

PENGGUNAAN ZEOLIT ALAM YANG DIAKTIVASI SECARA FISIS DAN VARIASI UKURAN DIAMETER UNTUK DESALINASI AIR PAYAU

FRANS PITHER KAFIAR DAN JUKWATI

Progran Studi Kimia, FKIP, Universitas Cenderawasih

E-mail: franspither@gmail.com

ABSTRAK

Daerah pesisir sering dihadapkan pada masalah keterbatasan sumber daya air yang berkaitan dengan kelangkaan air tawar yang dapat dimanfaatkan sebagai air bersih. Oleh karena itu diperlukan upaya alternatif untuk merancang sebuah teknologi sederhana pengolah air payau misalnya dengan memanfaatkan zeolit alam. Zeolit mempunyai struktur pori terbuka dengan *internal surface area* besar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar nilai optimum penurunan salinitas air payau dengan media adsorben dari zeolit alam yang diaktivasi secara fisis (pemanasan). Zeolit alam diaktifkan dengan cara fisis berupa pemanasan, selanjutnya zeolit alam aktif divariasi ukuran partikelnya mulai dari 1,5 ; 3; dan 5 mm, Dengan kecepatan laju air yang tetap sebesar 120 mL/menit serta menggunakan tabung (buiret) dengan diameter 2 cm. Sampel air payau diperoleh dari pesisir pantai Argapura Kota Jayapura. Zeolit yang digunakan berasal dari Klaten Jawa Tengah dengan mineral dominan adalah Mordenit. Selanjutnya penentuan tingkat salinitasnya dengan menggunakan metode titrasi Argentometri. Selisih sebelum dan sesudah perlakuan dengan zeolit merupakan ukuran tingkat keberhasilan penurunan salinitas air payau.

Hasil penelitian berupa interaksi zeolit alam yang diaktivasi secara fisis dengan air payau yang kandungan (kadar) garamnya atau salinitasnya mula-mula sebesar 1,70 mg/L diperoleh kadar garamnya (salinitasnya) 1,21; 1,28; dan 1,36 mg/Liter Untuk zeolit dengan ukuran partikel berturut-turut 1,5; 3; dan 5 mm. Nilai optimum penurunan salinitas air menggunakan zeolit alam asal Klaten yang diaktivasi secara fisis berupa pemanasan diperoleh hasil sebesar 28,82% dengan kecepatan alir 120 mL/menit, serta ukuran partikel yang digunakan sebesar 1,5 mm. Namun penurunan ini belum berhasil untuk menghasilkan air yang layak atau air yang bersih yaitu maksimal memiliki kandungan Cl⁻nya 0,6 g/L atau kandungan garamnya (salinitasnya) maksimal 1 mg/L.

Kata kunci : Air payau, zeolit alam, aktivasi, ukuran partikel, salinitas, air bersih

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan di bumi. Sumber air tersebut ada yang diperoleh dari air tanah, mata air, air sungai, danau dan air laut. Sumber air di bumi tersebut berasal dari suatu siklus air

dimana tenaga matahari merupakan sumber panas yang mampu menguapkan air. Air yang berada di darat maupun laut akan menguap oleh panas matahari. Uap kemudian naik berkumpul menjadi awan. Awan mengalami kondensasi dan pendinginan akan membentuk titik-titik air dan akhirnya akan menjadi hujan. Air hujan jatuh ke bumi sebagian meresap



kedalam tanah menjadi air tanah dan mata air, sebagian mengalir melalui saluran yang disebut air sungai, sebagian lagi terkumpul dalam danau/rawa dan sebagian lagi kembali ke laut.

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia yang memiliki panjang pantai lebih dari 80.000 km. Sebagian besar penduduk Indonesia tinggal di daerah pesisir. Daerah pesisir di Indonesia identik dengan masyarakat miskin dan pemukiman kumuh. Pada daerah pesisir ini umumnya memiliki masalah dengan akses air bersih. Sumber air yang ada, biasanya berasal dari sumur air tanah yang airnya berasa asin. Daerah pesisir sering dihadapkan pada masalah keterbatasan sumber daya air yang layak digunakan. Secara kuantitas, daerah pesisir umumnya memiliki air yang melimpah, tetapi seringkali sulit mendapatkan air untuk berbagai penggunaan karena kualitasnya tidak memadai. Ketersediaan sumber daya air di daerah pesisir berkaitan dengan kelangkaan air tawar yang dapat dimanfaatkan sebagai air bersih. Pengaruh air laut terhadap tata air amat kuat di wilayah pesisir dan mempengaruhi kualitas air secara umum. Secara kimia, besarnya pengaruh air laut tercermin pada tingginya salinitas.

