

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hasil Penelitian Terdahulu

1. Dalam penelitian Kirjito, (2019) berjudul Titik Balik Evolusi Budaya Air Langit dengan Budaya Sains Eksperimental Air Langit (BSEAL)

dalam penggunaan air langit perlulah diapresiasi karena secara riset hal tersebut sudah terbukti kegunaannya. Penelitian ini dilakukan sains eksperimental M3T (Mudah, Murah, Mandiri, Terbukti) untuk diri sendiri. Metode yang digunakan adalah dengan metode elektrolisa yaitu dengan mengurai molekul Air H₂O menjadi dua ION positif (OH⁺) dan ION negatif (OH⁻) menggunakan listrik searah (DC) 220 v, max 500 mA. Dari hasil yang di dapatkan dengan pengujian dengan kandungan air TDS : 11 ppm, pH : 6.5 ORP : 160 mv dengan metode Elektrolisa setengah jam (90 menit) disetrum terdapat kenaikan TDS di tabung asam 3 ppm. Dalam proses ini, pH mengalami perubahan baik di asam maupun basa. Tabung asam dari 6.5 menjadi 5,5. Sedangkan di tabung basa ada kenaikan dari 6,5 menjadi 9,5. Perubahan ORP dari plus 160 mv naik menjadi 165 mv di tabung asam. Sedangkan di tabung basa ada penurunan ORP dari 160 mv ke 67 mv. Air di tabung basa dengan pH 10,6 TDS 41 ppm dan ORP minus (-) 56 adalah air yang bersifat alkali (basa) dan antioksidasi . Elektrolisa air langit ini menggunakan listrik DC 220 volt dan konduktor kawat 12 mili jenis titanium food grade dengan dua bejana 2 liter di kiri dan kanan untuk asam dan 6,5 liter di tengah untuk yang basa.

2. Dalam penelitian Trapsilasiwi, Karina Rindang,(2010) berjudul Aplikasi Elektrokoagulasi Menggunakan Pasangan Elektroda Aluminium Untuk Pengolahan Air Dengan Sistem Kontinyu

Penelitian elektrokoagulasi ini menggunakan sampel berupa efluen proses prasedimentasi PDAM Karang Pilang I Surabaya dengan kekeruhan 100-150 NTU dan pH 6-8. Penelitian ini dilakukan dengan sistem *batch* dan

kontinyu. Variasi yang digunakan pada sistem batch adalah waktu kontak (30, 45, 60, 120 detik) dan kuat arus (0,3; 0,6; 0,9; 1,2 A). Pada sistem kontinyu digunakan kuat arus 2 A dan variasi waktu kontak (9,8 menit; 12,25 menit; 16,33 menit). Variasi tersebut didapatkan dari kondisi yang paling efektif pada sistem *batch*. Dari hasil penelitian pada sistem *batch*, perlakuan dengan waktu kontak 120 detik dan kuat arus 0,9 A merupakan perlakuan paling efektif untuk menurunkan kekeruhan sebesar 87% serta warna sebesar 59,03%. Pada sistem kontinyu, perlakuan dengan waktu kontak 16,33 menit dan kuat arus 2 A merupakan perlakuan paling efektif untuk menurunkan kekeruhan sebesar 84,15% serta warna sebesar 52,43%. Dari hasil penelitian juga didapatkan bahwa biaya yang diperlukan untuk metode elektrokoagulasi 40% dari biaya untuk metode *jartest*.

Tabel II.1

Kajian Penelitian Terdahulu Dan Calon Peneliti

1.	Nama dan Judul	Kirjito Dalam penelitian berjudul Titik Balik Evolusi Budaya Air Langit dengan Budaya Sains Eksperimental Air Langit (BSEAL)
	Jenis Dan Desain	Eksperimen
	Lokasi	Laboratorium Udan TDS 30-60 antioksidan, Lereng Gunung Merapi
	Subjek dan Obyek	- Sampel Air Langit - parameter fisik TDS - parameter kimia pH
	Variabel	- Tegangan DC 220 volt - Variasi waktu 90 Menit (14.00-22.30) - Sampel 2 Liter - TDS 11ppm, pH 6,5 dan ORP 160mv Katoda (asam) dan Anoda (alkali)
	Metode Analisis	Dengan metode elektrokoagulasi listrik DC 220 Volt Kounduktor kawat 12 mili titanium dan 2 bejana asam dan basa

2.	Nama dan Judul	Trapsilasiwi, Karina Rindang Aplikasi Elektrokoagulasi Menggunakan Pasangan Elektroda Aluminium Untuk Pengolahan Air Dengan Sistem Kontinyu oleh Trapsilasiwi, Karina Rindang
	Jenis Dan Desain	Analitik Kualitatif
	Lokasi	PDAM Karang Pilang I Surabaya
	Subjek dan Obyek	- Air PDAM Karang Pilang I Surabaya - parameter fisik Kekeruhan, Warna - parameter kimia DHL dan pH
	Variabel	- Tegangan DC 220 volt - Variasi waktu 90 Menit (14.00-22.30) - Sampel 2 Liter - TDS 11ppm, pH 6,5 dan ORP 160mv
	Metode Analisis	Dengan Metode Eelektrokoagulasi sistem <i>batch</i> (waktu kontak,kuat arus dan tegangan) dan Metode Jarrest(dosis,berat,daya,waktu)

3.	Nama dan Judul	Dwi Rizal Pengaruh Variasi Waktu Dan Arus Terhadap Penurunan TDS Dan PH Pada Air Hujan Dengan Metode Elektrokoagulasi oleh Dwi Rizal
	Jenis Dan Desain	Eksperimen
	Lokasi	Jl Pandu no 282 RT 03 RW 02, Kel Tambran, Kec Magetan, Laboratorium di Poltekkes Kemenkes Surabaya Prodi DIII-Sanitasi
	Subjek dan Obyek	- Sampel Air - hujan - parameter fisik TDS - parameter kimia pH
	Variabel	- Tegangan DC 12 Volt - Variasi Waktu Kontak 2, 4, 6, 8 menit - Aliran Arus 0,4, 0,6 , 0,8 , 1,2 Amper - Sampel air 2 liter
	Metode Analisis	Dengan Metode Eelektrokoagulasi (waktu kontak, kuat arus)

B. Telaah Pustaka Yang Lain Yang Sesuai

1. Air

a. Definisi Air

Didalam UU No. 7 tahun 2004 tentang sumber daya air mengatakan bahwa yang dimaksud dengan air adalah semua air yang terdapat pada, diatas ataupun dibawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan dan air laut yang berada di darat. Semua air yang terdapat pada permukaan tanah disebut air permukaan. Air yang terdapat didalam lapisan tanah atau bantuan dibawah permukaan tanah disebut dengan Air Tanah. Sumber air adalah tempat atau wadah air alami dan buatan yang terdapat pada, diatas ataupun dibawah permukaan tanah.

Sedangkan menurut Peraturan Menteri Kesehatan No.32 tahun 2017 dinyatakan bahwa yang dimaksud dengan air adalah Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia yang dapat berupa parameter wajib dan parameter tambahan. Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi tersebut digunakan untuk memelihara kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian. Selain itu Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi dapat digunakan sebagai air baku air minum.

b. Sumber Air Bersih

Air merupakan kebutuhan dasar yang sangat sulit dibutuhkan oleh makhluk hidup. Air juga sangat membantu kebutuhan dalam setiap rumah tangga, kegiatan pertanian, ekonomi, dan industry. Permasalahan air setiap hari semakin kompleks. Masalah yang umum dihadapi saat ini adalah konsumsi air yang terus meningkat dan diikuti dengan penambahan penduduk yang semakin tahun semakin meningkat,

sedangkan sumber air bersih semakin menurun dari segi kualitas dan kuantitas menurut (Nugraha Sadeli Utama, 2019).

Air menutupi hampir 71% permukaan bumi dengan sebagian besar terdapat di laut dan pada lapisan-lapisan es di kutub, serta sisanya terdapat pada awan, hujan, sungai, muka air tawar, dan uap air. Air dalam obyek-obyek tersebut bergerak mengikuti suatu siklus air, yaitu: melalui penguapan, hujan, dan aliran air di atas permukaan tanah (runoff, meliputi mata air, sungai) menuju laut. Badan air terbesar terdapat di laut sebesar 97% dan 3% sisanya adalah air tawar yang digunakan sebagai penunjang kehidupan sehingga air bersih menjadi kebutuhan dasar manusia.

Macam-macam air dan pembagiannya antara lain(Wicaksono *et al.*, 2019) :

1) Air Permukaan

Air hujan adalah air yang mengalir di atas permukaan bumi dikarenakan tidak mampu terserap ke dalam tanah (lapisan tanah bersifat rapat air) sehingga sebagian besar air akan tergenang dan cenderung mengalir menuju daerah yang lebih rendah. Contoh air permukaan antara lain air sungai, air danau, dan air laut.

