

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Desalinasi merupakan salah satu metode untuk mengubah air payau menjadi air tawar. Beberapa metode seperti *Reverse Osmosis* (RO), Elektrodialisis, *Multi-Effect Distillation* (MED), *Multi-Stage Flash Distillation* (MFD), dan *Vapor Compression* (VC) sudah banyak diterapkan. Salah satu teknologi desalinasi yang baru – baru ini dikembangkan yaitu tentang desalinasi. Teknologi desalinasi yang berbasis pada *phytotechnology* (*green technology*) memanfaatkan tumbuhan hijau untuk mengolah polutan organik dan anorganik limbah dan atau meremediasi lingkungan yang tercemar (Nariswari & Titah, 2022).

Tanaman mangrove dapat digunakan sebagai media untuk desalinasi karena kemampuan akarnya yang dapat mengurangi salinitas pada air. Penelitian yang dilakukan oleh (Chimayati & Titah, 2019) menggunakan mangrove jenis *Rhizophora mucronata* dan *Avicennia marina* sebagai desalinasi pada sistem reed bed dengan penambahan bakteri *Vibrio alginolyticus* menghasilkan penyisihan salinitas 49,16% dan 40,58% pada reaktor reed bed dengan *Avicennia marina* dan *Vibrio alginolyticus*. Sedangkan pada *Rhizophora mucronata* dan *Vibrio alginolyticus* penyisihan terjadi sebesar 64,68% dan 40,18%. Penelitian lain terhadap kemampuan *Avicennia marina* untuk menyerap ion Natrium dan Klorida dalam Reed Bed System Reaktor juga dilakukan oleh (Titah *et al.*, 2020) dengan hasil nilai Faktor Biokonsentrasi (BCF) dan Faktor Translokasi (TF) untuk ion natrium dan klorida lebih besar daripada 1 yang menunjukkan bahwa *Avicennia marina* sebagai hiperakumulator ion natrium dan klorida.

Pengolahan air yang efektif juga dapat dilakukan dengan metode elektrokoagulasi. Metode tersebut sudah banyak digunakan pada air sungai, air tawar, maupun air payau. Elektrokoagulasi pada pengolahan air payau menjadi air bersih dilakukan pada penelitian (Kalsum *et al.*, 2021) dengan menggunakan elektroda *stainless steel* dan menghasilkan penyisihan salinitas sebesar 40,12%.

Selain beberapa penelitian yang sudah diuraikan tersebut, berikut beberapa penelitian terdahulu yang menjadikan bahan pertimbangan dilakukannya penelitian ini tersaji dalam tabel berikut ini:

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
1.	Chimayati & Titah (2019)	Mengetahui penurunan salinitas pada sistem reed bed dengan menggunakan tumbuhan mangrove, <i>Rhizophora mucronata</i> dan <i>Avicennia marina</i> yang ditanam menggunakan material pasir dan batu gravel dan penambahan bakteri <i>Vibrio alginolyticus</i>	Persentase penyisihan salinitas pada hari terakhir sebesar 49,16% dan 40,58% pada reaktor reed bed dengan <i>Avicennia marina</i> dan <i>Vibrio alginolyticus</i> 15% dan 25%. Sedangkan, pada <i>Rhizopora mucronata</i> dan <i>Vibrio alginolyticus</i> 15% dan 25% penurunan salinitas sebesar 64,68% dan 40,18%. Pada reaktor reed bed	Jenis tanaman yang digunakan yaitu mangrove (<i>Avicennia Alba</i>) tanpa menggunakan bakteri. Bak berisi lumpur dan air payau.

No.	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			kontrol tanpa tanaman penurunan salinitas sebesar 57,26% dan 58,41%.	
2.	Titah <i>et al.</i> , (2020)	Mengetahui serapan ion natrium dan klorida oleh <i>Avicennia marina</i> dalam reaktor desalinasi sistem batch reed bed.	Translokasi (TF) untuk ion natrium klorida lebih besar daripada 1 yang menunjukkan <i>Avicennia marina</i> sebagai hiperakumulator ion natrium dan klorida.	Metode yang digunakan yaitu desalinasi dengan menggunakan <i>Avicennia Alba</i> dengan bak berisi lumpur dan air payau
3.	Ersa & Titah, (2020)	Memberikan alternatif teknologi desalinasi air payau untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Desa Labuan Bajo.	<i>Reverse Osmosis</i> (RO) dapat digunakan sebagai alternatif penanganan kasus krisis air tawar di Desa Labuan Bajo dengan kapasitas	Metode yang digunakan yaitu desalinasi dengan menggunakan <i>Avicennia Alba</i> dengan bak berisi lumpur dan air payau

No.	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			produksi sebesar 720 m ³ /hari.	
4.	Nariswari & Titah, (2022)	Mengetahui hasil teknologi desalinasi air asin menggunakan proses fisik-kimia dengan salinitas yang rendah berdasarkan proses lanjutan dari desalinasi.	Bentuk dan jarak elektroda memberikan pengaruh signifikan pada efektivitas penyisihan DHL. Desalinasi pada sistem batch memberikan hasil lebih baik daripada sistem kontinu dikarenakan efektivitas penyisihan salinisat dan DHL menghasilkan nilai yang lebih besar. Namun, penyisihan salinitas dan DHL tergolong kecil karena adanya	Metode yang digunakan yaitu desalinasi dengan menggunakan <i>Avicennia Alba</i> dengan bak berisi lumpur dan air payau. Serta metode elektrokoagulasi dengan elektroda alumunium dan <i>stainless steel</i> .

