

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Zeolit

Zeolit terbentuk dari abu vulkanik yang telah mengendap jutaan tahun silam. Sifat-sifat mineral zeolit sangat bervariasi tergantung dari jenis dan kadar mineral zeolit. Mineral zeolit ditemukan pada batuan sedimen piroklatik. Zeolit alam terbentuk dari reaksi antara batuan tufa asam berbutir halus bersifat rhyolitik dengan air pori atau air meteorik (air hujan). Mineral-mineral yang termasuk dalam grup zeolit terbentuk dari hasil sedimentasi debu vulkanik yang telah mengalami proses alterasi. Secara geologi, endapan zeolit terbentuk karena proses sedimentasi debu vulkanik pada lingkungan danau yang bersifat alkali (air asin), proses diagenetik (metamorfosa tingkat rendah), dan proses hidotermal.

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. Beberapa sifat yang dimiliki oleh zeolit adalah dehidrasi, adsorbs, penukar ion, katalisator, dan separator. Dehidrasi pada zeolit menyebabkan struktur pada pori yang sangat terbuka, dan mempunyai luas permukaan internal yang luas sehingga mampu mengasorpsi sejumlah besar substansi selain air dan mampu memisahkan molekul

zat berdasarkan ukuran molekul dan kepolarannya. Sifat zeolit sebagai adsorben dan penyaring molekul, dimungkinkan karena struktur zeolit mampu menyerap sejumlah besar molekul yang berukuran lebih kecil atau sesuai dengan ukuran rongganya.

2.2 Prinsip Penukar Ion

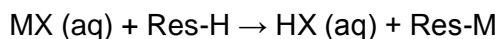
Resin penukar ion merupakan salah satu metoda pemisahan menurut perubahan kimia. Resin penukar ion ada dua macam yaitu resin penukar kation dan resin penukar anion. Jika disebut resin penukar kation maka kation yang terikat pada resin akan digantikan oleh kation pada larutan yang dilewatkan. Begitupun pada resin penukar anion maka anion yang terikat pada resin akan digantikan oleh anion pada larutan yang dilewatkan (Wahono,2007).

Resin pertukaran ion merupakan bahan sintetik yang berasal dari aneka ragam bahan, alamiah maupun sintetik, organik maupun anorganik, memperagakan perilaku pertukaran ion dalam analisis laboratorium dimana keseragaman dipentingkan dengan jalan penukaran dari suatu ion. Pertukaran ion bersifat stokiometri, yakni satu H^+ diganti oleh suatu Na^+ . Pertukaran ion adalah suatu proses kesetimbangan dan jarang berlangsung lengkap, namun tak peduli sejauh mana proses itu terjadi, stokiometrinya bersifat eksak dalam arti satu muatan positif meninggalkan resin untuk tiap satu muatan yang masuk. Ion dapat ditukar yakni ion yang tidak terikat pada matriks polimer disebut ion lawan (*Counterion*) (Underwood, 2001).

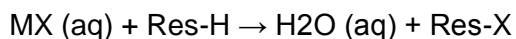
Syarat-syarat dasar bagi suatu resin yang berguna adalah:

1. Resin itu harus cukup terangkai-silang, sehingga keterlarutannya yang dapat diabaikannya.
2. Resin itu harus cukup hidrofolik untuk memungkinkan difusi ion-ion melalui strukturnya dengan laju yang terukur (*finite*) dan berguna.
3. Resin harus menggunakan cukup banyak gugus penukar ion yang dapat dicapai dan harus stabil kimiawi.
4. Resin yang sedang mengembang harus lebih besar rapatannya daripada air.

Suatu resin penukar kation adalah sebagai suatu polimer berbobot molekul tinggi, yang terangkai-silang yang mengandung gugus-gugus sulfonat, karboksilat, fenolat, dan sebagainya sebagai suatu bagian integral dari resin itu serta sejumlah kation yang ekuivalen.