2) Air Angkasa,

Air angkasa adalah air yang berasal dari udara atau atmosfer yang jatuh ke permukaan bumi. Komposisi air yang terdapat di lapisan udara berkisar 0,001% dari total air yang ada di bumi. Contoh air angkasa antara lain air hujan, air salju, dan air es.

3) Air tanah,

Air tanah adalah jenis air yang terletak di bawah lapisan tanah dan menyumbang sekitar 0,6% dari total air di bumi. Hal ini menjadikan air tanah lebih banyak daripada air sungai dan danau apabila digabungkan meupun air yang terdapat di atmosfer. Pengelompokkan air tanah menurut letaknya terbagi menjadi:

a) Air Tanah Freatik

Air tanah Freatik adalah air dangkal yang berada tidak jauh dari permukaan tanah sekitar 9-15 meter di bawah permukaan tanah. air tanah dangkal umumnya bening, namun pada beberapa tempat air freatik ini dapat tercemar seperti memiliki kandungan Fe dan Mn yang tinggi.

b) Air Tanah Artesis

Air tanah artesis dalam yang terletak di bawah lapisan tanah kedap air pertama dengan kedalaman sekitar 80-300 meter. Kualitas air lebih baik dibandingkan air tanah dangkal.

c) Air Tanah Meteorit (Vados)

Air tanah Meteorit (Vados) adalah air yang berasal dari hujan/presipitasi sebelum terjadi proses kondensasi air di atmosfer dan tercampur dengan debu meteor. Perlu diketahui bahwasetiapa saat meteor berukuran kecil bergesekan dengan atmosfer dan habis sebelum mencapai permukaan bumi.

c. Karakteristik Air Bersih

Air memiliki karakteristik yang khas menurut (Wicaksono *et al.*, 2019) yang dapat berupa karakteristik fisik dan kimiawi. Karakteristik fisik air terdiri dari kekeruhan, temperatur, warna, kandungan zat padat, bau, dan rasa. Sedangkan karakteristik kimiawi air terdiri dari pH, DO (Dissolved Oxygent), BOD (Biological Oxygent Demand), COD (Chemical Oxygent Demand)kesadahan, dan senyawa-senyawa kimia beracun seperti Fe dan Mn. Air bersih merupakan salah satu jenis sumber daya berbasis air yang bermutu baik dan biasa dimanfaatkan oleh manusia untuk dikonsumsi atau dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Karakteristik air bersih antara lain:

- 1) Jernih, tidak berbau, dan tidak berwarna.
- 2) Suhunya sebaiknya sejuk dan tidak panas.
- 3) Bebas unsur-unsur kimia yang berbahaya seperti besi (Fe), seng (Zn), raksa (Hg), dan mangan (Mn).

- 4) Tidak mengandung unsur mikrobiologi yang membahayakan seperti coli dan total coliforms.

Air bersih yang dapat dimanfaatkan disarankan agar memenuhi syarat standart baku mutu sebagai kualitas air bersih menurut Permenkes 416 tahun 1990.

d. Persyaratan Kualitas Air Bersih

Menurut(U. S. Utara *et al.*, 2018), persyaratan kesehatan untuk air bersih dan air minum meliputi persyaratan bakteriologis, kimiawi, radioaktif, dan fisik.

1) Persyaratan Fisik

Persyaratan fisika air bersih terjadi atas kondisi fisik air pada umumnya, yaitu kejernihan, suhu, derajat keasaman(pH), bau, dan warna. Dalam bagian fisik ini sebenarnya penting untuk aspek kesehatan dan juga langsung dapat berhubungan dengan kualitas fisik air yakni keasaman dan suhu. Selain itu sifat fisik air juga penting untuk menjadi indikator tidak langsung pada persyaratan kimia dan biologis, misalnya bau dan warna air.

2) Persyaratan Bakteriologis

Persyaratan bakteriologis merupakan air bersih tersebut tidak mengandung mikroorganisme yang nantinya menjadi infiltran dalam tubuh manusia. Mikroorganisme itu dapat dibagi dalam empat (4) grup, yaitu bakteri, parasit, kuman, dan virus. Dari keempat macam mikroorganisme tersebut, parameter kualitas air pada umumnya adalah bakteri, seperti *Eschericia coli*.

3) Persyaratan Radioaktif

Dalama persyaratan apapun bentuk radioaktivitas efeknya sama, yakni menimbulkan kerusakan pada sel yang terpapar. Kerusakan sehingga dapat berupa kematian sel, perubahan komposisi genetik, dan lain-lain. Kematian sel dapat diganti kembali apabila sel bergenerasi dari sel tidak mati sepenuhnya. Perubahan pada genetik dapat menimbulkan penyakit seperti kanker dan mutasi. Sinar alpha,

beta, dan gamma mempunyai kemampuan menembus jaringan tubuh manusia. Persyaratan radioaktif sering juga dimasukkan sebagai bagian dari persyaratan fisik, namun sering dipisahkan karena jenis pemeriksaan yang bervariasi. Pada wilayah tertentu seperti wilayah disekitar reaktor nuklir isu radioaktif menjadi penting untuk kualitas air.

4) Persyaratan Kimia

Persyaratan Kimia merupakan hal yang sangat penting karena terdapat banyak kandungan kimiawi air yang dapat mengakibatkan kesehatan memburuk, karena hal ini tidak sesuai dengan proses biokimia tubuh. Bahan kimia seperti nitrat (NO_3), arsenic (As), dan berbagai macam logam berat khususnya mangan (Mn) dan besi (Fe) yang berlebihan dapat menimbulkan gangguan pada organ tubuh manusia karena dapat berubah menjadi racun dalam tubuh.

2. Air Minum

a. Definisi Air Minum

Kualitas Air Minum, air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang melali syarat dan dapat langsung diminum. Air minum harus terjamin dan aman bagi kesehatan, air minum aman bagi kesehatan harus memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan. Parameter wajib merupakan persyaratan kualitas air minum yang wajib diikuti dan ditaati oleh seluruh penyelenggara air minum, sedangkan parameter tambahan dapat ditetapkan oleh pemerintah daerah sesuai dengan kondisi kualitas lingkungan daerah masing masing dengan mangacu pada parameter tambahan yang ditentukan oleh (Permenkes No. 492/Th, 2010) Persyaratan Kualitas Air Minum.

Berdasarkan penjabaran diatas maka kita dapat menyimpulkan bahwa air minum merupakan suatu kebutuhan utama bagi

kelangsungan hidup makhluk hidup, terutama manusia yang sangat berpengaruh terhadap kesehatan tubuh yang sangat membutuhkan air untuk melakukan aktivitas dan kehidupan sehari-hari. Jika hal ini sudah terpenuhi maka kualitas hidup manusia akan meningkat dan juga dapat meningkatkan derajat kesehatan bagi manusia. Tanpa adanya air minum maka manusia tidak bisa melaksanakan kegiatan sehari-hari dengan baik. Bukan itu saja air yang di konsumsi harus memenuhi syarat seperti yang di jelaskan di atas mengacu pada kualitas air minum yang di tentukan oleh Permenkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

b. Karakteristik Air Minum

Berdasarkan persyaratan kualitas air minum yang tertuang pada (Permenkes No. 492/Th, 2010) tentang Persyaratan Kualitas Air Minum syarat-syarat meliputi persyaratan bakteriologis, kimiawi, radioaktif dan fisik.

