

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan makhluk hidup untuk keberlangsungan hidup. Hampir semua aktivitas makhluk hidup tidak lepas dari air. Bagi manusia, air diperlukan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Salah satu contoh sumber air yang dimanfaatkan oleh manusia adalah sungai. Fuady dan Azizah (2008) menyatakan sungai adalah aliran air permukaan yang memanjang mengalir dari hulu ke hilir. Sungai juga merupakan satu kesatuan sumberdaya darat tempat manusia beraktivitas untuk dimanfaatkan sebaik-baiknya seperti Sungai Batang Agam.

Sungai Batang Agam merupakan salah satu sungai yang terdapat di Provinsi Sumatera Barat yang melintasi Kabupaten Agam, Kota Bukittinggi, Kota Payakumbuh, dan Kabupaten Lima Puluh Kota. Air Sungai Batang Agam dimanfaatkan untuk sumber pengairan pertanian, pengairan perkebunan, pertambangan, industri, dan wisata (Kusuma, 2016). Menurut Peraturan Gubernur Sumatera Barat Nomor 26 Tahun 2019 aliran air Sungai Batang Agam termasuk ke dalam air sungai kelas II pada bagian hulu sampai hilir.

Pada bagian Kota Payakumbuh, Sungai Batang Agam mengalir melintasi empat kecamatan dan sebelas kelurahan dengan panjang 14,6 km dan lebar 20 m bermuara di Sungai Batang Sinamar. Masyarakat kota Payakumbuh membangun permukiman di tepi sungai dengan memanfaatkan airnya sebagai pertanian, pariwisata, perikanan, dan pertambangan. Menurut Laporan Kinerja Dinas Lingkungan Hidup Kota Payakumbuh (2022) kualitas air Sungai Batang Agam mengalami penurunan dari tahun 2020 berdasarkan nilai *Total Dissolve Solid* (TDS), nilai *Total Suspended Solid* (TSS), dan nilai pH. Hasil dari penelitian tersebut diperoleh nilai rata-rata TDS sebesar 207 ppm pada bagian hulu dan sebesar 204 ppm dibagian hilir. Nilai rata-rata TSS pada bagian hulu sebesar 10 ppm dan bagian hilir sebesar 12,20 ppm. Nilai rata-rata pH air pada bagian hulu adalah sebesar 8,24 dan 8,03 pada bagian hilir. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa air Sungai Batang Agam Kota Payakumbuh tercemar ringan.

Air sungai yang tercemar atau mengalami pencemaran mengakibatkan penurunan kualitas air sehingga tidak dapat digunakan. Selain itu, pencemaran air sungai dapat menyebabkan permasalahan yang serius jika mengandung zat-zat berbahaya seperti limbah dan kandungan logam berat. Kandungan logam berat pada perairan terutama sungai dapat membahayakan kehidupan makhluk hidup baik secara langsung maupun tidak langsung. Logam berat yang masuk ke dalam rantai makanan, kemudian masuk ke dalam tubuh manusia dengan jumlah cukup besar akan menyebabkan gangguan kesehatan dan penyakit berbahaya (Irianti dkk., 2017).

Pengendalian sumber daya air merupakan hal yang sangat penting sehingga dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan. Salah satu langkah pengendalian sumber daya air adalah penentuan kualitas air yang mencakup parameter fisika, kimia, dan biologi. Parameter fisika dan kimia yang dapat digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran, yaitu pengukuran suhu, pengukuran pH, konduktivitas listrik, *Total Dissolve Solid* (TDS), *Total Suspended Solid* (TSS), kandungan logam berat, dan kandungan fosfat (Nurbaya dan Sari, 2023).

Aprianto dan Afdal (2023) menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF) untuk mengidentifikasi pencemaran logam berat pada Sungai Batang Agam Kota Bukittinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sungai tersebut tercemar logam berat Mn sebesar 3646,6 ppm; Fe sebesar 27298 ppm; dan Zn sebesar 4058,3 ppm yang melebihi nilai ambang batas sesuai penetapan KMNLH 2010.

Tinjauan lokasi yang telah dilakukan terhadap Sungai Batang Agam Kota Payakumbuh ditemukan adanya peningkatan aktivitas masyarakat dan industri di sepanjang sungai diantaranya, yaitu jumlah wisatawan dan Pedagang Kaki Lima (PKL). Aktivitas lainnya seperti pasar, pabrik tahu, dan pertanian juga dapat berkontribusi membuat sungai menjadi tercemar. Hal ini ditandai dengan penurunan fungsi sungai yang mengakibatkan penyempitan badan sungai, pendangkalan, banjir, dan pencemaran sungai.

