002).

2.7 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) adalah suatu instrumen analisis untuk penentuan unsur-unsur logam dan metaloid yang berdasarkan pada penyerapan (absorpsi) energi radiasi oleh atom-atom bebas. Cara kerja spektrofotometri serapan atom adalah berdasarkan atas penguapan larutan sampel. Kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu yang akan memberikan penyerapan pada panjang gelombang maksimum (Purnama dkk., 2018).

Prinsip SSA yaitu penyerapan energi sinar dengan panjang gelombang tertentu oleh atom-atom bebas hasil proses atomisasi. Proses atomisasi dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu dengan nyala (*flame*), tungku grafit (*graphite furnace*) dan dengan penguapan (*vapour generation*). Atomisasi dengan nyala dilakukan dengan cara membakar analit (unsur yang akan dianalisis) menggunakan

oksidator untuk mencapai suhu yang diinginkan sehingga analit akan teratomisasi. Oksidator yang sering digunakan adalah: campuran udara–propana yang dapat mencapai suhu nyala 1800 °C, campuran udara-asetilen dapat mencapai suhu pembakaran hingga 2300 °C, dan campuran N₂O-asetilen yang dapat mencapai suhu pembakaran 3000 °C digunakan untuk senyawa yang sulit diuraikan misalnya senyawa Ca-fosfat. Penentuan unsur analit dilakukan dengan cara membuat kurva kalibrasi standar yang telah disiapkan hingga diperoleh kurva yang linier atau koefisien korelasi mendekati angka 1 (satu). Pengukuran dilakukan sesuai standar acuan *Certified Reference Material* (CRM) GBW 09101 yang dapat dikonversi langsung dalam konsentrasi (µg/mL). Jika hasil pengukuran CRM GBW 09101 berada dalam rentang sertifikat, maka selanjutnya pengukuran dilakukan terhadap sampel (Hidayat dkk., 2008).

Sebuah atom memiliki beberapa tingkat energi. Pada kondisi normal, sebagian besar atom berada pada tingkat dasar (tidak tereksitasi). Untuk tingkat energi E_0 (tingkat dasar) dan E_j (tereksitasi), sebuah transisi dari $E_0 \rightarrow E_j$ menandakan terjadinya serapan radiasi. Cahaya dengan panjang gelombang yang tepat (energi) diserap oleh elektron tingkat dasar, sehingga berubah menjadi tereksitasi. Intensitas cahaya berkurang setelah melewati analit. Jumlah cahaya yang berkurang proporsional dengan jumlah atom yang diserap hal ini sesuai dengan Hukum Lambert-Beer, yang dinyatakan sebagai berikut (Mustika dkk., 2016):

$$A = \log(I_0/I_t) = kv I \log e \quad (1)$$

Keterangan:

A = absorban

I_0 = intensitas cahaya datang

I_t = intensitas cahaya yang diteruskan

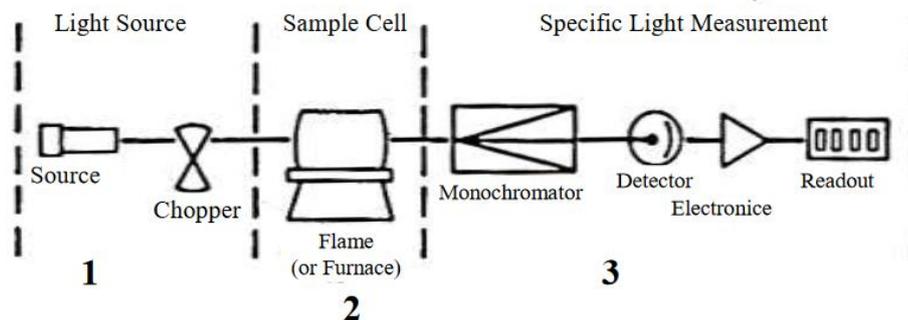
$k\nu$ = koefisien absorpsi

l = panjang lintasan

Peralatan SSA terdiri atas 3 bagian pokok, yaitu (Djunaidi, 2018):

1. sumber radiasi untuk menghasilkan sinar yang diperlukan
2. sistem pengatoman untuk menghasilkan atom atom bebas
3. sistem monokromator, deteksi dan pembacaan

Sistem instrumentasi dasar dari SSA digambarkan pada Gambar 2 di bawah ini (Djunaidi, 2018):