Tabel II.2
Parameter pada persyaratan kualitas air minum Permenkes RI
No. 492/Menkes/Per/IV/2010

No	PARAMETER	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1.	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an-organik		

	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Fluoride		1,5
	3) Total Kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit		3
	6) Nitrat	mg/l	50
	7) Sianida		0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2.	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau	TCU	Tidak berbau
	2) Warna		15
	3) TDS	mg/l	500
	4) Kekeruhan		5
	5) Rasa	NTU	Tidak berasa
	6) Suhu	⁰ C	Suhu udara ±3
	b. Parameter Kimia		
	1) Alumunium	mg/l	0,2
	2) Besi		0,3
	3) Kesadahan	mg/l	500
	4) Khlorida		250
	5) Mangan	mg/l	0,4
	6) pH		6,5-8,5
	7) seng		3
	8) sulfat	mg/l	250
	9) tembaga	mg/l	2

Keterangan :

mg = milligram

ml = mililiter

L = Liter

Bg = Beguerel

NTU = Nepnelometrik turbidity units

TCU = True Colour Units

Logam berat merupakan logam terlarut

(Sumber:(Permenkes No. 492/Th.2010, 2010)

3. Iklim

a. Pengertian Iklim

Iklim adalah rata-rata keadaan cuaca di suatu wilayah dalam jangka waktu yang cukup lama, minimal 30 tahun (berdasarkan ketentuan World Meteorological Organization), yang sifatnya relatif tetap (Norman & Riwo Kaho, SP, 2014). Perubahan iklim menyebabkan terjadinya perubahan pola hujan, pergeseran musim, kenaikan suhu, dan kenaikan muka air laut. Salah satu dampak perubahan iklim di sektor pertanian yaitu kegagalan panen akibat kejadian iklim ekstrim semakin sering terjadi dan semakin informasi cuaca yang selalu yang terkini (up to date) menurut (Anwar et al., 2019).

b. Komponen-Komponen Iklim

1) Radiasi Sinar Matahari

Radiasi matahari adalah peristiwa yang terjadi pada atmosfer yang dianggap penting bagi sumber kehidupan. Energi matahari merupakan penyebab utama dari perubahan dan pergerakan dalam atmosfer sehingga dapat dianggap 7-8 sebagai pengendali iklim dan cuaca. Matahari memancarkan sinar yang pada umumnya mempunyai gelombang pendek, sedangkan dari bumi dipancarkan gelombang panjang (Gunarsih , 2012).

2) Suhu atau Temperatur

Suhu adalah ukuran derajat panas atau dingin suatu benda. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu disebut termometer. Suhu menunjukkan derajat panas benda. Mudahnya, semakin tinggi suhu suatu benda, semakin panas benda tersebut. Secara mikroskopis, suhu menunjukkan energi yang dimiliki oleh suatu benda. Setiap atom dalam suatu benda masing-masing bergerak, baik itu dalam bentuk perpindahan maupun gerakan di tempat berupa getaran. Makin tingginya energi atom-atom penyusun benda, makin tinggi suhu benda tersebut. Suhu juga disebut temperatur, satuan suhu adalah Kelvin (K). Skala-skala lain

adalah Celcius, Fahrenheit, dan Reamur (Kreith, 1991) dalam (Sinambela et al., 2008).

3) Tekanan Udara

Tekanan udara adalah tekanan yang ada pada suatu lokasi yang disebabkan oleh berat dari udara yang ditarik oleh gravitasi ke permukaan bumi. Artinya, semakin banyak udara yang ada di suatu wilayah, maka semakin tinggi pula tekanan atmosfer. Alat ukur dalam tekanan udara adalah barometer dengan Satuan milibar (mb) atau Hecto Pascal (hPa).

4) Awan

Awan adalah kumpulan tetesan air (kristal-kristal es) di dalam udara yang ada di atmosfer yang terjadi karena adanya pengembunan/pemadatan uap air yang terdapat dalam udara setelah melampaui keadaan jenuh. Awan adalah cikal-bakal terjadinya hujan, namun bisa atau tidaknya awan menimbulkan hujan tergantung pada musim. Kondisi awan dapat berupa cair, gas, atau padat karena sangat dipengaruhi oleh keadaan.

5) Kelembaban

Kelembaban merupakan suatu tingkat keadaan lingkungan udara basah yang disebabkan oleh adanya uap air. Tingkat kejenuhan sangat dipengaruhi oleh temperatur. Jika tekanan uap parsial sama dengan tekanan uap air yang jenuh maka akan terjadi pemadatan. Secara matematis kelembaban relative (RH) didefinisikan sebagai prosentase perbandingan antara tekanan uap air parsial dengan tekanan uap air jenuh. Kelembaban dapat diartikan dalam beberapa cara. Relative Humidity secara umum mampu mewakili pengertian kelembaban untuk alat ukur kelembaban adalah hygrometer dengan satuan peresen (%). (Lagiyono, 2012) dalam (Smith, 2016)

4) Angin

Angin merupakan gerakan atau perpindahan massa udara dari satu tempat ke tempat lain secara horizontal. Massa udara adalah udara dalam ukuran yang sangat besar yang mempunyai sifat fisik yang seragam dalam arah yang horizontal. Sifat massa udara ditentukan oleh daerah di mana massa udara terjadi, jalan yang dilalui oleh massa udara, dan umur dari massa udara itu. Gerakan angin berasal dari daerah yang bertekanan tinggi ke daerah yang bertekanan rendah. Terdapat banyak jenis-jenis angin seperti angin darat, angin laut, angin gunung, angin lembah dan angin lokal (Fohn) yang sifatnya kering. Angin lokal ini biasanya tidak begitu baik bagi tanaman karena sifatnya yang kering sehingga menyebabkan besarnya evaporasi dan transpirasi yang akan dilakukan oleh tanaman untuk alat ukur angin adalah Anemometer.

5) Evaporasi

Penguapan (evaporasi) adalah perubahan suatu zat cair menjadi uap pada beberapa suhu dibawah titik didihnya. Sebagai contoh, air ketika ditempatkan pada wadah dangkal yang terbuka ke udara, tiba – tiba menghilang, kecepatan penguapan bergantung molekul– molekul yang dekat dengan permukaan zat cair tersebut selalu terdapat cukup energi panas untuk mengatasi gaya kohesi sesama molekul kemudian melepaskan. Kecepatan penguapan bergantung pada suhu zat cair tersebut, seberapa kuat ikatan antar molekul dalam zat cair tersebut, luas permukaan zat cair, suhu, tekanan, dan pergerakan udara di sekitar hingga penguapan tersebut dapat terjadi. Beberapa faktor yang mempengaruhi kecepatan penguapan zat cair dalam (Assomadi et al., n.d.)

6) Presipitasi

Presipitasi adalah peristiwa di mana air jatuh dari atmosfer ke permukaan bumi, baik daratan maupun laut dalam berbagai

bentuk, misalnya seperti curah hujan yang terjadi antara daerah yang beriklim tropis dan juga sedang. Terjadinya Precipitation ini merupakan suatu peristiwa yang bersifat klimatik atau alamiah. Artinya, Presipitasi merupakan suatu proses perubahan wujud dari uap air yang ada di atmosfer menjadi curah hujan sebagai bentuk dari akibat adanya proses kondensasi. Precipitation merupakan salah satu faktor yang memainkan peran sangat penting dalam upaya mengendalikan terlaksananya siklus hidrologi yang terjadi dalam suatu wilayah.

4. Hujan

a. Pengertian Hujan

Hujan adalah bentuk presipitasi yang berbentuk cairan yang turun sampai ke bumi. Presipitasi adalah proses pengembunan di atmosfer. Menurut (Wicaksono *et al.*, 2019) Jadi, proses terjadinya air hujan adalah jalannya bentuk presipitasi berbentuk cairan yang turun sampai ke bumi. Hujan terbentuk dari titik-titik air yang terpisah dari awan jatuh ke bumi. Sebelum terjadinya hujan, pasti ada awan karena awan adalah penampung uap air dari permukaan bumi. Air yang ada di permukaan bumi baik laut, sungai atau danau menguap karena panas dari sinar matahari. Uap air ini akan naik dan menjadi awan. Awan yang mengandung uap air ini akan terkumpul menjadi awan yang mendung. Pada suhu tertentu di atmosfer, uap air ini akan mengembun dan turun menjadi hujan.

Air hujan yang jatuh memiliki kualitas yang cenderung baik, akan tetapi apabila air hujan dikumpulkan dari atap bangunan tetap akan mengalami kontaminasi dari dekomposisi bahan organik, material atap, dan polutan di udara menurut (Zulkarnain & Raharjo, 2013). Pemurnian air adalah sebuah proses yang dilakukan untuk membuat air dapat diterima untuk penggunaan air minum, proses industri, medis dan penggunaan lainnya. Tujuan pemurnian air adalah menghilangkan

zat pencemar yang ada dalam air atau mengurangi kadarnya agar air menjadi layak untuk dipergunakan (Asnaning & Saputra, 2018).