No.	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			kandungan carbonic acid yang terlarut dalam larutan sampel.	
5.	Kalsum <i>et al.</i> , (2021)	Melakukan pengembangan teknologi pengolahan air payau menjadi air bersih dengan meninjau kinerja alat elektrokoagulasi berdasarkan pengaruh tegangan listrik, pengaruh pH dan waktu tinggal terhadap penyisihan kadar besi, sulfat, zat organik, kesadahan serta	Proses elektrokoagulasi dengan elektroda Stainless Steel dan tegangan 12 V mampu menurunkan kadar salinitas sebesar 43,82% , kadar besi, sulfat dan zat organik pada air payau sehingga menghasilkan air dengan kualitas sesuai dengan baku mutu air bersih Permenkes Republik Indonesia No.32 Tahun 2017.	Jenis air yang digunakan yaitu air payau dan terdapat pre-treatment desalinasi terlebih dahulu.

No.	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		kadar salinitas air baku (air payau)		
6.	Arifiani, (2014)	Mengetahui pengaruh variasi tegangan listrik dan waktu tinggal elektroda dalam proses elektrokoagulasi menggunakan stainless steel dan mengetahui parameter seperti pH, warna, kekeruhan, TSS, dan kadar fosfat.	Hasil penelitian menunjukan air sungai memiliki penyisihan tertinggi pada parameter kekeruhan 17%, TSS 29%, warna 11%, dan fosfat 20%.	Pretreatment desalinasi dan penggunaan elektroda yang berbeda yaitu <i>stainless steel</i> dan alumunium.
7.	Masrullita <i>et al.</i> , (2016)	Mengkaji pengaruh waktu dan kuat arus terhadap penetralan pH, dan	Kondisi optimal penurunan TDS pada waktu 110 menit dengan kuat arus 2,2 A yaitu 940 mg/l, total	Pretreatment desalinasi dan penggunaan elektroda yang berbeda yaitu

No.	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		menurunkan kadar TDS, total kesadahan dan Mn pada air payau.	kesadahan 480 mg/l, nilai pH 7, dan penurunan konsentrasi Mn 0,0124 mg/l.	<i>stainless steel</i> dan alumunium.
8.	Hakizimana <i>et al.</i> , (2016)	Penerapan elektrokoagulasi sebagai pretreatment alternatif untuk mengurangi pengotoran bahan organik air payau pada membran sebelum desalinasi air payau menggunakan elektroda alumunium.	Efektivitas penyisihan bahan organik air payau mampu mencapai 57,5% penyisihan <i>Dissolved Organic Carbon</i> (DOC) dan efektivitas penghilangan absorbansi 81 serta mampu menurunkan pH.	Penerapan elektrokoagulasi digunakan sebagai treatment pada proses desalinasi untuk mengurangi kadar salinitas, pH, bau, warna, dan TDS pada air payau.

2.2 Teori yang Relevan

2.2.1 Air Payau

Perairan payau merupakan badan air yang setengah tertutup yang berhubungan dengan laut dan dipengaruhi oleh pasang surut. Air laut bercampur dengan air tawar dari buangan air daratan, perairan terbuka yang memiliki arus dan masih terpengaruh proses – proses yang terjadi di daratan (Pangesti, 2013). Air payau terjadi karena adanya degradasi lingkungan. Air payau terjadi disebabkan air asin terintrusi ke air tawar. Pencemaran air tawar juga dapat terjadi akibat fenomena air pasang naik. Pada saat air laut meluap, masuk ke median sungai kemudian terjadi pendangkalan di sekitar sungai sehingga air asin masuk ke dalam air tanah dangkal dan menjadi payau. Air payau merupakan campuran antara air tawar dan air laut yang mengandung kadar garam dalam satu liter air adalah 0,5 sampai 30 gram (Darmawansa *et al.*, 2016).

2.2.2 Desalinasi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), desalinasi adalah suatu proses untuk membuat air payau menjadi air tawar. Proses ini dimanfaatkan untuk mendapatkan air yang dapat dikonsumsi oleh makhluk hidup. Hasil sampingan dari proses ini ialah garam. Ketika air payau dididihkan, garam akan terlarut dan air akan menguap. Air yang menguap akan menghasilkan uap yang dapat berubah fasa ketika temperatur menurun. Perubahan fasa yang terjadi ialah kondensasi yang dapat merubah uap menjadi air kembali (Dewantara *et al.*, 2018).

Desalination atau desalinasi adalah proses untuk menghilangkan kadar garam berlebih dalam air untuk mendapatkan air yang dapat dikonsumsi binatang, tanaman, dan manusia (air tawar). Air tawar didefinisikan sebagai air yang mengandung kurang dari 1.000 mg/L garam atau total padatan terlarut (TDS). Teknologi desalinasi yang berbasis pada *phytotechnology* (*green technology*) dengan memanfaatkan tumbuhan hijau yang berinteraksi dengan mikroorganisme yang terdapat pada akarnya untuk mengolah polutan organik dan anorganik limbah dan atau meremediasi lingkungan yang tercemar (Nariswari & Titah, 2022).

