

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air Payau**

Air payau adalah campuran antara air tawar dan air laut (air asin). Jika kadar garam yang dikandung dalam satu liter air adalah antara 0,5 - 30 gram, maka air ini disebut air payau. Namun jika konsentrasi garam melebihi 30 gram dalam satu liter air disebut air asin (Agustina, 2016).

Air payau merupakan air yang terbentuk dari pertemuan antara air sungai dan air laut serta mempunyai ciri khusus secara fisik, kimia dan biologis. Dari ciri-ciri fisik air payau berwarna coklat kehitaman, dari segi kimia terutama sudah mengandung kadar garam dibanding air tawar, dari ciri biologis terutama terdapatnya ikan-ikan air payau (Reka, 2016).

Menurut Soedjono (dalam Yusuf dkk, 2009), air payau terjadi karena intrusi air asin ke air tawar. Hal ini dikarenakan adanya degradasi lingkungan. Pencemaran air tawar juga dapat terjadi karena fenomena air pasang naik. Saat air laut meluap, masuk ke median sungai. Kemudian terjadi pendangkalan disekitar sungai sehingga air asin ini masuk ke dalam air tanah dangkal dan menjadi payau.

Air payau mempunyai karakteristik atau sifat-sifat yang dapat dibedakan menjadi tiga bagian yaitu (Ratih dan Putu, 2013) :

1. Karakteristik fisik
  - a. Merupakan cairan tak berwarna
  - b. Mempunyai densitas = 1,02 dengan pH 7,8 – 8,2
  - c. Mempunyai titik beku = -2,78°C dan titik didih = 101,1°C
  - d. Suhu rata-rata  $\pm 25^{\circ}\text{C}$
  - e. Rasanya pahit dan aromanya tergantung pada kemurniannya.

2. Karakteristik kimia

Karakteristik kimia yang ada dalam air dapat merugikan lingkungan. Berikut ini beberapa karakteristik kimia dari air payau :

- a. Derajat keasaman (pH) antara 6 – 8,5
- b. Jumlah kesadahan (*Total Hardness*)
- c. Zat organik

- d. CO<sub>2</sub> agresif tinggi
  - e. Kandungan unsur kimiawi seperti yang banyak terkandung dalam air sumur payau adalah Fe<sup>2+</sup>, Na<sup>2+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Mn<sup>2+</sup>, dan Zn<sup>2+</sup>
3. Karakteristik biologi
- Termasuk karakteristik biologi adalah ganggang, lumut, dan mikroorganismenya lainnya yang dapat mengganggu kesehatan walaupun terdapat jumlah yang kecil.

## 2.2 Air Bersih

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak (Permenkes RI No. 32 Tahun 2017). Semua jenis air bersih, baik air permukaan maupun air tanah harus mendapatkan perlindungan sebaik-baiknya agar mendapatkan manfaat yang optimum dan mencegah terjadinya penurunan kuantitas serta kualitas air bersih. Sebagai batasannya air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagisistem penyediaan air minum. Adapun persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas fisik, kimia, biologi, dan radiologis sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping.

Persyaratan kualitas menggambarkan mutu atau kualitas dari air baku air bersih. 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 pemeliharaan 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. Tabel 2.1 berisi daftar parameter wajib untuk parameter fisik yang harus diperiksa untuk keperluan higiene sanitasi.

**Tabel 2.1** Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1.	Kekeruhan	NTU	25
2.	Warna	TCU	50
3.	Zat padat terlarut ( <i>Total Dissolved Solid</i> )	mg/l	1000

**Lanjutan Tabel 2.1** Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
4.	Suhu	°C	Suhu Udara±3
5.	Rasa		Tidak berasa
6.	Bau		Tidak berbau

Sumber : Permenkes RI No.32 Tahun 2017

Tabel 2.2 berisi daftar parameter wajib untuk parameter biologi yang harus diperiksa untuk keperluan higiene sanitasi yang meliputi total coliform dan escherichia coli dengan satuan/unit colony forming unit dalam 100 ml sampel air.

**Tabel 2.2** Parameter Biologi dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1.	Total coliform	CFU/100ml	50
2.	E.coli	CFU/100ml	0

Sumber : Permenkes RI No.32 Tahun 2017

Tabel 2.3 berisi daftar parameter kimia yang harus diperiksa untuk keperluan higiene sanitasi yang meliputi 10 parameter wajib dan 10 parameter tambahan. Parameter tambahan ditetapkan oleh pemerintah daerah kabupaten/kota dan otoritas pelabuhan/bandar udara.