Zeolit dapat berfungsi sebagai penukar ion yang terdapat pada larutan yang mengelilinginya. Dengan sifat ini, zeolit misalnya dengan kandungan ion Na^+ dapat digunakan sebagai pelunak air/desalinasi dimana ion Na^+ akan digantikan oleh ion Ca^{2+} dari air sadah. Zeolit yang terdehidrasi akan mempunyai struktur pori terbuka dengan *internal surface area* besar sehingga kemampuan mengadsorb molekul selain air semakin tinggi. Ukuran cincin dari jendela yang menuju rongga menentukan ukuran molekul yang dapat teradsorb. Sifat ini

yang menjadikan zeolit mempunyai kemampuan penyaringan dan adsorben yang sangat spesifik yang dapat digunakan untuk pemurnian dan pemisahan molekul maupun logam. Teknologi sederhana yang dapat mengolah air payau menjadi air tawar adalah dengan proses filtrasi dengan memanfaatkan adsorben. Berdasarkan penelitian dari pusat penelitian informatika-LIPI menyatakan bahwa air payau dan air laut dapat diolah menjadi air tawar dengan prinsip adsorpsi menggunakan zeolit. Hasil penelitian tersebut menunjukkan kapasitas penyerapan Na^+ antara 0,07 sampai dengan 0,67 meq/100g (Adil Jamali dkk, 2013). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Gustian dan Totok (2005) menyatakan bahwa zeolit yang telah diaktivasi mampu menyerap kadar garam Na^+ sebesar 80 %.

Tujuan Penelitian

1. Melakukan preparasi zeolit alam sebelum dilakukan interaksi zeolit alam dengan air payau. Preparasi dilakukan secara fisik berupa pemanasan pada 130°C (Zeolit yang yang digunakan dengan ukuran diameter 1,5 mm, 3mm dan 5 mm.
2. Menentukan tingkat salinitas pada air payau sebelum interaksi dengan zeolit alam dengan metode titrasi dengan metode titrasi Argentometri.
3. Menentukan tingkat salinitas pada air payau setelah interaksi dengan zeolit alam metode titrasi Argentometri.

Manfaat Penelitian

- c) Memberikan gambaran pada masyarakat di daerah pesisir pantai tentang pengertian air payau yang meliputi kandungan garam-garam mineral yang terdapat dalam air payau dalam bentuk salinitas.

Masyarakat di daerah pesisir pantai mempunyai motivasi untuk memiliki alat pengolah air payau secara sederhana namun telah memenuhi syarat kualitas baku air yang dapat digunakan untuk air minum, mandi dan cuci.

TINJAUAN PUSTAKA

Salinitas

Air adalah pelarut yang baik, sehingga dapat melarutkan zat-zat dari batu-batuan yang berkontak dengannya. Bahan-bahan mineral yang dapat terkandung dalam air karena kontakannya dengan batu-batuan tersebut antara lain: CaCO_3 , MgCO_3 , CaSO_4 , MgSO_4 , NaCl , Na_2SO_4 , SiO_2 dan sebagainya salinitas atau kesadahan adalah tingkat keasinan atau kadar garam terlarut dalam air. Salinitas juga dapat mengacu pada kandungan garam dalam tanah. Kandungan garam pada sebagian besar danau, sungai, dan saluran air alami sangat kecil sehingga air di tempat ini dikategorikan sebagai air tawar. Kandungan garam sebenarnya pada air ini, secara definisi, kurang dari 0,05%. Jika lebih dari itu, air dikategorikan sebagai air payau atau menjadi saline bila konsentrasinya 3 sampai 5%. Lebih dari 5%, ia disebut *brine*.

Faktor –faktor yang mempengaruhi salinitas adalah:

- d) Penguapan, makin besar tingkat penguapan air laut di suatu wilayah, maka salinitasnya tinggi dan sebaliknya pada daerah yang rendah tingkat penguapan air lautnya, maka daerah itu rendah kadar garamnya.
- e) Curah hujan, makin besar/banyak curah hujan di suatu wilayah laut maka salinitas air laut itu akan rendah dan sebaliknya makin sedikit/kecil curah hujan yang turun salinitas akan tinggi

f) Banyak sedikitnya sungai yang bermuara di laut tersebut, makin banyak sungai yang bermuara ke laut tersebut maka salinitas laut tersebut akan rendah, dan sebaliknya makin sedikit sungai yang bermuara ke laut tersebut maka salinitasnya akan tinggi.