Berdasarkan peningkatan aktivitas tersebut akan dilakukan penelitian kualitas air Sungai Batang Agam Kota Payakumbuh. Penelitian ini menggunakan parameter fisika dan kimia, sehingga tingkat pencemaran air Sungai Batang Agam

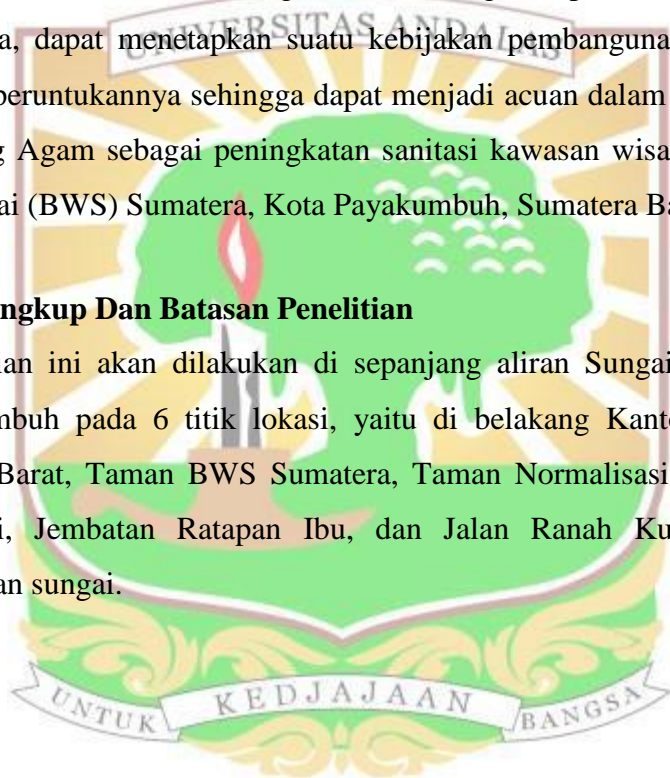
Kota Payakumbuh dapat teridentifikasi. Parameter yang diukur, yaitu temperatur, pH, konduktivitas listrik, TDS, TSS, dan kandungan logam berat (Zn, Cd, dan Pb).

1.2 Tujuan Dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat kualitas air pada Sungai Batang Agam Kota Payakumbuh berdasarkan parameter fisika dan kimia. Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh masyarakat dan pemerintah sebagai sumber informasi dasar dalam mengelola dan mengatasi pencemaran air sungai. Selain itu juga, dapat menetapkan suatu kebijakan pembangunan, pemanfaatan perairan, dan peruntukannya sehingga dapat menjadi acuan dalam pengelolaan air Sungai Batang Agam sebagai peningkatan sanitasi kawasan wisata Taman Balai Wilayah Sungai (BWS) Sumatera, Kota Payakumbuh, Sumatera Barat.

1.3 Ruang Lingkup Dan Batasan Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di sepanjang aliran Sungai Batang Agam Kota Payakumbuh pada 6 titik lokasi, yaitu di belakang Kantor Camat Kota Payakumbuh Barat, Taman BWS Sumatera, Taman Normalisasi Batang Agam, Taman Sahati, Jembatan Ratapan Ibu, dan Jalan Ranah Kubu Gadang di sepanjang aliran sungai.



BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Kualitas Air Permukaan

Air adalah suatu senyawa yang penting bagi semua kehidupan di Bumi. Air tidak memiliki rasa, tidak berwarna, dan tidak berbau. Namun, jika bahan pencemar masuk ke dalam air dapat mempengaruhi kualitas air dan daya serapnya (Armus dkk., 2022). Kualitas air di alam semakin lama semakin menurun karena dipengaruhi oleh aktivitas makhluk hidup. Kualitas air permukaan dapat ditentukan dengan membandingkan parameter yang diteliti terhadap baku mutu air. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 parameter yang digunakan seperti Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi baku mutu air Peraturan Pemerintah RI Nomor 22 Tahun 2021.

No	Parameter	Satuan	Kelas			
			I	II	III	IV
1	Suhu	⁰ C	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3
2	TDS	mg/L	1000	1000	1000	2000
3	TSS	mg/L	40	50	400	400
4	Ph	-	6-9	6-9	6-9	6-9
5	Cd	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01
6	Zn	mg/L	0,05	0,05	0,05	2
7	Pb	mg/L	0,03	0,03	0,03	0,5

(Sumber: Pemerintah Indonesia, 2021)

Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup menyatakan bahwa baku mutu air merupakan ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar yang dapat ditenggang keberadaannya di dalam air. Baku mutu air dibagi dalam beberapa kelas seperti yang diberikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kriteria baku mutu air berdasarkan kelas

Kelas	Klasifikasi
I	Untuk air baku air minum
II	Untuk prasarana atau sarana kegiatan rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, dan air untuk mengairi tanaman
III	Untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, dan air untuk mengairi tanaman
IV	Untuk mengairi tanaman

(Sumber: Pemerintah Indonesia, 2021)

2.2 Pencemaran Air

Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, menyatakan bahwa pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan. Pesatnya pertumbuhan penduduk meningkatkan aktivitas manusia sehingga mengakibatkan meningkatnya jumlah limbah yang dihasilkan. Limbah tersebut jika tidak dikelola dengan baik akan mengakibatkan pencemaran lingkungan termasuk pencemaran air.