2.2.3 Elektrokoagulasi

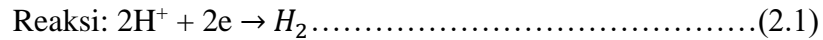
Elektrokoagulasi merupakan metode pengolahan air secara elektrokimia dimana pada anoda terjadi pelepasan koagulan aktif berupa ion logam (biasanya aluminium atau besi) ke dalam larutan, sedangkan pada katoda terjadi reaksi elektrolisis berupa pelepasan gas hidrogen. Elektrokoagulasi adalah proses kompleks yang melibatkan fenomena kimia dan fisika dengan menggunakan elektroda untuk menghasilkan ion yang digunakan untuk mengolah air limbah. Prinsip dasar dari elektrokoagulasi adalah reaksi reduksi dan oksidasi (redoks). Dalam suatu sel elektrokoagulasi peristiwa oksidasi terjadi di anoda, sedangkan reduksi terjadi di katoda. Dalam reaksi elektrokoagulasi selain elektroda juga melibatkan air yang diolah yang berfungsi sebagai elektrolit. Apabila dalam elektrolit ditempatkan dua elektroda dan dialiri arus listrik searah maka akan terjadi peristiwa elektrokimia yaitu gejala dekomposisi elektrolit, dimana ion positif (kation) bergerak ke katoda dan menerima elektron yang direduksi dan ion negatif (anion) bergerak ke anoda dan menyerahkan elektron yang dioksidasi. Untuk proses elektrokoagulasi digunakan elektroda yang terbuat dari aluminium (Al) karena logam ini mempunyai sifat sebagai koagulan yang baik (Hanum *et al.*, 2015).

Proses elektrokoagulasi meliputi beberapa tahap yaitu proses ekuilibrasi, proses elektrokimia (flokulasi – koagulasi) dan proses pengendapan (Hernaningsih, 2016). Reaksi pada elektrokoagulasi yaitu reaksi reduksi oksidasi, sebagai akibat adanya arus listrik (DC). Pada reaksi ini terjadi pergerakan ion – ion yaitu ion positif (kation) yang bergerak pada katoda bermuatan negatif. Sedangkan ion – ion negatif bergerak menuju anoda yang bermuatan positif kemudian ion – ion tersebut dinamakan sebagai anion (bermuatan negatif). Dalam proses elektrokoagulasi merupakan salah satu alat untuk menghantarkan atau menyampaikan arus listrik ke dalam larutan agar larutan tersebut terjadi suatu reaksi. Elektroda tempat terjadinya reaksi reduksi disebut (katoda), sedangkan tempat terjadinya reaksi oksidasi disebut anoda. Reaksi yang terjadi pada elektroda sebagai berikut (Bambang *et al.*, 2013):

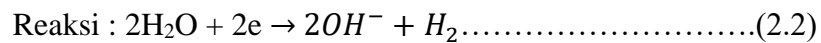
a. Reaksi pada Katoda

Pada katoda akan terjadi reaksi – reaksi reduksi terhadap kation, yang termasuk dalam kation ini adalah ion H^+ dan ion – ion logam:

1. Ion H^+ dari suatu asam akan direduksi menjadi gas hidrogen yang akan bebas sebagai gelembung-gelembung gas.



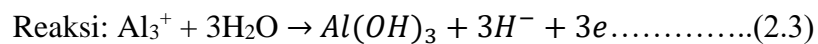
2. Larutan yang mengandung ion – ion logam alkali, alkali tanah, maka ion – ion ini tidak dapat direduksi dari larutan yang mengalami reduksi adalah pelarut (air) dan terbentuk gas hidrogen (H_2) pada katoda.



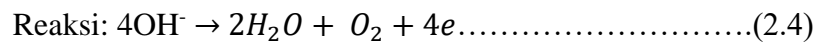
3. Jika larutan mengandung ion – ion logam lain, maka ion – ion logam akan direduksi menjadi logamnya dan terdapat pada batang katoda.

b. Reaksi pada Anoda

1. Anoda yang digunakan logam aluminium akan teroksidasi:



2. Ion OH^- dari basa akan mengalami oksidasi membentuk gas oksigen (O_2)



3. Anion – anion lain (SO_4^- , SO_3^-) tidak dapat dioksidasi dari larutan, yang akan mengalami oksidasi adalah pelarutnya (H_2O) membentuk gas oksigen (O_2) pada anoda



Faktor – faktor yang mempengaruhi elektrokoagulasi antara lain yaitu kuat arus, tegangan, jarak antar elektroda yang mempengaruhi besar kecilnya hambatan, waktu tinggal, derajat keasaman (pH), dan ketebalan plat atau luas penampang elektroda. Faktor – faktor tersebut mempunyai hubungan yang saling mempengaruhi satu sama lain, seperti kuat arus, tegangan dan hambatan merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan. Dalam suatu muatan listrik dinamis/mengalir faktor hambatan akan mempengaruhi besaran kuat arus, sedangkan faktor tegangan cenderung tetap namun dapat berubah dikarenakan

terjadi perubahan pada kuat arus atau hambatan. Pada faktor luas penampang secara tidak langsung akan mempengaruhi besaran nilai hambatan dan pH juga akan mempengaruhi cepat rambat arus listrik sehingga dapat mempengaruhi faktor hambatan (Saputra, 2018).

