

PENGARUH UKURAN MESH ADSORBEN ZEOLIT DAN KONSENTRASI HCl PADA PENGOLAHAN LIMBAH PENCELUPAN KAIN JUMPUTAN

THE EFFECT OF THE ZEOLITE ADSORBENT MESH SIZE AND HCl CONCENTRATION IN THE TREATMENT OF JUMPUTAN CLOTH DYEING WASTE

Sri Ardhiyany¹⁾

1Program Studi Teknik Pengolahan Migas Politeknik Akamigas Palembang, 30257, Indonesia

Abstract: Zeolite represent mineral which consist of crystal of alumina pregnant hydration silicate of alkali cation or land;ground alkali in its three dimension framework. Ion - the metal ion can change by other cation without destroying zeolite structure and can permeate water by reversibel. Elementary framework zeolite structure consist of hydrate units of AlO_4 and of SiO_4 which is interaction through atom of O which in structure of Si^{4+} can change with Al^{3+} causing the existence of negative charge at zeolite. One of the nature of zeolite as adsorben, this research conducted by processing of cloth waste of jumputan by adsorpsi, where zeolite is beforehand activated in condensation of HCL with concentration 0,2 - 1 M, zeolite weared of the size 20 - 100 mesh. Result of this research indicate that absorbtion of zeolite to cloth waste of jumputan big relative happened at size measure zeolite 100 mesh and with activation concentration 1 M.

Keywords: Zeolite, cloth waste of jumputan, HCl, Adsorption.

Abstrak: Zeolit merupakan mineral yang terdiri dari kristal alumina silikat terhidrasi yang mengandung kation alkali atau alkali tanah dalam kerangka tiga dimensinya. Ion – ion logam tersebut dapat diganti oleh kation lain tanpa merusak struktur zeolit dan dapat menyerap air secara reversibel. Kerangka dasar struktur zeolit terdiri dari unit-unit terhidrat AlO_4 dan SiO_4 yang saling berhubungan melalui atom O yang di dalam struktur tersebut Si^{4+} dapat diganti dengan Al^{3+} yang menyebabkan adanya muatan negatif pada zeolit. Salah satu sifat zeolit adalah sebagai adsorben, pada penelitian ini dilakukan pengolahan limbah kain jumputan secara adsorpsi, dimana zeolit terlebih dahulu diaktifkan dalam larutan HCl dengan konsentrasi 0,2 – 1 M, zeolit yang dipakai dengan ukuran 20 – 100 mesh. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penyerapan zeolit terhadap limbah kain jumputan relatif besar terjadi pada zeolit ukuran 100 mesh dan dengan konsentrasi pengaktifan 1 M.

Kata Kunci : Zeolit, limbah kain jumputan, HCl, Adsorpsi.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sumatera Selatan merupakan salah satu propinsi yang mempunyai ciri khas tertentu dalam membuat motif tenunan tradisional. Produk berupa kain songket, kain jumputan, kain blongsong, kain tajung dan lain-lain. Dalam Proses pencelupan banyak dipergunakan bahan kimia untuk produk tersebut.

Di Sumatera Selatan terdapat industri pencelupan tenun terdiri dari beberapa keluarga dalam satu kecamatan tertentu, sehingga bila memproses pencelupan pasti akan menghasilkan air limbah antara 400 – 1.000 liter setiap dari proses. Sedangkan debit limbah maksimum yang dibuang kelingkungan

adalah 150 m³/ton produk tekstil (Kepmen No.51/Men LH/10/1995). Dari sekian banyak industri tersebut masih belum dilengkapi dengan instalasi pengolahan air limbah.

Dalam setiap proses pencelupan menghasilkan limbah yang mempunyai kandungan utamanya adalah zat warna, walaupun ada penambahan zat-zat lain itu hanya dalam persentase yang kecil. Zat warna yang banyak digunakan dalam industri tenun kain jumputan umumnya mengandung logam-logam berat dan merupakan zat yang stabil yang tidak mudah dan atau sukar diuraikan oleh proses biologis. Oleh karena itu, kehadirannya yang sesuai dengan warna akan tetap ada dan terlihat (Pamudjo, 1994).

Penimbunan secara alami yang terus berlangsung dari senyawa ini akan mempunyai

dampak lingkungan yang cukup serius untuk kehidupan. Maksudnya kalau senyawa tersebut secara berantai kemudian tertimbun dalam jaringan tanaman, misalnya padi, ataupun jaringan hewan, misalnya ikan, akan berbahaya bagi manusia. Kalau timbunan zat warna tekstil tersebut terbawa kedalam jaringan manusia akan bersifat dapat merangsang terjadinya kanker.

Untuk menghindari terjadinya hal – hal tersebut maka sebelum limbah dibuang ke lingkungan perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sampai limbah tersebut dianggap tidak lagi terlalu membahayakan apabila dibuang lingkungan. Khusus untuk limbah pencelupan kain jumpitan maka salah satu cara pengolahannya adalah dengan cara adsorpsi menggunakan zeolit teraktifan. Zeolit merupakan kristal alumina silika terhidrasi dengan kation-kation alkali tanah. Struktur zeolit terdiri dari unit-unit tetrahydrat AlO_4 dan SiO_4 yang saling berhubungan melalui atom O dan didalam struktur tersebut Si^{4+} dapat diganti dengan Al^{3+} . Sehingga rumus empiris zeolit menjadi $\text{M}_{2n}\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x \text{SiO}_2 \cdot y \text{H}_2\text{O}$.

1.2. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini meliputi :

1. Variasi ukuran zeolit yaitu 20, 40, 60, 80 dan 100 mesh
2. Variasi konsentrasi HCl, yaitu 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1 M

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu menentukan kondisi operasi yang tepat untuk menghasilkan produk limbah yang sesuai standar, sehingga cairan tersebut jika dibuang ke lingkungan tidak lagi merupakan polutan.