Penggunaan air hujan (Noorvy dkk, 2009) adalah sebagai salah satu alternatif sumber air yang sangat potensial untuk diterapkan di Indonesia mengingat Indonesia adalah negara tropis yang memiliki curah hujan yang tinggi. Perubahan iklim tersebut menyebabkan periode hujan dan jumlah hujan menjadi lebih panjang dan besar, sehingga memerlukan adanya inovasi untuk memanfaatkan sumber air alam, hujan yang dapat dipanen dan diolah untuk konsumsi rumah tangga (Asyfiradayati, 2017).

b. Jenis-Jenis Hujan

Hujan dapat dibedakan menjadi lima (5) bagian menurut (Djoko, 2019) pembagiannya dibagi berdasarkan factor yang menyebabkan hujan tersebut

- 1) Hujan siklonal, yaitu hujan yang terjadi karena udara panas yang naik disertai dengan angin berputar.
- 2) Hujan Zenithal, yaitu hujan yang sering terjadi di daerah sekitar ekuator (garis khayal yang membagi bumi menjadi bagian utara dan selatan), akibat pertemuan Angin Pasat Timur Laut dengan Angin Pasat Tenggara. Kemudian angin tersebut naik dan membentuk gumpalan-gumpalan awan di sekitar ekuator yang berakibat awan menjadi jenuh dan turunlah hujan.
- 3) Hujan Orografis, yaitu hujan yang terjadi karena angin yang mengandung uap air yang bergerak horizontal. Angin tersebut naik menuju pegunungan, suhu udara menjadi dingin sehingga terjadi kondensasi. Terjadilah hujan di sekitar pegunungan.
- 4) Hujan Frontal, yaitu hujan yang terjadi apabila massa udara yang dingin bertemu dengan massa udara yang panas. Tempat pertemuan antara kedua massa itu disebut bidang front. Karena lebih berat, massa udara dingin menjadi lebih berada di bawah. Hujan Muson atau Hujan Musiman, yaitu hujan yang terjadi

karena Angin Musim (Angin Muson). Penyebab terjadinya Angin Muson adalah karena adanya pergerakan semu tahunan Matahari antara Garis Balik Utara dan Garis Balik Selatan. Di Indonesia, hujan muson terjadi di bulan Oktober sampai April. Sementara di kawasan Asia Timur terjadi di bulan Mei sampai Agustus. Siklus inilah yang menyebabkan adanya musim penghujan dan musim kemarau.

c. PAH

1) Definisi Penampungan Air Hujan

Menurut Worm dan Hattum (2006), pengumpulan limpasan air hujan dalam memenuhi kebutuhan air domestik, pertanian dan untuk manajemen lingkungan. Dalam penampungan air hujan terdapat tiga alasan yang mendasari pembuatan disebut penampungan air hujan, yaitu :

- a) Meningkatkan kebutuhan air di saat kebutuhan air semakin meningkat dan banyaknya kerusakan pada sistem suplai air bersih, penampungan air hujan dapat dijadikan sebagai alternatif kebutuhan air.
- b) Ketersediaan air dari sumber air seperti danau maupun air tanah bersifat fluktuatif. Menampung air hujan untuk memenuhi kebutuhan domestik dapat dilakukan sebagai variasi pemenuhan kebutuhan air.
- c) Sumber air tradisional biasanya terletak pada jarak yang jauh dari lokasi pemukiman. Menampung air hujan dekat dengan lokasi pemukiman dapat mempermudah akses dalam mendapatkan air.
- d) Air hujan memiliki kualitas lebih baik. Kualitas suplai air Sumber air yang telah ada dapat terkena polusi dari industri, limbah rumah tangga, maupun intrusi air laut.

Menurut Skinner (2004), beberapa komunitas di dunia telah mempraktekkan penampungan air hujan secara tradisional. Selain

itu penampungan air hujan bukan hanya teknologi yang sesuai untuk negara berkembang saja namun juga dipromosikan di negara maju seperti Australia. Penerapan penampungan air hujan sesuai ketika :

- (1) Adanya pola hujan yang cocok.
- (2) Kepala keluarga maupun komunitas mau menggunakan air hujan.
- (3) Sumber air yang lain tidak tersedia atau hanya tersedia musiman, terkena polusi, berada di lokasi yang cukup jauh, atau tidak bisa diandalkan. (Hujan, 2006)

Menurut Worm dan Hattum (2006), beberapa kelebihan dan kekurangan dari penampungan air hujan dapat dilihat pada tabel.

Tabel II.3
Kelebihan dan Kekurangan PAH

NO	KELEBIHAN	KEKURANGAN
1.	Konstruksi yang sederhana	Merupakan investasi dengan biaya yang tinggi
2.	Perawatan yang baik karena dilakukan oleh pengguna	Memerlukan perawatan yang rutin
3.	Menghasilkan kualitas air yang baik	Kualitas air dipengaruhi oleh polusi (udara)
4.	Tidak memberikan dampak buruk pada lingkungan	Pada kasus musim kering yang panjang dapat terjadi masalah dalam ketersediaan air
5.	Penyediaan air sesuai dengan tingkat konsumsi	Suplai terbatas pada ukuran atap dan tampungan
6.	Tidak dipengaruhi kondisi geologi dan topografi	

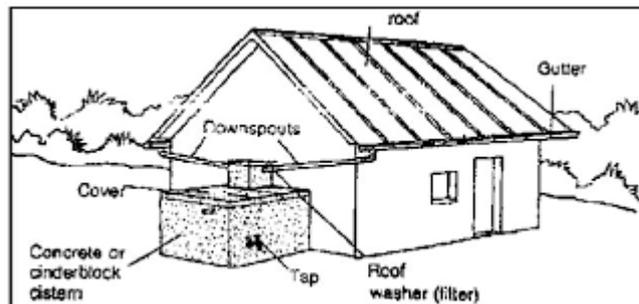
Sumber : Menurut Worm dan Hattum (2006)

d. Pemanenan Air Hujan

Menurut (Maryono dan Santoso, E.N., 2006) teknik pemanenan air hujan atau disebut juga dengan istilah rain water harvesting

didefinisikan dalam suatu cara pengumpulan atau penampungan air hujan atau aliran permukaan pada saat curah hujan tinggi untuk selanjutnya digunakan pada waktu air hujan rendah. Dilihat dari ruang lingkup implementasinya, teknik ini dapat digolongkan dalam 2 (dua) kategori, yaitu (Silvia & Safriani, 2018):

- 1) Teknik pemanenan air hujan dengan atap bangunan (roof top rain water harvesting), dan
- 2) Teknik pemanenan air hujan (dan aliran permukaan) dengan bangunan reservoir, seperti dam parit, embung, kolam, situ, waduk dan sebagainya.



Sumber : (Harsoyo, n.d.)

Perbedaan dari kedua kategori di atas adalah bahwa untuk kategori yang pertama, ruang lingkup implementasinya adalah pada skala individu bangunan rumah dalam suatu wilayah permukiman atau perkotaan. Sementara untuk kategori kedua skalanya lebih luas, biasanya untuk suatu ahan pertanian dalam suatu wilayah DAS ataupun sub DAS (Silvia & Safriani, 2018).

Pemanenan air hujan atau rain water harvesting adalah teknik pengumpulan dan penyimpanan air hujan yang jatuh di atas bangunan, jalan maupun lapangan waktu musim hujan untuk memanfaatkan air dan digunaka pada aktivitas dalam dan luar. Rain water harvesting merupakan komponen penting dari pengelolaan air perkotaan dan memiliki manfaat sekunder sebagai perluasan penggunaan air hujan dan teknologi inovatif sederhana. Teknologi sederhana ini juga memiliki potensi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dari proses pengolahan

air yang berkontribusi terhadap perubahan iklim (Silvia & Safriani, 2018).

e. Kandungan Kimia Air Hujan

Semua jenis cairan yang berasal dari atmosfer dinamakan presipitasi Nicholson (2005). Menurut Tjasyono (2004) menyatakan bahwa presipitasi sebagai bentuk air cair dan padat (es) yang jatuh ke permukaan bumi. Hujan adalah bentuk endapan yang sering dijumpai, dan di Indonesia yang dimaksud dengan endapan adalah curah hujan. Hujan secara alami bersifat asam (pH 5,6) karena karbondioksida (CO₂) di udara dapat larut dalam air hujan dan menghasilkan senyawa yang bersifat asam. Hujan asam terjadi karena tingginya gas sulfur dioksida (SO₂) dan nitrogen dioksida (NO₂). Zat-zat ini apabila berdifusi ke atmosfer dan bereaksi dengan air akan membentuk asam sulfat dan asam nitrat dan kemudian jatuh bersama air hujan. (Wardhani & Ihwan, 2015)

Pada kandungan kimia air hujan terdapat kandungan senyawa kimia air hujan meliputi : asam nitrat, asam sulfat, Garam, pH, CO₂, SO₂, NO₂

Dalam Penelitian yang dilakukan .(Wardhani & Ihwan, 2015) selama tiga bulan dari bulan April, Mei dan Juni di Balai pengamatan Dirgantara Pontianak untuk mengetahui pengaruh gas CO₂, SO₂ dan NO₂ terhadap tingkat keasaman air hujan di wilayah tersebut. Penelitian dilakukan dengan menghitung konsentrasi gas CO₂, SO₂ dan NO₂ di udara, kemudian dengan menggunakan persamaan kimia didapatkan nilai pH air hujan akibat absorpsi gas tersebut. Nilai perhitungan kemudian dibandingkan terhadap nilai pH air hujan observasi yang terukur setiap minggu selama tiga bulan. Selain itu dilakukan juga analisis kadar gas CO₂.