**Tabel 2.3** Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
<b>Wajib</b>			
1.	pH	mg/l	6,5-8,5
2.	Besi	mg/l	1
3.	Flourida	mg/l	1,5
4.	Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	500
5.	Mangan	mg/l	0,5
6.	Nitrat, sebagai N	mg/l	10
7.	Nitrit, sebagai N	mg/l	1
8.	Sianida	mg/l	0,1
9.	Deterjen	mg/l	0,05
10.	Pestisida total	mg/l	0,1
<b>Tambahan</b>			
1.	Air raksa	mg/l	0,001
2.	Arsen	mg/l	0,05
3.	Kadmium	mg/l	0,005
4.	Kromium (valensi 6)	mg/l	0,05

**Lanjutan Tabel 2.3** Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
5.	Selenium	mg/l	0,01
6.	Seng	mg/l	15
7.	Sulfat	mg/l	400
8.	Timbal	mg/l	0,05

Sumber : Permenkes RI No.32 Tahun 2017

### 2.3 Teori Filtrasi

Filtrasi adalah salah satu operasi yang penting dalam proses pemurnian air. Meskipun sedimentasi menghapus sebagian besar materi tersuspensi, tetapi tidak efektif menghilangkan partikel halus, warna, mineral terlarut dan mikroorganisme. Dalam penyaringan, air yang dilewatkan media filter untuk menghapus partikulat yang sebelumnya tidak dihapus oleh sedimentasi. Selama filtrasi, kekeruhan dan jenis koloid dihapus atau tertahan di media filter, presipitat warna dan karakteristik kimia air berubah. Kandungan bakteri air dari unit proses sebelumnya jauh berkurang karena adanya lapisan zoologis aktif pada bagian atas material penyaringan.

Filtrasi merupakan proses penjernihan atau penyaringan air melalui media. Pada penelitian ini media yang digunakan yaitu sabut kelapa, karbon aktif, zeolit, dan pasir silika.

#### 1. Sabut kelapa

Sabut kelapa (*Cocos nucifera*) merupakan bahan berserat dengan ketebalan sekitar 5 cm dan merupakan bagian terluar dari buah kelapa. Sabut kelapa merupakan bahan yang kaya dengan unsur kalium. Selain itu, ia juga memiliki pori-pori yang memudahkan terjadinya pertukaran udara, dan masuknya sinar matahari. Sabut kelapa juga terkandung unsur-unsur hara dari alam, berupa kalsium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na), nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) (Fitria, 2017). Serat sabut kelapa sangat berpotensi sebagai biosorben karena mengandung selulosa yang di dalam struktur molekulnya mengandung gugus karboksil serta lignin yang mengandung asam phenolat yang ikut ambil bagian dalam pengikatan logam. Selulosa dan lignin adalah biopolimer yang berhubungan dengan proses pemisahan logam-logam berat (Pino dkk, 2005).

## 2. Karbon aktif

Karbon aktif merupakan bahan adsorpsi dengan permukaan lapisan yang luas dengan bentuk butiran (*granular*) atau serbuk (*powder*). Karbon aktif mempunyai sifat sebagai absorben yang dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsi nya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan (Wahyu dan Setyo, 2013). Penggunaan karbon aktif sangat penting dalam proses penjernihan air dan udara. Dalam proses penjernihan air, arang aktif selain mengadsorpsi logam-logam seperti besi, tembaga, nikel juga dapat menghilangkan bau, warna dan rasa yang terdapat dalam larutan atau buangan air. Di beberapa negara karbon aktif dilaporkan telah digunakan sebagai penyerap residu pestisida pada proses penjernihan air untuk mendapatkan air minum yang bebas pestisida (Mody, 2014).

## 3. Zeolit

Zeolit memiliki muatan negatif, yang menyebabkan zeolit mampu mengikat kation. Zeolit juga sering disebut sebagai *molecular mesh* karena zeolit memiliki pori-pori berukuran molekular sehingga mampu menyaring molekul dengan ukuran tertentu. Dalam proses filter air ini zeolit bisa membunuh bakteri dan mengikat kandungan logam yang terkandung dalam air (Alwin dkk, 2017).