2. TEORI DASAR

2.1. Adsorpsi (*adsorption*)

Adsorpsi (*adsorption*) atau penyerapan adalah proses pemisahan komponen tertentu dari suatu fluida kesuatu permukaan zat padat penyerap (*adsorbent*). *Adsorbent* ditempatkan di dalam suatu hamparan tetap dan fluida dialirkan melalui hamparan tersebut sampai

adsorbent itu mendekati jenuh dan pemisahan yang dikehendaki tidak dapat lagi berlangsung.

Pengertian adsorpsi dapat dibagi menjadi dua, yaitu adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia. Adsorpsi fisika adalah adsorpsi yang berjalan *reversible*, hal ini dikarenakan gaya tarik menarik intermolekul zat pada *adsorbent* dan zat yang diadsorpsi (*adsorbate*). Adsorpsi kimia adalah adsorpsi yang berjalan pada suhu tinggi karena adsorpsi disertai reaksi yang tidak *reversible*, akibat dari adanya interaksi antara zat padat (*adsorbent*). Waktu tinggal *adsorbate* dalam *adsorbent* sangat ditentukan oleh besarnya beda potensial antara keduanya. Dalam setiap proses adsorpsi ada tiga langkah yang diperlukan, yaitu :

1. Kontak fluida dalam padatan. Selama dalam tahap ini bagian dari fluida yaitu *adsorbate* berada diatas *adsorbent*.
2. Pemisahan dari fluida yang tidak diserap dari campuran *adsorbent* – *adsorbate*.
3. Regenerasi *adsorbent* dengan penghilangan *adsorbate*, memakai *adsorbent* dari tempat penyerapan dengan bahan baru. Regenerasi dapat dilakukan dengan gas panas tak reaktif tetapi uap lebih disukai jika zat pelarut yang dipulihkan itu tidak larut didalam air. Uap akan mengkondensasikan diatas hamparan itu dan menyebabkan suhu zat padat itu naik serta menyediakan energi untuk desorpsi. Adsorpsi isothermis adalah hubungan kesetimbangan antara konsentrasi dalam fluida dan konsentrasi di dalam *adsorbent* pada suhu tertentu.

Adsorbent (zat pengadsorpsi) adalah material yang sangat berpori. Lokasi proses adsorpsi terjadi pada dinding – dinding pori – pori atau letak – letak tertentu dalam partikel *adsorbent*. Karena pori – pori itu biasanya sangat kecil, luas permukaan dalam menjadi beberapa orde lebih besar daripada permukaan luar. Pemisahan terjadi karena perbedaan berat molekul atau karena perbedaan polaritas menyebabkan sebagian molekul melekat pada permukaan itu lebih erat daripada molekul – molekul lainnya.

Daya adsorpsi dari *adsorbent* disebabkan karena *adsorbent* mempunyai pori – pori

dalam jumlah yang besar, dan adsorpsi terjadi karena adanya perbedaan energi potensial antara permukaan *adsorbent* dengan zat yang diserap. Daya adsorpsi dipengaruhi oleh sifat fisik dan kimia dari bahan yang digunakan sebagai *adsorbent*, pelarut, jenis zat yang dilarutkan, pH, waktu, tekanan, dan suhu.

2.2. Macam-macam Limbah

Limbah adalah bahan yang dihasilkan dari kegiatan manusia yang dapat menyebabkan rusaknya lingkungan baik secara langsung maupun tidak langsung. Limbah dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Menurut ketahanan degradasi alami
 - a. Limbah yang sukar atau tidak terurai (Non degradable)
Adalah limbah yang keberadaannya dalam tidak dapat terurai secara alami misalnya DDT, PCB dan Alkilbenzen Sulfonat.
 - b. Limbah yang dapat terurai (Degradable)
Adalah limbah yang keberadaannya dalam dapat terurai secara alami contohnya limbah hasil kegiatan pertanian.
1. Menurut sumbernya
 - a. Limbah domestik
Adalah limbah yang dihasilkan dari aktivitas manusia secara langsung seperti dari rumah tangga, rumah makan, rumah sakit dan lain-lain.
 - b. Limbah non domestik
Adalah limbah yang berasal dari kegiatan industri, pertanian dan pertambangan.
2. Menurut sifatnya
 - a. Limbah organik buangan (Inert Organic Matter) seperti debu, kerikil, tanah liat, hasil kegiatan pertambangan dan industri-industri yang mengeluarkan limbah organik.
 - b. Limbah organik yang dapat teroksidasi (Oxydable Organik Matter) seperti sampah rumah tangga, hasil kegiatan pertanian dan industri-industri yang mengeluarkan limbah organik.
 - c. Limbah bahan berbahaya dan beracun seperti bahan kimia yang bersifat korosif,

mudah meledak, mudah terbakar, radioaktif dan beracun.

- d. Limbah bersuhu tinggi seperti limbah dari air pendingin mesin-mesin industri.
3. Menurut bentuknya
 - a. Limbah Padat
Adalah semua limbah berbentuk padat yang dihasilkan dari sumber limbah domestik ataupun limbah non domestik. Contohnya kaleng-kaleng sisa potongan kertas, plastik dan lain-lain.
 - b. Limbah Cair
Adalah semua limbah yang berbentuk cair, yang dihasilkan dari sumber limbah domestik dan non domestik. Contohnya air hasil kegiatan rumah tangga, air limbah industri dan lain-lain.
 - c. Limbah Gas
Adalah semua limbah berbentuk gas yang umumnya dihasilkan oleh proses pembakaran dari kegiatan-kegiatan industri dan transportasi. Contohnya : NO, NO₂, SO₂, CO₂ dan CO.