f. Prinsip – Prinsip Pemanenan Air Hujan

Dalam siklus hidrologi, air hujan jatuh ke permukaan bumi, sebagian masuk ke dalam tanah, sebagian menjadi aliran permukaan dan sebagian besar masuk ke sungai yang akhirnya bermuara di laut. Air hujan yang jatuh ke bumi tersebut menjadi sumber air bersih bagi makhluk hidup, namun kadang sering menimbulkan banjir pada musim penghujan, karena air hujan tidak dapat meresap ke tanah seiring dengan menurunnya daerah resapan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka perlu dipertahankan keseimbangan neraca air tanah melalui proses pengambilan dan pengisian air hujan (presipitasi dan infiltrasi) dengan meresapkan air hujan ke dalam pori-pori/rongga tanah atau batuan serta dilakukan upaya konservasi air. Prinsip dasar konservasi air adalah mencegah atau meminimalkan air yang hilang sebagai aliran permukaan dan menyimpannya semaksimal mungkin ke dalam tubuh bumi. Atas dasar prinsip ini, maka curah hujan yang berlebihan pada musim hujan tidak dibiarkan mengalir ke laut atau sungai tetapi ditampung dalam suatu wadah yang memungkinkan air kembali meresap ke dalam tanah (ground water recharge) melalui upaya pemanfaatan air hujan. Pemanfaatan air hujan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain curah hujan, nilai kelulusan batuan (konduktivitas hidrolis), luas tutup bangunan, muka air tanah dan lapisan akuifer.

g. Keuntungan Penggunaan Air Hujan

Berdasarkan UNEP (2001), beberapa keuntungan penggunaan air hujan sebagai salah satu alternatif sumber air bersih adalah sebagai berikut :

- 1) Meminimalisasi dampak lingkungan: penggunaan instrumen yang sudah ada (atap rumah, tempat parkir, taman, dan lain-lain) dapat menghemat pengadaan instrumen baru dan meminimalisasi dampak lingkungan. Selain itu meresapkan kelebihan air hujan ke tanah

dapat mengurangi volume banjir di jalan-jalan di perkotaan setelah banjir.

- 2) Lebih bersih: air hujan yang dikumpulkan relatif lebih bersih dan kualitasnya memenuhi persyaratan sebagai air baku air bersih dengan atau tanpa pengolahan lebih lanjut.
- 3) Kondisi darurat: air hujan sebagai cadangan air bersih sangat penting penggunaannya pada saat darurat atau terdapat gangguan sistem penyediaan air bersih, terutama pada saat terjadi bencana alam. Selain itu air hujan bisa diperoleh di lokasi tanpa membutuhkan sistem penyaluran air.
- 4) Sebagai cadangan air bersih: pemanenan air hujan dapat mengurangi kebergantungan pada sistem penyediaan air bersih.
- 5) Sebagai salah satu upaya konservasi
Pemanenan air hujan merupakan teknologi yang mudah dan fleksibel dan dapat dibangun sesuai dengan kebutuhan. Pembangunan, operasional dan perawatan tidak membutuhkan tenaga kerja dengan keahlian tertentu (Bima, 2005).

h. Kualitas Air Hujan di PAH

Kualitas air hujan umumnya sangat tinggi (UNEP, 2001). Air hujan hampir tidak mengandung kontaminan, oleh karena itu air tersebut sangat bersih dan bebas kandungan mikroorganisme. Namun, ketika air hujan yang langsung kontak dengan permukaan tangkapan air hujan (catchment), tempat pengaliran air hujan (conveyance) dan tangki penampungan air hujan (PAH), maka air tersebut akan membawa kontaminan baik fisik, kimia maupun mikrobiologi (Bima, 2005).

Beberapa literasi menunjukkan simpulan yang berbeda mengenai kualitas PAH dari atap rumah. Kualitas PAH sangat bergantung pada karakteristik keadaan setiap wilayah PAH seperti topografi, kondisi cuaca, tipe wilayah tangkapan air hujan, tingkat pencemaran udara, tipe tangki penampungan dan pengelolaan air hujan (Mwenge Kahinda et

al., 2007). Di daerah pinggiran kota atau di pedesaan, umumnya air hujan yang ditampung sangat bersih, tetapi di daerah perkotaan dimana banyak terdapat area industri dan padatnya arus transportasi, kualitas air hujan sangat terpengaruh sehingga mengandung logam berat dan bahan organik dari emisi gas buang. Selain industri dan transportasi, permukaan bahan penangkap air hujan juga mempengaruhi kualitas airnya Menurut Horn dan Helmreich (2009).

Dengan pemahaman bagaimana proses kontaminasi air hujan terjadi, dan bagaimana kontaminan terbawa oleh air hujan, maka pengelolaan air hujan yang memenuhi syarat akan menghasilkan air bersih yang berkualitas (UNEP, 2001). Di bawah ini beberapa cara sederhana dalam mengolah air hujan menjadi air bersih:

- 1) Permukaan tangkapan air hujan dan interior tangki penampungan air hujan harus dibersihkan secara berkala (Sazaki *et al.*, 2007).
- 2) Memasang saringan (screen) sebelum masuk ke pipa tangki penampungan air hujan.
- 3) Membuang beberapa liter air hujan pada beberapa menit pertama ketika hujan tiba dengan menggunakan pipa khusus pembuangan (Horn dan Helmreich, 2009; (Mwenge Kahinda *et al.*, 2007).
- 4) Desinfeksi (chlorination) merupakan cara yang umum digunakan dalam mengurangi kontaminan mikroorganisme. Dosis klorinasi yang digunakan sebaiknya berkisar 0.4–0.5 mg/lit berupa free chlorine dalam bentuk tablet atau gas (Horn dan Helmreich, 2009).
- 5) Penyaringan air hujan dengan menggunakan saringan pasir lambat (slow sand filter) (Li *et al.*, 2010).
- 6) Pasteurisasi merupakan metode pengolahan dengan menggunakan sinar ultraviolet dan panas dari sinar matahari. Menurut (Horn dan Helmreich, 2009) metode sangat efektif jika suhu pemanasan mencapai 50°C dan air mengandung konsentrasi oksigen yang cukup (Bima, 2005).

i. Persyaratan Secara Kualitatif Pada Air Hujan

Persyaratan mengubah air hujan menjadi air minum mengacu pada standart baku mutu (Permenkes No. 492/Th, 2010) tentang Persyaratan Kualitas Air Minum syarat-syarat meliputi persyaratan bakteriologis, kimiawi, radioaktif dan fisik. Dengan baku mutu maka Syarat tersebut menggambarkan mutu atau kualitas dari air bersih agar peyedian air minum aman, higienis dan baik dalam dikonsumsi tanpa memungkinkan dapat terinfeksi penyakit pada pemakaian air maka harus terpeuhi syarat kualitasnya. Persyaratan ini meliputi syarat fisik, syarat biologis, syarat kimia, dan syarat radiologis. Berikut syarat yang harus ada pada air minum secara kuliatas :

1) Syarat Fisik

Secara fisik air bersih harus jernih, tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa(tawar). Warna dipersyaratankan dalam air bersih untuk masyarakat karena pertimbangan estetika. Rasa asin, manis, pahit, asam dan sebagainya tidak boleh terdapat dalam air bersih untuk masyarakat. Bau yang bisa terdapat pada air adalah bau busuk, amis, dan sebagainya. Bau dan rasa biasanya terdapat bersama-sama dalam air. Suhu air sebaiknya sama dengan suhu udaraatau kurang lebih 25°C . Sedangkan untuk jernih atau tidaknya air dikarenakan adanya butiran-butiran koloid dari bahan tanah liat. Semakin banyak mengandung koloid maka air semakin keruh.

2) Syarat Kimia

Air bersih tidak boleh mengandung bahan-bahan kimia dalam jumlah yang melampaui batas. Secara kimia, air bersih tidak boleh terdapat zat-zat yang beracun, tidak boleh ada zat-zat yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan, tidak mengandung zat-zat yang melebihi kadar tertentu sehingga menimbulkan gangguan

teknis, dan tidak boleh mengandung zat kimia tertentu sehingga dapat menimbulkan gangguan ekonomis. Salah satu peralatan kimia air bersih adalah kesadahan.