## 4. Pasir silika

Kandungan dalam pasir salah satunya adalah mineral kuarsa yang mengandung silika ( $\text{SiO}_2$ ), oleh karena itu sering disebut pasir silika. Memiliki kekerasan 7 skala Mohs, berat jenis 2,65, titik lebur  $1.715^\circ\text{C}$  dan bentuk kristal hexagonal. Pasir silika sangat efektif dalam menyaring lumpur dan bahan pengotor lainnya (Alwin dkk, 2017).

### 2.4 Zeolit

Kata “Zeolit” berasal dari kata Yunani *zein* yang berarti membuih dan *lithos* yang berarti batu. Nama ini sesuai dengan sifat zeolit yang akan membuih bila dipanaskan pada  $100^\circ\text{C}$ . Zeolit pertama kali ditemukan di Swedia pada tahun 1756 oleh Axel Constedt. Zeolit terbentuk dari abu vulkanik yang telah mengendap jutaan tahun silam.

Zeolit didefinisikan sebagai senyawa aluminosilikat yang memiliki struktur kerangka tiga dimensi dengan rongga di dalamnya. Struktur kerangka zeolit tersusun atas unit-unit tetrahedral  $(AlO_4)^{5-}$  dan  $(SiO_4)^{4-}$  yang saling berikatan melalui atom oksigen membentuk pori-pori zeolit. Ion silikon bervalensi 4, sedangkan aluminium bervalensi 3. Hal ini yang menyebabkan struktur zeolit kelebihan muatan negatif yang diseimbangkan oleh kation-kation logam alkali atau alkali tanah seperti  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^+$  atau  $Sr^+$  maupun kation-kation lainnya. Kation-kation tersebut terletak diluar tetrahedral, dapat bergerak bebas dalam rongga-rongga zeolit dan bertindak sebagai counter ion yang dapat dipertukarkan dengan kation-kation lainnya, sifat-sifat inilah yang menjadi dasar bahwa zeolit dapat dipergunakan sebagai penukar kation (Ani, 2016). Sifat-sifat mineral zeolit sangat bervariasi tergantung dari jenis dan kadar mineral zeolit. Zeolit mempunyai struktur berongga biasanya rongga ini diisi oleh air serta kation yang bisa dipertukarkan dan memiliki ukuran poritertentu. Oleh karena itu zeolit dapat dimanfaatkan sebagai penyaring molekuler, senyawa penukar ion, sebagai filter dan katalis. Zeolit merupakan mineral hasil tambang yang bersifat lunak dan mudah kering. Warna dari zeolit adalah putih keabu-abuan, putih kehijau-hijauan, atau putih kekuning-kuningan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.1

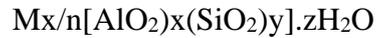


**Gambar 2.1** Zeolit

Zeolit merupakan salah satu adsorben alternatif yang memiliki kemampuan adsorpsi yang tinggi karena memiliki pori yang banyak dan mempunyai kapasitas tukar kation yang tinggi dan dapat diaplikasi dalam rentang suhu yang luas

sehingga sangat cocok digunakan sebagai adsorben. Zeolit adalah senyawa zat kimia alumino-silikat berhidrat dengan kation natrium, kalium, dan barium.

Rumus umum zeolit adalah :



$M_{x/n}$  = kation bermuatan

[ ] = kerangka aluminosilika

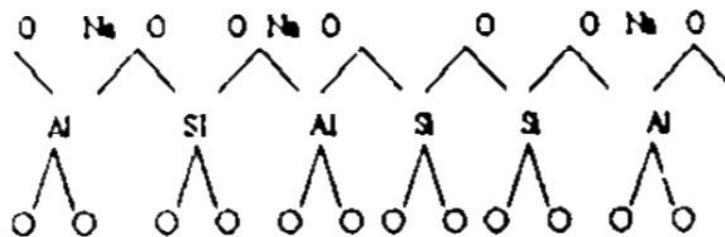
X = jumlah  $AlO_4$

Y = jumlah  $SiO_4$ ,  $y > x$

Z = jumlah  $H_2O$

#### 2.4.1 Karakteristik Kerangka Zeolit

Struktur kerangka zeolit mengandung saluran atau hubungan rongga yang berisi kation dan molekul air. Secara sistematis struktur kerangka zeolit dapat dilihat pada Gambar 2.3