2.3. Zeolit

Istilah zeolit berasal dari kata “zein” (bahasa Yunani) yang berarti membuih dan “lithos” berarti batu. Nama ini sesuai dengan sifat zeolit yang akan membuih bila dipanaskan pada 100 °C. Zeolit merupakan mineral yang terdiri dari kristal alumina silikat terhidrasi yang mengandung kation alkali atau alkali tanah dalam kerangka tiga dimensinya. Ion – ion logam tersebut dapat diganti oleh kation lain tanpa merusak struktur zeolit dan dapat menyerap air secara reversibel.

Kerangka dasar struktur zeolit terdiri dari unit-unit terhidrat AlO₄ dan SiO₄ yang saling berhubungan melalui atom O yang didalam struktur tersebut Si⁴⁺ dapat diganti dengan Al³⁺ sehingga rumus empiris zeolit adalah M_{2n}O.Al₂O₃.xSiO₂.yH₂O.

Dimana :

- | | |
|---|--|
| M | = logam alkali atau alkali tanah |
| n | = valensi logam alkali |
| x | = bilangan tertentu untuk kandungan SiO ₂ |
| y | = bilangan tertentu untuk kandungan H ₂ O |

Jadi, zeolit terdiri dari 3 komponen yaitu kation yang dipertukarkan, kerangka aluminasilikat dan fase air. Ikatan ion Al – Si – O membentuk struktur kristal, sedangkan logam alkali merupakan sumber kation yang mudah dipertukarkan. Zeolit mempunyai struktur berongga dan biasanya rongga ini diisi oleh air dan kation yang bisa dipertukarkan dan memiliki ukuran pori yang tertentu. Oleh sebab itu, zeolit dapat dimanfaatkan sebagai penyaring molekuler, penukar ion, penyerap bahan dan katalisator.

Sifat – sifat zeolit meliputi :

a. Dehidrasi

Sifat dehidrasi dari zeolit akan berpengaruh terhadap sifat adsorbsinya. Zeolit dapat melepaskan molekul air dari dalam rongga permukaan yang menyebabkan medan listrik meluas ke dalam rongga utama dan akan efektif berinteraksi dengan molekul yang akan diadsorbsi. Jumlah molekul air sesuai dengan jumlah pori – pori atau volume ruang hampa yang akan terbentuk bila unit sel kristal zeolit tersebut dipanaskan.

b. Adsorbsi

Dalam keadaan normal ruang hampa dalam kristal zeolit terisi oleh molekul air bebas yang berada di sekitar kation. Bila kristal zeolit dipanaskan pada suhu 300 °C – 400 °C, maka air tersebut akan keluar sehingga zeolit dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan. Beberapa jenis mineral zeolit mampu menyerap gas sebanyak 30 % dari beratnya dalam keadaan kering.

Selain mampu menyerap gas atau zat, zeolit juga mampu memisahkan molekul zat berdasarkan ukuran dan kepolarannya. Meskipun ada dua molekul atau lebih yang dapat melintas, hanya sebuah saja yang dapat lolos karena adanya pengaruh kutub antara molekul zeolit dengan zat tersebut. Molekul yang tidak jenuh atau mempunyai kutub akan lebih mudah lolos daripada yang tidak ber kutub atau jenuh.

Selektifitas adsorbsi zeolit terhadap ukuran molekul tertentu dapat disesuaikan dengan jalan pertukaran kation, dekationisasi, dealuminasi secara hidrotermal dan pengubahan perbandingan kadar Si dan Al.

c. Penukar ion

Ion – ion pada rongga atau kerangka elektrolit berguna untuk menjaga kenetralan zeolit. Ion – ion ini dapat bergerak bebas sehingga pertukaran ion yang terjadi tergantung dari ukuran dan muatan maupun jenis zeolitnya. Sifat sebagai penukar ion dari zeolit antara lain tergantung dari sifat kation, suhu dan jenis anion. Penukaran kation dapat menyebabkan perubahan beberapa sifat zeolit seperti stabilitas terhadap panas, sifat adsorbsi dan aktifitas katalitis.

d. Katalis

Ciri paling khusus dari zeolit yang secara praktis akan menentukan sifat khusus mineral ini adalah adanya ruang kosong yang akan membentuk saluran di dalam strukturnya. Bila zeolit digunakan pada proses penyerapan atau katalitis maka akan terjadi difusi molekul ke dalam ruang bebas diantara kristal. Dengan demikian dimensi serta lokasi saluran sangat penting. Reaksi kimia juga terjadi dipermukaan saluran tersebut. Zeolit merupakan katalisator yang baik karena mempunyai pori – pori yang besar dengan permukaan yang maksimum.

e. Penyaring / pemisah

Meskipun banyak media berpori yang dapat digunakan sebagai penyerap atau pemisah campuran uap atau cairan, tetapi distribusi diameter dari pori – pori media tersebut tidak cukup selektif seperti halnya penyaring molekul (zeolit) yang mampu memisahkan berdasarkan perbedaan ukuran, bentuk dan polaritas dari molekul yang disaring.

Zeolit dapat memisahkan molekul gas atau zat lain dari suatu campuran tertentu karena mempunyai ruang hampa yang cukup besar dengan garis tengah yang bermacam – macam (berkisar antara 2 Å s/d 8 Å, tergantung dari jenis zeolit). Volume dan ukuran garis tengah ruang hampa dalam kisi – kisi kristal ini menjadi dasar kemampuan zeolit untuk bertindak sebagai penyaring molekul. Molekul yang berukuran lebih kecil dapat melintas sedangkan yang berukuran lebih besar dari ruang hampa akan tertahan atau ditolak.

