

SKRIPSI

**DESALINASI AIR PAYAU MENGGUNAKAN
*SURFACTANT MODIEF ZEOLITE***

Disusun dan diajukan oleh:

**WAHYUDI MAULANA RAIS RACHMAN
D121 16 513**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

SKRIPSI

**DESALINASI AIR PAYAU MENGGUNAKAN
*SURFACTANT MODIEF ZEOLITE***

Disusun dan diajukan oleh:

**WAHYUDI MAULANA RAIS RACHMAN
D121 16 513**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**DESALINASI AIR PAYAU MENGGUNAKAN SURFAKTAN
MODIEF ZEOLITE**

Disusun dan diajukan oleh

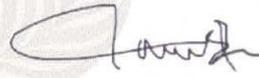
Wahyudi Maulana Rais Rachman
D12116513

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 12 Juli 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Prof. Dr. Ir. Mary Selintung, M.Sc.
NIP 194306122018016000

Nur An-nisa Putry Mangarengi, S.T., M.Sc.
NIP 199201142019016001

Ketua Departemen Teknik Lingkungan,



Dr. Eng. Ir. Muralia Hustim, S.T., M.T., IPM.
NIP 197204242000122001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Wahyudi Maulana Rais Rachman

NIM : D12116513

Program Studi : Teknik Lingkungan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan berjudul

Desalinasi Air Payau Menggunakan Swfactant Modief Zeolite

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan barns mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini basil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 13 Juli 2023

Yang Menyatakan



Wahyudi Maulana Rais Rachman

Abstrak

WAHYUDI MAULANA RAIS RACHMAN. *Desalinasi Air Payau menggunakan Surfactant Modief Zeolite* (dibimbing oleh Mary Selintung dan Nur An-nisa Putry Mangarengi).

Wilayah pesisir merupakan daerah yang sering kekurangan akan air bersih. Kurangnya ketersediaan air bersih secara kuantitatif disebabkan karena 97% air di bumi merupakan air laut. Penurunan kualitas air bersih dapat terjadi karena adanya proses intrusi air laut masuk ke air tanah, maka diperlukan suatu teknologi pengolahan yang tepat dan sesuai dengan kondisi wilayah agar pemenuhannya dapat optimal wilayah pesisir dan pantai rawan akan gejala intrusi tersebut. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Kualitas Air Departemen Teknik Lingkungan Universitas Hasanuddin.

Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan kadar garam (desalinasi) air payau pada air sumur penduduk Pulau Bontosua, Desa Mattiro Bone, Sehingga digunakan metode pertukaran ion dengan menggunakan material *zeolite* sebagai adsorben karena menghasilkan air lebih banyak dan biaya lebih terjangkau. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian dengan parameter Ph, Salinitas dan Cl (*Chlorine*).

Variabel terikat yakni volume air sumur payau yaitu 500 ml per sampel pada tiga sumur (S1, S2, dan S3) dan variabel bebas yaitu variasi ukuran mesh 0.125 mm (U1), 0.105 mm (U2), 0.149 mm (U3) dan variasi waktu 30 menit (M1), 60 menit (M2), 90 menit (M3). Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi terbaik dalam penyisihan kadar yakni adsorpsi *zeolite* termodifikasi dengan lama waktu kontak 90 menit (M3) dan ukuran mesh 0.125 mm (U1), 0.105 mm (U2) dan 0.149 mm (U3), dimana untuk sumur 1 (S1), sumur 2 (S2), dan sumur 3 (S3) kondisi optimumnya yaitu pada ukuran 0.149 mm (U3) dan lama waktu kontak 90 menit (M3) mampu menurunkan salinitas hingga 3.5-7 ppt, sedangkan untuk kadar *Chlorine* (Cl) kondisi optimumnya juga berapa pada ukuran 0.149 mm (U3) dengan waktu kontak 90 menit (M3) mampu menurunkan hingga 12.8-386.8 mg/L. Dimana jika di persentasikan maka persentase kadar Salinitas dan kadar Cl oleh adsorben *zeolite* termodifikasi pada kondisi optimumnya mampu mereduksi salinitas 18.33%-62.22% sedangkan untuk kondisi optimum mampu mereduksi kadar *Chlorine* (Cl) hingga 80.32%- 99.69%. Pada pengujian Salinitas, pH, dan Cl nilai efektivitas yang lebih baik pada waktu kontak 90 menit.

Kata kunci : desalinasi, air payau, ukuran *mesh*, *zeolite*

Abstract

WAHYUDI MAULANA RAIS RACHMAN. *Desalination of Brackish Water using Surfactant Modified Zeolite* (supervised by Mary Selintung and Nur An-nisa Putry Mangarengi).

Coastal areas are areas that often lack clean water. The lack of availability of clean water quantitatively is due to the fact that 97% of the water on earth is sea water. A decrease in the quality of clean water can occur due to the process of seawater intrusion into groundwater, an appropriate processing technology is needed and in accordance with regional conditions so that its fulfillment can be optimal. Coastal and coastal areas are prone to flooding. symptoms of the intrusion. This research was conducted on a laboratory scale for Water Quality, Department of Environmental Engineering, Hasanuddin University.

This study aims to reduce the salt content (desalination) of brackish water in the well water of residents of Bontosua Island, Mattiro Bone Village. So an ion exchange method is used using zeolite material as an adsorbent because it produces more water and costs more affordable. In this research, tests were carried out with the parameters Ph, Salinity and Cl (Chlorine).

The dependent variable is the volume of brackish well water, which is 500 ml per sample in three wells (S1, S2, and S3) and the independent variable is the mesh size variation of 0.125 mm (U1), 0.105 mm (U2), 0.149 mm (U3) and the time variation. 30 minutes (M1), 60 minutes (M2), 90 minutes (M3). The results showed that the best variation in content removal was the adsorption of modified zeolite with a contact time of 90 minutes (M3) and a mesh size of 0.125 mm (U1), 0.105 mm (U2) and 0.149 mm (U3), where for well 1 (S1) , well 2 (S2), and well 3 (S3) the optimum conditions are 0.149 mm (U3) in size and 90 minutes of contact time (M3) which can reduce salinity to 3.5-7 ppt, while for levels of Chlorine (Cl) conditions the optimum size is also 0.149 mm (U3) with a contact time of 90 minutes (M3) which can reduce up to 12.8-386.8 mg/L. Where if it is presented then the percentage of Salinity and Cl content by modified zeolite adsorbents at optimum conditions is able to reduce salinity 18.33% -62.22% while for optimum conditions it is able to reduce Chlorine (Cl) levels up to 80.32% -99.69%. In the Salinity, pH, and Cl testing the effectiveness values were better at 90 minutes of contact time.

Keywords : desalination, brackish water, mesh size, zeolite

Daftar Isi

| | |
|--|------|
| Lembar Pengesahan | i |
| Pernyataan Keaslian | ii |
| Abstrak | iii |
| Abstract | iv |
| Daftar Isi..... | v |
| Daftar Gambar..... | viii |
| Daftar Tabel | viii |
| Daftar Lampiran | xi |
| KATA PENGANTAR | xii |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 3 |
| 1.5 Ruang Lingkup..... | 3 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Klasifikasi Air | 4 |
| 2.1.1 Air Hujan..... | 4 |
| 2.1.2 Air Tanah | 5 |
| 2.1.3 Air Permukaan | 5 |
| 2.2 Klasifikasi Air Payau | 6 |
| 2.2.1 Karakteristik Fisik..... | 6 |
| 2.2.2 Karakteristik Kimia..... | 6 |
| 2.2.3 Karakteristik Biologi..... | 6 |
| 2.3 Metode Desalinasi | 7 |
| 2.3.1 Distilasi | 7 |
| 2.3.2 Membran | 8 |
| 2.3.3 Pembekuan (<i>freezing</i>)..... | 8 |
| 2.3.4 Penguapan Dengan Sinar Matahari..... | 8 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3.5 Pertukran Ion | 8 |
| 2.4 Adsorpsi | 11 |
| 2.4.1 Adsorpsi Kimia | 11 |
| 2.4.2 Adsorpsi Fisika..... | 12 |
| 2.5 Klasifikasi <i>Zeolite</i> | 12 |
| 2.5.1 Sifat <i>Zeolite</i> | 13 |
| 2.6 Aktifasi <i>Zeolite</i> | 15 |
| 2.7 Modifikasi <i>Zeolite</i> alam | 16 |
| 2.8 Chetyl Trimentyl Ammonium-Bromide (CTABr)..... | 17 |
| 2.9 Salinitas | 18 |
| 2.10 pH..... | 19 |
| 2.11 <i>Chlorine</i> (Cl)..... | 19 |
| 2.12 Referensi Penelitian Terdahulu | 21 |
| BAB 3 METODE PENELITIAN..... | 25 |
| 3.1 Rancangan Penelitian | 25 |
| 3.1.1 Variabel Terikat | 25 |
| 3.1.2 Variabel Bebas | 25 |
| 3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian | 26 |
| 3.3 Matriks Penelitian | 27 |
| 3.4 Alat dan Bahan | 28 |
| 3.4.1 Alat..... | 28 |
| 3.4.2 Bahan..... | 29 |
| 3.5 Teknik Pengambilan Sampel Air Sumur..... | 30 |
| 3.5.1 Jenis Pengambilan Contoh Air Sumur Gali (SNI 6989-58-2008)..... | 30 |
| 3.6 Teknik Pengambilan Data | 31 |
| 3.6.1 Observasi..... | 31 |
| 3.6.2 Uji Laboratorium..... | 31 |
| 3.7 Pelaksanaan Penelitian | 31 |
| 3.7.1 Tahapan Persiapan | 31 |