Pencemaran air adalah peristiwa masuknya zat, energi, unsur, atau komponen lainnya ke dalam air yang mengakibatkan kualitas air terganggu. Kualitas ini ditandai dengan perubahan rasa, bau, dan warna (Sahabuddin, 2018). Pencemaran air dapat disebabkan oleh limbah pertanian, limbah rumah tangga, limbah industri, dan penangkapan ikan menggunakan racun.

2.3 Limbah

Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup menyatakan limbah sebagai sisa suatu kegiatan atau usaha. Limbah merupakan hasil buangan pada suatu saat

yang tidak dikehendaki lingkungan karena memiliki dampak dan tidak mempunyai nilai ekonomi. Berdasarkan karakteristiknya limbah dibedakan menjadi empat, yaitu limbah cair, limbah padat, limbah gas dan partikel, serta limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) (Armus dkk., 2022).

1. Limbah Cair

Limbah cair merupakan sampah cair yg berasal dari lingkungan masyarakat terutama terdiri dari air yg telah digunakan sekitar 0,1% berupa benda padat dari zat organik dan non organik. Contoh limbah cair adalah air sabun, air sisa deterjen, dan air tinja (Wiyanto dkk., 2017).

2. Limbah Padat

Limbah padat atau sampah padat merupakan suatu material yang berasal dari sisa hasil kegiatan industri maupun aktivitas domestik berbentuk padatan. Limbah padat secara kimiawi, terdiri dari bahan senyawa kimia organik dan anorganik. Contoh limbah padatan adalah kertas, plastik, kaleng, botol styrofoam, kain, dan lain sebagainya (Rukmana, R, dkk., 2021).

3. Limbah Gas dan Partikel

Limbah gas merupakan penambahan suatu gas ke udara yang melebihi kandungan alam akibat kegiatan manusia sehingga kualitas udara menurun. Limbah gas dapat dilihat dalam bentuk asap dan selalu bergerak sehingga penyebarannya menjadi luas. Zat pencemar limbah gas dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu, partikel dan gas. Contoh limbah gas adalah karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), nitrogen dioksida (NO₂), Sulfur dioksida (SO₂), dan asam klorida (HCl) (Rukmana, R, dkk., 2021).

4. Limbah Bahan Beracun dan Berbahaya (B3)

Limbah B3 merupakan suatu limbah yang sifat dan konsentrasinya mengandung bahan beracun dan berbahaya baik secara langsung maupun tidak langsung. Limbah B3 juga disebut sebagai bahan anorganik berbahaya yang bersifat teratogenik. Teratogenik adalah suatu bahan berbahaya yang dapat menghambat pertumbuhan menjadi tidak normal.

Salah satu contoh limbah B3 adalah baterai. Hal ini dikarenakan pada baterai terdapat senyawa kimia berupa logam berat, fenol, dan nitrit. Kandungan logam beratnya berupa timah, tembaga, merkuri, dan nikel. Fenol (C_6H_6O) yang terdapat dalam baterai merupakan suatu senyawa organik turunan dari benzena dengan gugus hidroksil (OH^-) yang terikat pada atom karbon dari cincin benzena. Selanjutnya, nitrit (NO_2) merupakan suatu senyawa turunan dari nitrogen dengan satu atom nitrogen yang terikat pada dua atom oksigen. Kandungan logam berat, fenol, dan nitrit ini sangat berbahaya bagi lingkungan terutama kesehatan manusia (Rukmana, R, dkk., 2021).

2.4 Parameter Pencemaran Air

Parameter pencemaran air digunakan untuk menentukan kualitas air perairan. Parameter pencemaran air juga digunakan sebagai indikator terjadinya pencemaran berdasarkan tingkat pencemaran yang terjadi. Parameter pencemaran air diantaranya adalah *Total Dissolved Solid (TDS)*, *Total Suspended Solid (TSS)*, konduktivitas listrik, temperatur, derajat keasaman (pH), dan logam berat.

1. *Total Dissolve Solid (TDS)*

Total Dissolve Solid (TDS) merupakan suatu parameter untuk menentukan jumlah material yang terlarut dalam air. Material tersebut diantaranya, yaitu karbonat, bikarbonat, sulfat, fosfat, klorida, nitrat, kalsium, dan lain-lain yang berasal dari pelapukan batu dan tanah. TDS juga merupakan jumlah zat padat terlarut pada air biasanya ditemukan pada larutan yang berasal dari limpahan aliran air dari tanah tercemar, limpahan pertanian, limpahan air pabrik, dan sumber air pengolahan pabrik (Khofifah dan Utami, 2022).