2.3.1. Jenis-jenis Zeolit

Menurut proses pembentukannya zeolit dapat digolongkan menjadi 2 kelompok yaitu :

- Zeolit alam, dan
- Zeolit sintetis.

Zeolit alam terbentuk karena adanya proses perubahan alam (zeolitisasi) dari batuan vulkanik tuf, sedangkan zeolit sintetis direkayasa oleh manusia secara proses kimia.

1. Zeolit alam

Mineral zeolit telah diketahui sejak tahun 1756 oleh ahli mineralogi bangsa Swedia bernama F.A.F. Cronstedt. Di alam banyak dijumpai zeolit dalam lubang – lubang batuan lava dan dalam batuan sedimen terutama sedimen piroklastik berbutir halus (tuf).

Zeolit alam terdiri dari bebatuan tuf alam berbentuk halus bersifat sangat porous. Zeolit mempunyai sifat sangat fleksibel yang artinya dapat diubah sedemikian rupa sesuai dengan kebutuhan, hal ini disebabkan karena zeolit mempunyai kation yang dapat dipertukarkan dengan kation lain, dengan penggantian kation maka sifat zeolit juga akan berubah. Selain itu, zeolit mempunyai rongga yang dapat diisi oleh berbagai macam bahan sesuai yang diinginkan dan dalam keadaan kosong ruang ini dapat bertindak sebagai katalisator suatu reaksi. Berikut ini daftar mineral zeolit yang terdapat dalam batuan sedimen.

Tabel 2.1. Daftar Mineral Zeolit yang Terdapat Dalam Batuan Sedimen

Nama Mineral	Rumus Kimia Unit Sel
Analsim	$\text{Na}_{16}(\text{Al}_{16}\text{Si}_{16}\text{O}_{96}) \cdot 16\text{H}_2\text{O}$
Kabasit	$(\text{Na}_2\text{Ca})6(\text{Al}_{12}\text{Si}_{24}\text{O}_{72}) \cdot 4\text{OH}_2\text{O}$
Klinoptilolit	$(\text{Na}_4\text{K}_4)(\text{Al}_8\text{Si}_{40}\text{O}_{96}) \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
Erionit	$(\text{Na} \cdot \text{Ca}_5\text{K})9(\text{Al}_9\text{Si}_{27}\text{O}_{72}) \cdot 27\text{H}_2\text{O}$
Faujasit	$\text{Na}_{58}(\text{Al}_{58}\text{Si}_{134}\text{O}_{384}) \cdot 18\text{H}_2\text{O}$
Ferrierit	$(\text{Na}_2\text{Mg}_2)(\text{Al}_6\text{Si}_{30}\text{O}_{72}) \cdot 18\text{H}_2\text{O}$
Hulandit	$\text{Ca}_4(\text{Al}_8\text{Si}_{28}\text{O}_{72}) \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
Laumonit	$\text{Ca}(\text{Al}_8\text{Si}_{16}\text{O}_{48}) \cdot 16\text{H}_2\text{O}$
Mordenit	$\text{Na}_8(\text{Al}_8\text{Si}_{40}\text{O}_{96}) \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
Fillipsit	$(\text{Na}, \text{K})10(\text{Al}_{10}\text{Si}_{22}\text{O}_{64}) \cdot 20\text{H}_2\text{O}$

Nama Mineral	Rumus Kimia Unit Sel
Epistilbit	$(\text{Ca}, \text{Na}_2)3(\text{Al}_6\text{Si}_{18}\text{O}_{48}) \cdot 16\text{H}_2\text{O}$
Gismondin	$(\text{Ca}, \text{Na}_2\text{K}_2)4(\text{Al}_8\text{Si}_8\text{O}_{48}) \cdot 16\text{H}_2\text{O}$
Connardit	$(\text{Na}_2\text{Ca})(\text{Al}_4\text{Si}_6\text{O}_{20}) \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Harmotom	$(\text{Ba}, \text{Na}_2)2(\text{Al}_4\text{Si}_{12}\text{O}_{32}) \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
Natrolit	$\text{Na}_4(\text{Al}_4\text{Si}_6\text{O}_{20}) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Scolecit	$\text{Ca}_2(\text{Al}_4\text{Si}_6\text{O}_{20}) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Stilbit	$(\text{Ca}, \text{Na}_2)4(\text{Al}_8\text{Si}_{28}\text{O}_{72}) \cdot 28\text{H}_2\text{O}$
Thomsonit	$(\text{Na}, \text{Ca}_2)(\text{Al}_5\text{Si}_5\text{O}_{20}) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Wairakit	$\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Yugawaralit	$\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Zeolit alam umumnya berupa mineral Klinoptilolit, mordenit, Simektit, dan juga senyawa-senyawa lain dapat mengganggu sifat dan kemampuan zeolit sebagai penukar ion, adsorben dan sebagai katalis.

Batuan zeolit yang mengandung berbagai mineral sukar dibedakan dari batuan tuf bermasa gelas, bila hanya berdasarkan tekstur butir dengan menggunakan jari tangan. Akan tetapi secara kenampakan warna zeolit sebetulnya berbeda dari warna tuf karena warna zeolit biasanya putih keabu – abuan, putih kehijau–hijauan atau putih kekuning–kuningan artinya sudah agak kusam, sedangkan batuan tuf segar bermasa gelas berwarna putih cerah, hijau cerah atau kuning cerah. Ukuran kristal zeolit kebanyakan tidak lebih dari 10 – 15 mikron.