| | |
|--|-----------|
| 3.7.2 Pengukuran..... | 32 |
| 3.7.3 Proses Aktivasi Zeolite (Berdasarkan Pengujian Faizal M.Rizky Siregar,2021)..... | 32 |
| 3.7.4 Proses Modifikasi <i>Zeolite</i> Menggunakan Surfactant CTA-Br (Berdasarkan Pengujian Faizal M.Rizky Siregar,2021) | 32 |
| 3.7.5 Metode Desalinasi Air Payau (Berdasarkan Pengujian Gita Parasofia,2017) | 33 |
| | 33 |
| 3.8 Diagram Alir Penelitian | 33 |
| 3.9 Analisis Data | 34 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 35 |
| 4.1 Gambaran Umum Penelitian | 35 |
| 4.2 Pengaruh Surfactan CTA-Br Pada Modifikasi Zeolite Terhadap Air Sumur . | 36 |
| 4.3 Pengaruh Ukuran Mesh dan Waktu Perlakuan Pada <i>Zeolite</i> Termodifikasi Terhadap Air Sumur..... | 36 |
| 4.3.1 Analisis Pengujian <i>Power of Hydrogen</i> (pH)..... | 37 |
| 4.3.2 Analisis Pengujian Salinitas | 47 |
| 4.3.3 Analisis Pengujian Klorin (Cl)..... | 57 |
| 4.4 Penentuan Kondisi Optimum Adsorpsi Salinitas dan Kadar Cl..... | 68 |
| 4.5 Perbandingan Efektifitas Penurunan Salinitas dan Kadar Cl | 69 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN..... | 71 |
| 5.1 Kesimpulan | 71 |
| 5.2 Saran..... | 71 |
| Daftar Pustaka | 72 |
| Lampiran | 74 |

Daftar Gambar

| | |
|--|----|
| Gambar 1 Struktur Mineral Zeolit..... | 13 |
| Gambar 2 Zeolit Alam | 14 |
| Gambar 1. Lokasi Pulau Bontosua..... | 27 |
| Gambar 4. Contoh Alat Pengambil Contoh Air Sumur Gali..... | 30 |
| Gambar 2. Diagram Alir Penelitian | 33 |
| Gambar 6. Grafik Sumur 1 Hasil Pengujian Rata-rata Nilai pH..... | 39 |
| Gambar 7. Grafik Sumur 2 Hasil Pengujian Rata-rata Nilai pH..... | 39 |
| Gambar 8. Grafik Sumur 3 Hasil Pengujian Rata-rata Nilai pH..... | 40 |
| Gambar 9. Grafik Sumur 1 Hasil Pengujian Efektivitas pH | 41 |
| Gambar 10. Grafik Sumur 2 Hasil Pengujian Nilai Efektivitas pH | 42 |
| Gambar 11. Grafik Sumur 3 Hasil Pengujian Nilai Efektivitas pH | 42 |
| Gambar 12. Grafik Sumur 1 Hasil Konsentrasi Nilai pH | 44 |
| Gambar13. Grafik Sumur 2 Hasil Konsentrasi Nilai pH | 44 |
| Gambar 14. Grafik Sumur 3 Hasil Konsentrasi Nilai pH | 45 |
| Gambar 15. Grafik Sumur 1 Nilai Rata-rata Salinitas..... | 48 |
| Gambar 16. Grafik Sumur 2 Nilai Rata-rata Salinitas..... | 49 |
| Gambar 17. Grafik Sumur 3 Nilai Rata-rata Salinitas..... | 49 |
| Gambar 18. Grafik Sumur 1 Nilai Efektivitas Salinitas..... | 51 |
| Gambar 19. Grafik Sumur 2 Nilai Efektivitas Salinitas..... | 51 |
| Gambar 20. Grafik Sumur 3 Nilai Efektivitas Salinitas..... | 52 |
| Gambar 21. Grafik Sumur 1 Hasil Konsentrasi Nilai Salinitas..... | 54 |
| Gambar 22. Grafik Sumur 2 Hasil Konsentrasi Nilai Salinitas..... | 54 |
| Gambar 23. Grafik Sumur 3 Hasil Konsentrasi Nilai Salinitas..... | 55 |
| Gambar 24. Grafik Sumur 1 Hasil Pengujian Rata-rata Nilai Kadar Cl | 59 |
| Gambar 25. Grafik Sumur 2 Hasil Pengujian Rata-rata Nilai Kadar Cl | 60 |
| Gambar 26. Grafik Sumur 3 Hasil Pengujian Rata-rata Nilai Kadar Cl | 60 |
| Gambar 27 Grafik Sumur 1 Hasil Pengujian Nilai Efektivitas Kadar C..... | 62 |
| Gambar 28. Grafik Sumur 2 Hasil Pengujian Nilai Persentasi Kadar Cl..... | 62 |

| | |
|--|----|
| Gambar 29. Grafik Sumur 3 Hasil Pengujian Persentase Nilai Kadar Cl..... | 63 |
| Gambar 30. Grafik Sumur 1 Hasil Konsentrasi Nilai Kadar C..... | 65 |
| Gambar 31. Grafik Sumur 2 Hasil Konsentrasi Nilai Kadar Cl..... | 65 |
| Gambar 32. Grafik Sumur 3 Hasil Konsentrasi Nilai Kadar Cl..... | 66 |

Daftar Tabel

| | |
|--|----|
| Tabel 1. Klasifikasi Air berdasarkan Salinitas | 19 |
| Tabel 2. Referensi Penelitian Terdahulu | 21 |
| Tabel 1. Variasi Mesh yang akan diuji coba | 26 |
| Tabel 2. Variasi waktu yang akan diuji coba | 26 |
| Tabel 3. Matriks penelitian | 27 |
| Tabel 4. Hasil pengujian sampel nilai awal..... | 35 |
| Tabel 5. Hasil pengujian parameter pH..... | 37 |
| Tabel 8. Hasil pengujian salinitas | 47 |
| Table 9. hasil pengujian Klorin (Cl) | 57 |
| Tabel 6. Penentuan Kondisi Optimum Pada Pengujian Salinitas dan Kadar Cl | 68 |
| Tabel 7. Perbandingan Hasil Absorpsi Sumur 1 | 69 |
| Tabel 8. Perbandingan Hasil Absorpsi Sumur 2 | 69 |
| Tabel 9. Perbandingan Hasil Absorpsi Sumur 3 | 70 |

Daftar Lampiran

| | |
|--|----|
| Lampiran 1 Dokuemntasi..... | 74 |
| Lampiran 2 Laporrn Hasil Pengujian | 80 |

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah Subhanahu Wata'ala atasberkat, rahmat serta karunia-Nya, dan Salawat serta salam kepada Nabi Muhammad Shallallahu Alaihi Wassallam yang telah membawa iman dan islam. Penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul : **Desalinasi Air Payau Menggunakan *Surfactant Modief Zeolite***. Skripsi ini ditujukan untuk memenuhi salah satu persyaratan ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Menyadari dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, danbanyak kekurangan baik dalam metode penulisan maupun dalam pembahasan materi. Hal tersebut dikarenakan keterbatasan. Hingga diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan untuk memperbaiki. Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof.Dr.Eng.Muhammad Isran Ramli S.T.,M.T Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, ST., MT., selaku Kepala Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Ibu Prof.Dr.Ir.Mary Selintung M.Sc, selaku Pembimbing I yang selalu meluangkan waktunya untuk membimbing, memberi saran serta dukungan penuh kepada penulis selama menyusun skripsi.
4. Kakanda Nur An-nisa Putry Mangerangi S.T., M.Sc selaku Pembimbing II yang selalu meluangkan waktunya untuk membimbing, memberi saran serta dukungan penuh kepada penulis selama menyusun skripsi.
5. Ibu Sumiati. A.S, Pak Olan, dan Bu Tami yang telah banyak membantu saya dalam pengurusan administrasi dan dorongan untuk meyelesaikanskripsi ini.
6. Laboran Laboratorium Kualitas Air Departemen Teknik Lingkungan Bapak Syarifuddin, S.T yang membimbing selama di laboratorium.
7. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Departemen Teknik Lingkungan yang telah memberikan ilmu semasa bangku perkuliahan hingga selesainya skripsi ini
8. Kedua orang tua yaitu Ayahanda Dr.Ir.Rais Rachman M.T dan Ibunda Ir.Trees Mooduto S.T yang tiada hentinya mendukung dan memberi doa untuk menyelesaikan skripsi ini.