Konsentrasi TDS yang terionisasi pada suatu zat cair dapat mempengaruhi konduktivitas listrik zat cair. Semakin tinggi konsentrasi TDS yang terionisasi pada air, maka semakin besar nilai konduktivitas listrik larutan tersebut. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010 menyatakan bahwa standar TDS maksimum yang dapat diperbolehkan adalah 500 mg/liter atau 500 ppm seperti pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Klasifikasi nilai *Total Dissolve Solid* (TDS)

No	Nilai TDS (ppm)	Keterangan
1	< 50 – 250	Rendah, berarti air kekurangan mineral seperti kalsium, magnesium dan seng.
2	300-500	Ideal, berarti TDS pas sebagai air minum.
3	600-900	Airnya kemungkinan besar mengandung mineral Tidak bagus: pertimbangkan sistem reserve osmosis untuk menyaring TDS.
4	1000-2000	Tidak disarankan untuk digunakan sebagai air minum karena tingginya nilai TDS
5	>2000	Tidak dapat ditolerir karena nilai TDS lebih dari 2000 tidak aman dan penyaring yang biasa digunakan di rumah tangga tidak dapat menyaring tingkat kontaminasi ini

(Sumber: Permenkes RI No.492, 2010)

Salah satu metode untuk mengukur TDS, yaitu metode Gravimetri. Gravimetri adalah suatu metode analisis kuantitatif dilakukan dengan cara pengukuran berat komponen dalam keadaan murni setelah melalui proses pemisahan. Menurut Kurniati dkk., (2015) ada 3 cara dalam melakukan metode gravimetri, yaitu

a. Metode Pengendapan

Metode ini dilakukan dengan mengendapkan larutan yang menghasilkan endapan berbentuk kristal atau serbuk halus. Contohnya pembentukan kalsium oksida dengan melepaskan gas CO dan CO₂ yang berasal dari endapan kalsium oksalat.

b. Metode Pembebasan Gas atau Penguapan

Metode ini dilakukan dengan menguapkan sampel sehingga menyisakan zat yang tidak menguap kemudian ditimbang. Sehingga dapat ditentukan berapa nilai massa yang hilang. Contohnya penentuan kadar air dalam suatu sampel organik. Persamaan rumus untuk menentukan nilai TDS, yaitu Persamaan 2.1.

$$TDS = \frac{(m_1 - m_0)}{v} \times 1000 \tag{2.1}$$

dengan m adalah masa awal cawan penguap kosong (mg), m_1 adalah masa cawan

penguap berisi zat terlarut (mg), dan v adalah volume sampel (mL).

c. Metode Elektrolisis

Metode ini dilakukan dengan cara meletakkan larutan uji pada sel elektrolisis. Selama proses elektrolisis, logam yang telah mengendap pada katode kemudian dihitung massanya. Proses ini berlangsung dalam waktu lama. Contohnya penentuan logam tembaga (Cu) pada larutan sampel dielektrolisis dengan katode platina (Pt) pada kondisi asam dalam selang waktu tertentu.

2. Total Suspended Solid (TSS)

Total Suspended Solid (TSS) merupakan jumlah padatan partikel yang tersuspensi di dalam air. TSS juga merupakan sebuah padatan yang menyebabkan kekeruhan tidak larut pada air serta mengendap. Padatan tersuspensi yang terkandung dalam air dapat mengurangi penetrasi cahaya sehingga mempengaruhi regenerasi oksigen pada proses fotosintesis. TSS terdiri dari pasir halus, lumpur, dan jasad-jasad renik terutama yang diakibatkan oleh kikisan tanah atau erosi yang terbawa oleh air (Armus dkk., 2022). Padatan yang tersuspensi dalam air menyebabkan penurunan laju fotosintesis fitoplankton sehingga produktivitas utama pada air menurun dan rantai makanan terganggu. TSS dapat ditentukan dengan metode gravimetri menggunakan Persamaan 2.2

$$TSS = \frac{(m_1 - m_0)}{v} \times 1000 \quad (2.2)$$

dengan m_0 adalah masa awal filter (mg), m_1 adalah masa filter dan residu (mg), dan v adalah volume sampel (mL).

3. Konduktivitas Listrik

Konduktivitas listrik pada air berhubungan langsung dengan konsentrasi padatan larutan yang terionisasi dalam air. Ion-ion akan bergerak dalam larutan sehingga memindahkan muatan listrik (*ionic mobility*) sehingga dapat menciptakan kemampuan air dalam menghantarkan arus listrik. Konduktivitas listrik merupakan ukuran suatu kemampuan zat pada saat menghantarkan listrik dengan temperatur tertentu (Siswanto dkk., 2018). Nilai konduktivitas

listrik dapat diukur dengan menggunakan konduktivimeter.

Prinsip kerja dari konduktivimeter adalah ketika elektroda diberi gaya listrik untuk menggerakkan ion-ion pada larutan, ion-ion tersebut akan bergerak dari potensial tinggi ke potensial rendah. Pergerakan inilah yang menghasilkan arus listrik. Semakin banyak ion yang bergerak maka semakin besar nilai konduktivitas listriknya (Hendrawan, 2010). Nilai konduktivitas listrik pada berbagai jenis air dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Nilai konduktivitas listrik pada berbagai jenis air

No	Jenis Air	Konduktivitas (μS)
1	Air destilasi (Aquadess)	0,5-50
2	Air Hujan	30-2000
3	Air Tanah Segar	30-2000
4	Air Laut	45.000-55.000
5	Air Garam	>90.000

(Sumber: Denburgh dkk., 1982)

4. Temperatur

Temperatur merupakan suatu ukuran dari panas atau dinginnya suatu benda. Temperatur memberikan pengaruh terhadap proses-proses yang terjadi pada badan air. Temperatur air buangan biasanya lebih tinggi dibandingkan temperatur badan air sehingga berpengaruh terhadap proses biodegradasi. Kenaikan temperatur air dapat memberikan beberapa akibat, yaitu

- Mempercepat reaksi kimia.
- Menurunkan jumlah oksigen yang terlarut dalam air.
- Mengganggu kehidupan makhluk hidup didalam air.
- Dekomposisi bahan organik oleh mikroba meningkat.