2.2.4 Mangrove

Mangrove adalah tumbuhan yang mempunyai kemampuan adaptasi yang sedemikian rupa sehingga mampu hidup di lingkungan berkadar garam tinggi seperti lingkungan laut. Di Indonesia tercatat 202 jenis tumbuhan mangrove, meliputi 89 jenis pohon, 5 jenis palma, 19 jenis pemanjat, 44 jenis herba tanah, 44 jenis epifit dan 1 jenis paku. Mangrove sejati meliputi : *Acanthaceae*, *Pteridaceae*, *Plumbagnaceae*, *Myrsinaceae*, *Loranthaceae*, *Avicenniaceae*, *Combretaceae*, *Arecaceae*, *Myrtaceae*, *Lythraceae*, *Rubiaceae*, *Sonneratiaceae*, *Meloaceae*. Dari sekian banyak jenis mangrove di Indonesia, jenis mangrove yang banyak ditemukan antara lain adalah jenis api – api (*Avicennia sp.*), bakau (*Rhizophora sp.*), tancang (*Bruguiera sp.*), dan bogem atau pedada (*Sonneratia sp.*) (Syah, 2020).

Beberapa jenis mangrove mengatasi kadar salinitas dengan cara yang berbeda – beda. Diantaranya mampu menghindari penyerapan garam dari media tumbuhnya, sementara beberapa jenis yang lainnya mampu mengeluarkan garam dari kelenjar khusus pada daunnya (Rusila *et al.*, 1999). Tanaman mangrove dapat mengeluarkan 80 – 90% garam NaCl dari larutan sekitar akarnya (Akbar *et al.*, 2018). Mangrove dapat mensekresikan garam NaCl melalui proses yang aktif melalui kelenjar sekresi garam. Berdasarkan ada tidaknya kelenjar garam pada mangrove maka tumbuhan mangrove dibedakan menjadi golongan *secreter* dan *non secreter*. Golongan *secreter* merupakan golongan mangrove yang memiliki kelenjar garam seperti *Avicennia sp.*, *Aegiceras sp.*, dan *Aegialitis sp.* Adaptasi anatomi ditunjukkan melalui cara respon habitat yang terlihat ekstrim seperti pada lingkungan salin, seperti terdapat kelenjar garam (*salt gland*) pada golongan tumbuhan *secreter* (Sinyo *et al.*, 2022).

2.2.4.1 Mangrove *Avicennia alba*

Avicennia alba merupakan salah satu golongan mangrove *secreter* yang dapat mengsekresikan garam. Berikut merupakan klasifikasi mangrove jenis *Avicennia alba*:

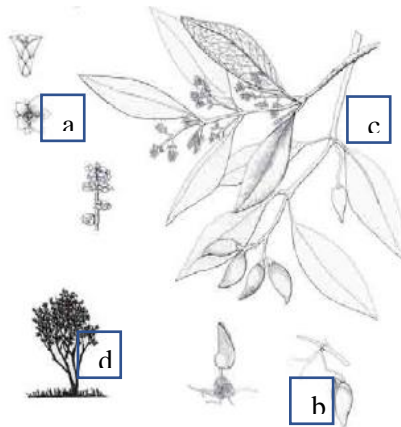
Tabel 2.3 Klasifikasi Tanaman Mangrove *Avicennia alba*

Kingdom	:	Plantae
Divisio	:	Magnoliophyta
Clasis	:	Magnoliopsida
Ordo	:	Scrophulariales
Familia	:	Verbenaceae
Genus	:	<i>Avicennia</i>
Species	:	<i>Avicennia alba</i>

(Rusila *et al.*, 1999)

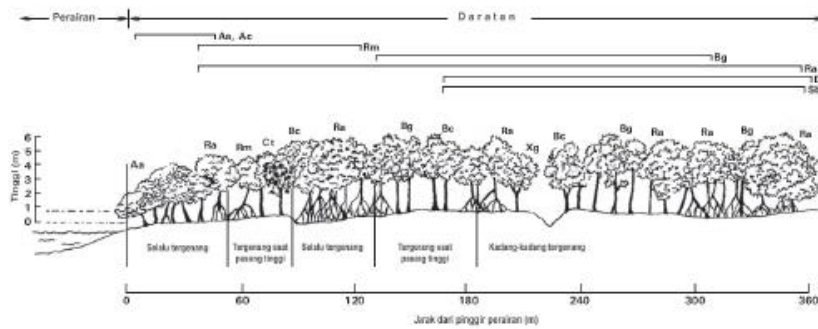
Avicennia alba atau yang dikenal dengan Api-api, mangi-mangi putih, boak, koak, sia-sia merupakan belukar atau pohon yang tumbuh menyebar dengan ketinggian mencapai 25 m. Kumpulan pohon membentuk sistem perakaran horizontal dan akar nafas yang rumit. Akar nafas biasanya tipis, berbentuk jari (atau seperti asparagus) yang ditutupi oleh lentisel. Kulit kayu luar berwarna keabu-abuan atau gelap kecoklatan, beberapa ditumbuhi tonjolan kecil, sementara yang lain kadang - kadang memiliki permukaan yang halus. Pada bagian batang yang tua, kadang – kadang ditemukan serbuk tipis. Sedangkan pada daun memiliki permukaan halus, bagian atas hijau mengkilat, bawahnya pucat. Unit dan letak sederhana dan berlawanan. Bentuk lanset (seperti daun akasia) kadang elips ujung meruncing. Ukuran 16 x 5 cm. Bunganya berbentuk seperti trisula dengan gerombolan bunga (kuning) hampir di sepanjang ruas tandan. Letak: di ujung/pada tangkai bunga. Formasi: bulir (ada 10-30 bunga per tandan). Daun mahkota: 4,

kuning cerah, 3-4 mm. Kelopak bunga: 5. Benang sari: 4. Seperti kerucut/cabe/mente. Hijau muda kekuningan. Ukuran buah 4 x 2 cm. *Avicennia alba* merupakan jenis pionir pada habitat rawa mangrove di lokasi pantai yang terlindung, juga di bagian yang lebih asin di sepanjang pinggiran sungai yang dipengaruhi pasang surut, serta di sepanjang garis pantai. Mereka umumnya menyukai bagian muka teluk. Akarnya dilaporkan dapat membantu pengikatan sedimen dan mempercepat proses pembentukan daratan. Perbungaan terjadi sepanjang tahun. Genus ini kadang-kadang bersifat vivipar, dimana sebagian buah berbiak ketika masih menempel di pohon. Ditemukan di seluruh Indonesia. Dari India sampai Indo Cina, melalui Malaysia dan Indonesia hingga ke Filipina, dan Australia tropis (Rusila *et al.*, 1999).