9. Kedua Kakak Penulis apt.Tiersa Febrianti S.Farm dan Ratih Dwi Mardhani S.T yang selalu memberi semangat serta motivasi penulis agar menyelesaikan skripsi ini.
10. Andi Fadillah Ajrin yang selalu memberi dorongan semangat dan motivasi serta menemani penulis dari suka dan duka hingga akhir penulisan skripsi ini.
11. Para Pengendali Air Fajar, Fabian, Zammil, Eca, Ai, Emrul, Rama, Babon, Mila, Nad, Sasha yang bersama-sama melewati banyak tantangan menjadi anak Mukim Air, walaupun tidak bersamaan keluar.
12. Saudara Konoha 09 yang menemani hari-hari penulis dari bangun tidur hingga ingin tidur, melewati pahit-manisnya dunia kampus terima kasih sudah berbagi momen, sukses selalu dimanapun kalian berada.
13. Saudara-saudari (Sipil dan Lingkungan) Patron 2017 mewarnai masa perkuliahan penulis sejak menjadi mahasiswa baru hingga sekarang yang selalu memberi semangat dan mengajarkan banyak hal selama penulis menjalani masa perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir.
14. Rekan seperjuangan KP Muhammad Muzammil Ikmal S.T, yang bersama penulis di PT. Insansandang Internusa, Rancaekek.
15. HMTL FT-UH dan HMS FT-UH telah menjadi rumah ke dua untuk penulis banyak belajar menjadi seseorang yang berkembang.

Serta kepada seluruh pihak yang membantu selama penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT berkenan membalas kebaikan kalian.

Gowa, 25 Juni 2022

Penulis

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sekitar 16,42 juta jiwa penduduk Indonesia merupakan masyarakat yang hidup di kawasan pesisir. Pilihan untuk hidup di kawasan pesisir tentu sangat relevan mengingat banyaknya potensi sumber daya alam hayati maupun *non* hayati, sumber daya buatan serta jasa lingkungan yang sangat penting bagi penghidupan masyarakat. Kurangnya ketersediaan air bersih secara kuantitatif disebabkan karena 97 % air di bumi merupakan air laut, sehingga dengan kadar garam sekitar 35000 mg/l menyebabkan air tersebut tidak dapat langsung dipergunakan tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Air payau atau *brackish water* merupakan air yang mempunyai salinitas (kandungan garam) 0,5-17 ppt (Astuti, et al., 2007), pada musim kemarau panjang kualitas air tanah dangkal akan lebih menurun sebagai akibat intrusi air laut, sehingga air payau akan terasa lebih asin karena meningkatnya kadar garam (Widayat, 2005).

Zeolit merupakan senyawa alam yang banyak terdapat di wilayah Indonesia. Zeolit ini memiliki berbagai macam kegunaan. Salah satunya adalah untuk penyerap senyawa organik. Zeolit paling banyak dimanfaatkan sebagai adsorben karena memiliki struktur kerangka tiga dimensi dengan rongga di dalamnya dan luas permukaan yang besar (Gholikandi., dkk, 2010). Secara umum terdapat 2 jenis zeolit yaitu zeolit alam dan zeolit sintesis. Zeolit alam banyak digunakan dan dikembangkan karena beberapa alasan yaitu murah, ketersediaan di alam banyak. Namun, zeolit yang terbentuk karena adanya proses kimia dan fisika dari batuan yang mengalami berbagai macam perubahan di alam.

Aktivasi zeolit dapat dilakukan baik secara fisika maupun secara kimia. Aktivasi secara fisika dilakukan melalui pengecilan dengan ukuran butir, pengayakan, dan pemanasan pada suhu tinggi, dimana fungsi dari pemanasan ini adalah untuk menghilangkan pengotor-pengotor organik, memperbesar pori dan memperluas permukaan. Sedangkan aktivasi secara kimia dilakukan dengan proses

pengasaman. Tujuannya adalah untuk menghilangkan pengotor anorganik. Proses pengasaman ini akan menyebabkan terjadinya pertukaran kation dengan ion H⁺ (Mohseni., dkk, 2016).

Modifikasi zeolit alam selanjutnya adalah dengan surfaktan. Surfaktan dapat digunakan untuk memodifikasi permukaan luar zeolit. Molekul surfaktan yang teradsorpsi akan membentuk lapisan pada permukaan luar zeolit. Lapisan tersebut menyebabkan perubahan sifat zeolit, salah satunya adalah pengurangan sifat hidrofil dan meningkatkan rasio Si/Al, sehingga kapasitas zeolit yang termodifikasi semakin besar (Bowman & Sullivan, 2000). Salah satu surfaktan yang dapat digunakan untuk memodifikasi zeolit adalah *cethyltrimethylammonium-bromide* (CTABr) (Bowman & Sullivan, 2000).

Penelitian ini dilakukan untuk menurunkan kadar garam (desalinasi) air payau menggunakan *zeolite* termodifikasi pada air sumur penduduk Pulau Bontosua, Desa Mattiro Bone merupakan desa yang terletak di Kabupaten Pangkep dengan jumlah penduduk 1.109 orang dan terdiri dari 229 kepala keluarga (KK) (PMU Coremap II Kabupaten Pangkep, 2007). Penelitian ini dilakukan mulai dari tahapan pengujian nilai awal salinitas hingga dilakukan pengujian desalinasi dengan *zeolite* termodifikasi, sehingga dengan membandingkan salinitas awal dan akhir dapat diketahui sejauh mana kemampuan (efektivitas) *zeolite* termodifikasi CTA-Br 0,4 M dapat menurunkan kadar salinitas dan Cl dalam air payau.

Banyak metode yang digunakan dalam proses desalinasi seperti distilasi, *reverse osmosis* (RO), pertukaran ion dan penguapan. Metode pertukaran ion paling disarankan karena metode ini efisien, sederhana, biaya relatif murah, dan menghasilkan air lebih banyak. Sehingga di peroleh judul penelitian “**Desalinasi Air Payau Menggunakan *Surfactant Modief Zeolite***”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana efektivitas metode desalinasi menggunakan *Surfactant Modified Zeolite* dalam menurunkan salinitas dan Cl pada air sumur di Pulau Bontosua?

2. Bagaimana pengaruh konsentrasi *Surfactant Modified Zeolite* dalam waktu kontak dan ukuran mesh pada proses desalinasi air sumur di Pulau Bontosua?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan yang ingin dicapai dari pelaksanaan penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui efektivitas desalinasi menggunakan metode *Surfactant Modified Zeolite* pada sumur di Pulau Bontosua.
2. Untuk mengetahui konsentrasi *Surfactant Modified Zeolite* dalam waktu kontak dan ukuran mesh pada proses desalinasi air sumur di Pulau Bontosua.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang menjadi harapan dari terlaksananya penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi Penulis, sebagai syarat untuk menyelesaikan studi dan mendapat gelar S.T. (Sarjana Teknik) di Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Bagi Universitas, dapat dijadikan sebagai referensi bagi generasi-generasi selanjutnya yang berada di Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin khususnya yang mengambil konsentrasi keairan dalam pengerjaan tugas akhir.
3. Bagi Masyarakat, memberikan pengetahuan bagi masyarakat mengenai manfaat Desalinasi Air Payau Menggunakan *Surfactant Modified Zeolite*.