5. Derajat Keasaman (pH)

Derajat Keasaman atau pH merupakan jumlah atau aktivitas ion hidrogen pada perairan. Nilai pH menggambarkan besarnya tingkat keasaman atau

kebasaan suatu perairan. Nilai pH adalah nilai suatu perbandingan dari konsentrasi ion hidroksida $[H^+]$ dan $[OH^-]$. Nilai pH air dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.3.

$$pH = -\text{Log}[H^+] \quad (2.3)$$

Jika $[H^+]$ lebih besar dari $[OH^-]$ maka larutan akan bersifat asam dan sebaliknya apabila $[H^+]$ lebih kecil dari $[OH^-]$ maka akan bersifat basa (Springer, 2014). Nilai pH dapat memberikan pengaruh terhadap kelarutan dan sifat-sifat senyawa kimia serta toksisitas dari jasad renik yang terdapat dalam perairan (Zamora dkk., 2016).

Ketika air sungai dalam kondisi alami atau belum tercemar memiliki nilai pH antara 6,5 sampai dengan 7,5. Air akan bersifat asam jika nilai pHnya kecil atau dibawah nilai pH normalnya. Sebaliknya jika nilai pHnya lebih besar atau diatas pH normal maka air akan bersifat basa. Pencemaran air seperti limbah dan bahan buangan industri dapat mengubah nilai pH air. Klasifikasi nilai pH pada diberikan Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Klasifikasi nilai pH

No	pH rata-rata	Sifat
1	6,5 – 7,5	Netral
2	<7	Asam
3	>7	Basa

(Sumber: Pemerintah Indonesia, 2021)

6. Kandungan Logam Berat

Logam berat adalah unsur logam dengan berat jenis $\geq 5 \text{ g/cm}^3$ mempunyai nomor atom 22 - 92 pada periode III sampai VII dalam susunan berkala dan termasuk logam transisi. Logam berat merupakan komponen alami di tanah. Komponen tersebut tidak dapat didegradasi (*non degradable*) ataupun dihancurkan. Logam berat ini dapat masuk ke tubuh manusia melalui makanan, minum, dan udara. Jika kadar logam berat itu rendah, logam berat akan

dimanfaatkan oleh tubuh sebagai pengaturan berbagai fungsi kimia dan fisiologi tubuh. Inilah yang disebut sebagai *trace element*, yaitu elemen kimia yang diperlukan oleh tubuh dalam jumlah yang kecil contohnya tembaga (Cu), zink (Zn), besi (Fe), dan selenium (Se). Namun, jika kadar logam berat itu tinggi, maka logam tersebut bersifat beracun dan berbahaya bagi makhluk hidup (Irianti dkk., 2017).

Menurut Irianti dkk., (2017) logam berat dapat diklasifikasi dalam beberapa kriteria, yaitu:

1. Berdasarkan sumbernya, logam berat terbagi atas:
 - a. Logam berat alami, yaitu logam berat yang terdapat di alam dengan jumlah yang relatif stabil contohnya tembaga, besi, seng, dan mangan.
 - b. Logam berat antropogenik, yaitu logam berat yang dihasilkan oleh aktivitas manusia contohnya merkuri, kadmium, timbal, dan kromium.
2. Berdasarkan sifat fisik dan kimianya, terbagi atas:
 - a. Logam berat alkali, yaitu logam berat yang memiliki satu elektron valensi contohnya adalah natrium (Na), kalium (K), rubidium (Rb), cesium (Cs), dan francium (Fr). Logam berat alkali tanah, yaitu logam berat yang memiliki dua elektron valensi contohnya adalah kalsium (Ca), strontium (Sr), barium (Ba), dan radium (Ra).
 - b. Logam transisi, yaitu logam berat yang memiliki elektron valensi yang tidak tetap contohnya adalah besi (Fe), nikel (Ni), tembaga (Cu), seng (Zn), mangan (Mn), kromium (Cr), vanadium (V), dan molybdenum (Mo).
 - c. Logam berat post-transisi, yaitu logam berat yang memiliki elektron valensi tetap contohnya adalah emas (Au), perak (Ag), platina (Pt), dan iridium (Ir).
3. Berdasarkan sifat racunnya, logam berat terbagi atas:
 - a. Logam berat non esensial adalah logam berat yang tidak dibutuhkan oleh tubuh manusia dan hewan untuk metabolisme dapat bersifat racun, bahkan dalam jumlah yang sangat kecil contohnya adalah merkuri (Hg), kadmium

(Cd), timbal (Pb) kromium (Cr), dan arsenik (As).