Salinitas air berdasarkan garam terlarut

Zat terlarut meliputi garam-garam anorganik, senyawa organik yang berasal dari organisme hidup, dan gas gas yang terlarut. Garam-garaman utama yang terdapat dalam air laut adalah klorida (55,04%), natrium (30,61%), sulfat (7,68%), magnesium (3,69%), kalsium (1,16%), kalium (1,10%) dan sisanya (kurang dari 1%) terdiri dari bikarbonat, bromida, asam borak, strontium dan florida. Tiga sumber utama dari garam-garaman di laut adalah pelapukan batuan di darat, gas-gas vulkanik dan sirkulasi lubang-lubang hidrotermal (hydrothermal vents) di laut dalam. Air payau adalah campuran antara air tawar dan airlaut (air asin). Jika kadar garam yang dikandung dalam 1 liter air 0,5 sampai 30 gram/L, maka air ini disebut air payau. Lebih dari 30 gram/L disebut air asin (Suprayogi,dkk; 2006).

Secara ideal, salinitas merupakan jumlah dari seluruh garam-garaman dalam gram pada setiap kilogram air laut. Secara praktis, adalah susah untuk mengukur salinitas di laut, oleh karena itu penentuan harga salinitas dilakukan dengan meninjau komponen yang terpenting saja yaitu klorida (Cl). Kandungan klorida ditetapkan pada tahun 1902 sebagai jumlah dalam gram ion klorida pada satu kilogram air laut jika semua halogen digantikan oleh klorida.

Kesadahan terutama disebabkan oleh keberadaan ion-ion kalsium (Ca^{2+})

dan magnesium (Mg^{2+}) di dalam air. Keberadaannya di dalam air mengakibatkan sabun akan mengendap sebagai garam kalsium dan magnesium, sehingga tidak dapat membentuk emulsi secara efektif. Oleh karena itu penetapan kesadahan hanya diarahkan pada penentuan kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Kesadahan total didefinisikan sebagai jumlah miliekivalen (mek) ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} tiap liter sampel air (Anonim, 2008). Kesadahan ada dua jenis, yaitu (Giwangkara, 2008) yaitu air sadah sementara dan air sadah tetap. Air sadah sementara yaitu air yang kesadahannya disebabkan oleh kalsium dan magnesium dari karbohidrat dan bikarbonat, sedangkan air sadah permanen atau tetap disebutkan oleh garam kalsium sulfat dan klorida. Manfaat penentuan kesadahan sementara dan kesadahan permanen yaitu untuk mengetahui tingkat kesadahan air karena air sadah dapat berbahaya untuk kesehatan bila digunakan sebagai air minum, serta muda terjadinya korosi bagi peralatan dapur maupun bangunan yang terbuat dari unsur logam. Senyawa-senyawa kalsium dan magnesium ini relatif sukar larut dalam air, sehingga senyawa-senyawa ini cenderung untuk memisah dari larutan dalam bentuk endapan atau *precipitation* yang kemudian melekat pada logam (wadah) dan menjadi keras sehingga mengakibatkan timbulnya kerak (Bintoro, 2008).

Struktur Zeolit dan Fungsi

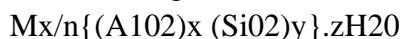
Telah bertahun-tahun zeolit digunakan sebagai penukar kation (*cation exchangers*), pelunak air (*water softening*), penyaring molekul (*molecular sieves*) serta sebagai bahan pengering (*drying agents*). Selain itu zeolit juga telah digunakan sebagai katalis atau pengemban katalis pada berbagai reaksi kimia.

Menurut Vansant (1990), menyimpulkan bahwa secara umum zeolit dapat didefinisikan sebagai suatu kristal alumina silika dengan struktur kerangka dasar tetrahedral berongga yang dapat berisi kation –kation dan molekul air yang bebas bergerak. Zeolit terdiri atas gugusan alumina dan gugusan silika oksida yang masing –masing berbentuk tetrahedral dan saling dihubungkan oleh atom oksigen sedemikian rupa sehingga membentuk kerangka tiga dimensi. zeolit alam dan lempung mempunyai kerangka dasar yang sama dan mempunyai rongga atau pori yang dapat ditempati oleh logam yang berfungsi sebagai katalis. Penggunaan zeolit sintetis dan zeolit alam pada prinsipnya sama karena adanya beberapa persamaan sifat fisik dan kimia meskipun mempunyai beberapa perbedaan. Zeolit merupakan mineral alumina silikat terhidrat yang tersusun atas tetrahedral-tetrahedral alumina (AlO_4^{5-}) dan silika (SiO_4^{4-}) yang membentuk struktur bermuatan negatif dan berongga terbuka/berpori. Muatan negatif pada kerangka zeolit dinetralkan oleh kation yang terikat lemah. Selain kation, rongga zeolit juga terisi oleh molekul air yang berkoordinasi dengan kation.