1.5 Ruang Lingkup

Bertujuan untuk menghindari pembahasan yang lebih luas dari ruang lingkup bahasan :

1. Penelitian ini menguji salinitas dan Cl pada air sumur di Pulau Bontosua
2. Mengetahui efektivitas *Surfactant Modified Zeolite* pada air sumur berdasarkan variasi ukuran tingkat kehalusan (mesh) dan waktu kontak.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Air

Air merupakan salah satu bentuk cairan yang memiliki senyawa kimia paling berlimpah yang berada di alam meliputi tiga perempat hampir menyeluruh di permukaan bumi, memiliki jumlah air sekitar 97% adalah air garam dan 3% adalah air tawar yang dapat dibutuhkan untuk masyarakat, tanaman, dan hewan (Kalogirou, 2005). Menurut Endarko, et al. (2013), sumber air dapat diperoleh dari mata air, air sungai dan air laut, namun yang dapat dikonsumsi oleh manusia adalah hanya berkisar 3% saja. Sehingga dengan terbatasnya ketersediaan air bersih dan sehat bagi manusia, maka diperlukan suatu teknologi pengolahan yang tepat dan sesuai dengan kondisi wilayah agar pemenuhannya dapat optimal.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air mengatakan bahwa air adalah semua air yang terdapat di atas dan di bawah permukaan tanah, kecuali air laut dan air fosil. Untuk keperluan air minum, rumah tangga dan industri, secara umum dapat digunakan sumber air yang berasal dari air sungai, mata air, danau, sumur, dan air hujan yang telah dihilangkan zat-zat kimianya, gas racun, atau kuman-kuman yang berbahaya bagi kesehatan. Sumber air yang dapat kita manfaatkan pada dasarnya digolongkan sebagai berikut :

2.1.1 Air Hujan

Air hujan merupakan sumber utama air bumi. Walau pada saat presipitasi merupakan air yang paling bersih, air hujan tersebut kemudian akan mengalami pencemaran baik oleh tanah, sampah maupun lainnya. Dibandingkan dengan sumber air lain, air permukaan merupakan sumber air yang paling tercemar akibat kegiatan manusia, fauna, flora, dan zat-zat lain.

2.1.2 Air Tanah

Sebagian air hujan yang mencapai permukaan bumi akan menyerap kedalam tanah dan akan menjadi air tanah. Air tanah adalah air yang tersimpan tertangkap di dalam lapisan batuan yang mengalami pengisian/penambahan secara terus menerus oleh alam.

2.1.3 Air Permukaan

Air permukaan banyak digunakan untuk berbagai kepentingan, antara lain yaitu untuk diminum, kebutuhan rumah tangga, irigasi, pembangkit listrik, industri, serta mendukung semua bentuk kehidupan dan mempengaruhi kesehatan, gaya hidup, dan kesejahteraan ekonomi manusia (Igwe, 2018). Air permukaan dibagi menjadi tiga yaitu, air sungai, air danau dan air laut.

2.1.3.1 Air Sungai

Air sungai merupakan air yang bersumber dari mata air dan air hujan yang mengalir pada permukaan tanah yang memiliki elevasi lebih tinggi dari sungai. Kualitas air sungai dipengaruhi oleh lingkungan di sekitar aliran sungai. Secara umum, kualitas air di bagian hulu lebih tinggi daripada bagian hilir, hal ini terjadi akibat limbah industri, rumah tangga dan segala kegiatan manusia yang dibuang langsung ke sungai tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu.

2.1.3.2 Air Danau

Air danau atau rawa adalah air yang mengumpul pada cekungan permukaan tanah. Permukaan air danau biasanya berwarna hijau kebiruan, yang disebabkan oleh banyaknya lumut yang tumbuh di permukaan maupun dasar danau. Selain lumut, warna air danau juga dipengaruhi oleh bahan organik (kayu, daun, dan bahan organik lainnya) yang membusuk akibat proses dekomposisi oleh mikroorganisme di dalam air (Parulian, 2009).

2.1.3.3 Air Laut

Air dapat berupa air laut, air tawar, dan air payau yang merupakan bagian terbesar di bumi ini. Dalam lingkungan alam proses perubahan wujud, gerakan aliran air (di permukaan tanah, di dalam tanah, dan di udara) dan jenis air mengikuti suatu siklus

keseimbangan dan dikenal dengan istilah siklus hidrologi. Air laut merupakan air yang berasal dari laut, memiliki rasa asin, dan memiliki kadar garam (salinitas) yang tinggi, dimana rata-rata air laut di lautan dunia memiliki salinitas sebesar 35 (Zefrina,2015).

2.2 Klasifikasi Air Payau

Air payau adalah air yang salinitasnya lebih rendah dari pada salinitas rata-rata air laut normal (<35 permil) dan lebih tinggi dari pada 0,5 permil yang terjadi karena pencampuran antara air laut dengan air tawar baik secara alamiah maupun buatan. Banyak sumur-sumur yang airnya masih mengandung ion-ion besi (Fe^{2+}), natrium (Na^+), zink (Zn^{2+}), sulfat (SO_4^-), dan clorida (Cl^-) yang cukup tinggi (Suci et al, 2010).

Menurut Apriani (2010) air payau mempunyai karakteristik atau sifat-sifat yang dapat dibedakan menjadi tiga bagian yaitu :

2.2.1 Karakteristik Fisik

1. Merupakan cairan tak bewarna
2. Mempunyai titik beku $-2,78^\circ\text{C}$ dan titik didih $101,1^\circ\text{C}$
3. Suhu rata-rata $\pm 25^\circ\text{C}$
4. Rasanya pahit dan aromanya tergantung pada kemurniannya

2.2.2 Karakteristik Kimia

1. Derajat keasaman (pH) antara 6 - 8,5
2. Jumlah kesadahan (Total *Hardness*)
3. Zat organik
4. CO_2 agresif tinggi

Kandungan unsur kimiawi seperti yang banyak terkandung dalam air sumur payau adalah Fe^{2+} , Na^+ , SO_4^- , Cl^- , Mn^{2+} , Zn^{2+} (Whulandari dalam Apriani, 2010)

2.2.3 Karakteristik Biologi

Termasuk karakteristik biologi adalah ganggang, lumut, dan mikroorganisme lainnya yang dapat mengganggu kesehatan, walaupun terdapat dalam jumlah kecil (Yusuf dalam Apriani, 2010). Pengaruh intrusi air laut yang masuk ke sumur warga

juga mengurangi kualitas air bersih yang dihasilkan. Hal itu mengakibatkan sumur warga menjadi payau, sehingga dibutuhkan pengolahan yang lebih untuk mengembalikan kualitas air yang sesuai standar. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Iswoko (2011) menyebutkan bahwa beberapa sumur yang ada di kecamatan Puger telah berubah menjadi payau hingga asin akibat intrusi air laut.

2.3 Metode Desalinasi

Desalination (menghilangkan kadar garam) air asin atau payau menjadi air tawar adalah cara lain untuk memperoleh air tawar. Dua metode yang paling banyak dilakukan adalah distilasi (*distillation*), memanaskan air laut sampai menguap lalu mengondensasi untuk mendapatkan air tawar dan osmosis balik (*reverse osmosis*), air laut pada tekanan tinggi melalui membran tipis untuk melewatkan molekul air (Soegiarto, 2005).

Sekitar 11.000 instalasi *desalination* tersebar di negara Timur Tengah dan Afrika Utara, yang menyumbang sekitar 0,15% kebutuhan air tawar dunia. Kelemahan cara ini adalah tergolong mahal, menghasilkan limbah air dengan salinitas tinggi, yang dapat mengancam biota laut bila pembuangannya dilakukan di perairan sekitar instalasi, dan mengkontaminasi air tanah atau air permukaan bila pembuangan limbahnya dilakukan di darat (Soegiarto, 2005). Berikut metode desalinasi menurut (Said N.I 2005) :

2.3.1 Distilasi

Pada proses distilasi, air laut dipanaskan untuk menguapkan air laut dan kemudian uap air yang dihasilkan dikondensasi untuk memperoleh air tawar. Proses ini menghasilkan air tawar yang sangat tinggi tingkat kemurniannya dibandingkan dengan proses lain. Air laut mendidih pada 100°C pada tekanan atmosfer, namun dapat mendidih di bawah 100°C apabila tekanan diturunkan. Penguapan air memerlukan panas penguapan yang tertahan pada uap air yang terjadi sebagai panas laten. Apabila uap air dikondensasi maka panas laten akan dilepaskan yang dapat dimanfaatkan untuk pemanasan awal air laut.

Korosi (karat) sudah tentu akan merusak peralatan dan perpipaan, yang dapat mengakibatkan sistem pengolahan tidak dapat beroperasi, yang kemudian akan

meghabiskan biaya dan waktu yang tidak sedikit pada saat perbaikan. Produksi air akan berhenti pada periode itu.

2.3.2 Membran

Apabila dua buah larutan dengan konsentrasi rendah dan konsentrasi tinggi dipisahkan oleh membran semi permeable, maka larutan dengan konsentrasi yang rendah akan terdifusi melalui membran semi permeable tersebut masuk ke dalam larutan konsentrasi tinggi sampai terjadi kesetimbangan konsentrasi. Fenomena tersebut dikenal sebagai proses osmosis.

Sebagai contoh misalnya, jika air tawar dan air laut (asin) dipisahkan dengan membran semi *permeable*, maka air tawar akan terdifusi ke dalam air asin melalui membran semi *permeable* tersebut sampai terjadi kesetimbangan

2.3.3 Pembekuan (*freezing*)

Proses pembekuan adalah proses pengolahan air laut dengan cara mendinginkan air laut sampai temperatur tertentu, sehingga airnya akan membeku membentuk es sedangkan garam-garamnya belum membeku karena titik bekunya lebih rendah. Secara umum, proses *freezing* dibagi menjadi 2 sistem utama yaitu *direct frozen* dan *secondary refregnant freezing*.