Gambar 2. Sistem instrumen dasar SSA (Djunaidi, 2018)

- a. sumber sinar. Sumber radiasi yang paling banyak digunakan pada SSA adalah lampu katoda cekung (*hollow cathode lamp*). Lampu katoda cekung terdiri dari anoda dan katoda dimana kedua elektroda tersebut berada dalam tabung gelas yang diisi dengan gas Neon (Ne) atau Argon (Ar) yang bertekanan rendah,
- b. *chopper*, digunakan untuk membedakan radiasi yang berasal dari sumber radiasi, dan radiasi yang berasal dari nyala api,

- c. atomisator/pembakar, berfungsi untuk mengatomisasi logam-logam sehingga dapat menyerap energi radiasi yang diberikan,
- d. Monokromator, dalam sistem SSA berfungsi untuk memisahkan radiasi dari lampu katoda yang telah melalui pembakar dengan radiasi-radiasi lain yang dihasilkan oleh pembakar sehingga yang masuk ke dalam detektor,
- e. Detektor, dalam sistem SSA berfungsi mengubah sinyal radiasi menjadi radiasi listrik,
- f. Amplifier (penguat), berfungsi sebagai penguat sinyal listrik yang dihasilkan oleh detektor,
- g. *Recorder*, berfungsi sebagai pengubah sinyal listrik menjadi tampilan data.

Pada SSA, larutan sampel dinebulisasikan secara pneumatik menuju *spray chamber* dan aerosol diproduksi bersamaan dengan adanya campuran gas pembakar dan oksidan pada *burner* yang sesuai, dengan temperatur campuran udara asetilen yang dapat dicapai adalah 2300 K dan nitrous oxide-asetilen adalah 2750 K (Jose dan Broekaert, 2002). Teknik spektroskopi memerlukan kalibrasi standar dari konsentrasi analit yang diketahui. Pengecekan akurasi analisis harus dilakukan menggunakan *certified reference materials* (CRM), dengan mencocokkan nilai sertifikat CRM dan hasil analisis sehingga validitas analisis dapat diverifikasi. Selain itu teknik validasi dengan melakukan adisi sejumlah analit terhadap sampel juga dapat dilakukan. Perolehan kembali atau *recovery* harus diperhitungkan jika metode analisis menggunakan prosedur preparasi cukup panjang. Dengan diketahuinya *recovery* maka dapat diketahui jika analit ada yang lepas saat proses preparasi (destruksi atau ekstraksi) (Kantasubrata, 2015). *Recovery* dapat diketahui dengan rumus (Mustika dkk., 2016):

$$Recovery (\%) = \{(C_{spike} - C_{sampel}) / C_{adisi}\} \times 100 \quad (2)$$

Keterangan:

C_{spike} = konsentrasi analit dalam campuran (sampel + adisi),

C_{sampel} = konsentrasi analit dalam sampel,

C_{adisi} = konsentrasi analit yang ditambahkan ke dalam sampel

Kemampuan deteksi analisis metode spektrometri biasa dinyatakan dengan limit deteksi dari unsur yang dianalisis. Limit deteksi merupakan pengukuran terkecil yang dapat diterima dan merupakan nilai yang asli bukan hanya pengukuran blanko, hal ini sesuai dengan persamaan (Mustika dkk., 2016):

$$X = X_{\text{bl}} + 3 S_{\text{bl}} \quad (3)$$

Keterangan:

X_{bl} = rata – rata pengukuran blanko

S_{bl} = perkiraan standar deviasi dari pengukuran blanko.

Limit deteksi dapat didefinisikan sebagai jumlah unsur yang dapat memberikan peningkatan pada pembacaan yang sama dengan standar deviasi dari sedikitnya 10x pengujian yang mendekati nilai blanko (Mustika dkk., 2016). Menurut Suherman (2011), spektrofotometer serapan atom (SSA) lebih dipilih untuk analisis unsur terutama unsur logam dengan alasan sebagai berikut:

- a. menetapkan kadar unsur logam dari suatu campuran yang sangat kompleks dengan ketepatan yang tinggi dan cepat,
- b. menentukan kadar logam tertentu dengan kepekaan yang sangat kecil sampai yang lebih besar,
- c. menetapkan kadar logam tertentu dengan kepekatan yang relatif kecil, tanpa perlu dilakukan pemisahan terlebih dahulu walaupun ada unsur lain yang kepekatannya relatif besar.