Zeolit pada umumnya dapat dibedakan menjadi dua, yaitu zeolit alam dan zeolit sintetis. Zeolit alam biasanya mengandung kation-kation K^+ , Na^+ , Ca^{2+} atau Mg^{2+} sedangkan zeolit sintetis biasanya hanya mengandung kation-kation K^+ atau Na^+ . Pada zeolit alam, adanya molekul air dalam pori dan oksida bebas di permukaan seperti Al_2O_3 , SiO_2 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O dapat menutupi pori-pori atau situs aktif dari zeolit sehingga dapat menurunkan kapasitas adsorpsi maupun sifat katalisis dari zeolit tersebut. Inilah alasan mengapa zeolit alam perlu diaktivasi terlebih dahulu sebelum

digunakan. Perbedaan utama antara zeolit dan oksida-oksida lain adalah strukturnya yang lebih terbuka yang membuat bagian kerangka dasar A_{104} dan SiO_4 lebih besar dapat diperoleh untuk mengadsorpsi molekul-molekul. Struktur tiga dimensi pada zeolit menciptakan ruang kosong dan kanal atau saluran antar kristalnya yang di dalamnya molekul-molekul reaksi katalitik melintas

Menurut Hamdan (1992) zeolit termasuk kelompok mineral alumina silika, sehingga zeolit didefinisikan sebagai suatu alumina silika yang mempunyai struktur kerangka berongga serta di dalamnya terisi kation-kation dan molekul air yang dapat bergerak bebas. Untuk menggambarkan hubungan antara komposisi kimia dan strukturnya, rumus empiris zeolit sebagai berikut:



M_x/n adalah kation bermuatan n yang dapat dipertukarkan, $\{ \}$ adalah kerangka alumina silika, z adalah jumlah air kristal, dan $x, y =$ jumlah SiO_2 dan $A_{102}, y > x$.

Dari rumus zeolit diketahui bahwa zeolit terdiri dari tiga komponen yaitu, kation yang dipertukarkan, kerangka alumina silika, dan fase air. Dengan pemanasan pada temperatur tertentu, air dapat keluar dari kerangka zeolit sehingga zeolit dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan. Dengan keluarnya air, mengakibatkan zeolit mempunyai struktur yang terbuka. Keterbukaan dari struktur ini menghasilkan saluran dan pori. Molekul dengan ukuran yang tepat dapat terperangkap di dalam saluran dan pori ini. Hal inilah yang memungkinkan zeolit dapat digunakan sebagai adsorben yang selektif

Aktivasi zeolit alam dapat dilakukan secara fisis maupun kimia (Sutarti, 1994). Secara fisis, aktivasi dapat dilakukan dengan pemanasan hingga pada

suhu $400\text{ }^\circ\text{C}$ dengan udara panas atau dengan sistem vakum untuk melepaskan molekul air. Sedangkan aktivasi secara kimia dilakukan melalui pencucian zeolit dengan larutan Na_2EDTA atau asam-asam anorganik seperti HF , HCl dan H_2SO_4 untuk menghilangkan oksida-oksida pengotor yang menutupi permukaan pori.

Zeolit sebagai agen pendehidrasi

Kristal zeolit normal mengandung molekul air yang berkoordinasi dengan kation penyeimbang. Zeolit dapat didehidrasi dengan memanaskannya. Pada keadaan ini kation akan berpindah posisi, sering kali menuju tempat dengan bilangan koordinasi lebih rendah. Zeolit terdehidrasi merupakan bahan pengering (*drying agents*) yang sangat baik. Penyerapan air akan membuat kation kembali menuju keadaan koordinasi tinggi.

Zeolit sebagai penukar ion

Kation M^{n+} pada zeolit dapat ditukarkan oleh ion lain yang terdapat pada larutan yang mengelilinginya. Dengan sifat ini zeolit-A dengan ion Na^+ dapat digunakan sebagai pelunak air (*water softener*) dimana ion Na^+ akan digantikan oleh ion Ca^{2+} dari air sadah. Zeolit yang telah jenuh Ca^{2+} dapat diperbarui dengan melarutkannya ke dalam larutan garam Na^+ atau K^+ murni. Zeolit-A sekarang ditambahkan ke dalam deterjen sebagai pelunak air menggantikan polipospat yang dapat menimbulkan kerusakan ekologi. Produksi air minum dari air laut menggunakan campuran Ag dan Ba zeolit merupakan proses desalinasi yang baik walaupun proses ini tergolong mahal.

Zeolit juga digunakan untuk mengurangi tingkat pencemaran logam berat seperti Pb , Cd , Zn , Cu^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} pada lingkungan. Modifikasi zeolit sebagai adsorben anion seperti NO_3^- , Cl^- , dan SO_4^{2-}

telah dikembangkan melalui proses kalsinasi zeolit-H pada suhu 550°C.