Gambar 2.1 (a) bunga, (b) buah, (c) daun, (d) pohon Mangrove *Avicennia alba*
(Rusila *et al.*, 1999)

Zona vegetasi mangrove berkaitan dengan pasang surut. Pada tanaman mangrove jenis *Avicennia alba* berada di zona vegetasi yang selalu digenangi air.



Gambar 2.2 Zonasi mangrove di Cilacap, Jawa Tengah (Rusila *et al.*, 1999)

Keterangan :

Aa - *Avicennia alba*

Ac - *Aegiceras corniculatum*

Bc - *Bruguiera cylindrica*

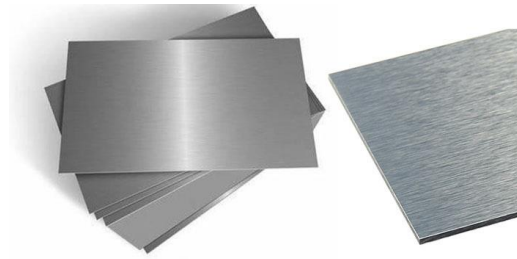
Bg - *B. gymnorrhiza*

Bp - *B. parviflora*

Ct - *Ceriops tagal*

2.2.5 Alumunium

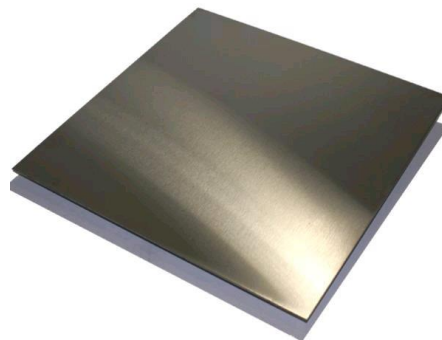
Aluminium adalah logam yang ringan dan cukup penting dalam kehidupan manusia. Aluminium merupakan unsur kimia golongan IIIA dalam sistim periodikunsur, dengan nomor atom 13 dan berat atom 26,98 gram per mol (sma). Di dalam udara bebas aluminium mudah teroksidasi membentuk lapisan tipis oksida (Al_2O_3) yang tahan terhadap korosi. Aluminium juga bersifat amfoter yang mampu bereaksi dengan larutan asam maupun basa. Alumunium adalah logam yang memiliki kekuatan yang relatif rendah dan lunak. Alumunium merupakan logam yang ringan dan memiliki ketahanan korosi yang baik, hantaran listrik yang baik dan sifat-sifat lainnya. Umumnya alumunium dicampur dengan logam lainnya sehingga membentuk alumunium paduan. Materil ini dimanfaatkan bukan saja untuk peralatan rumah tangga, tetapi juga dipakai untuk keperluan industri, kontruksi, dan lain sebagainya (Anton J. Hartono, 1992 dalam (Damanik & Nasution, 2021)).



Gambar 2.3 Plat Alumunium (Maradika, 2019)

2.2.6 Stainless Steel

Baja tahan karat atau lebih dikenal dengan Stainless Steel adalah senyawa besi yang mengandung setidaknya 10,5% Kromium untuk mencegah proses korosi (pengkaratan logam). Komposisi ini membentuk protective layer (lapisan pelindung anti korosi) yang merupakan hasil oksidasi oksigen terhadap Krom yang terjadi secara spontan. Baja stainless merupakan baja paduan yang mengandung minimal 10,5% Cr. Sedikit baja stainless mengandung lebih dari 30% Cr atau kurang dari 50% Fe.



Gambar 2.4 Plat *Stainless Steel* (Dwijaya, n.d.)

Daya tahan Stainless Steel terhadap oksidasi yang tinggi di udara dalam suhu lingkungan biasanya dicapai karena adanya tambahan minimal 13% (dari berat) Krom. Krom membentuk sebuah lapisan tidak aktif, Kromium(III) Oksida (Cr_2O_3) ketika bertemu Oksigen. *Stainless steel* merupakan bahan yang banyak digunakan dalam industri, dikarenakan bahan ini merupakan salah satu jenis baja yang tahan terhadap karat dan sifat mekanis yang baik. Bahan – bahan pembuat stainless steel

adalah nikel murni, *ferrokrom* (Fe-Cr), *ferromangan* (Fe-Mg), *ferromangan* (Fe-Mn), *ferrosilicon* (Fe-Si), *ferromolybden* (Fe-Mo) dan *scrap low carbon steel* (Septiawan, 2018).