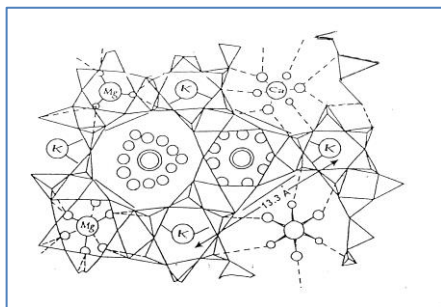
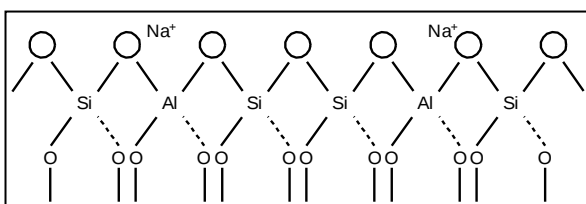
Pada proses pembentukan mineral / galian zeolit, maka jenis mineral Klinoptilolit terbentuk lebih dulu karena mineral ini merupakan mineral pendahulu / mineral bibit atau mineral penurun bagi mineral – mineral zeolit yang lain. Menurut salah satu badan usaha, zeolit alam Lampung mengandung 85 % mineral-mineral Klinoptilolit ($\text{Na}_4\text{K}_4\text{Al}_8\text{O}_{96} \cdot 24\text{H}_2\text{O}$), zeolit ini memiliki kapasitas tukar ion 90 – 160 m.e/g, luas permukaan 47 – 60 m^2/g , bulk density 1,2 g/cm^3 dan kebasaaan 7 – 10, keasaman 3 – 7, por size 5 $\text{\AA}$ – 10 $\text{\AA}$ dan pore volume 86,26 $\times 10^{-3}$.

Beberapa karakteristik zeolit alam Lampung dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Komposisi Mineral Dalam Zeolit

Nama Mineral	Komposisi Mineral
SiO ₂	72,60
Al ₂ O ₃	12,40
Fe ₂ O ₃	1,19
CaO	2,56
MgO	1,5
K ₂ O	2,17
Na ₂ O	0,45
TiO ₂	0,16
L.O.I	7,40

Zeolit alam Lampung jenis Klinoptilolit mempunyai struktur seperti gambar 2.1 :

**Gambar 2.1. Struktur Saluran Pada Klinoptilolit****Gambar 2.2. Struktur Sisi Aktif Dalam Zeolit**

Untuk memperoleh zeolit dengan kemampuan yang tinggi diperlukan beberapa perlakuan, antara lain dengan mengaktifasi zeolit. Proses aktifasi zeolit alam dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara fisik dan secara kimia :

a. Aktivasi fisis

Aktivasi secara fisis berupa pemanasan zeolit dengan tujuan untuk menguapkan air yang terperangkap dalam pori-pori zeolit, sehingga luas permukaan bertambah. Kalsinasi adalah perlakuan pemanasan yang dilakukan pada zeolit dengan variasi suhu 400 – 800 °C. Dengan perlakuan pemanasan pada suhu yang berbeda terhadap zeolit, maka jumlah basa teradsorpsi pada proses kalsinasi ditemukan adanya perubahan struktur padatan yang akan berubah pada sifat kimia ataupun fisiknya.

b. Aktivasi kimia

Aktivasi secara kimia dilakukan dengan larutan asam (H₂SO₄, HCl) atau basa (NaOH), yang pada prinsipnya untuk membersihkan permukaan pori, membuang senyawa pengganggu dan mengatur kembali letak atom yang dapat dipertukarkan. Proses pengaktifan ini akan melarutkan beberapa logam alkali seperti Ca²⁺, Na⁺, K⁺ dan Mg²⁺ yang menutupi sebagian rongga pori dan pengaktifan dengan H⁺ dalam ruang intermolekul sehingga zeolit lebih porous dan permukaan lebih aktif. Tetapi pada kondisi-kondisi tertentu pengaktifan asam ini justru akan mengurangi daya adsorpsinya. Hal ini terjadi karena aktivasi asam tersebut menyebabkan perubahan struktur dasar zeolit, yaitu terjadinya proses pelarutan sebagian atau seluruh dasar zeolit, yaitu terjadinya proses pelarutan sebagian atau seluruh logam Al yang disebut Dealuminasi.

2. Zeolit sintetis

Karena sifat zeolit yang unik yaitu susunan atom maupun komposisinya dapat dimodifikasikan, maka para peneliti berupaya untuk membuat zeolit sintetis yang mempunyai sifat khusus sesuai dengan keperluannya. Dari usaha itu dapat direayasa bermacam – macam zeolit sintetis.

Zeolit sintetis dapat diproduksi dengan cara hidrotermal dan kebanyakan diproduksi dibawah kondisi tidak seimbang, akibatnya zeolit yang dihasilkan merupakan bahan metastabil (mudah berubah). Tahap pertama dalam pembuatan zeolit adalah reaksi bahan dasar seperti gel atau zat padat amorf, hidroksida alkali metal dengan pH tinggi dan basa kuat. Kondisi operasi, yaitu suhu

hidrotermal rendah dan arus reaktan yang berlawanan.