Zeolit sebagai adsorben

Zeolit yang terdehidrasi akan mempunyai struktur pori terbuka dengan *internal surface area* besar sehingga kemampuan mengadsorb molekul selain air semakin tinggi. Ukuran cincin dari jendela yang menuju rongga menentukan ukuran molekul yang dapat teradsorb. Sifat ini yang menjadikan zeolit mempunyai kemampuan penyaringan yang sangat spesifik yang dapat digunakan untuk pemurnian dan pemisahan. Chabazite (CHA) merupakan zeolit pertama yang diketahui dapat mengadsorb dan menahan molekul kecil seperti asam formiat dan metanol tetapi tidak dapat menyerap benzena dan molekul yang lebih besar. Chabazite telah digunakan secara komersial untuk mengadsorb gas polutan SO₂ yang merupakan emisi dari cerobong asap. Hal yang sama terdapat pada zeolit-A dimana diameter jendela berukuran 410 pm yang sangat kecil dibandingkan diameter rongga dalam yang mencapai 1140 pm sehingga molekul metana dapat masuk rongga dan molekul benzena yang lebih besar tertahan diluar. Selain itu zeolit juga dapat digunakan sebagai adsorben zat warna brom dan untuk pemucatan minyak sawit mentah. Zeolit yang digunakan sebagai penyaring molekular tidak menunjukkan perubahan cukup besar pada struktur kerangka dasar pada dehidrasi walaupun kation berpindah menuju posisi dengan koordinasi lebih rendah. Setelah dehidrasi, zeolit-A dan zeolit lainnya sangat stabil terhadap pemanasan dan tidak terdekomposisi dibawah 700°C. Volume rongga pada zeolit-A terdehidrasi adalah sekitar 50% dari volume zeolit. Teknologi sederhana yang dapat mengolah air payau menjadi air tawar adalah dengan proses

filtrasi dengan memanfaatkan adsorben. Berdasarkan penelitian dari pusat penelitian informatika-LIPI menyatakan bahwa air payau dan air laut dapat diolah menjadi air tawar dengan prinsip adsorpsi menggunakan zeolit. Hasil penelitian tersebut menunjukkan kapasitas penyerapan Na⁺ antara 0,07 sampai dengan 0,67 meq/100g (Adil Jamali dkk, 2013). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Gustian dan Totok (2005) menyatakan bahwa zeolit yang telah diaktivasi mampu menyerap kadar garam Na⁺ sebesar 80 %.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode pendekatan eksperimental di laboratorium. Penelitian menggunakan peralatan dan bahan serta instrumen di Lab P.Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNCEN Jayapura pada tahun 2017.

Sampel Penelitian

Sampel penelitian adalah air payau yang ada di pantai Argapura Kota Jayapura.

Alat dan Bahan

Alat

Peralatan yang digunakan adalah seperangkat alat titrasi dan peralatan gelas yang biasa digunakan dalam laboratorium kimia analitik.

Bahan

Bahan-bahan yang dibutuhkan antara lain, zeolit alam asal Klaten, Aquadest, AgNO₃ (E.Meck), NaCl (E.Meck), K₂CrO₄ (E.Meck), gelas wool, kertas saring whatman 42.

Jalannya Penelitian / Prosedur Kerja

Preparasi zeolit alam

Sebanyak 100 gram masing-masing ukuran 1,5 mm, 3 mm, dan 5 mm zeolit alam



direndam dengan aquadest secara berulang-ulang hingga bersih disaring dengan kertas saring (whatman 42) , kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 130°C selama 6 jam (Ginting ,M. 1997).

Analisis menggunakan metode titrasi Argentometri

Pada analisis salinitas air payau dilakukan Titrasi Argentometri dilakukan merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Apriani , dkk .2010.

Langkah-langkah analisis titrasi Argentometri sebagai berikut:

Persiapan Pengujian

Pembakuan larutan baku perak nitrat (AgNO₃) dengan NaCl 0,0141 N. Dimasukkan 25 ml larutan NaCl 0.0141 N kedalam labu Erlenmeyer 100 ml. Dibuatkan larutan blanko menggunakan 25 ml air suling, kemudian ditambahkan 1 ml larutan indikator K₂CrO₄ 5% b/v dan diaduk. Selanjutnya dititrasi dengan larutan AgNO₃ sampai terjadi perubahan warna (warna merah kecoklatan) dan dicatat volume larutan AgNO₃ yang digunakan untuk contoh uji (A-ml) dan blanko (B-ml). Pengujian dilakukan secara duplo. Apabila standar deviasi (SD) kadar klorida secara duplo lebih besar dari 5%, maka dilakukan titrasi ke tiga. Kemudian dirata-ratakan volume AgNO₃ yang digunakan dan dilakukan perhitungan normalitas larutan baku N AgNO₃ dengan rumus :

$$N_{AgNO_3} = \frac{1-1}{-} \dots\dots\dots (1)$$

Dengan pengertian :