**Gambar 2.2** Struktur Kerangka Zeolit

Karakteristik struktur zeolit antara lain :

1. Sangat berpori, karena kristal zeolit merupakan kerangka yang terbentuk dari jaringan tetrahedral  $SiO_4$  dan  $AlO_4$ .
2. Pori-porinya berukuran molekul karena pori zeolit terbentuk dari tumpukan cincin beranggotakan 6, 8, 10, atau 12 tetrahedral.
3. Dapat menukarkan kation. Karena perbedaan muatan  $Al^{3+}$  dan  $Si^{4+}$  menjadikan atom Al mendapatkan kristal bermuatan negatif dan membutuhkan kation penetral. Kation penetral yang bukan menjadi bagian kerangka ini mudah diganti dengan kation lainnya.

4. Dapat dijadikan padatan yang bersifat asam. Karena penggantian kation penetral dengan proton-proton menjadikan zeolit padatan asam *Bronsted*.
5. Mudah dimodifikasi karena setiap tetrahedral dapat dikontakkan dengan bahan-bahan pemodifikasi.

Karakteristik zeolit dapat dilihat pada Tabel 2.4

**Tabel 2.4** Karakteristik Zeolit

Densitas	1,1 gr/cc
Porositas	0,31
Volume berpori	0,28-3 cc/gr
Luas permukaan	1-20 m <sup>2</sup> /gr
Jari-jari makropori	30-100 nm
Jari-jari mikropori	0,5 nm

*Sumber : Dian dan Fendy, 2010*

#### 2.4.2 Sifat-sifat Kimia Zeolit

Sifat kimia zeolit terdiri dari dehidrasi, penyerapan, penukar ion, katalis dan penyaring/pemisah.

##### 1. Dehidrasi

Sifat dehidrasi zeolit berpengaruh terhadap sifat penyerapannya. Keunikan zeolit terletak pada struktur porinya yang spesifik. Pada zeolit alam didalam pori-porinya terdapat kation-kation atau molekul air. Bila kation-kation atau molekul air tersebut dikeluarkan dari dalam pori dengan suatu perlakuan tertentu maka zeolit akan meninggalkan pori yang kosong.

##### 2. Penyerapan

Dalam keadaan normal ruang hampa dalam kristal zeolit terisi oleh molekul air yang berada disekitar kation. Bila zeolit dipanaskan maka air tersebut akan keluar. Zeolit yang telah dipanaskan dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan.

##### 3. Penukar Ion

Ion-ion pada rongga berguna untuk menjaga kenetralan zeolit. Ion-ion ini dapat bergerak bebas sehingga pertukaran ion yang terjadi tergantung dari ukuran dan muatan maupun jenis zeolitnya. Sifat sebagai penukar ion dari zeolit antara lain tergantung dari sifat kation, suhu, dan jenis anion.

##### 4. Katalis

Zeolit sebagai katalis hanya mempengaruhi laju reaksi tanpa mempengaruhi kesetimbangan reaksi karena mampu menaikkan perbedaan lintasan molekular

dari reaksi. Katalis berpori dengan pori-pori sangat kecil akan memuat molekul-molekul kecil tetapi mencegah molekul besar masuk. Selektivitas molekuler seperti ini disebut *molecular sieve* yang terdapat dalam substansi zeolit alam.

#### 5. Penyaring/pemisah

Zeolit sebagai penyaring molekul maupun pemisah didasarkan atas perbedaan bentuk, ukuran, dan polaritas molekul yang disaring. Sifat ini disebabkan zeolit mempunyai ruang hampa yang cukup besar. Molekul yang berukuran lebih kecil dari ruang hampa dapat melintas sedangkan yang berukuran lebih besar dari ruang hampa akan ditahan.

Zeolit yang diperoleh dari proses penyiapan telah dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Akan tetapi daya serap, daya tukar ion maupun katalis dari zeolit tersebut belum maksimal. Untuk memperoleh zeolit dengan kemampuan yang tinggi diperlukan beberapa perlakuan, antara lain preparasi dan aktivasi.

##### 1. Preparasi

Tahap ini bertujuan untuk memperoleh ukuran produk yang sesuai dengan tujuan penggunaan. Preparasi ini terdiri dari tahap peremukan (*crushing*) sampai penggerusan (*grinding*).