2.2.7 Parameter Fisik Pencemaran Perairan

Parameter pencemaran perairan secara fisik ditentukan berdasarkan sifat – sifat fisika. Sifat fisika perairan berkaitan dengan ukuran partikel padatan yang terkandung dalam air dan suhu. Parameter fisika spesifik yang dapat dipergunakan untuk mengerahui kualitas air:

2.2.7.1 Padatan Terlarut Total (*Total Dissolved Solid* atau TDS)

Padatan Terlarut Total (*Total Dissolved Solid* atau TDS) adalah bahan-bahan terlarut (diameter $< 10^{-6}$ mm) dan koloid (diameter 10^{-6} mm – diameter 10^{-3} mm) yang berupa senyawa-senyawa kimia dan bahan-bahan lain, yang tidak tersaring pada kertas saring yang berdiameter 0,45 μ m. TDS biasanya disebabkan oleh bahan anorganik yang berupa ion-ion yang biasanya ditemukan di perairan. Kandungan TDS perairan sangat dipengaruhi oleh pelapukan batuan, limpasan dari tanah dan pengaruh antropogenik (limbah domestik dan Industri). Bahan-bahan tersuspensi dan terlarut di perairan tidak bersifat toksik, namun jika berlebihan dapat meningkatkan Kandungan kekeruhan dan mempengaruhi proses fotosintesis di perairan (Suyasa, 2015).

TDS merupakan padatan yang memiliki ukuran lebih kecil dibandingkan dengan padatan tersuspensi. Zat padatan terlarut terdiri atas zat organik, garam organik dan gas terlarut (Retnosari dan Shovitri, 2013). Semakin besar nilai TDS menunjukkan bahwa pada bahan organik limbah belum tergedradasi sempurna menjadi gas. Penurunan nilai kandungan TDS disebabkan pada partikel terlarut telah terkonversi ke dalam bentuk gas yang dikeluarkan sebagai hasil samping proses biodegradasi oleh mikroorganisme. Nilai TDS pada perairan sangat dipengaruhi oleh adanya pelapukan batuan, limpasan dari tanah dan dipengaruhi oleh antropogenik yang berupa limbah domestik dan limbah industri (Suci dkk, 2012). Pengaruh TDS sangatlah beragam dimana tergantung dari sifat kimia alamiah bahan yang tersuspensi tersebut. Pengaruh yang berbahaya pada ikan,

zooplankton maupun makhluk hidup yang lain pada prinsipnya adalah terjadinya penyumbatan insang oleh partikel partikel yang menyebabkan afiksiasi. Selain itu, TDS juga berpengaruh pada perilaku ikan dan yang paling sering terjadi adalah penolakan terhadap air yang keruh, adanya hambatan makan serta peningkatan pencarian tempat berlindung. Pola yang ditemukan pada sungai yang menerima sebagian besar padatan tersuspensi, secara umum adalah berkurangnya jumlah spesies dan jumlah individu makhluk hidup. TDS dalam perairan mempengaruhi penetrasi cahaya matahari ke lapisan air yang lebih dalam (Syahrul, 2014).

Jumlah garam terlarut dapat ditentukan dengan pengukuran TDS (*Total Dissolved Solids*) karena jumlah konsentrasi garam dalam air sangat tinggi terutama air laut yang banyak mengandung senyawa kimia. Deteksi TDS pada air dengan menggunakan alat TDS scan yang berupa stik yang bekerja secara otomatis dan mampu menunjukkan jumlah polutan didalam air. Air laut memiliki nilai TDS yang tinggi karena banyak mengandung senyawa kimia, yang juga mengakibatkan tingginya nilai salinitas dan daya hantar listrik. Air yang mengandung mineral non-organik tinggi sangat tidak baik untuk kesehatan karena mineral tersebut tidak akan hilang walaupun dengan cara direbus. Terdapat lima kategori rasa air berdasarkan TDS (Syahrul, 2014) yaitu:

- a. TDS kurang dari 300 ppm: sangat bagus
- b. TDS antara 300-600 ppm: bagus
- c. TDS antara 600-900 ppm: sedang
- d. TDS antara 900-1200 ppm: buruk
- e. TDS diatas 1200 ppm: sangat buruk

2.2.7.2 Kekeruhan

Padatan tersuspensi menyebabkan peningkatan kekeruhan, namun tidak semua padatan dapat menyebabkan kekeruhan. Sebagai contoh air laut memiliki padatan terlarut yang tinggi, namun memiliki kekeruhan yang rendah. Oleh karena itu, kekeruhan juga disebabkan oleh aliran di perairan. Pada air permukaan yang tergenang (lentik), misalnya danau, kekeruhan disebabkan oleh bahan tersuspensi atau partikel koloid halus. Sedangkan di sungai kekeruhan banyak disebabkan oleh partikel yang lebih besar seperti limpasan tanah (*Runoff*) dari tempat yang lebih

tinggi. Semakin tinggi kekeruhan, akan mempengaruhi sistem pernafasan dan daya pandang organisme akuatik (Suyasa, 2015).

Kekeruhan adalah ukuran yang menggunakan efek cahaya sebagai dasar untuk mengukur keadaan air baku dengan skala NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*) atau JTU (*Jackson Turbidity Unit*) atau FTU (*Formazin Turbidity Unit*). Kekeruhan dinyatakan dalam satuan unit turbiditas, yang setara dengan 1 mg/liter SiO₂. Kekeruhan ini disebabkan oleh adanya benda tercampur atau benda koloid di dalam air. Hal ini membuat perbedaan nyata dari segi estetika maupun dari segi kualitas air itu sendiri.