2.3.4 Penguapan Dengan Sinar Matahari

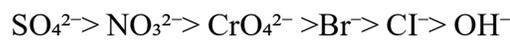
Penguapan merupakan cara menghilangkan kandungan garam dengan menggunakan pemanasan, api, alat pemanas (*heater*) dan pemanfaatan sinar matahari. Ketika air dipanaskan oleh sinar matahari, permukaan molekul- molekul air memiliki cukup energi untuk melepaskan ikatan molekul air tersebut dan kemudian terlepas yang akhirnya mengembang sebagai uap air yang tidak terlihat di atmosfer. Desalinasi secara penguapan dapat menggunakan energi surya dalam sebuah tangki evaporasi.

2.3.5 Pertukran Ion

Pertukaran ion atau biasa dikenal dengan resin sintesis (kation-anion) merupakan proses terjadinya pertukaran ion (*Ion- Exchange*) antara kation- anion dalam resin dengan anion-kation yang terdapat pada larutan yang diperlakukan. Prinsip dari reduksi kepekatan garam dengan cara *Ion-Exchange* ialah terjadinya pertukaran ion

antara kation-anion yang ada dalam larutan atau air dengan kation-anion yang terdapat dalam resin penukar ion (*Ion Exchange media*). Proses pertukaran ion ini tidak menyebabkan perubahan struktur fisik penukar ion (Poerwadio, 2004). Menurut Reynold (1982), kekuatan pengusiran kation preferensinya tersusun sebagai berikut:
 $Ba^{2+} > Pb^{2+} > Sr^{2+} > Ca^{2+} > Ni^{2+} > Cd^{2+} > Cu^{2+} > Co^{2+} > Zn^{2+} > Mg^{2+} > Ag^{2+} > Cs^{2+} > K^{2+} > NH_4^+ > Na^+ > H^+$

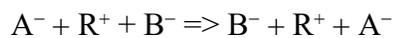
Urutan kekuatan tersebut adalah untuk resin asam kuat yang mempunyai *site reactiv* kuat seperti gugus sulfonat ($SO_3^- H^+$). Resin pengikat kation juga disebut resin kation. Untuk menghilangkan ion Cl^- dari air payau, didasarkan pada urutan kekuatan pengusiran anion sebagai berikut :



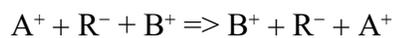
Penukar ion yang efektif, suatu resin penukar ion harus mempunyai ion-ion yang mudah bertukar dalam struktur yang tidak mudah larut dalam air, dan ruangan yang cukup dalam strukturnya untuk menjamin kebebasan ion-ion bergerak keluar dan masuk dalam matriks bahan (Poewardio, 2004). Bila ditempatkan di dalam air, resin penukar ion akan mengalami pengembangan dan ion-ion akan mudah berdifusi masuk dan keluar dari strukturnya (Poewardio, 2004).

Metode Pertukaran ion merupakan suatu metode yang digunakan untuk memisahkan ion-ion yang tidak dikehendaki berada dalam larutan, untuk dipindahkan kedalam media padat yang disebut dengan media penukar ion, dimana media penukar ion ini melepaskan ion lain kedalam larutan (Apriani, 2010). Larutan yang mengandung anion atau kation dikontakkan dengan media penukar ion, maka akan terjadi pertukaran anion dengan mekanisme reaksi sebagai berikut :

1. Mekanisme petukaran anion



2. Mekanisme pertukaran kation



Keterangan :

A = ion yang akan dipisahkan (pada larutan)

B = ion yang menggantikan ion A (pada padatan/media penukarion)

R = bagian ionik / gugus fungsional pada penukar ion. (Kusumahati dalam Apriani, 2010).

Beberapa faktor utama yang mempengaruhi penurunan kandungan garam terlarut dalam air payau dengan menggunakan resin penukar ion adalah :

1) Tinggi media

Semakin tinggi media yang digunakan maka semakin banyak media yang digunakan, sehingga semakin besar kemampuan menukar ion-ion dalam air payau (Apriani, 2010).

2) Debit aliran

Debit aliran mempengaruhi waktu kontak, dimana semakin besar debit aliran yang masuk maka waktu kontak semakin pendek dan perukaran ion semakin sedikit. Hal ini disebabkan waktu tinggal atau kontak air payau dengan media resin hanya sebentar begitu juga sebaliknya (Kirk-Othmer dalam Apriani 2010).

3) Ukuran partikel

Semakin kecil ukuran partikel akan semakin besar luas permukaan, akan semakin besar luasan kontak yang terjadi (Apriani, 2010).

4) Suhu

Pertukaran ion dipengaruhi suhu, akan tetapi secara praktis peningkatan suhu tidak cukup untuk menyebabkan pertambahan laju proses. Operasi suhu tinggi baru bermanfaat bila larutan semula memang pada suhu tersebut atau bila larutan kental pada suhu ruang (Dofner dalam Pujiastuti, 2008).

5) pH

penukar ion gugus iogenik tidak memperhatikan pH, ada yang sangat dipengaruhi oleh pH sesuai kekuatan asam basanya. Gugus OH fenolik atau asam karboksilat tidak terurai pada pH rendah, maka kapasitas penukarannya baru optimum pada pH larutan alkali, range pH efektif penukar ion untuk jenis kation asam kuat adalah 0-14 (Dofner dalam Pujiastuti, 2008).

6) Konsentrasi ion terlarut

Semakin banyak konsentrasi ion yang akan dipertukarkan, semakin lambat kecepatan berlangsungnya suatu reaksi pertukaran ion dan semakin sedikit konsentrasi ion yang akan dipertukarkan. Hal ini disebabkan karena resin memiliki kapasitas ion yang terbatas (Dofner dalam Pujiastuti, 2008)

2.4 Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses penyerapan atom atau ion, gas, maupun cairan secara difusi ke permukaan padatan sehingga terjadi gaya antar molekul yang lemah. Zat yang terserap disebut adsorbat, sedangkan bahan padatan penyerap disebut adsorben (Seader, *et al.*, 2011).

Adsorpsi biasanya dapat dijelaskan dari tegangan permukaan suatu zat padat. Molekul-molekul yang ada dalam zat padat mendapat gaya-gaya yang tidak sama, sehingga untuk mengimbangi gaya-gaya bagian dalam maka molekul-molekul, biasanya gas atau cairan menjadi tertarik ke permukaan. Gaya ini relatif rendah dan disebut gaya *van der Waals* (Yehya., dkk, 2016). Dalam sistem adsorpsi, fasa yang teradsorpsi dalam solid disebut adsorbat sedangkan solid tersebut adalah adsorben (Erhayem., dkk, 2014). Pada proses adsorpsi, molekul adsorbat bergerak melalui *bulk* fasa gas menuju permukaan padatan dan berdifusi pada permukaan pori padatan adsorben. Proses adsorpsi terjadi pada pori-pori kecilnya (*micropore*), sedangkan tempat *transfer* adsorbat dari permukaan luar ke permukaan mikropori adalah makropori (Bazrafshan, dkk., 2015).

Berdasarkan besarnya interaksi antara adsorben dan adsorbat, adsorpsi dibedakan menjadi dua macam:

2.4.1 Adsorpsi Kimia

Adsorpsi kimia adalah adsorpsi yang terjadi karena terbentuknya ikatan kovalen dan ion antara molekul-molekul adsorbat dengan adsorben. Ikatan yang terbentuk merupakan ikatan yang kuat sehingga lapisan yang terbentuk adalah lapisan *monolayer*. Adsorpsi kimia bersifat *irreversibel* dan terjadi pada temperatur tinggi di atas temperatur kritis adsorbat, sehingga panas adsorpsi yang dilepaskan juga tinggi (10-100 kkal/gmol), sedangkan untuk dapat

terjadinya peristiwa desorpsi dibutuhkan energi lebih tinggi untuk memutuskan ikatan yang terjadi antara adsorben dan adsorbat (Bazrafshan., dkk, 2015).

2.4.2 Adsorpsi Fisika

Pada adsorpsi fisika, molekul-molekul adsorbat teradsorpsi pada permukaan adsorben dengan ikatan yang lemah. Adsorpsi terjadi karena adanya gaya Van der Waals antara adsorbat dan adsorben. Adsorpsi ini bersifat reversibel, sehingga molekul-molekul yang teradsorpsi mudah dilepaskan kembali dengan cara menurunkan tekanan gas atau konsentrasi zat terlarut (Keller dan Staudt, 2005). Adsorbat tidak terikat kuat pada permukaan adsorben sehingga adsorbat dapat bergerak dari suatu bagian permukaan ke permukaan lainnya.