Sifat zeolit sangat tergantung dari jumlah komponen Al dan Si dari zeolit tersebut. Oleh sebab itu maka zeolit sintesis dikelompokkan sesuai dengan perbandingan kadar komponen Al dan Si dalam zeolit menjadi :

a. Zeolit kadar Si rendah (kaya Al)

Zeolit ini mempunyai pori – pori, komposisi dan saluran rongga optimum sehingga mempunyai nilai ekonomi tinggi karena sangat efektif dipakai untuk pemisahan atau pemurnian dengan kapasitas besar. Volume pori – pori dapat mencapai $0,5 \text{ cm}^3 / \text{cm}^3$ volume zeolit. Kadar maksimum Al dalam zeolit dicapai bila perbandingan Si / Al mendekati 1 dan keadaan ini menyebabkan daya penukaran ion dari zeolit maksimum. Contoh zeolit Si rendah yaitu zeolit A dan X.

b. Zeolit kadar Si sedang

Dari beberapa penelitian diketahui bahwa kerangka tetrahedral Al dari zeolit tidak stabil terhadap asam atau panas. Selain itu diketahui pula bahwa zeolit mordenit yang mempunyai perbandingan Si / Al = 5 adalah sangat stabil. Maka diusahakan untuk membuat zeolit dengan kadar Si yang lebih tinggi dari 1 yang kemudian diperoleh zeolit Y dengan perbandingan kadar Si / Al antara 1 – 3. Contoh zeolit Si sedang adalah zeolit Omega (sintesis) sedangkan zeolit alam yang termasuk jenis ini adalah mordenit, erionit dan Klinoptilolit.

c. Zeolit kadar Si tinggi

Zeolit ini mempunyai perbandingan kadar Si / Al antara 10 – 100 bahkan lebih dan mempunyai sifat permukaan yang kadang – kadang tidak dapat diperkirakan sebelumnya. Sifatnya sangat hidropilik dan akan menyerap bahan tidak polar dan baik digunakan sebagai katalisator asam. Contoh zeolit Si tinggi yaitu zeolit ZSM – 5, ZSM – 11, ZSM – 21 dan ZSM – 24.

2.3.2. Penggunaan Zeolit

Zeolit dapat dimanfaatkan dalam berbagai keperluan yaitu sebagai penyerap /

pemisah / pemurni, penukar ion, dan katalisator.

a. Sebagai pemisah / penyerap / pemurni

Dalam kurun waktu 20 tahun terakhir, penyerap dari penyaring molekul sangat populer dalam pekerjaan pemisahan yang sulit sekali dilakukan seperti pemisahan gas, cairan atau larutan. Pemurnian dimaksud untuk memperbaiki mutu suatu bahan dengan menghilangkan bahan pencemar (kontaminan) yang mungkin terdapat dalam jumlah beberapa persen saja. Beberapa kontaminan yang dapat diserap antara lain air, karbondioksida, sulfur. Pemurnian selalu diikuti dengan penyerapan atau pemisahan.

b. Sebagai penukar ion

1. Bidang Peternakan

- penggemukan ternak
- kesehatan kandang
- penambah ketahanan terhadap penyakit
- penyerap kontaminan

2. Bidang Pertanian

- pupuk
- peningkatan produksi
- penyerap logam berat dalam tanah
- perantara herbisida, fungisida

3. Bidang Kedokteran / Kesehatan

- kedokteran gigi : tapal gigi, resin gigi, semen gigi, mahkota gigi
- kesehatan : penghilang bau nafas, penanganan luka bakar

4. Bidang bahan bangunan

- semen
- penyerap air / zat pengotor

5. Bidang Lingkungan

- pengolahan air / penyerap kotoran
- penyerap limbah radioaktif
- penyerap polutan udara
- pengkayaan O_2 untuk udara ruangan

6. Bidang Industri

- industri kertas : bahan pengisi, bahan penyerap tinta, meningkatkan ketahanan terhadap panas, sinar dan asam
- industri ban : meningkatkan modulus elastisitas, mencegah polimerisasi pada proses vulkanisasi

- industri sabun : penyusun detergen, penurun kesadahan air
- industri minyak bumi / gas alam : penyerap CO₂, H₂O, H₂S dalam gas alam; katalisator alkilasi, katalisator isomerisasi, pemecahan; pemisah / pengering; alkilasi
- 7. Bidang lain - lain
 - pengering sayuran, buah - buahan
 - anti mikroba / bakteri
 - pelunak kain
 - penambah daya kilap semir sepatu

c. Katalisator

1. pemecahan pada n – heptana, n – heksana, minyak residu, minyak mentah.
2. isomerisasi parafin
3. metanol menjadi bensin
4. pemisahan dan pengeringan
5. alkilasi

Berdasarkan Keputusan Menteri No.51/ Men LH/10/1995 dan SK Gubernur Sumsel No. 13/2002, maka ditetapkan nilai baku mutu dari limbah cair untuk industri tekstil, yaitu sebagai berikut :

Tabel 2.3. Baku Mutu Limbah Industri Tekstil

No.	Parameter	Kadar maksimum (mg/l)	Beban pencemaran maksimum (kg/ton)
1.	BOD	85	12,75
2.	COD	250	37,5
3.	TSS	60	9,0
4.	Phenol Total	1,0	0,15
5.	Chrom Total	2,0	0,30
6.	Minyak dan lemak	5,0	0,75
7.	pH	6,0 – 9,0	-
8.	Debit limbah maksimum	150 m ³ /ton produk tekstil	-

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Pengayak dengan ukuran 20, 40, 60, 80, dan 100 mesh
2. Pengaduk dan motor penggerak
3. Statif
4. Glassware
5. Mangkok plastik
6. Pipet volume
7. Timbangan
8. Oven
9. Kertas saring

3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Zeolit alam jenis Klinoptilolit dari Lampung ukuran 20, 40, 60, 80, 100 mesh
2. Limbah pencelupan kain Jumputan
3. Larutan HCl konsentrasi 0,2 ; 0,4 ; 0,6 ; 0,8 ; 1 mesh
4. Aquadest

3.3 Cara Kerja

a. Pengaktifan zeolit

1. Zeolit alam lebih dahulu digiling dan diayak untuk memperoleh ukuran 20 mesh
2. Selanjutnya zeolit direndam dalam larutan HCl dengan konsentrasi 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1 M selama 24 jam
3. Kemudian dicuci dengan aquades, setelah dicuci, direndam lagi dalam aquades selama 24 jam
4. Lalu zeolit disaring dengan kertas saring dan dikeringkan dalam oven pada suhu 110 °C selama 3 jam
5. Lakukan percobaan yang sama untuk ukuran zeolit 40, 60, 80 dan 100 mesh.

b. Analisis daya serap zeolit terhadap limbah pencelupan kain jumputan

1. Untuk ukuran zeolit 20 mesh, timbang zeolit seberat 100 gram
2. Masukkan limbah pencelupan kain jumputan sebanyak 1000 ml kedalam tangki adsorben
3. Kemudian masukkan zeolit kedalam tangki tersebut dan diaduk

4. Setelah itu larutan tersebut diukur absorbansinya pada panjang gelombang 580 dengan spektrofotometer
5. Lakukan percobaan yang sama untuk ukuran zeolit 40, 60, 80 dan 100 mesh.