N AgNO₃ adalah normalitas larutan baku AgNO₃ (mgrek/ml)

VA adalah volume larutan baku AgNO₃ untuk titrasi larutan NaCl (mL)

VB adalah volume larutan baku AgNO₃ untuk titrasi blanko (mL)

N1 adalah normalitas larutan NaCl yang digunakan (mgrek/mL)

V1 adalah volume larutan NaCl yang digunakan (mL)

Prosedur Pengujian

Diambil 100 ml air sampel dan digunakan secara duplo, kemudian sampel air dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 250 mL. dilakukan pembuatan larutan blanko. Pada sampel uji ditambahkan 1 mL larutan indikator K₂CrO₄ 5%, kemudian dititrasi dengan larutan baku AgNO₃ sampai titik akhir titrasi yang ditandai dengan terbentuknya endapan berwarna merah kecoklatan dari Ag₂CrO₄, lalu dicatat volume AgNO₃ yang digunakan. Dilakukan titrasi blanko terhadap 100 ml aquadest bebas klorida. Diulangi titrasi tersebut dua kali dan dirata-ratakan volume AgNO₃ yang diperoleh. Air hasil desalinasi dihitung kadar klorida dengan menggunakan persamaan rumus sebagai berikut:

$$(-) 35,450$$

$$\text{Kadar Cl}^- \text{ (mg/L)} = \frac{\quad}{\quad} \dots\dots(2)$$

dengan pengertian :

A adalah volume larutan baku AgNO₃ untuk titrasi (mL)

B adalah volume larutan baku AgNO₃ untuk titrasi blanko (mL) N adalah normalitas larutan baku

AgNO₃ (mgrek/mL)

V adalah volume contoh uji (mL)

Perhitungan Kadar Garam :

$$\text{mg/L NaCl} = (\text{mg/L Cl}^-) \times 1,65 \dots\dots\dots (3)$$

Dari analisis akan dapat diketahui berapa besar penurunannya.

Interaksi zeolit alam aktif dengan air payau

Zeolit alam yang telah aktif dengan ukuran tertentu (1,5 mm, 3 mm, dan 5 mm) kemudian diinteraksikan dengan air payau. Zeolit alam aktif dengan ukuran diameter tertentu dimasukkan dalam buret dengan diameter 2 cm sebanyak 50 gram. Kemudian pada buiret tersebut dimasukan air payau sebanyak 50 mL. Tahan beberapa menit. Selanjutnya kran buiret dibuka perlahan lahan dengan kecepatan alir ± 120 mL/menit. Hasil adsorben ditampung dalam wadah kemudian ditentukan salinitasnya.

Hasil yang Dicapai
Penentuan Salinitas Air Payau Sebelum Interaksi Dengan Zeolit Alam

Menentukan tingkat salinitas pada air payau sebelum interaksi dengan zeolit alam dengan metode titrasi dengan metode titrasi Argentometri. Analisis sampel air payau dilakukan untuk mengetahui kandungan kadar garam pada air tersebut. Air payau

:

yang dianalisa ini merupakan air payau yang berasal dari pesisir pantai di Argapura di sekitar pemukiman penduduk. Penentuan kandungan (kadar) garam pada air sampel (air payau) ini dilakukan untuk mengetahui kadar garam awal sebelum air ini diolah. Sampel air payau diambil pada satu tempatnentuan kandungan garam air payau dilakukan tiga kali selanjutnya diambil reratanya. Air hasil desalinasi dihitung kadar klorida dengan menggunakan persamaan (2) dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar Cl}^- \text{ (mg/L)} = \left(\dots \right)$$

35,450

dengan pengertian :

A adalah volume larutan baku AgNO₃ untuk titrasi (mL)

B adalah volume larutan baku AgNO₃ untuk titrasi blanko (mL)

N adalah normalitas larutan baku AgNO₃ (mgrek/mL)

V adalah volume contoh uji (mL)

Selanjutnya perhitungan kadar garam menggunakan persamaan (3) dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{mg/L NaCl} = (\text{mg/L Cl}^-) \times 1,65$$

Hasil analisa sampel air payau di pesisir pantai Argapura dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Hasil analisis sampel air payau

Penentuan	Cl ⁻ (g Cl ⁻ /liter)	Salinitas (mg/liter)	Rerata
			Salinitas (mg/liter)
1	0,98	1,62	
2	1,05	1,73	
3	1,07	1,76	1,70