##### 2. Aktivasi

Proses aktivasi zeolit dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu secara fisis dan kimiawi. Aktivasi secara fisis berupa pemanasan zeolit dengan tujuan untuk menguapkan air yang terperangkap dalam pori-pori kristal zeolit sehingga luas permukaan pori-pori bertambah. Pemanasan dilakukan dalam oven biasa pada suhu 300–400°C (untuk skala laboratorium) atau menggunakan tungku putar dengan pemanasan secara penghampaan selama 3 jam atau penghampaan selama 5-6 jam (skala besar). Aktivasi secara kimia dilakukan dengan larutan asam HCl atau basa NaOH dengan tujuan untuk membersihkan permukaan pori, membuang senyawa pengotor dan mengatur kembali letak atom yang dipertukarkan. Pereaksi kimia ditambahkan pada zeolit yang telah disusun dalam tangki dan diaduk dalam jangka waktu tertentu kemudian dicuci air sampai netral dan selanjutnya dikeringkan.

### 2.4.3 Jenis Zeolit

Zeolit terdiri dari 2 jenis, yaitu zeolit alam dan sintetis. Zeolit alam banyak digunakan sebagai agen penukar ion pada penjernihan dan pemurnian air, serta aplikasi lainnya baik domestik maupun komersial. Sedangkan Zeolit sintetis secara luas digunakan sebagai katalis pada industri petrokimia, misalnya pada perengkahan katalitik dan *hydro-cracking*. Zeolit sintetis memiliki sifat yang lebih baik dibandingkan dengan zeolit alam.

#### 1. Zeolit alam

Zeolit alam terbentuk karena adanya proses kimia dan fisika yang kompleks dari batuan-batuan yang mengalami berbagai macam perubahan di alam. Para ahli geokimia dan mineralogi memperkirakan bahwa zeolit merupakan produk gunung berapi yang membeku menjadi batuan vulkanik, batuan sedimen dan batuan metamorfosa yang selanjutnya mengalami proses pelapukan karena pengaruh panas dan dingin. Sebagai produk alam, zeolit alam diketahui memiliki komposisi yang sangat bervariasi, namun komponen utamanya adalah silika dan alumina. Di samping komponen utama ini, zeolit juga mengandung berbagai unsur minor, antara lain Na, K, Ca, Mg, dan Fe. Zeolit alam ditemukan dalam bentuk mineral dengan komposisi yang berbeda, terutama dalam komposisi Si/Al dan jenis logam yang menjadi komponen minor, seperti pada Tabel 2.5. Zeolit alam tidak terpisah dalam lingkungan asam dan zeolit alam memiliki perbandingan silika dan alumina yaitu 5:1 (Rodhie, 2006).

**Tabel 2.5** Jenis Mineral Zeolit yang Terdapat dalam Batuan Zeolit dan yang Sering Ditemukan

No.	Zeolit Alam	Komposisi
1.	Analsim	$\text{Na}_{16}(\text{Al}_{16}\text{Si}_{32}\text{O}_{96}) \cdot 16\text{H}_2\text{O}$
2.	Kabasit	$(\text{Na}_2, \text{Ca})_6(\text{Al}_2\text{Si}_{24}\text{O}_{72}) \cdot 40\text{H}_2\text{O}$
3.	Klinoptilotit	$(\text{Na}_4\text{K}_4)(\text{Al}_8\text{Si}_{40}\text{O}_{96}) \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
4.	Erionit	$(\text{Na}, \text{Ca}_5\text{K})(\text{Al}_9\text{Si}_{27}\text{O}_{72}) \cdot 27\text{H}_2\text{O}$
5.	Ferrierit	$(\text{Na}_2, \text{Mg}_2)(\text{Al}_6\text{Si}_{30}\text{O}_{72}) \cdot 18\text{H}_2\text{O}$
6.	Heulandit	$\text{Ca}_4(\text{Al}_8\text{Si}_{28}\text{O}_{72}) \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
7.	Laumonit	$\text{Ca}(\text{Al}_8\text{Si}_{16}\text{O}_{48}) \cdot 16\text{H}_2\text{O}$
8.	Mordenit	$\text{Na}_8(\text{Al}_8\text{Si}_{40}\text{O}_{96}) \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
9.	Filipsit	$(\text{Na}, \text{K})_{10}(\text{Al}_{10}\text{Si}_{22}\text{O}_{64}) \cdot 20\text{H}_2\text{O}$
10.	Natrolit	$\text{Na}_4(\text{Al}_4\text{Si}_6\text{O}_{20}) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
11.	Wairakir	$\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}) \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