Ikatan yang terbentuk dalam adsorpsi fisika dapat diputuskan dengan mudah, yaitu dengan cara pemanasan pada temperatur 150-200°C selama 2-3 jam. Adsorpsi merupakan teknologi yang sangat penting, beberapa adsorben digunakan dalam skala besar sebagai desikan, katalis atau pendukung katalis. Teknologi adsorpsi juga bisa digunakan untuk pemisahan gas, pemurnian cairan, pengendalian polusi atau untuk perlindungan pernapasan. Selain itu, fenomena adsorpsi memainkan peran penting dalam banyak keadaan padatreaksi dan mekanisme biologis (Hasan, 2009).

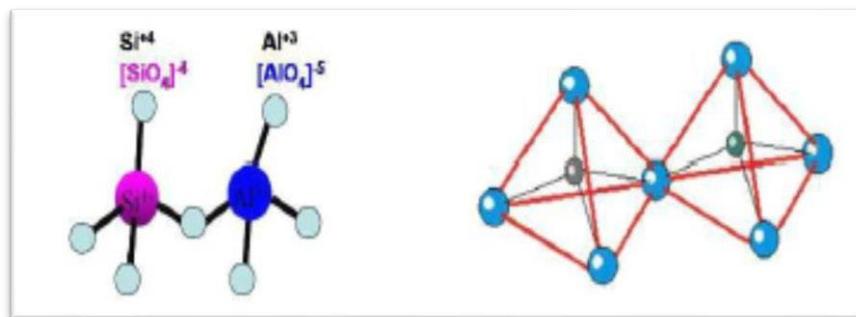
2.5 Klasifikasi Zeolite

membuih dan “*lithos*” berarti batu. Nama ini sesuai dengan sifat *zeolite* yang akan membuih bila dipanaskan pada 1000°C. *Zeolite* merupakan mineral yang terdiri dari kristal aluminosilikat terdehidrasi yang mengandung kation alkali atau alkali tanah dalam kerangka tiga dimensinya. Ion-ion logam tersebut dapat diganti oleh kation lain tanpa merusak struktur *zeolite* dan dapat menyerap air secara *reversibel* (Sutarti, 1994).

Kerangka dasar struktur *zeolite* terdiri dari unit-unit tetrahedral AlO_4 dan SiO_4 yang saling berhubungan melalui atom O dan di dalam struktur tersebut Si^{4+} dapat diganti dengan Al^{3+} , sehingga rumus empiris *zeolite* menjadi $M_2nO \cdot Al_2O_3 \cdot x SiO_2 \cdot y H_2O$. M adalah kation alkali atau alkali tanah, y adalah bilangan tertentu (2 s/d 7), n adalah valensi kation atau logam alkali, dan x adalah bilangan tertentu (2 s/d 10). Jadi

zeolite terdiri dari 3 komponen yaitu kation yang dipertukarkan, kerangka aluminosilikat, dan fase air. Ikatan ion Al-Si-O membentuk struktur kristal, sedangkan logam alkali merupakan sumber kation yang mudah dipertukarkan *zeolite* merupakan mineral yang terdiri dari kristal aluminosilikat terdehidrasi yang mengandung kation alkali atau alkali tanah dalam (Sutarti, 1994).

Kelebihan lain dari *zeolite* menurut (Kusnaedi, 2010). yakni *zeolite* mempunyai kapasitas yang tinggi sebagai penyerap. Hal ini disebabkan karena *zeolite* dapat memisahkan molekul-molekul berdasarkan ukuran dan konfigurasi dari molekul.



Gambar 1. Struktur Mineral Zeolit

Sumber : <https://ardra.biz/sain-teknologi/mineral/mineral-zeolit/>

Struktur *zeolite* adalah kompleks, yaitu polimer kristal anorganik didasarkan kerangka tetrahedral yang diperluas tak terhingga dari AlO_4 dan SiO_4 dan dihubungkan satu dengan yang lainnya melalui pembagian bersama ion oksigen. Struktur kerangka mengandung saluran yang diisi oleh kation dan molekul air. Kation aktif bergerak dan umumnya bertindak sebagai ion *exchanger*. Keberadaan atom aluminium dalam *zeolite* secara keseluruhan akan menyebabkan *zeolite* memiliki muatan *negative* yang mampu mengikat kation (Kusnaedi, 2010).

2.5.1 Sifat Zeolite

Zeolite merupakan kristal yang agak lunak dengan berat jenis yang bervariasi antara 2-24 gr/cm^3 . Air kristalnya mudah dilepaskan dengan cara pemanasan, apabila terpapar dengan udara akan cepat kembali ke keadaan semula karena mudah menyerap air dari udara. Mudah melakukan pertukaran ion-ion alkalinya dengan ion-ion elemen lain. *Zeolite* dalam penggunaannya telah berkembang disebabkan oleh sifat-sifat yang dimilikinya yaitu sebagai penyerap bahan, penyaring molekuler,

katalisator dan penukar ion.

2.5.1.1 Jenis Zeolite

Berdasarkan pada sumbernya, zeolit terbagi menjadi dua, pertama yaitu zeolit yang berasal dari alam selanjutnya disebut zeolit alam, kedua adalah zeolit buatan yaitu zeolit yang dibuat oleh manusia.

1. Zeolit Alam

Mineral zeolit telah diketahui sejak tahun 1756 oleh ahli mineralogi bangsa Swedia bernama F.A.F. *Cronstedt* (Sutarti, 1994). Zeolit alam adalah zeolit yang ditambang langsung dari alam. Dengan demikian harganya jauh lebih murah daripada zeolit sintetis. Zeolit alam merupakan mineral yang jumlahnya banyak tetapi distribusinya tidak merata, seperti *klinoptilolit*, *mordenit*, *phillipsit*, *chabazit* dan *laumontit*.

Proses aktivasi zeolit juga ditujukan untuk memodifikasi sifat-sifat dari zeolit, seperti luas permukaan dan keasaman. Salah satu kelebihan dari zeolit adalah memiliki luas permukaan dan keasaman yang mudah dimodifikasi (Lestari, 2010). Zeolit alam bermuatan negatif dengan mempunyai gugus aktif penukar kation berupa kation alkali atau alkali tanah misalnya Na^+ , K^+ , atau Ca_2^+ . Gugus aktif ini berperan sebagai penyeimbang muatannya yang dapat dipertukarkan dengan kation lain misalnya kationik (Kurniawan et al, 2014).



Gambar 2 Zeolit Alam

Sumber <http://adityawibawadani.blogspot.co.id/2014/04/genesa-zeolit.html>

2. Zeolit Sintesis

Sifat zeolit yang unik susunan atom maupun komposisinya dapat dimodifikasikan, maka para peneliti berupaya untuk membuat zeolit sintesis yang mempunyai sifat khusus sesuai dengan keperluannya. Dari usaha itu terbentuklah zeolit sintesis (Sutarti, 1994). Zeolit sintesis adalah zeolit yang terbentuk dari modifikasi buatan manusia.

Zeolit sintesis sangat tergantung dari jumlah komponen Al dan Si dari zeolit tersebut. Oleh sebab itu, zeolit sintesis dikelompokkan sesuai dengan perbandingan kadar komponen Al dan Si dalam zeolit menjadi zeolit kadar Si rendah, zeolit kadar Si sedang, dan zeolit kadar Si tinggi (Sutarti, 1994).

Beberapa ahli menamakan zeolit sintesis sama dengan nama mineral zeolit alam dengan menambahkan kata sintesis dibelakangnya, dalam dunia perdagangan muncul nama zeolit sintesis seperti zeolit A, zeolit K-C, dll. Zeolit sintesis terbentuk ketika gel yang ada terkristalisasi pada temperatur dari temperatur kamar sampai dengan 2000°C pada tekanan atmosferik ataupun *autogenous*. Metode ini sangat baik diterapkan pada logam alkali untuk menyiapkan campuran gel yang reaktif dan homogeny (Saputra, 2006). Perbedaan terbesar antara zeolit sintesis dan zeolit alam adalah :

- 1) Zeolit sintesis dibuat dari bahan kimia dan bahan-bahan alam yang kemudian diproses dari bijih alam.
- 2) Zeolit sintesis memiliki perbandingan silika dan alumina yaitu 1:1 dan sedangkan pada zeolit alam hingga 5:1.
- 3) Zeolit alam tidak terpisah dalam lingkungan asam seperti halnya zeolit sintesis.

2.6 Aktifasi Zeolite

Proses aktivasi zeolit alam dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu secara fisis dan kimiawi. Aktivasi secara fisik 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 tanpa penghampaan selama 5-6 jam (skala besar). Pengaktifan zeolit yang akan dimanfaatkan di bidang pertanian dan pengolahan air dilakukan pada suhu 230°C selama 2,5 jam sampai 3 jam dalam oven putar (Sutarti, 1994). Aktivasi secara fisika juga dapat dilakukan dengan cara pengecilan ukuran butir, pengayakan, dan pemanasan pada suhu tinggi (Lestari, 2010).