Dari hasil penentuan kandungan garam pada air payau di pesisir pantai Argapura Kota Jayapura diperoleh kadar garam 1,70 mg/liter atau 1,03 g Cl⁻/liter. Dari hasil nilai ini berdasarkan standar salinitas air tawar telah melewati standar salinitas air tawar. Secara kuantitatif, mutu air payau mengandung klorida antara 0,5 g Cl⁻/liter sampai dengan 10 g Cl⁻/liter masih diklasifikasikan sebagai air payau. Jika merujuk pada baku mutu air bersih (PP No.82, 2001), kandungan klorida dalam air bersih adalah maksimal 0,6 g Cl⁻/liter.

Penentuan Salinitas Air Payau Sesudah Interaksi Dengan Zeolit Alam

Zeolit alam yang telah aktif dengan ukuran

masing-masing 1,5 mm, 3 mm, dan 5 mm kemudian diinteraksikan dengan air payau. Zeolit alam aktif dengan ukuran diameter tertentu dimasukkan dalam buret dengan diameter 2 cm sebanyak 50 gram. Kemudian pada buret tersebut dimasukan air payau sebanyak 50 mL. Tahan beberapa menit (masing-masing selama 10 menit). Selanjutnya kran buret dibuka perlahan lahan dengan kecepatan alir ± 120 mL/menit. Hasil adsorben ditampung dalam wadah kemudian ditentukan salinitasnya. Selanjutnya hasil interaksi zeolit alam dengan diameter 1,5 mm; 3 mm; dan 5 mm dengan air payau yang memiliki kandungan Cl⁻ rata-rata 1,03 g Cl⁻/Liter atau kandungan garam 1,70 mg/Liter terdapat pada Tabel 2 berikut :

Tabel 2. Hasil analisis interaksi sampel air payau dengan zeolit berbagai ukuran

Ukuran zeolit (mm)	Percobaan	Cl ⁻ (g Cl ⁻ /liter)	Salinitas (mg/liter)	Rerata Salinitas (mg/liter)	% Penurunan Salinitas
1,5	1	0,75	1,24		
	2	0,72	1,19	1,21	28,82
	3	0,73	1,20		
3	1	0,76	1,25		
	2	0,80	1,32	1,28	24,71
	3	0,77	1,27		
5	1	0,85	1,40		
	2	0,81	1,34	1,36	20,0
	3	0,82	1,35		

Zeolit alam yang telah diaktivasi secara fisis berupa pemanasan,

dimungkinkan air dapat keluar sehingga zeolit dapat berfungsi sebagai penyerap gas

atau cairan (Sutarti, 1994). Dengan keluarnya air, mengakibatkan zeolit mempunyai struktur yang terbuka. Keterbukaan dari struktur ini menghasilkan saluran dan pori. Sehingga molekul dengan ukuran yang tepat dapat terperangkap di dalam saluran dan pori ini. Hal inilah yang memungkinkan zeolit dapat digunakan sebagai adsorben yang selektif.

Faktor penting yang perlu diperhatikan dan dipertimbangkan agar zeolit alam dapat dimanfaatkan sebagai adsorben adalah luas permukaan, ukuran pori, keseragaman ukuran pori, dan heterogenan komposisi kandungan mineral yang menyertainya. Zeolit alam secara alamiah dapat terbentuk dari batuan vulkanik, maupun batuan sedimen. Hasil pembentukannya merupakan sistem campuran yang heterogen. Komposisi mineral atau bahan-bahan dalam zeolit alam dapat mengandung lebih dari satu jenis mineral zeolit misalnya zeolit modernit, klinoptilolit, juga terdapat mineral-mineral amorf seperti silika, alumina, feldspar, dan terdapat pula oksida-okasida logam transisi serta kontamin-kontamin organik lainnya.

Dari hasil analisis pada Tabel 2 menunjukkan bahwa variasi ukuran adsorben menggunakan kecepatan alir 120 mL/menit diperoleh penurunan salinitas yang berbeda-beda. Makin besar ukuran zeolit makin kecil penurunan salinitas. Pada Tabel 2 menunjukkan semakin besar ukuran partikel yaitu dari 1,5 sampai 5 mm semakin kecil pula penurunan salinitas, masing-masing sebesar 28,82%, 24,71% dan 20,0%. Penurunan ini disebabkan karena luas permukaan semakin kecil. Ukuran zeolit menentukan luas permukaan adsorben. Semakin luas permukaan adsorben, semakin banyak adsorbat yang diserap, sehingga proses adsorpsi dapat semakin efektif. Semakin kecil ukuran

diameter adsorben maka semakin luas permukaannya. Kapasitas adsorpsi total dari suatu adsorbat tergantung pada luas permukaan total adsorbennya (Sawitri, 2008). Menurut Bernasconi (1995), waktu untuk mencapai keadaan setimbang pada proses serapan logam oleh adsorben berkisar antara beberapa menit hingga beberapa jam.