Suatu resin penukar-anion adalah suatu polimer yang mengandung gugus-gugus amino (atau amonium kuartener) sebagai bagian –bagian integral dari kisi polimer itu dan sejumlah ekuivalen anion-anion seperti ion klorida , hidroksil atau sulfat.
(Basset,1994)



2.3 Kesadahan

Pengertian kesadahan air adalah kemampuan air mengendapkan sabun, dimana sabun ini diendapkan oleh ion-ion yang telah sebutkan diatas. Karena penyebab dominan/utama kesadahan adalah Ca^{2+} dan Mg^{2+} , khususnya Ca^{2+} , maka arti dari kesadahan dibatasi sebagai sifat/karakteristik air yang menggambarkan konsentrasi jumlah dari ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} , yang dinyatakan sebagai CaCO_3 . Air sadah menyebabkan sabun sukar berbuih karena ion-ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} mengendapkan sabun. Ion kalsium(II) juga dapat bereaksi dengan EBT menghasilkan kompleks Ca-In, tetapi kompleks ini kurang stabil jika dibandingkan dengan kompleks Mg-In. Sebaliknya kompleks Ca-EDTA lebih stabil jika dibandingkan dengan kompleks Mg-EDTA. Ini berarti bahwa jika dalam larutan hanya terdapat ion kalsium (II), dan kemudian dititrasi dengan EDTA maka perubahan warna akan terjadi jauh sebelum titik akhir tercapai. Untuk mengatasi kekurangan ini maka pada analisis kalsium ditambahkan sedikit magnesium yang akan mengikat indikator lebih stabil.

Jenis-jenis Kesadahan Air :

Berdasarkan sifatnya, kesadahan dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

1. Air sadah sementara

Air sadah sementara adalah air sadah yang mengandung ion bikarbonat (HCO_3^-), atau boleh jadi air tersebut mengandung senyawa kalsium bikarbonat ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) dan atau magnesium bikarbonat ($\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$). Air yang

mengandung ion atau senyawa-senyawa tersebut disebut air sadah sementara karena kesadahnya dapat dihilangkan dengan pemanasan air, sehingga air tersebut terbebas dari ion Ca^{2+} dan atau Mg^{2+} .

2. Air sadah tetap

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

2.4 Aktivasi Zeolit

Agar dimanfaatkan zeolit harus mempunyai spesifikasi tertentu dan berkaitan dengan hal tersebut kualifikasi zeolit ditentukan oleh daya serap daya tukar kation, maupun daya katalis. Untuk mendapatkan zeolit dengan kemampuan tinggi diperlukan beberapa pengolahan, yaitu:

1. Preparasi

Bertujuan untuk memperoleh produk yang sesuai dengan tujuan penggunaannya. Tahap pertama zeolit dibersihkan dari pengotornya yang

melekat pada zeolit, kemudian tahap penghancuran (*crushing*), yakni bongkahan batuan zeolit yang berukuran besar dipecahkan menjadi ukuran yang lebih kecil sehingga mudah dihancurkan di dalam *ball mill* (alat penggiling). Tahapan selanjutnya adalah penggerusan (*grinding*) untuk memperoleh material zeolit yang lebih halus sesuai keperluan. Kemudian dilakukan pengayakan, untuk mendapatkan material zeolit dengan ukuran mesh tertentu.

2. Aktivasi

Proses ini bertujuan meningkatkan sifat-sifat khusus zeolit dengan cara menghilangkan unsur-unsur pengotor dan menguapkan air yang terperangkap dalam pori-pori zeolit. Ada 2 cara yang umum digunakan dalam proses aktivasi zeolit, yaitu secara fisik dan secara kimia.

Aktivasi secara fisik dilakukan dengan cara pemanasan pada suhu 200-400° C selama 2-3 jam untuk menghilangkan molekul-molekul air yang tertangkap didalam pori-pori kristal zeolit.

Aktivasi secara kimia melalui proses destruksi dengan menggunakan pereaksi HCl, NaOH atau H₂SO₄ untuk menghilangkan zat-zat pengotor berupa logam-logam alkali dan alkali tanah serta beberapa jenis logam lainnya yang terdapat didalam kerangka zeolit.

3. Modifikasi

Proses modifikasi dimaksudkan untuk mengubah sifat permukaan zeolit alam dengan cara melapiskan polimer organik (sintesis dan alamiah) pada zeolit tersebut. Modifikasi struktur zeolit dapat dilakukan dengan

berbagai cara antara lain: modifikasi melalui proses pertukaran kation (*cation exchange*), pengadsorpsi molekul-molekul polar, dan modifikasi kerangka zeolit.

2.5 Penyerapan

Penyerapan adalah proses ikatan suatu molekul atau unsur pada permukaan lain. Penggunaan zeolit sebagai bahan penyerap karena:

1. Zeolit bersifat selektif mempunyai kapasitas tukar kation cukup tinggi.
2. Zeolit dapat memisahkan molekul-molekul berdasarkan ukuran dan bentuk struktur Kristal zeolit.