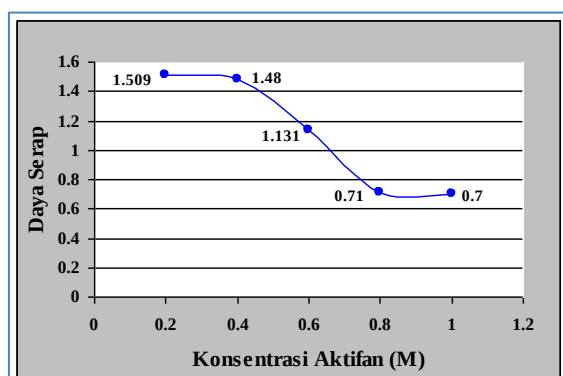
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk memperoleh besarnya daya serap Zeolit terhadap limbah zat warna pencelupan kain jumputan, maka terlebih dahulu dilakukan pembuatan spektrum adsorpsi yang bertujuan untuk mengetahui panjang gelombang maksimum dari limbah standar yang bertujuan untuk mengukur pada spektrofotometer selanjutnya. Kemudian dilakukan pembuatan kurva kalibrasi yang bertujuan untuk membandingkan konsentrasi pengaktifan zeolit dengan besarnya diameter zeolit terhadap daya serap zat warna pada limbah kain jumputan.

4.1. Pengaruh Pengaktifan Zeolit dan Diameter (Mesh) Zeolit Terhadap Limbah Zat Warna Kain Jumputan

Dengan persamaan yang didapat dari kurva kalibrasi, maka zat warna yang terserap pada zeolit dengan perbandingan variasi konsentrasi dan diameter zeolit dapat dilihat dari tabel dan grafik berikut ini:

4.1.1. Nilai Daya Serap Zeolit pada Diameter Zeolit 20 Mesh

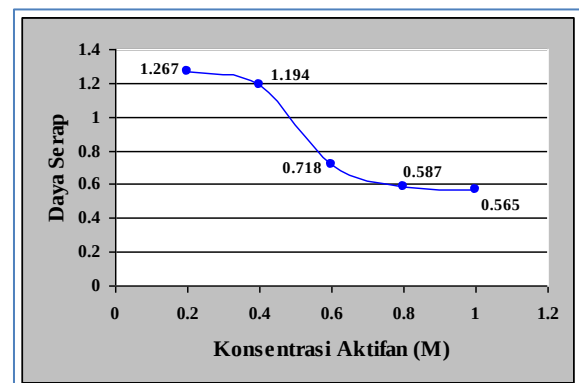


Gambar 4.1 Hubungan Antara Konsentrasi Pengaktifan Terhadap Daya Serap Zat Warna Limbah Kain Jumputan Dengan Diameter Zeolit 20 Mesh

Gambar 4.1 menunjukkan pengaruh konsentrasi dan ukuran zeolit pada 20 mesh terhadap limbah zat warna kain jumputan.

semakin besar konsentrasi pada saat pengaktifan zeolit, maka semakin besar juga daya serap zeolit terhadap limbah zat warna kain jumputan, yaitu didapat, pada konsentrasi 1 M daya serap didapat 0,700. Ini menunjukkan pada grafik terjadi penurunan kadar zat warna pada limbah kain jumputan.

4.1.2. Nilai Daya Serap Zeolit dengan Diameter 40 Mesh

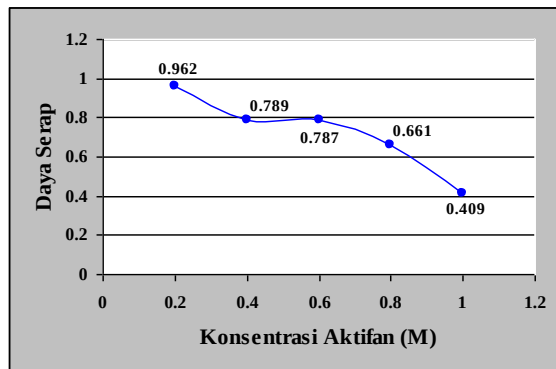


Gambar 4.2 Hubungan Antara Konsentrasi Pengaktifan Terhadap Daya Serap Zat Warna Limbah Kain Jumputan Dengan Diameter Zeolit 40 Mesh

Gambar 4.2 menunjukkan pengaruh konsentrasi dan ukuran zeolit pada 40 mesh terhadap limbah zat warna kain jumputan. semakin besar konsentrasi pada saat pengaktifan zeolit, maka semakin besar juga daya serap zeolit terhadap limbah zat warna kain jumputan, yaitu didapat, pada konsentrasi 1 M daya serap didapat 0,565. Ini menunjukkan pada grafik terjadi penurunan kadar zat warna pada limbah kain jumputan.