Sumber: Komariah, 2017

## 2. Zeolit sintesis

Zeolit sintetis adalah zeolit yang dibuat secara rekayasa yang sedemikian rupa sehingga didapatkan karakter yang lebih baik dari zeolit alam. Prinsip dasar produksi zeolit sintetis adalah komponennya yang terdiri dari silika dan alumina, sehingga dapat disintesis dari berbagai bahan baku yang mengandung kedua komponen di atas. Komponen minor dalam zeolit juga dapat ditambahkan dengan mudah menggunakan senyawa murni, sehingga zeolit sintetis memiliki komposisi yang tetap dengan tingkat kemurnian yang tinggi (Georgiev, 2009). Zeolit sintetis memiliki perbandingan silika dan alumina yaitu 1:1 (Rodhie, 2006).

Berdasarkan perkembangan penelitian, telah dikenal beragam zeolit sintetis dan beberapa diantaranya dapat dilihat pada Tabel 2.6

**Tabel 2.6** Rumus Oksida Beberapa Jenis Zeolit Sintetis

<b>Zeolit</b>	<b>Rumus Oksida</b>
Zeolit A	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot 4,5\text{H}_2\text{O}$
Zeolit N-A	$(\text{Na}, \text{TMA})_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4,8\text{SiO}_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ TMA- $(\text{CH}_3)_4\text{N}^+$
Zeolit H	$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Zeolit L	$(\text{K}_2\text{Na}_2)\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Zeolit X	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2,5\text{SiO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Zeolit Y	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4,8\text{SiO}_2 \cdot 8,9\text{H}_2\text{O}$
Zeolit P	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2,5\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Zeolit O	$(\text{Na}, \text{TMA})_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 7\text{SiO}_2 \cdot 3,5\text{H}_2\text{O}$ TMA- $(\text{CH}_3)_4\text{N}^+$
Zeolit $\Omega$	$(\text{Na}, \text{TMA})_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 7\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ TMA- $(\text{CH}_3)_4\text{N}^+$
Zeolit ZK-4	$0,85\text{Na}_2\text{O} \cdot 0,15(\text{TMA})_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3,3\text{SiO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Zeolit ZK-5	$(\text{R}, \text{Na}_2)\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4,6\text{SiO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Sumber: Georgiev, 2009

## 2.5 Pengujian

Pengujian air bersih mengacu pada Permenkes RI No. 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus per Aqua*, dan Pemandian Umum. Parameter yang diukur adalah salinitas, kekeruhan, *Total Dissolved Solids* (TDS), dan kesadahan.

### 1. Salinitas

Salinitas adalah tingkat keasinan atau kadar garam terlarut dalam air. Salinitas air payau menggambarkan kandungan garam dalam suatu air payau. Garam yang dimaksud adalah berbagai ion yang terlarut dalam air termasuk garam dapur (NaCl). Pada umumnya salinitas disebabkan oleh 7 ion utama yaitu : natrium

(Na<sup>+</sup>), kalium (K<sup>+</sup>), kalsium (Ca<sup>++</sup>), magnesium (Mg<sup>++</sup>), klorida (Cl<sup>-</sup>), sulfat (SO<sub>4</sub><sup>=</sup>) dan bikarbonat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Salinitas dinyatakan dalam satuan gram/kg atau promil (‰) (Ratih dan Putu, 2013). Metode yang digunakan untuk mengukur salinitas adalah Potensiometri menggunakan alat *Portable Hach HQ40d*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.4. Potensiometri adalah suatu cara analisis berdasarkan pengukuran beda potensial sel dari suatu sel elektrokimia. *Portable Hach HQ40d* adalah meter digital yang memiliki dua channel input. HQd meter terhubung dengan intelliCAL probe yang secara otomatis mengenali parameter pengujian, data kalibrasi, dan pengaturan metode untuk meminimalkan kesalahan serta waktu setup. Dapat dihubungkan langsung dengan dua probe apa saja sehingga dapat sekaligus mengukur dua parameter yang diinginkan dan menghemat waktu. Probe yang dihubungkan dengan HQ40d adalah salinitas, Konduktivitas, TDS, pH, Oksigen terlarut (DO), ORP, dan ISE.