3) Syarat Bakteriologis

Air bersih tidak boleh mengandung bakteri-bakteri pathogen sama sekali, kuman-kuman dan parasitik seperti kuman-kuman typhus, kolera, dysentri dan gastroenteris. Karena apabila bakteri pathogen dijumpai pada air minum maka akan mengganggu kesehatan atau timbul penyakit. Untuk mengetahui adanya bakteri patogen dapat dilakukan dengan pengamatan terhadap ada tidaknya bakteri E. Coli yang merupakan bakteri indikator pencemaran air. Secara bakteriologis, total Coliform yang diperbolehkan pada air bersih yaitu 0 koloni per 100 ml air bersih. Air bersih yang mengandung golongan Coli lebih dari kadar tersebut dianggap terkontaminasi oleh kotoran manusia. Bakteri pathogen yang mungkin ada dalam air antara lain :

- a) Bakteri typhsum
 - b) Vibrio Colerae
 - c) Bakteri dysentriae
 - d) Entamoeba hystolotica
 - e) Bakteri enteritis (penyakit perut).
- ### 4) Syarat Radiologis

Syarat Radiologis dengan tidak mengandung zat yang menghasilkan bahan-bahan yang mengandung radioaktif dan membatasi kadar maksimum aktivitas alfa dan beta yang telah diperbolehkan terdapat dalam air minum.

5. Indikator Pencemaran Sumber Daya Air Hujan

Menurut (Satriawan, 2018) Hujan asam memiliki banyak dampak negatif diantaranya kualitas air permukaan menjadi berkurang sehingga berdampak buruk bagi biota berupa flora dan fauna yang hidup didalamnya. Penurunan pH air sungai akan penurunan populasi ikan dan

biota air lainnya di perairan. Selain itu hujan asam dapat merusak jaringan tanaman sehingga menghambat pertumbuhan tanaman dan dapat menyebabkan kematian pada tanaman. Bagi tanah, hujan asam dapat melarutkan logam-logam berat sehingga logam berat akan larut dalam air tanah dan air permukaan.

Hal ini dapat mempengaruhi kualitas air. Air tanah dan air permukaan yang tercemar ini bila dikonsumsi dapat menimbulkan berbagai gangguan kesehatan bagi tanaman, hewan dan manusia . Salah satu efek hujan asam bagi kesehatan manusia berupa penyakit pernapasan, dan dapat menyebabkan bayi lahir prematur dan meninggal. Selain itu hujan asam bersifat korosif terhadap logam-logam sehingga dapat merusak berbagai logam seperti motor, mobil, pagar, monumen dan patung maupun bangunan. (Anuar *et al*, 2015).

Pencemaran air adalah terjadinya masuknya bahan yang tidak diinginkan ke dalam air (oleh kegiatan manusia dan atau secara alami) yang mengakibatkan menurunnya kualitas air tersebut sehingga tidak dapat digunakan sesuai dengan peruntukannya. Kegiatan industri dan teknologi tidak dapat terlepas dari kebutuhan akan air. Dalam hal ini air sangat diperlukan agar industri dan teknologi dapat berjalan dengan baik. Dalam kegiatan industri dan teknologi, air digunakan antara lain sebagai:

- a. Air proses.
- b. Air pendingin.
- c. Air ketel uap penggerak turbin.
- d. Air utilitas dan sanitasi.

Indikator atau tanda bahwa air telah tercemar adalah adanya perubahan atau tanda yang dapat diamati melalui(Wardhana, 2001) dalam (Satriawan, 2018) :

- 1) Adanya perubahan suhu air.
- 2) Adanya perubahan pH atau konsentrasi hydrogen.
- 3) Adanya perubahan warna, bau dan rasa air.
- 4) Timbulnya endapan, koloidal, bahan terlarut.

- 5) Adanya mikroorganisme.
- 6) Meningkatnya radioaktivitas air lingkungan (U. Utara & Utara, 2018).

6. Elektrokoagulasi

a. Definisi Elektrokoagulasi

Elektrokoagulasi adalah suatu proses penggumpalan dan pengendapan partikel – partikel halus yang terdapat dalam air dengan menggunakan energi listrik. Prinsip dasar yang ada di elektrokoagulasi menggunakan reaksi reduksi dan oksidasi (redoks). Dalam suatu sel elektrokoagulasi, peristiwa oksidasi terjadi di elektroda positif (+) yaitu anoda, sedangkan reduksi terjadi di elektroda negatif (-) yaitu katoda. Adapun komponen yang terlibat dalam reaksi elektrokoagulasi selain elektroda adalah air yang diolah tersebut karena air asam tambang berfungsi sebagai larutan elektrolit. (Ashari *et al.*, 2015)

Namun ada dalam proses pengolahan air yang sering digunakan untuk mendapatkan air bersih sesuai dengan standar mutu diantaranya :

- 1) Teknik koagulasi, yaitu teknik pengolahan air yang diterapkan dengan bantuan koagulan kimia seperti *Polyelektrolit* (misalnya: PAC atau *Poly Aluminium Chloride*, PAS atau *Poly Aluminium Sulfat*), garam aluminat (misalnya: alum, tawas), garam Fe, *khitin*, dan sebagainya.
- 2) Teknik redoks yaitu teknik pengolahan air yang diterapkan dengan bantuan inhibitor seperti senyawa khlor (misalnya: kaporit), non khlor atau teknik redoks lainnya.
- 3) *Bioremoval* dan *Bioremediasi* merupakan teknik pengolahan air dengan menggunakan biomaterial. Biomaterial tersebut antara lain lumut, daun teh, sekam padi, dan sabut kelapa sawit, atau juga dari bahan non biomaterial seperti perlit, tanah gambut, lumpur aktif dan lain-lain.
- 4) *Reverse osmosis* yaitu teknik pengolahan air yang merupakan kebalikan dari proses *osmosis* alami. *Osmosis* adalah perpindahan

cairan dari konsentrasi rendah ke konsentrasi tinggi yang melewati membran semipermeabel.

- 5) Teknik filtrasi atau penyaringan yaitu teknik pengolahan air yang diterapkan dengan bantuan media filter seperti pasir (misalnya: silika, antrasit), senyawa kimia atau mineral (misalnya: kapur, zeolit, karbon aktif, resin, *ion exchange*), membran, *biofilter* atau teknik filtrasi lainnya menurut (Suarda & I Wayan, 2010).

Metode elektrokoagulasi merupakan suatu metode yang sangat sederhana dan tanpa bahan kimia. menurut (Masthura., 2017) Elektrokoagulasi adalah suatu proses koagulasi yang berkesinambungan dengan menggunakan arus listrik DC melalui peristiwa elektrokimia. Yaitu gejala dekomposisi elektrolit, di mana salah satu elektrodanya adalah aluminium (Al). Dalam proses ini akan terjadi reaksi reduksi dimana logam-logam akan direduksi dan diendapkan di kutub negatif, sedangkan elektroda positif (Al) akan terjadi reaksi oksidasi menjadi $[Al(OH)_3]$ yang berfungsi sebagai koagulan (Penggumpalan).

Dalam teknik elektrokoagulasi memiliki beberapa kelebihan, yaitu peralatan sederhana, mudah dalam pengoperasian, waktu reaksi singkat. Disamping itu, selama proses elektrokoagulasi, kandungan garam tidak bertambah secara signifikan sebagaimana terjadi pada pengolahan secara kimiawi sehingga pH cenderung konstan. Prinsip dasar dari elektrokoagulasi adalah reaksi reduksi dan oksidasi (redoks). Dalam suatu sel elektrokoagulasi, peristiwa oksidasi terjadi di elektroda (+) yaitu anoda, dan untuk reduksi terjadi di elektroda (-) yaitu katoda. Yang terlibat reaksi dalam elektrokoagulasi selain elektroda adalah air yang diolah, yang berfungsi sebagai larutan elektrolit. Elektrokoagulasi mampu menyisahkan berbagai jenis polutan dalam air, yaitu partikel tersuspensi, logam-logam berat, warna pada zat pewarna, dan berbagai zat berbahaya lainnya. (Wiyanto *et al.*, 2014)

b. Mekanisme Metode Elektrokoagulasi

Menurut (Vaujiah, 2018), terdapat tiga proses utama mekanisme elektrokoagulasi, yaitu:

- 1) Proses oksidasi yang terjadi di anoda akan membentuk koagulan aktif.
- 2) Koagulan yang terbentuk akan mendestabilisasi partikel koloid dan pemecahan emulsi yang terdapat di dalam larutan.
- 3) Partikel koloid yang terdestabilisasi akan teragregatisasi membentuk flok.