Jika beberapa molekul memasuki system pori zeolit, salah satu molekul akan tertahan berdasarkan pada kepolaran atau efek interaksi molekul dengan zeolit. Mekanisme proses ini ada dua, yaitu penyerapan fisik atau gaya *vanderaxials* dan penyerapan kimia atau gaya tarik elektrostatik. Kedua mekanisme itu dapat berjalan secara bersamaan bergantung sifat unsure yang diserap, keasaman permukaan, daya tukar kation zeolit, dan kandungan kelemahan sistem.

2.6 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan salah satu sifat-sifat sistem koloid. Adsorpsi adalah suatu proses penyerapan partikel suatu fluida (cairan maupun gas) oleh suatu padatan hingga terbentuk suatu film (lapisan tipis) pada permukaan adsorben. Padatan yang dapat menyerap partikel fluida disebut bahan pengadsorpsi atau adsorben. Sedangkan zat yang terserap disebut adsorbat. Secara umum Adsorpsi didefinisikan sebagai suatu proses penggumpalan substansi terlarut (*soluble*) yang ada dalam larutan, oleh permukaan zat atau benda penyerap, dimana terjadi suatu

ikatan kimia fisika antara substansi dengan penyerapnya. Penyerapan partikel atau ion oleh permukaan koloid atau yang disebut peristiwa adsorpsi ini dapat menyebabkan koloid menjadi bermuatan listrik.

Faktor – faktor yang mempengaruhi kecepatan adsorpsi :

- Macam adsorben
- Macam zat yang diadsorpsi (*adsorbate*)
- Luas permukaan adsorben
- Konsentrasi zat yang diadsorpsi (*adsorbate*)
- Temperatur

Manfaat dan Kegunaan Adsorpsi

Adsorpsi memegang peranan penting dalam berbagai industri. Manfaat dan kegunaan adsorpsi telah di kenal manusia sejak zaman dahulu kala dan telah di manfaatkan untuk meningkatkan kesejahteraan hidupnya. Berikut ini adalah beberapa contoh manfaat dan kegunaan adsorpsi dalam industri dan kehidupan manusia:

Manfaat dan kegunaan adsorpsi:

- Untuk menjernihkan air yang keruh
- Pemutihan Gula pasir pada industri gula
- Pemurnian minyak kelapa sawit
- Pewarnaan serat wol, kapas atau sutera
- Penggunaan Norit untuk mengobati sakit perut

- Pembersihan dengan sabun
- Penyerapan Humus oleh Tanah liat

2.7 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah karbon yang di proses sedemikian rupa sehingga pori – porinya terbuka, dan dengan demikian akan mempunyai daya serap yang tinggi. Karbon aktif merupakan karbon yang bebas serta memiliki permukaan dalam (internal surface), sehingga mempunyai daya serap yang baik. Keaktifan daya menyerap dari karbon aktif ini tergantung dari jumlah senyawa karbonnya yang berkisar antara 85 % sampai 95% karbon bebas. Karbon aktif yang berwarna hitam, tidak berbau, tidak terasa dan mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon aktif yang belum menjalani proses aktivasi, serta mempunyai permukaan yang luas, yaitu memiliki luas antara 300 sampai 2000 m²/gram. Karbon aktif ini mempunyai dua bentuk sesuai ukuran butirannya, yaitu karbon aktif bubuk dan karbon aktif granular (butiran). Karbon aktif bubuk ukuran diameter butirannya kurang dari atau sama dengan 325 mesh. Sedangkan karbon aktif granular ukuran diameter butirannya lebih besar dari 325 mesh.

Karbon aktif merupakan suatu bentuk arang yang telah melalui aktivasi dengan menggunakan gas CO₂, uap air atau bahan-bahan kimia sehingga pori-porinya terbuka dan dengan demikian daya absorpsinya menjadi lebih tinggi terhadap zat warna dan bau. Karbon aktif mengandung 5 sampai 15 persen air, 2 sampai 3 persen abu dan sisanya terdiri dari karbon. Karbon aktif berbentuk amorf terdiri dari pelat-pelat datar, disusun oleh atom-atom C yang terikat secara kovalen dalam