4.1.3. Nilai Daya Serap Zeolit dengan Ukuran 60 Mesh

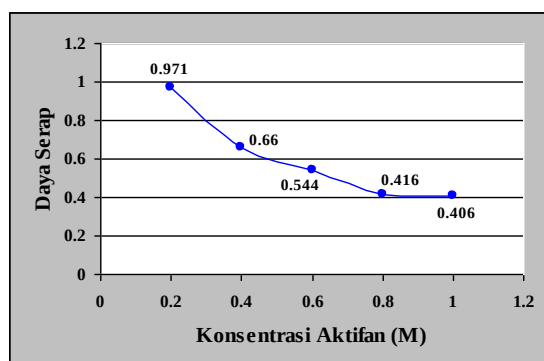
Gambar 3. Menunjukkan pengaruh konsentrasi dan ukuran zeolit pada 60 mesh terhadap limbah zat warna kain jumputan. semakin besar konsentrasi pada saat pengaktifan zeolit, maka semakin besar juga daya serap zeolit terhadap limbah zat warna kain jumputan, yaitu didapat, pada konsentrasi 1 M daya serap didapat 0,409. Ini menunjukkan pada grafik terjadi penurunan kadar zat warna pada limbah kain jumputan.



Gambar 4.3 Hubungan Antara Konsentrasi Pengaktifan Terhadap Daya Serap Zat Warna Limbah Kain Jumputan Dengan Diameter Zeolit 60 Mesh

4.1.4. Nilai Daya Serap Zeolit dengan Ukuran 80 Mesh

Gambar 4.4 menunjukkan pengaruh konsentrasi dan ukuran zeolit pada 80 mesh terhadap limbah zat warna kain jumputan. semakin besar konsentrasi pada saat pengaktifan zeolit, maka semakin besar juga daya serap zeolit terhadap limbah zat warna kain jumputan, yaitu didapat, pada konsentrasi 1 M daya serap didapat 0,406. Ini menunjukkan pada grafik terjadi penurunan kadar zat warna pada limbah kain jumputan.

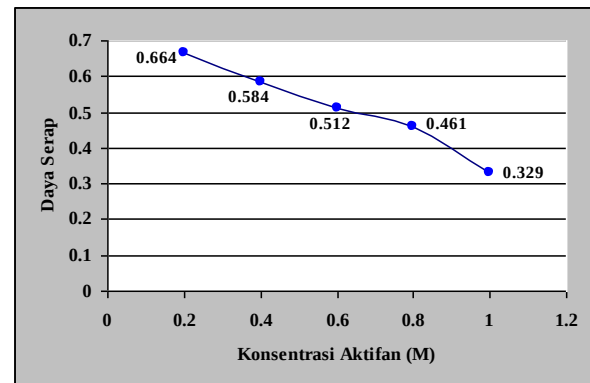


Gambar 4.4 Hubungan Konsentrasi Pengaktifan Terhadap Daya Serap Zat Warna Limbah Kain Jumputan Dengan Diameter Zeolit 80 Mesh

4.1.5. Nilai Daya Serap Zeolit dengan Diameter 100 Mesh

Gambar 4.5 menunjukkan pengaruh konsentrasi dan ukuran zeolit pada 100 mesh terhadap limbah zat warna kain jumputan. semakin besar konsentrasi pada saat

pengaktifan zeolit, maka semakin besar juga daya serap zeolit terhadap limbah zat warna kain jumputan, yaitu didapat, pada konsentrasi 1 M daya serap didapat 0,329. Ini menunjukkan pada grafik terjadi penurunan kadar zat warna pada limbah kain jumputan.



Gambar 4.5 Hubungan Konsentrasi Pengaktifan Terhadap Daya Serap Zat Warna Limbah Kain Jumputan Dengan Diameter Zeolit 100 Mesh

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan pembahasan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan variasi pengaktifan konsentrasi zeolit dan variasi diameter Zeolit, pada saat konsentrasi pengaktifan 1 M dan diameter zeolit pada 100 mesh di dapat nilai daya serap limbah zat warna kain jumputan yang terbaik yaitu sebesar 0,329, dengan kata lain didapat penurunan kadar konsentrasi limbah zat warna kain jumputan.
2. Hubungan antara konsentrasi pengaktifan dengan diameter zeolit (mesh) berbanding terbalik dimana semakin kecil diameter zeolit maka penurunan kadar konsentrasi limbah zat warna kain jumputan semakin besar.

DAFTAR PUSTAKA

Hiskia, Achmad. 1992. Elektrokimia dan Kinetika Kimia. Bandung: PT Citra Aditya Bakti.

Isminingsih, Djufri L, dan Rassid, D. 1982. Pengantar Kimia Zat Warna. hal. 44 – 56. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Kirk, RE and Othmer, D.E. 1980. Encyclopedia of Chemical Technology”, vol 9, PP. 306 – 308. New York: Interscience Encyclopedia, Inc.

Pamuddjo, K. 1994. Limbah Cair Berbagai Industri di Indonesia Sumber Pengendalian dan Baku Mutu. hal.79 – 85. Jakarta: EMDI-BAPPEDAL.

Proseding Seminar Nasional. 2000. Studi Penyerapan Timbal dengan Zeolit Teraktifan. Yogyakarta.

Ridha, F.N.. Multi Component Adsorption Equilibria of Phenol and Chlorophenol from Water an Natural Zeolit. Yogyakarta: The Graduate Program, UGM.

Sugiharto. 1987. Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah, hal. 45 – 57. Jakarta: Universitas Indonesia Press.

Sutarti, M dan Rahmawati. 1994. Zeolit Tinjauan Literatur. Jakarta: Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah LIPI.

Yani, S.. 1999. Koefisien perpindahan Massa Dan Diffusivitas Efektif Aksial Pada Proses Penyerapan Phenol Terlarut Dalam Air Pada Kolom Terisi Zeolit Alam. Yogyakarta: Program Pasca Sarjana, UGM.