Aktivasi secara kimia dilakukan dengan larutan asam (H_2SO_4) atau basa ($NaOH$) dengan tujuan untuk membersihkan permukaan pori, membuang senyawa pengotor, dan mengatur kembali letak atom yang dapat dipertukarkan. Pereaksi kimia ditambahkan pada zeolit yang telah disusun dalam suatu tangka dan diaduk selama jangka waktu tertentu. Zeolit kemudian dicuci dengan air sampai netral dan selanjutnya dikeringkan (Sutarti, 1994).

Menurut Setiadi dan Pertiwi (2007), proses aktivasi dan modifikasi merupakan cara untuk meningkatkan keasaman pada inti aktif zeolit alam. Pencucian zeolit sebelum dilakukan pertukaran ion dimaksudkan untuk menghilangkan pengotor-pengotor yang larut dalam air dan ditambahkan sedikit asam berkonsentrasi rendah yaitu 0,146% agar dapat mempermudah proses pertukaran ion serta meningkatkan kemurnian zeolit alam per satuan massanya. Hasil aktivasi zeolit dengan pencucian dan pengasaman tidak merusak struktur zeolit tetapi malah dapat lebih memurnikan zeolit dari pengotor-pengotornya. Sementara proses kalsinasi pada temperatur 300°C dan 600°C cukup efektif, tidak merusak struktur awal zeolit. Hasil ini menandakan bahwa zeolit alam mempunyai kestabilan struktur kerangka yang cukup tinggi walaupun terbentuk secara alami.

2.7 Modifikasi Zeolite alam

Berbagai metode dikembangkan untuk meningkatkan selektivitas dan daya adsorpsi zeolit alam maupun sintetik. Salah satu cara yang sedang berkembang adalah dengan modifikasi permukaan zeolit. Modifikasi dapat dilakukan dengan memberikan perlakuan kimia seperti direaksikan dengan asam. Memodifikasi adsorben dengan asam paling umum dan terbukti efektif dalam meningkatkan kapasitas dan efisiensi adsorben. Selama proses perlakuan dengan asam, ion H^+ akan

menggantikan kation-kation yang tidak terikat secara kuat di dalam kerangka zeolit dan mengatur kembali letak atom yang dapat dipertukarkan.

Modifikasi *zeolite* menyebabkan terjadinya dekationisasi yang menyebabkan bertambahnya luas permukaan zeolit karena berkurangnya pengotor yang menutupi pori-pori zeolit. Luas permukaan dan keasaman yang meningkat akan menyebabkan aktivitas katalitik dari zeolit meningkat. Salah satu kelebihan dari zeolit adalah memiliki luas permukaan dan keasaman yang mudah dimodifikasi. Zeolit juga menjadi salah satu adsorben alternatif karena memiliki kemampuan adsorpsi yang tinggi karena memiliki pori yang banyak dan mempunyai kapasitas tukar kation yang tinggi dan dapat diaplikasikan 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. Beberapa sifat yang dimiliki oleh zeolit adalah dehidrasi, adsorbs, penukar ion, katalisator, dan separator. Modifikasi zeolit alam lebih lanjut dilakukan untuk mendapatkan bentuk kation dan komposisi kerangka yang berbeda. Modifikasi ini biasanya dilakukan melalui pertukaran ion, dealuminasi, dan substitusi isomorfis (Polat., dkk, 2004).

2.8 Cetyl Trimethyl Ammonium-Bromide (CTABr)

Modifikasi menggunakan surfaktan kationik untuk mengubah sifat permukaan zeolit yang bermuatan negatif menjadi bermuatan positif. Li dan Bowman (2007) berhasil memodifikasi zeolit menggunakan surfaktan kationik *Cethyl Trimethyl Ammonium Bromide* (CTABr) untuk adsorpsi arsenik dalam air dan menyatakan bahwa kapasitas adsorpsi zeolit yang termodifikasi terhadap anion lebih besar daripada zeolit tanpa modifikasi (Fungaro., dkk, 2013).

CTABr (*Cethyl Trimethyl Ammonium Bromide*) merupakan salah satu surfaktan kationik yang memiliki gugus hidrofilik dan gugus lipofilik sehingga dapat mempersatukan campuran yang terdiri dari air dan minyak. Surfaktan adalah bahan aktif permukaan dan aktifitas surfaktan diperoleh karena sifat ganda dari molekulnya. Bagian polar molekul surfaktan dapat bermuatan positif, negatif atau netral. Sifat rangkap ini yang menyebabkan surfaktan dapat diadsorpsi pada antar muka udara-air, minyak-air dan zat padat-air, membentuk lapisan tunggal dimana gugus hidrofilik

berada pada *fase* air dan rantai hidrokarbon ke udara, dalam kontak dengan zat padat ataupun terendam dalam *fase* minyak. Umumnya bagian *non* polar (lipofilik) adalah merupakan rantai alkil yang panjang, sementara bagian yang polar (hidrofilik) mengandung gugus hidroksil (Zhao Li., dkk, 2003).

Zeolit yang termodifikasi CTABr akan membentuk bilayer pada permukaan luar zeolit sehingga menurunkan sifat hidrofiliknya, sehingga zeolit dapat menyerap ion yang bermuatan negatif. Penambahan surfaktan kation terhadap permukaan bermuatan negatif melibatkan pertukaran kation dan ikatan hidrofobik. Pada konsentrasi rendah, monomer-monomer surfaktan tertahan oleh pertukaran ion dan membentuk *monolayer*. Namun, apabila penambahan surfaktan ditingkatkan, interaksi antara ekor hidrokarbon akan membentuk lapisan bilayer (Ghadiri., dkk, 2010).

2.9 Salinitas

Salinitas adalah tingkat keasinan atau kadar garam terlarut dalam air. Pengertian lain dari salinitas yaitu jumlah berat total (gr) material padat seperti garam yang terkandung dalam 1000 gram air laut (Wibisono, 2004). 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), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium, klorida, sulfat, bikarbonat (Apriani, 2010). Perubahan salinitas dipengaruhi oleh pasang surut dan musim. Ke arah darat, salinitas muara cenderung lebih rendah. Tetapi selama musim kemarau pada saat aliran air sungai berkurang, air laut dapat masuk lebih jauh ke darat sehingga salinitas muara meningkat. Sebaliknya pada musim hujan, air tawar mengalir dari sungai ke laut dalam jumlah yang lebih besar sehingga salinitas air di muara menurun.

Menurut Gita (2017), menyatakan bahwa salinitas dapat dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat yang disebut refraktometer atau salinometer. Selain itu, nilai salinitas dapat ditentukan dengan cara titrasi argentometri berdasarkan SNI 06-6989.19-2004. Dalam oseanografi, nilai salinitas dinyatakan bukan dalam persen, tetapi dalam “bagian perseribu” pada air laut nilainya ppt (*part per thousand*) atau untuk nilai salinitas rendah dalam “bagian persejuta”, ppm (*part per million*).

Nilainya (1 ppt menunjukkan terdapat garam 1 gram untuk setiap liter air laut, dapat dituliskan 1 ppt = 1000 mg/L sama dengan 0,1 persen (ppt, gram/liter).

Menentukan nilai salinitas secara kimia dilakukan dengan cara menghitung jumlah kadar klorida dalam sampel air laut, karena sangat sulit untuk menentukan salinitas senyawa terlarut secara keseluruhan. Oleh sebab itu hanya dilakukan peninjauan pada komponen terbesar yaitu klorida (Cl). Klasifikasi air berdasarkan nilai salinitasnya pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Air berdasarkan Salinitas (Purwanti dkk, 2006)

| Jenis Air | Salinitas |
|-----------------|------------|
| Air Tawar | < 0,5(‰) |
| Air Payau | 0,5-30 (‰) |
| Air Asin | 30-40 (‰) |
| Air sangat Asin | < 40 (‰) |

2.10 pH

Kata pH adalah singkatan dari "pondus Hydrogenium". Secara harfiah pH berarti berat hydrogen. Michael Purba (2006: 9-10) menjelaskan bahwa derajat atau tingkat keasaman larutan bergantung pada konsentrasi ion H^+ dalam larutan. Semakin besar konsentrasi ion H^+ , semakin asam larutan tersebut.

Konsentrasi ion hidrogen (H^+) dalam suatu cairan dinyatakan dengan pH. Pada proses penjernihan air dan air limbah, pH menjadi indikator untuk meningkatkan efisiensi proses penjernihan. Air limbah pertambangan atau pertanian mengakibatkan tingginya konsentrasi ion hidrogen sehingga membahayakan kehidupan air. Tingginya konsentrasi ion hidrogen, menunjukkan perairan bersifat asam. Sebaliknya, cairan basa menunjukkan konsentrasi ion hidroksil (OH) lebih tinggi daripada konsentrasi ion hidrogen (Sutrisno et al, 2002).