suatu kisi heksagonal datar dengan satu atom C pada setiap sudutnya. Pelat-pelat tersebut bertumpuk-tumpuk satu sama lain membentuk kristal-kristal dengan sisa hidrokarbon, ter dan senyawa organik lain yang tertinggal pada permukaannya. Bahan baku karbon aktif dapat berasal dari bahan nabati atau turunannya dan bahan hewani. Mutu karbon aktif yang dihasilkan dari tempurung kelapa mempunyai daya serap tinggi, karena arang ini berpori-pori dengan diameter yang kecil, sehingga mempunyai internal yang luas. Luas permukaan arang adalah $2 \times 10^4 \text{ cm}^2$ per gram, tetapi sesudah pengaktifan dengan bahan kimia mempunyai luas sebesar 5×10^6 sampai $15 \times 10^7 \text{ cm}^2$ per gram. Ada 2 tahap utama proses pembuatan karbon aktif yakni proses karbonisasi dan proses aktifasi. Dijelaskan bahwa secara umum proses karbonisasi sempurna adalah pemanasan bahan baku tanpa adanya udara sampai temperatur yang cukup tinggi untuk mengeringkan dan menguapkan senyawa dalam karbon. Pada proses ini terjadi dekomposisi termal dari bahan yang mengandung karbon, dan menghilangkan spesies non karbonnya. Proses aktifasi bertujuan untuk meningkatkan volume dan memperbesar diameter pori setelah mengalami proses karbonisasi, dan meningkatkan penyerapan. Pada umumnya karbon aktif dapat di aktifasi dengan 2 (dua) cara, yaitu dengan cara aktifasi kimia dan aktifasi fisika.

1. Aktifasi kimia, arang hasil karbonisasi direndam dalam larutan aktifasi sebelum dipanaskan. Pada proses aktifasi kimia, arang direndam dalam larutan pengaktifasi selama 24 jam lalu ditiriskan dan dipanaskan pada suhu $600 - 9000\text{C}$ selama 1 – 2 jam.

2. Aktifasi fisika, yaitu proses menggunakan gas aktifasi misalnya uap air atau CO₂ yang dialirkan pada arang hasil karbonisasi. Proses ini biasanya berlangsung pada temperature 800–11000C.

Karbon aktif bersifat sangat aktif dan akan menyerap apa saja yang kontak dengan karbon tersebut. Karbon Aktif digunakan untuk menjernihkan air, pemurnian gas, industri minuman, farmasi, katalisator, dan berbagai macam penggunaan lain. Selain di bidang pengolahan air, karbon aktif dapat digunakan di berbagai industri seperti pengolahan/tambang emas dengan berbagai ukuran mesh maupun iodine number. Juga digunakan untuk dinding partisi, penyegar kulkas, vas bunga, dan ornamen meja. Di balik legamnya, barang gosong itu ternyata sangat kaya manfaat. Karbon aktif dapat digunakan sebagai bahan pemucat, penyerap gas, penyerap logam, menghilangkan polutan mikro misalnya zat organik maupun anorganik, detergen, bau, senyawa phenol dan lain sebagainya. Pada saringan arang aktif ini terjadi proses adsorpsi, yaitu proses penyerapan zat - zat yang akan dihilangkan oleh permukaan arang aktif, termasuk CaCO₃ yang menyebabkan kesadahan. Apabila seluruh permukaan arang aktif sudah jenuh, atau sudah tidak mampu lagi menyerap maka kualitas air yang disaring sudah tidak baik lagi, sehingga arang aktif harus diganti dengan arang aktif yang baru.

Kegunaan Karbon Aktif

1. Pada pengolahan air untuk penjernihan dan mengurangi kesadahan dengan menyerap bau, rasa, warna, kaporit, kapur (CaCO₃), logam bera

2. Pada pengolahan emas untuk menyerap konsentrasi emas (ore) dalam bentuk Carbon in pulp (CIP), Carbon in Leach (CIL), Carbon in Clear Solution (CIC) biasanya dari batok kelapa mesh 8-25.
3. Pada pemurnian gas dengan menyerap belerang, gas beracun, bau busuk, asap dan pencegahan racun.
4. Pada pengolahan limbah untuk menyerap Bahan Beracun Berbahaya (B3) yaitu menyerap sianida yang terdapat pada limbah industri serat sintetik (akrilonitril), petrokimia, baja, pertambangan dan pelapisan logam (electroplating) dengan cara merendam karbon aktif dengan larutan Cu^{2+} (0,5%) yang menghasilkan daya serap sianida menjadi 82% dalam waktu 2jam.
5. Untuk menyerap logam berat Raksa/Hg, Cadmium/Cd, Plumbum/Pb/Timbal, Cromium/Cr penyebab sakit kanker.
6. Penyegar/pembersih udara ruangan dari kandungan uap air/gas berbau/beracun, seperti pada mobil, kamar pendingin, botol obat-obatan serta peralatan-peralatan yang harus dilindungi dari proses perkaratan.
7. Pada industri obat dan makanan sebagai penyaring, penghilang warna, bau dan rasa tidak enak pada makanan.
8. Pada bidang perminyakan dipakai sebagai bahan penyulingan bahan mentah dan zat perantara