- b. Logam berat esensial adalah logam berat yang dibutuhkan oleh tubuh manusia dan hewan untuk metabolisme biasanya tidak bersifat racun dalam jumlah yang normal contohnya adalah tembaga (Cu), besi (Fe), seng (Zn), dan mangan (Mn).

Batasan kandungan logam berat untuk air yang dapat digunakan sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 sebagaimana pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Batasan kandungan logam berat untuk air

Jenis Logam Berat	Nilai Ambang Batas (mg/L)
Krom (Cr)	0,05
Seng (Zn)	0,05
Tembaga (Cu)	0,02
Timbal (Pb)	0,03
Aluminium (Al)	0,2
Besi (Fe)	0,3
Kadmium (Cd)	0,01
Merkuri (Hg)	0,001

(Sumber: Pemerintah Indonesia, 2021)

1. Timbal (Pb)

Timbal adalah jenis logam berat yang berkilau berwarna putih kebiruan atau kelabu keperakan. Timbal memiliki nomor atom 82 dengan massa jenis 207,20 g/mol, titik leleh 327⁰C dan titik didihnya 1755⁰C. Timbal dapat berubah menjadi kusam atau pudar jika berkontak langsung dengan udara sehingga akan bercampur membentuk kondisinya.

Menurut Lantech beberapa sifat khusus timbal, yaitu:

- Lembut dan mudah dibentuk.
- Sangat lunak dapat dipotong menggunakan tangan atau pisau.

- c. Sebagai bahan *coating*, karena tahan terhadap korosi dan karatan.
- d. Konduktor listrik yang lemah.
- e. Memiliki nilai kerapatan yang lebih besar dibandingkan logam lainnya (Irianti dkk., 2017).

Timbal digunakan dalam pembuatan gelas, penstabil senyawa-senyawa PVC, cat minyak, bahan bakar, zat pengoksidasi, pestisida, komponen baterai, pelapis kabel, pipa, pewarna, solder, dan amunisi.

2. Kadmium (Cd)

Kadmium merupakan logam alami yang berada di dalam perut bumi termasuk logam berat ter toksik memiliki nomor atom 48, massa atom 112,41 g, massa jenis $8,642 \text{ g/cm}^3$, titik leleh $320,9 \text{ }^\circ\text{C}$, titik didih 767°C , tekanan uap $0,013 \text{ Pa}$ di suhu 180°C . Kadmium biasanya ditemukan sebagai mineral terikat dengan unsur lain seperti oksigen, sulfur atau klorin. Logam ini tidak memiliki aroma khusus serta tidak berasa (Irianti dkk., 2017).

Kadmium berfungsi pada baterai isi ulang, komponen elektroda di baterai alkalin, dan sebagai pigmen serta pelapisan pada penstabil plastik. Pada pembuatan solder kadmium dimanfaatkan sebagai penjaga reaksi nuklir fisi. Kadmium secara alami berasal dari bijih bersama zink, timbal, dan tembaga. Kadmium jarang didaur ulang sehingga sering dibuang dengan limbah rumah tangga. Kadmium yang terbuang ini kemudian menjadi polusi biasanya bersumber dari industri terutama industri baterai, penggunaan pupuk, lumpur tanah pertanian, dan fungisida dengan kandungan Cd dan Zn.

3. Seng (Zn)

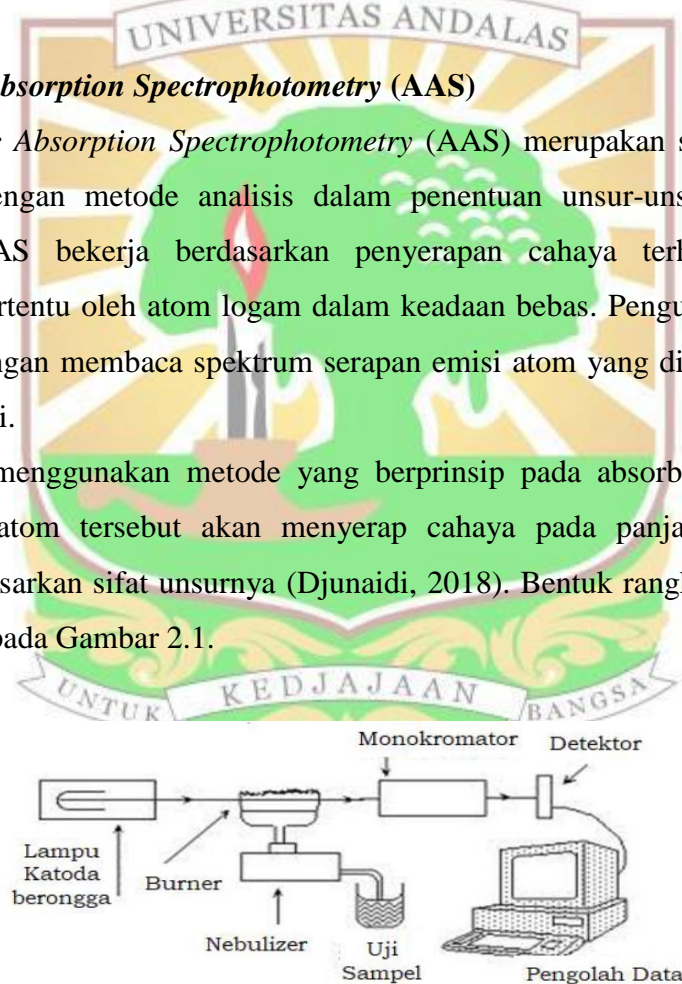
Seng (Zn) adalah salah satu unsur logam berat yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup dalam jumlah yang sedikit memiliki nomor atom 30. Seng merupakan jenis logam transisi, lunak, dan mudah ditempa. Keberadaan Zn dalam perut bumi yaitu sekitar 70 mg/L (Irianto, 2015). Seng memiliki peranan yang sangat penting dalam berbagai fungsi fisiologis, yaitu sebagai metabolisme, pertumbuhan dan perkembangan, sistem kekebalan tubuh, dan untuk reproduksi.