2.11 Chlorine (Cl)

Ion klorida adalah anion yang dominan di perairan laut. Ion klor yang terdapat di perairan berada dalam bentuk ion Cl^- . Keberadaan klorida biasanya dalam bentuk senyawa natrium klorida (NaCl), kalium klorida (KCl), dan kalsium klorida ($CaCl_2$)

yang semuanya ini adalah garam yang dibentuk dari senyawa klorida. Ada banyak cara bagi unsur klorida untuk mencapai air alam. Kemampuan melarutkan pada air menyebabkan klorida terlarut dari humus Topsoil dan lapisan-lapisan yang lebih dalam.pada dasar laut. Percikan dari air laut terbawa ke pedalaman sebagai tetesan atau berupa kristalkristal garamkecil, yang dihasilkan dari penguapan air dalam tetes-tetes air. Tetesan-tetesan ini akan menyebabkan air tawar di mana klorida jatuh dan lama kelamaan akan menjadi terasa asin atau payau.

Menurut Djaffar (2000:105) kotoran manusia khususnya urine, mengandung klorida dalam jumlah kira-kira sama dengan yang dikonsumsi lewat makanan dan air, yaitu mencapai jumlah rata-rata sekitar 6 gram klorida perorang perhari. Jumlah sebanyak 6 gram ini akan menambah konsentrasi ion Cl^- dalam air bekas (sewage) sampai mencapai kurang lebih 15 mg/L diatas konsentrasi dalam air yang membawanya. Disamping itu banyak air buangan industri mengandung klorida dalam jumlah yang cukup besar, semakin menambah klorida dalam konsentrasi yang tidak layak dan akan membahayakan kesehatan manusia. U.S public Health Service menyatakan bahwa klorida hendaknya dibatasi sampai 250 mg/l dalam air yang akan digunakan oleh umum. klorida dalam jumlah kecil dibutuhkan untuk desinfektan. Ion Cl^- apabila berikatan dengan ion Na^+ menyebabkan rasa asin, dan dapat merusak pipa-pipa air. Konsentrasi maksimal klorida dalam air yang ditetapkan sebagai standar persyaratan oleh Dep.Kes.RI adalah sebesar 200,0 mg/l dan 600,0 mg/l sebagai 13 konsentrasi maksimal yang diperbolehkan.

2.12 Referensi Penelitian Terdahulu

Tabel 2. Referensi Penelitian Terdahulu

| No. | Judul Penelitian | Nama Peneliti | Tahun | Hasil |
|-----|---|------------------|-------|--|
| 1 | Desalinasi Air Payau Desa Kemudi Gresik Menggunakan Adsorben Zeolit Teraktivasi. | Fiska Yohana ddk | 2020 | Dari hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa adopsi air payau menggunakan zeolit keduanya teraktivasi dan non-aktif dapat menurunkan salinitas dan kadar Cl. Zeolit aktif dapat menurunkan kadar Cl lebih tinggi daripada yang tidak diaktifkan. |
| 2 | Desalinasi Air Laut Menggunakan Zeolit Aktivasi Asam Klorida (Hcl) Di Puntondo Kabupaten Takalar Dengan Metode Kolom Penukar Ion. | Irnaningsih | 2015 | Hasil pengamatan pada penelitian ini meliputi zeolit yang telah melalui proses ayakan, zeolit sebelum dan sesudah aktivasi dilakukan dengan menggunakan alat XRay untuk mengetahui komposisi yang terkandung dalam zeolite. |
| 3 | Desalinasi Air Payau Dengan Media Adsorben Zeolit Di Daerah Pesisir Pantai Kecamatan Sungai Kunyit Kabupaten. | Darmawansa dkk | 2014 | Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai optimum penurunan salinitas air payau menggunakan media adsorben zeolit sebesar 27,31 % dengan debit optimum 160 ml/menit, ukuran partikel zeolit optimum sebesar 1,5 mm. Model rancangan desalinator |

| No. | Judul Penelitian | Nama Peneliti | Tahun | Hasil |
|-----|---|---|-------|--|
| | | | | didesain menggunakan debit sebesar 160 ml/menit, ukuran zeolit sebesar 1,5 mm dengan diameter tabung 2 inchi dan tinggi 1 m. |
| 4 | Pemanfaatan Zeolit dan Karbon Aktif dalam Menurunkan Jumlah Bakteri pada Filter Pengolah Air Payau. | Laily Noer Hamidah dan Ardhana Rahmayanti | 2018 | Hasil penelitian menunjukkan bahwa filter reaktor efektif dalam menurunkan pH dan jumlah bakteri pada air baku hingga 97%, namun kurang efektif dalam menurunkan salinitas dan TDS. |
| 5 | Studi Pengaruh Zeolit Alam Termodifikasi Hdtma Terhadap Penurunan Salinitas Air Payau | Ade Kurniawan dkk | 2014 | Berdasarkan hasil penelitian, Perlakuan A (eceng gondok), B (kangkung) dan C (kayu apu) mampu menurunkan kandungan bahan organik pada media percobaan. Tanaman eceng gondok, kangkung air, kayu apu mampu menyerap bahan organik berturut-turut hingga tersisa 195 ± 48.61 mg/l, 388.50 ± 90.22 mg/l dan 400 ± 98.89 mg/l. |
| 6 | Penurunan Salinitas Air Payau Menggunakan Filter Media Zeolit Teraktivasi Dan | Darosa Elfrida | 2017 | Hasil penelitian menunjukkan zeolit teraktivasi surfaktan benzalkonium klorida dengan kecepatan filtrasi 0,03 m/jam |

| No. | Judul Penelitian | Nama Peneliti | Tahun | Hasil |
|-----|--|---|-------|---|
| | Arang Aktif | | | merupakan yang paling baik dalam menyisihkan klorida dan menurunkan salinitas, dengan nilai rata-rata penyisihan klorida pada konsentrasi 10.000 mg/L adalah 20,66% dan konsentrasi 5.000 mg/L adalah 26,77%, serta konsentrasi 1.000 mg/L adalah 38,59%. Penurunan salinitas pada konsentrasi 10.000 mg/L adalah 15,55%, dan pada konsentrasi 5.000 mg/L adalah 16,51%, pada konsentrasi 1.000 mg/L adalah 20,94%. |
| 7 | Efektifitas Metode Desalinasi Menggunakan Zeolit Teraktivasi Pada Air Sumur Payau Daerah Pesisir | Gita Parassofia | 2017 | Hasil studi menunjukkan bahwa penurunan salinitas dan pH kelompok X1, kelompok X2, dan Kelompok X3 diberi perlakuan sebelum dan sesudah menunjukkan hasil yang signifikan terhadap seluruh kelompok penelitian |
| 8 | Studi Pendahuluan Pengolahan Air Payau Menjadi Air Bersih Dengan Metode Kombinasi | Eny Heriani R.N, Wasinton Simanjuntak, Dan Ilim | 2014 | Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan absorbansi pada kedua panjang gelombang tersebut berkorelasi baik dengan kadar bahan organik dalam air. |

| No. | Judul Penelitian | Nama Peneliti | Tahun | Hasil |
|-----|--|---|-------|---|
| | Elektrokoagulasi Dan Adsorpsi | | | Efektifitas kerja metode juga hasil penelitian menunjukkan penurunan DHL dari 15,13 Ms/Cm menjadi 10,10. |
| 9 | Desalinasi Air Payau Dengan Teknik Evaporasi Surya Dan Biomassa | Munandar Lubis dan Munawar | 2019 | Penelitian Dilakukan Dalam Suatu Sistem Desalinasi Hybrid Yang Terdiri Dari Evaporator, Kondensor, Dan Tangki Kondensat. Evaporator Yang Dikembangkan Merupakan Evaporator Hybrid Yang Dioperasikan Dengan Kombinasi Evaporasi Surya Dan Biomassa. |
| 10 | Efektivitas Fitoremediasi Kangkung Air (<i>Ipomoea Aquatica</i>) Terhadap Penyerapan Orthoposfat Pada Detergen Ditinjau Dari Detensi Waktu Dan Konsentrasi Orthopospat | Farida Nur Aziza, Arum Septiosari, Dan Endah Suci Amalina | 2013 | Diperoleh Hasil Bahwa Zeolit Teraktivasi NH ₄ NO ₃ 2N Merupakan Zeolit Terbaik Untuk Proses Desalinasi Dengan Desalinasi Sebesar 99 %. Tahap Selanjutnya Adalah Mencari Komposisi Optimum Antara Massa ZAA 2N Dengan Volume Sampel Air Payau. |