Mekanisme terjadinya destabilisasi partikel koloid dan pemecah emulsi adalah sebagai berikut:

- a) Kompresi dari difusi lapisan ganda di sekitar spesies yang bermuatan terjadi oleh interaksi ion yang dihasilkan dari proses oksidasi pada sacrificial anode.
- b) Netralisasi ion polutan dalam air menggunakan ion berlawanan yang dihasilkan oleh sacrificial anode. Ion berlawanan tersebut dapat meningkatkan gaya tarik menarik van der Waals dengan ion polutan sehingga terjadinya proses koagulasi.
- c) Pembentukan flok dari hasil proses koagulasi berupa sludge yang dalam hal ini berupa partikel yang terperangkap dalam pengendapan dan partikel koloid yang masih tersisa di air

Pada proses elektrokoagulasi terjadi reduksi air dengan membentuk gas H₂ membawa partikel yang terflokulasi dan bahan pengotor yang terflokulasi mengapung ke permukaan akibat gaya Buoyancy. Sementara, arus listrik yang dialirkan ke anoda akan melarutkan logam ke dalam larutan yang selanjutnya akan bereaksi dengan anion (OH⁻). Berikut adalah reaksi fisika-kimia yang terjadi di sel elektrokoagulasi (Vaujiah, 2018):

- (1) Reduksi katodik pada pengotor dalam air.
- (2) Pelepasan muatan dan koagulasi pada partikel koloid.

- (3) Perpindahan ion secara elektroforetik di larutan.
- (4) Elektroflotasi pada partikel koagulan dengan gelembung O₂ dan H₂ yang dihasilkan dari elektroda.
- (5) Reduksi ion logam pada katoda.
- (6) Proses elektrokimia dan kimia lainnya.

c. Elektroda Aluminium Pada Elektrokoagulasi Aluminium

Aluminium merupakan logam ringan yang memiliki sifat mekanik, ketahanan korosi dan hantaran listrik yang baik. Logam ini dipergunakan secara luas bukan saja untuk peralatan rumah tangga, tetapi juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, industri otomotif, kapal laut, konstruksi dan lain-lain. Salah satu cara agar mendapatkan peningkatan kekuatan mekanik, biasanya logam aluminium dipadukan dengan unsur Mg (magnesium). (Alberty *et al.*, 1996).

Prinsip dasar dari elektrokoagulasi menurut (Wiyanto *et al.*, 2014) adalah reaksi reduksi dan oksidasi (redoks). Dalam suatu sel elektrokoagulasi, peristiwa oksidasi terjadi di elektroda (+) yaitu anoda, sedangkan reduksi terjadi di elektroda (-) yaitu katoda. Yang terlibat reaksi dalam elektrokoagulasi selain elektroda adalah air yang diolah, yang berfungsi sebagai larutan elektrolit. Disamping itu, selama proses elektrokoagulasi, kandungan garam tidak bertambah secara signifikan sebagaimana terjadi pada pengolahan secara kimiawi sehingga pH cenderung konstan.

d. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Elektrokoagulasi

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya proses Elektrokoagulasi antara lain:

1) Material Elektroda

Material elektroda dapat didefinisikan sebagai tempat terjadinya reaksi elektrokimia pada proses Elektrokoagulasi. Pemilihan material elektroda didasarkan pada polutan yang akan dihilangkan serta pada sifat kimia yang terkandung pada larutan elektrolit.

Semakin padu antara material elektroda dengan polutan yang dihilangkan serta elektrolit yang digunakan, maka semakin besar pula efisiensi pengurangan polutan pada proses elektrokoagulasi (Vaujiah, 2018).

2) Pengaturan Elektroda Elektroda

Pada proses Elektrokoagulasi dapat diatur dengan beberapa cara yakni monopolar dan bipolar, serta seri dan paralel. Pemilihan pengaturan elektroda berdasar pada jenis polutan dan juga biaya yang dikeluarkan. Sementara menurut Khandegar, pengaturan elektroda sangat signifikan terhadap jumlah biaya yang digunakan pada proses elektrokoagulasi. Elektroda monopolar yang diatur dengan pola paralel memiliki beda potensial lebih kecil dibandingkan elektroda monopolar yang diatur dengan pola seri. Hal ini karena pada elektroda yang dipasang dengan pola paralel, arus akan dibagi. Jika dibandingkan dengan elektroda bipolar, elektroda monopolar lebih efektif, terutama jika diatur dengan pola paralel (Vaujiah, 2018).

3) pH larutan

pH larutan adalah hal yang sangat berarti pada metode Elektrokoagulasi. Efisiensi pengurangan polutan secara maksimum dapat terjadi jika larutan yang mengandung polutan memiliki pH optimum. Sementara itu, efisiensi pengurangan polutan akan berkurang bersamaan dengan bertambahnya atau berkurangnya pH larutan dari pH optimum larutan polutan. Selain berpengaruh pada efisiensi pengurangan polutan, pH larutan juga berpengaruh pada efisiensi arus, kelarutan elektroda dalam larutan, dan produk hidrolisis (Vaujiah, 2018).

4) Kerapatan Arus

Kerapatan arus adalah parameter yang sangat berarti pada proses elektrokoagulasi, karena dapat menjelaskan laju dosis koagulan, laju produksi gelembung, ukuran dan bentuk flok, yang

semuanya berdampak pada efisiensi proses elektrokoagulasi. Dengan bertambahnya kerapatan arus, maka laju disolusi pada anoda akan bertambah. Pada faktor kerapatan arus, ketika nilai kerapatan arus akan ditambah di atas nilai optimum, tidak akan terjadi penambahan nilai efisiensi pengurangan polutan. Selain itu, kerapatan arus pada proses elektrokoagulasi berdampak pada laju reaksi elektrokimia yang akan menghasilkan koagulan dan gelembung hydrogen (Vaujiah, 2018).

5) Bentuk Elektroda

Bentuk Elektroda berpengaruh pada efisiensi proses elektrokoagulasi. Bentuk elektroda punched hole memiliki efisiensi lebih tinggi dibandingkan bentuk elektroda datar (plane). Hal ini disebabkan oleh intensitas medan listrik pada ujung jenis elektroda punched hole lebih besar (1,2 kali) dibandingkan jenis plane. Pengaruh bentuk elektroda tampak ketika terjadi pengendapan secara elektrostatik (Vaujiah, 2018).

6) Tipe Power Supply

Penggunaan arus DC pada proses elektrokoagulasi dapat mengakibatkan korosi pada anoda dikarenakan oksidasi. Hal ini dapat menyebabkan efisiensi penyisihan polutan berkurang. (Vaujiah, 2018).

7) Jarak Elektroda

Efisiensi penyisihan polutan dapat berlangsung maksimal pada jarak yang optimum. Jarak elektroda yang terlalu kecil dapat mengakibatkan efisiensi penyisihan polutan berkurang. Karena pembentukan hidroksida logam menjadi flok dan polutan yang telah tersedimentasi akan terdegradasi. Hal tersebut dikarenakan gaya tarik elektrostatik yang menyebabkan terjadinya tubrukan antar flok sehingga flok yang terbentuk pecah.

Efisiensi penyisihan polutan meningkat dengan peningkatan jarak antar elektroda dari minimum sampai jarak optimal antar

elektroda. Hal ini disebabkan karena dengan lebih meningkatkan jarak antar elektroda, maka ada penurunan efek elektrostatik yang menyebabkan gerakan lebih lambat dari ion-ion yang dihasilkan. Hal ini memberikan lebih banyak waktu untuk logam hidroksida yang dihasilkan menggumpal untuk membentuk flok yang mengakibatkan peningkatan efisiensi penyisihan polutan dalam larutan. Sehingga, meskipun membutuhkan waktu yang lebih lama, efisiensi penyisihan dapat lebih optimum. Sementara, jarak elektroda yang melebihi dari jarak optimum akan mengurangi efisiensi pengurangan polutan karena ion yang terbentuk semakin lambat. (Vaujiah, 2018)

7. Parameter Yang di Uji

a. Parameter fisik

Menurut Acehpedia (2010), kualitas air dapat diketahui dengan melakukan pengujian tertentu terhadap air tersebut. Pengujian yang dilakukan adalah uji kimia, fisik, biologi, atau uji kenampakan (bau dan warna). Pengelolaan kualitas air adalah upaya pemeliharaan air sehingga tercapai kualitas air yang diinginkan sesuai peruntukannya untuk menjamin agar kondisi air tetap dalam kondisi alamiahnya. (Iii, 2010)

1) Kekeruhan

Menurut (Effendy,H.2003) Kekeruhan disebabkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus), maupun bahan anorganik dan organik yang berupa plankton dan mikroorganisme lain. Kekeruhan dinyatakan dalam satuan unit turbiditas yang setara dengan 1 mg/l SiO₂, kekeruhan sering diukur dengan metode Nephelometric. Pada metode ini, sumber cahaya hanya dilewatkan pada sampel dan intensitas cahaya yang dipantulkan oleh bahan – bahan penyebab kekeruhan diukur dengan menggunakan suspensi polimer Formazin sebagai larutan standar. Satuan kekeruhan yang diukur dengan

metode Nephelometric adalah NTU (Nephelometric Turbidity Unit) dalam (Dreamy, 2017).