Seng juga dapat diperoleh dari berbagai sumber makanan, yaitu daging, kacang-kacangan, sayuran, dan biji-bijian. Kekurangan seng dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti diare, kebotakan, gangguan reproduksi, dan pertumbuhan terhambat. Namun, kelebihan Seng (Zn) dapat menyebabkan masalah kesehatan serta pencemaran lingkungan. Misalnya jika kandungan Zn melebihi nilai ambang batasnya akan menyebabkan rasa pada air. Seng (Zn) biasanya digunakan dalam industri besi baja, cat, tekstil, dan kertas serta bubur kertas. Pencemaran lingkungan oleh Seng (Zn) dapat berasal dari air hujan yang mengandung polutan, aktivitas industri, dan pertanian.

2.5 Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)

Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) merupakan suatu alat yang digunakan dengan metode analisis dalam penentuan unsur-unsur logam dan metaloid. AAS bekerja berdasarkan penyerapan cahaya terhadap panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas. Pengukuran AAS ini dilakukan dengan membaca spektrum serapan emisi atom yang dihasilkan ketika terkena radiasi.

AAS menggunakan metode yang berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom tersebut akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu berdasarkan sifat unturnya (Djunaidi, 2018). Bentuk rangkaian alat AAS dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Bentuk rangkaian uji Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) (Djunaidi, 2018)

Berdasarkan Gambar 2.1 bagian-bagian dari AAS adalah sebagai berikut, yaitu:

1. Lampu katoda berongga

Lampu katoda berongga digunakan sebagai sumber cahaya yang memancarkan cahaya dengan panjang gelombang tertentu sesuai dengan logam yang dianalisis.

2. Burner

Burner merupakan tempat pencampuran gas etilen dan aquades secara merata dan proses atomisasi yaitu, perubahan kabut atau uap garam unsur yang akan dianalisis menjadi atom-atom normal dalam nyala api.

3. Nebulizer

Nebulizer berfungsi untuk menyemprotkan sampel cair dalam bentuk aerosol atau kabut halus ke dalam alat atomisasi. Aerosol ini kemudian diarahkan ke nyala api atau tungku grafit agar molekul-molekul sampel dapat terdisosiasi menjadi atom bebas.

4. Monokromator

Monokromator berfungsi untuk memilih panjang gelombang spesifik sesuai dengan elemen yang dianalisis dan menyaring panjang gelombang lain yang tidak diperlukan. Hal ini dapat membantu meningkatkan selektivitas dan akurasi hasil analisis.

5. Detektor

Detektor berfungsi untuk mengukur intensitas cahaya yang melewati sampel setelah penyerapan cahaya oleh atom bebas. *Photomultiplier tube* (tabung penguat foton) biasanya digunakan sebagai detektor karena sangat sensitif terhadap cahaya yang intensitasnya rendah.

6. Pengolahan data

Data dari detektor kemudian dikirim ke komputer untuk dianalisis lebih lanjut. Komputer menghitung konsentrasi elemen berdasarkan sinyal yang terdeteksi menggunakan kurva kalibrasi atau metode kuantifikasi.

Kandungan logam berat pada limbah cair dapat dianalisis menggunakan AAS karena dapat memberikan gas emisi yang tajam dari suatu unsur secara spesifik. AAS menggunakan lampu katoda dengan memberikan tegangan tertentu

pada arus, kemudian logam memijar dan atom pada katodanya menguap. Atom ini akan tereksitasi yang mengemisikan radiasi pada panjang gelombang tertentu (Beaty dan Kerber, 1997).