Air yang baik adalah jernih (bening) dan tidak keruh. Batas maksimal kekeruhan air bersih menurut PERMENKES RI Nomor 416 Tahun 1990 adalah 25 skala NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*). Kekeruhan air dapat ditimbulkan oleh adanya bahan-bahan anorganik dan organik yang terkandung dalam air seperti lumpur dan bahan yang dihasilkan oleh buangan industri. Dan akibatnya bagi budidaya perairan adalah dapat mengganggu masuknya sinar matahari, membahayakan bagi ikan maupun bagi organisme makanan ikan. Serta dapat mempengaruhi corak dan sifat optis dari suatu perairan.

2.2.7.3 Warna

Terdapat dua warna di perairan, yaitu warna tampak (*Apparent Color*) dan warna sesungguhnya (*true color*). Warna sesungguhnya disebabkan oleh partikel terlarut di perairan dan warna tampak disebabkan oleh partikel terlarut dan tersuspensi. Warna perairan ditimbulkan oleh bahan organik dan bahan anorganik. Oksida Besi menyebabkan air berwarna kemerahan, sedangkan oksida Mangan menyebabkan air berwarna kecoklatan dan kehitaman. Intensitas warna cenderung meningkat dengan meningkatnya pH. Untuk segi estetis sebaiknya warna air tidak melebihi 15 PtCo (skala *Platinum Cobalt*). Untuk kepentingan air minum sebaiknya warna tidak melebihi 50 PtCo. Warna juga dapat disebabkan oleh alga di perairan contoh oleh Blooming alga (*Red Tide*). Warna dapat menghambat penetrasi cahaya untuk masuk ke perairan (Suyasa, 2015).

2.2.7.4 Bau

Bau pada air dapat disebabkan karena benda asing yang masuk ke dalam air seperti bangkai binatang, bahan buangan, ataupun disebabkan oleh proses penguraian senyawa organik oleh bakteri. Pada peristiwa penguraian senyawa organik yang dilakukan oleh bakteri tersebut dihasilkan gas – gas berbau menyengat dan bahkan ada yang beracun. Bau pada air dapat dideteksi dengan menggunakan hidung. Air yang dapat digunakan untuk keperluan *hygiene* sanitasi dan air minum merupakan air yang tidak berbau.

2.2.9 Parameter Kimia Pencemaran Perairan

Karakteristik kimia air limbah ditentukan dengan adanya polutan dari bahan kimia (*chemical*). *Chemical* tersebut terdapat dalam bentuk terlarut dalam bentuk ion-ion dan tersuspensi dalam bentuk senyawanya. Kandungan bahan kimia yang ada di dalam air limbah sebagai polutan akan menimbulkan dampak negatif bagi

lingkungan melalui berbagai kemungkinan reaksi biokimia. Bahan organik terlarut dapat menghabiskan oksigen dalam limbah serta akan menimbulkan rasa dan bau yang tidak sedap pada penyediaan air bersih. Selain itu, akan lebih berbahaya apabila bahan tersebut merupakan bahan yang beracun.

2.2.9.1 Besi (Fe)

Keberadaan besi pada perairan permukaan di pada kerak bumi menempati posisi keempat terbesar. Besi ditemukan dalam kation Ferro (Fe^{2+}) dan Ferri (Fe^{3+}). Pada perairan alami dengan pH sekitar 7 dan kadar oksigen terlarut yang cukup, Ion ferro yang bersifat mudah larut dioksidasi menjadi ion ferri. Proses redoks besi melibatkan bakteri sebagai mediator Kadar Besi pada perairan alami berkisar antara 0,05-0,2 mg/liter (Boyd, 1988), kadar besi > 1,0 mg/liter dapat membahayakan kehidupan organisme akuatik.

2.2.9.2 Salinitas

Salinitas dapat didefinisikan sebagai total konsentrasi ion-ion terlarut dalam air yang dinyatakan dalam satuan permil (‰) atau ppt (part per thousand) atau gram/liter. Salinitas disusun atas tujuh ion utama, yaitu sodium, potasium, kalium,

magnesium, chlorida, sulfat, bikarbonat. Zat-zat lain di dalam air tidak terlalu berpengaruh terhadap salinitas, tetapi zat zat tersebut juga penting untuk keperluan ekologis yang lain. Salinitas pada perairan mempengaruhi keseimbangan osmoregulasi tubuh dengan proses energetik yang selanjutnya mempengaruhi pertumbuhan. Organisme perairan harus mengeluarkan energi yang besar untuk menyesuaikan diri dengan salinitas yang jauh dibawah atau diatas normal bagi hidupnya (Sopiani, 2019). Menurut Prihatno *et al.*, (2021) kriteria penilaian tingkat salinitas sebagai berikut:

Tabel 2.4 Nilai Salinitas pada Perairan

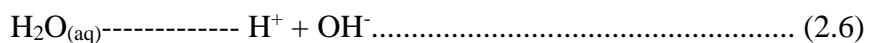
No.	Perairan	Nilai Salinitas (‰)
1	Perairan tawar	Kurang dari 0,5
2	Perairan payau	0,5 – 30
3	Perairan laut	30 – 40
4	Perairan hipersaline	40 – 80

2.2.9.3 pH

pH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. pH normal memiliki nilai 7 sementara bila nilai pH >7 menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai pH < 7 menunjukkan keasaman. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaan tertinggi (Mashadi *et al.*, 2018).