Sumber : BBLK Palembang

**Gambar 2.3 Portable Hach HQ40d**

## 2. Kekeruhan

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 1mg/liter SiO<sub>2</sub>. Kekeruhan air dapat ditimbulkan adanya bahan-bahan anorganik dan

organik yang terkandung dalam air seperti lumpur dan bahan yang dihasilkan oleh buangan industri (Sahtiyanza, 2014). Batas maksimal kekeruhan air bersih menurut PERMENKES RI No.32 Tahun 2017 adalah 25 NTU. Alat yang digunakan untuk mengukur kekeruhan adalah HI 93703 *Microprocessor Turbidity Meter*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.5

HI 93703 Turbidity meter adalah instrumen portabel berbasis mikroprosesor yang digunakan untuk menentukan kekeruhan air dan air limbah dengan presisi tinggi di lapangan serta di laboratorium. HI 93703 mencakup rentang 0 hingga 1000 FTU dalam dua skala yaitu 0 hingga 50 FTU dan 50 hingga 1000 FTU. Fitur rentang otomatis menetapkan rentang yang sesuai untuk pengukuran. HI 93703 telah dirancang sesuai dengan standar Internasional ISO7027. Metode pemeriksaan yang digunakan adalah SNI 06-6989.25-2005.



Sumber : BTKLPP Palembang

**Gambar 2.4 HI 93703 Microprocessor Turbidity Meter**

### 3. *Total Dissolved Solids* (TDS)

Kelarutan zat padat dalam air atau disebut sebagai *Total Dissolved Solids* (TDS) adalah terlarutnya zat padat, baik berupa ion, berupa senyawa koloid di dalam air (Fendra, 2015). Ion yang paling umum adalah kalsium, fosfat, nitrat, kalium, magnesium, bikarbonat, karbonat dan klorida. Perubahan dalam

konsentrasi TDS dapat berbahaya karena akan menyebabkan perubahan salinitas, perubahan komposisi ion-ion, toksisitas masing-masing ion. Sumber utama untuk TDS dalam perairan adalah limbah dari pertanian, limbah rumah tangga, dan industri (Rinawati dkk, 2016). Batas maksimal TDS air bersih menurut PERMENKES RI No.32 Tahun 2017 adalah 1000 mg/l. Alat yang digunakan untuk mengukur TDS adalah *Thermo Scientific Orion 4-Star Benchtop pH/Conductivity meter*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.6

Alat ini dapat mengukur konduktivitas, resistivitas, salinitas, TDS dan suhu untuk analisis tanah dan air. Alat ini memiliki beberapa fitur dan keuntungan seperti :

- a. Tampilan simultan pH, konduktivitas dan pengukuran suhu pada LCD *backlit*.
- b. *Thermo Scientific Orion SMART STABILITY* dan *SMART AVERAGING*- fungsi untuk dioptimalkan secara otomatis akurasi, presisi, dan waktu respons.
- c. Konduktivitas/ TDS/ salinitas/ resistivitas kalibrasi hingga 5 poin dengan membaca suhu referensi 5°C, 10°C, 15°C, 20°C atau 25°C.
- d. Kompatibel dengan 2-elektroda dan sel konduktivitas 4-elektroda.



Sumber : BTKLPP Palembang

**Gambar 2.5** *Thermo Scientific Orion 4-Star Benchtop pH/Conductivity meter*

#### 4. Kesadahan

Kesadahan pada prinsipnya adalah terkontaminasi air dengan unsur kation seperti Na, Ca, Mg didalam kesadahan yang paling banyak dijumpai adalah air laut. Kesadahan dalam air sebagian besar adalah berasal dari kontaknya dengan tanah dan pembentukan batuan. Kesadahan total adalah yang disebabkan oleh adanya ion Ca dan Mg secara bersama-sama (Dian dkk, 2016). Batas maksimal kesadahan air bersih menurut PERMENKES RI No.32 Tahun 2017 adalah 500 mg/l. Metode pemeriksaan yang digunakan adalah SNI 06-6989.12-2004 dengan cara titrasi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.7



Sumber : BTKLPP Palembang  
**Gambar 2.6 Buret**