Hukum yang berlaku pada AAS adalah hukum absorbansi sinar (Hukum Lambert-Beer). Hukum Lambert menyatakan jika suatu sumber sinar monokromatik melewati medium transparan, maka identitas sinar akan berkurang dengan bertambahnya ketebalan medium yang mengabsorpsi. Hukum Beer menyatakan bahwa intensitas sinar yang diteruskan akan berurutan secara eksponensial dengan bertambahnya konsentrasi spesi yang menyerap sinar tersebut. Berdasarkan hukum tersebut maka didapatkan hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi yang kemudian disebut Hukum Lambert-Beer dinyatakan menggunakan Persamaan 2.3 berikut:

$$A = -\log \frac{l_0}{l_t} = \epsilon bc \quad (2.3)$$

$$A = -\log \frac{l_0}{l_t} = -\log T \quad (2.4)$$

dengan A adalah absorbansi, l_0 merupakan intensitas sumber sinar, l_t sebagai intensitas sinar yang diteruskan, ϵ adalah absorptivitas molar (mol/liter), b merupakan panjang medium atau tebal nyala (nm), c merupakan konsentrasi atom-atom yang menyerap sinar (ppm), dan T merupakan transmitan (Beaty dan Kerber, 1997). Berdasarkan persamaan tersebut didapatkan bahwa besarnya absorbansi berbanding lurus dengan kadar-kadar atom pada tingkat dasar energi, sehingga absorbansi cahaya berbanding lurus dengan konsentrasi atom (Djunaidi, 2018).

2.6 Indeks Pencemaran (IP)

Indeks Pencemaran (IP) merupakan sebuah metode yang digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran terhadap parameter kualitas air. Indeks Pencemaran (IP) diperoleh dari resultan nilai maksimum dan nilai rerata rasio konsentrasi per-parameter terhadap nilai baku mutunya (Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2003). Pengelolaan kualitas air berdasarkan Indeks

Pencemaran (IP) berguna untuk memberi masukan saat pengambilan keputusan dalam menentukan kualitas badan air menurut peruntukannya.

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.115 Tahun 2003 tentang penentuan status mutu air dapat dilakukan dengan Metode STORET atau Metode Indeks Pencemaran. Berikut Persamaan 2.5 untuk penentuan Indeks Pencemaran:

$$PI_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})_M^2 + (C_i/L_{ij})_R^2}{2}} \quad (2.5)$$

dimana,

PI_j = Indeks Pencemaran air peruntukkan air (j)

C_i = konsentrasi parameter kualitas air (i) yang diperoleh dari hasil analisis sampel air pada suatu lokasi pengambilan sampel dari suatu alir sungai

L_{ij} = konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam Buku Peruntukkan Air (j)

$(C_i/L_{ij})_M$ = nilai C_i/L_{ij} maksimum

$(C_i/L_{ij})_R$ = nilai C_i/L_{ij} rata-rata

i = indeks parameter ke-1, 2, 3,

Menghitung indeks pencemaran air dilakukan dengan:

- a. Harga C_i/L_{ij} setiap parameter dihitung pada setiap lokasi pengambilan sampel.
- b. Jika nilai baku mutu L_{ij} mempunyai rentang dapat ditentukan menggunakan Persamaan 2.6 dan Persamaan 2.7

- Untuk $C_i \leq L_{ij}$ rata-rata

$$(C_i/L_{ij})_{baru} = \frac{\{C_i - (L_{ij})_{rata-rata}\}}{\{(L_{ij})_{min} - (L_{ij})_{rata-rata}\}} \quad (2.6)$$

- Untuk $C_i \geq L_{ij}$ rata-rata

$$(C_i/L_{ij})_{baru} = \frac{\{C_i - (L_{ij})_{rata-rata}\}}{\{(L_{ij})_{maks} - (L_{ij})_{rata-rata}\}} \quad (2.7)$$

- b. Nilai (C_i/L_{ij}) hasil pengukuran digunakan jika nilainya lebih kecil dari

1,0.

- c. Nilai (C_i/L_{ij}) baru digunakan jika hasil pengukuran (C_i/L_{ij}) lebih besar dari 1,0 ditentukan menggunakan Persamaan 2.8

$$(C_i/L_{ij})_{baru} = 1,0 + P \cdot \log(C_i/L_{ij})_{hasil\ pengukuran} \quad (2.8)$$

P merupakan sebuah konstanta yang nilainya ditentukan dengan bebas atau disesuaikan berdasarkan hasil pengamatan lingkungan dan atau persyaratan untuk suatu peruntukannya (biasa digunakan nilai 5).

- d. Nilai rata-rata dan maksimum diperoleh dari keseluruhan C_i/L_{ij} dimana,

$$(C_i/L_{ij})_R \text{ dan } (C_i/L_{ij})_M$$

- e. Nilai IP_j ditentukan menggunakan Persamaan 2.9, yaitu:

$$IP_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})_M^2 + (C_i/L_{ij})_R^2}{2}} \quad (2.9)$$

- f. Semua langkah ini diulangi untuk semua titik sampel.

Evaluasi terhadap nilai Indeks Pencemaran (IP) dapat dilihat pada Tabel 2.7 berikut:

Tabel 2.7 Hubungan nilai Indeks Pencemaran (IP) terhadap Mutu Air Perairan

Nilai IP	Mutu Perairan
$0 \leq PI_j \leq 1$	Memenuhi baku mutu (kondisi baik)
$1,0 < PI_j \leq 5$	Cemar ringan
$5,0 \leq PI_j \leq 10$	Cemar sedang
$PI_j > 10$	Cemar berat

(Sumber: Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2003)