Derajat keasaman merupakan proses tentang ionisasi. Bila suatu atom menerima energi tambahan dari luar, elektron atom itu akan meningkat energi kinetiknya. Hal itu akan memindahkan tingkat energi elektron ke tingkat yang lebih tinggi. Elektron akan berpindah menuju kulit yang lebih luar yang akhirnya jika energi yang diterima cukup besar dapat memisahkan elektron dari atomnya. Dari atom ini akan didapatkan dua partikel yang masing-masing partikel bermuatan

positif dan negatif. Partikel atom yang melepas elektronnya itu disebut ion positif. Atom juga bisa menerima elektron sehingga akan kelebihan elektron. Partikel seperti ini juga disebut ion tetapi merupakan ion negatif. Molekul-molekul suatu zat yang dalam larutannya dapat menghantarkan arus listrik disebut elektrolit. Ion-ion negatif bergerak menuju ke anoda, oleh karena itu ion negatif disebut anion. Ion positif bergerak menuju katoda, oleh karena itu ion positif disebut kation. Suatu larutan elektrolit, molekulnya terurai menjadi ion-ion. Air murni tergolong elektrolit lemah. Sebagian molekulnya terurai menjadi ion H



Dari persamaan (2.6), 1 ion H⁺ dan 1 ion OH⁻ berasal dari penguraian 1 molekul H₂O. Dengan demikian, konsentrasi ion H⁺ sama dengan konsentrasi ion OH⁻. Larutan air seperti itu dinamakan dengan larutan netral. Larutan yang mengandung ion H⁺ berkonsentrasi lebih besar dari konsentrasi OH⁻ dan disebut larutan asam, sedangkan larutan yang mengandung konsentrasi ion H⁺ lebih kecil dari konsentrasi ion OH⁻.

2.2.9.4 Klorin Bebas

Residu klorin disebut juga dengan klorin bebas atau aktif, dapat diartikan jumlah klorin yang tersedia sebagai desinfektan setelah waktu tinggal tertentu. Residu klorin ini terdapat dalam dua bentuk antara lain residu klorin terikat dan residu klorin bebas. Residu klorin ini dikategorikan sebagai zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan. esidu klorin dapat membahayakan kesehatan jika terjadi kontaminasi, dari kontaminasi ini, antara lain menyebabkan iritasi kulit, telinga, gangguan paru, kerusakan pada gigi, maupun infeksi pada saluran pernapasan atas, serta dalam jangka waktu yang lama juga dapat menyebabkan kanker. Sumber klorin bebas dapat berasal dari proses pengolahan air bersih, limbah aktifitas manusia (*municipal waste*) dan limbah rumah sakit. Limbah yang mengandung klorin tersebut dapat mencemari lingkungan (Hayat, 2020).

2.2.9.5 Kesadahan

Kesadahan atau *hardness* adalah salah satu sifat kimia yang dimiliki oleh air. Kesadahan air terjadi karena adanya ion-ion Ca^{2+} , Mg^{2+} , atau dapat juga disebabkan adanya ion-ion lain dari polyvalent metal (logam bervalensi banyak) seperti Al, Fe, Mn, Sr dan Zn dalam bentuk garam sulfat, klorida dan bikarbonat dalam jumlah kecil. Air yang memiliki sifat sadah ditemukan pada wilayah yang menggunakan sumber air tanah/sumur dimana pada daerah tersebut memiliki lapisan tanah yang mengandung deposit garam mineral, kapur, dan kalsium (Candra, 2007). Berdasarkan kadar kalsium terdapat lima tingkatan kesadahan air, berikut adalah tingkat kesadahan air berdasarkan kadungan kalsium:

- 1) Kesadahan Lunak : 0-50 mg/L
- 2) Kesadahan Medium : 50-150 mg/L
- 3) Kesadahan Keras : 150-300 mg/L
- 4) Kesadahan Sangat Keras : >300 mg/L

Kesadahan air dibagi menjadi dua sifat, yaitu kesadahan sementara (*temporary*) dan kesadahan tetap (*permanent*)

- 1) Kesadahan sementara (*temporary*)

Air yang memiliki kesadahan sementara adalah air sadah yang mengandung ion bikarbonat (HCO_3^-) dari Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg) atau garam-garam Karbonat (CO_3^{2-}). Air yang mengandung ion atau senyawa-senyawa tersebut disebut air dengan kesadahan sementara karena kesadahannya dapat dihilangkan dengan pemanasan air, sehingga air tersebut terbebas dari ion Ca^{2+} dan atau Mg^{2+} .

- 2) Kesadahan tetap (*permanent*)

Air dengan kesadahan tetap adalah air yang mengandung anion selain ion bikarbonat, misalnya dapat berupa ion Cl^- , NO_3^- dan SO_4^{2-} . Berarti senyawa yang terlarut boleh jadi berupa kalsium klorida (CaCl_2), kalsium nitrat $\{\text{Ca}(\text{NO}_3)_2\}$, kalsium sulfat (CaSO_4), magnesium klorida (MgCl_2), magnesium nitrat $\{\text{Mg}(\text{NO}_3)_2\}$, dan magnesium sulfat (MgSO_4). Air yang mengandung senyawa-senyawa tersebut disebut air dengan kesadahan tetap, karena kesadahannya tidak bisa dihilangkan hanya dengan cara pemanasan. Menghilangkan kesadahan tetap

dapat dilakukan dengan cara kimia, yaitu dengan mereaksikan air tersebut dengan zat-zat kimia tertentu. Pereaksi yang digunakan adalah larutan karbonat yaitu Na_2CO_3 atau K_2CO_3 . Penambahan larutan karbonat dimaksudkan untuk mengendapkan ion Ca^{2+} dan Mg.