Dari data hasil interaksi zeolit alam dengan air payau dalam penelitian ini, meskipun zeolit alam hasil preparasi atau aktivasi secara pemanasan. Untuk memperoleh zeolit alam dengan kemampuan yang tinggi diperlukan beberapa perlakuan antara lain aktivasi dan modifikasi. Aktivasi secara umum ada dua yaitu aktivasi secara fisis dan aktivasi secara kimia. Aktivasi secara fisis yaitu berupa pemanasan dengan tujuan untuk menguapkan air yang terperangkap dalam pori-pori kristal zeolit, sehingga luas permukaan pori-pori bertambah. Sedangkan aktivasi secara kimia yaitu dengan menggunakan larutan asam atau basa dengan tujuan untuk membersihkan permukaan berpori, membuang senyawa pengotor, dan mengatur letak atom yang dapat dipertukarkan.

Pada penelitian ini telah berhasil menurunkan salinitas air payau hingga 28,82% untuk ukuran zeolit 1,5 mm dengan menggunakan zeolit alam yang diaktivasi secara fisis berupa pemanasan. Namun penurunan ini belum berhasil untuk menghasilkan air yang layak atau air yang bersih yaitu maksimal memiliki kandungan Cl⁻nya 0,6 g/Liter atau kandungan garamnya (salinitasnya) maksimal 1 mg/Liter.

KESIMPULAN

1. Hasil interaksi zeolit alam yang diaktivasi secara fisis dengan air



payau yang kandungan (kadar) garamnya 1,70 mg/L diperoleh kadar garamnya (salinitasnya) 1,21; 1,28; dan 1,36 mg/Liter Untuk zeolit dengan ukuran berturut-turut 1,5; 3; dan 5 mm.

2. Nilai optimum penurunan salinitas air menggunakan zeolit alam asal Klaten yang diaktivasi secara fisis berupa pemanasan diperoleh hasil sebesar 28,82% dengan kecepatan alir 120 mL/menit, serta ukuran partikel yang digunakan sebesar 1,5 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Adil Jamali, Kalzani Jafri, M. Amin dan Widi Astuti. 2003. Pengolahan Air Payau Menggunakan Mineral Zeolit. Pusat Penelitian Informatika-LIPI. Bandung. *Pemaparan Hasil Litbang*. Juli 2003: A208 –A218
- Bernasconi, G.H. et al. 1995. Teknologi Kimia. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Bintoro, 2008, Penentuan Kesadahan Sementara dan Kesadahan Permanen, <http://aabin.blogspot.com>
- Ginting ,M. 1997. *Preparasi Katalis Nikel Zeolit Untuk Reaksi Hidrogenasi Asam Lemak Tidak Jenuh Dalam Minyak Kelapa*. Tesis S2. Program Pasca Sarjana UGM. Yogyakarta
- Gustian I dan Totok ES.2005.Studi Penurunan Salinitas Air Dengan Menggunakan Zeolit Alam Yang Berasal Dari Bengkulu.*Jurnal Gradien* Vol.1 No.1 Januari 2005 : 38-42.
- Hamdan, .., 1992,*Introduction to Zeolites: ModificatioSynthesis*, Universiti Teknologi Malaysia, Kuala Lumpur.
- Lee, H-J., Park, Y.S., Kim, T. S, Lee,Y-J., and Yoon,K.B., 2002, Separation of Mixtures of Zeolites and Amorphous Materials and Mixtures of Zeolites with Different Pore Sizes into Pure Phases with the Aid of Cationic Surfactants, *Chem. Mater.*, 14, 3260–3270.
- Ratih Suci Apriani, Putu Wesen. 2010.Penurunan Salinitas Air Payau Dengan Menggunakan Resin.Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.Universitas Pembangunan Nasional. Surabaya. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 2 (1). pp. 64-77
- Sawitri, D. E., dan Sutrisno, T. 2006. Adsorpsi Krom (VI) dari Limbah Cair Industri Pelapisan Logam dengan Arang Eceng Gondok (*Eichornia crossipes*). Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Semarang. *Jurnal Sains Pomits* Vol. 1, No. 1,2012 1-6.
- Sutarti, M dan Rachmawati, M. 1994. *Zeolit: Tinjauan Literatur*. Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah LIPI. Jakarta.
- Vansant, E.F. 1990. *Pore Size Engineering in Zeolite*. John Wiley & Sons Inc. New York