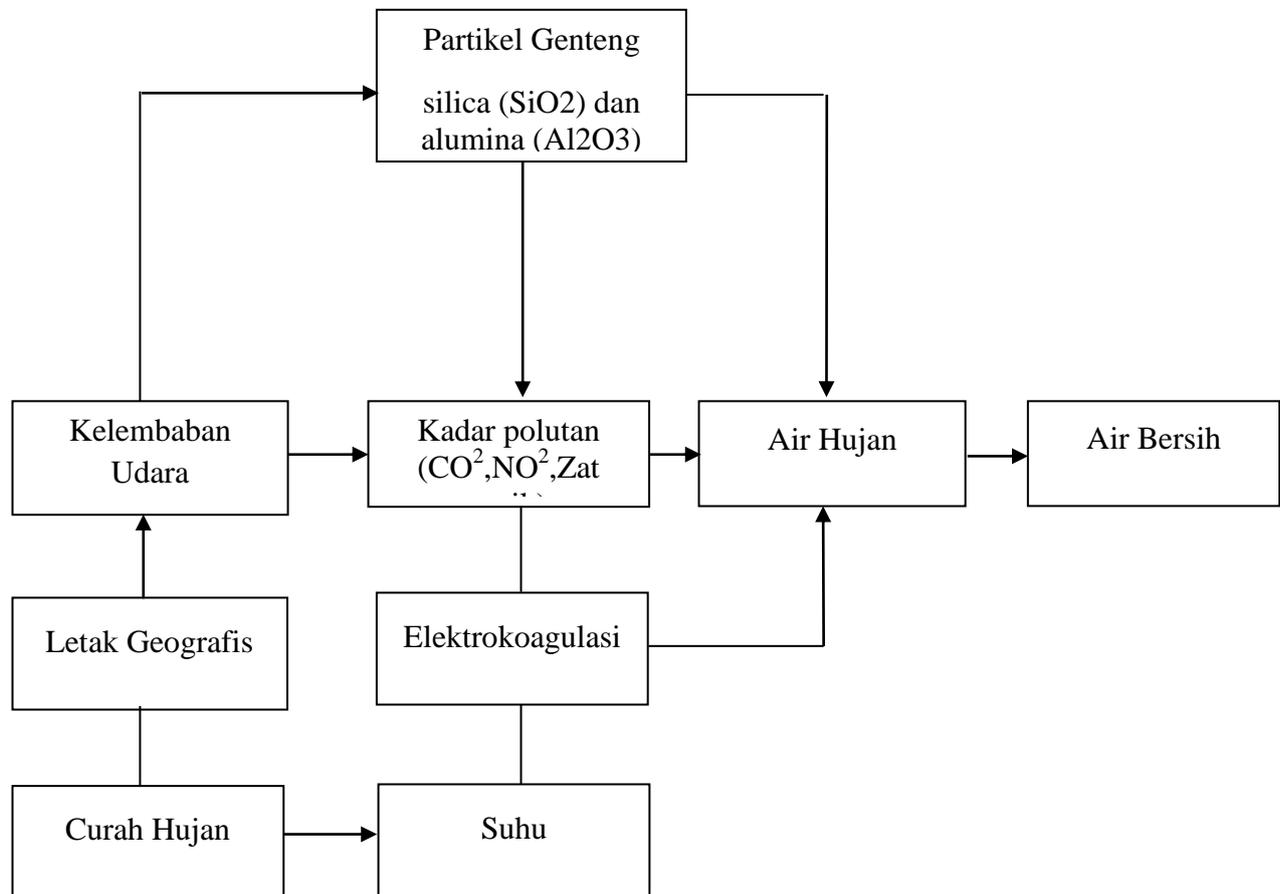
b. Parameter Kimia

Beberapa parameter kimia yang digunakan untuk menentukan kualitas air minum meliputi: pH, (Abduh, 2018):

1) pH Parameter

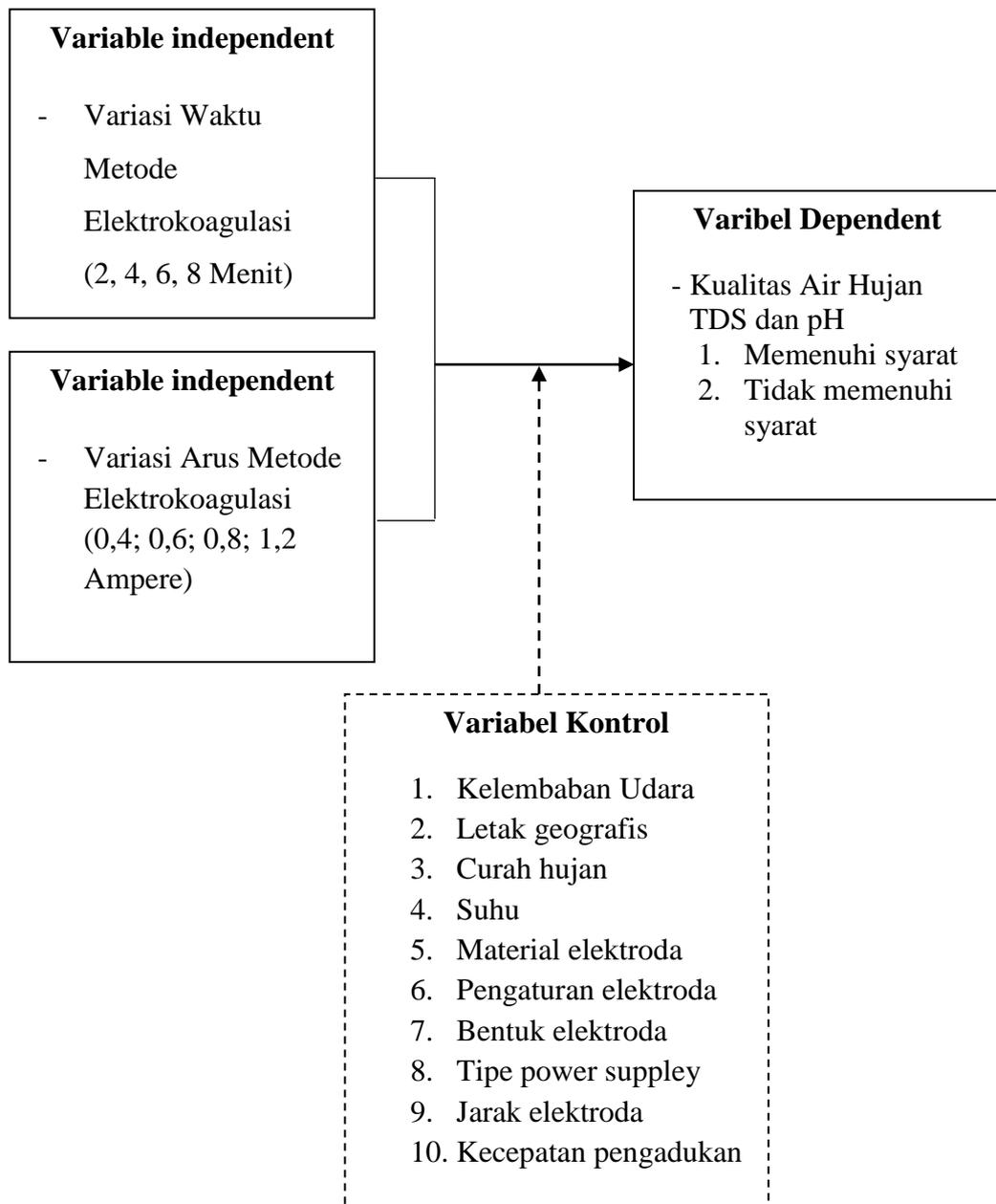
pH merupakan salah satu kontaminan air penting yang tergolong dalam kategori kontaminan kimiawi. Derajat keasaman (pH) menunjukkan kekuatan antara asam dan basa dalam air dan suatu kadar konsentrasi ion hidrogen dalam larutan. Keasaman air pada umumnya disebabkan oleh gas oksida yang larut dalam air terutama karbondioksida (CO₂). Standar kualitas air minum terhadap pH yang lebih kecil 6,5 dan lebih besar dari 8,5 akan menyebabkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun.

C. Kerangka Teori



2.1 Gambar Kerangka Teori

D. Kerangka Konsep



2.2 Gambar Kerangka Konsep

Keterangan :

- Diteliti
- - - → Tidak Diteliti