

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Kalium adalah unsur hara makro utama untuk pertumbuhan tanaman bersama dengan nitrogen dan fosfor. Kebutuhan Kalium untuk tanaman dipenuhi melalui batuan kalium yang ditambang dan dimurnikan dari endapan bijih bawah tanah (*sylvite*, *carnallite*), danau garam, dan air asin. Deposit kalium yang larut dalam air seperti *sylvite*, *sylvinite*, *langbeinite*, *carnallite* dan *polyhalite* sangat langka dan sangat terlokalisasi. Diketahui bahwa India sama sekali tidak ada dalam peta produksi kalium dunia. Faktanya, karena hal ini, India memenuhi semua kebutuhan kaliumnya (sekitar 3,5 juta ton per tahun) dari berbagai negara. Namun, untuk negara-negara berbasis pertanian seperti India dan Brasil, sumber alternatif mungkin diperlukan dalam waktu dekat untuk memenuhi permintaan yang besar. Kalium ada sebagai elemen struktural mineral tanah dan terikat di antara kisi-kisi mineral tanah liat (Himanshu dan Nikhil 2019).

Leusit juga merupakan sumber mineral kalium, ini termasuk dalam kelompok *feldspathoid* yang mirip dengan feldspar tetapi berbeda dalam struktur kristal dan lebih rendah kandungan silika. Leusit memiliki fase pelapukan dominan yang disebut analkit dan dapat berubah menjadi halloysit (Giannetti dan Masi, 2003). Kandungan kalium pada leusit relatif lebih tinggi sekitar 6-12%. Proses flotasi dapat digunakan untuk mendapatkan pelepasan kalium yang lebih baik. Namun, proses ini membutuhkan reagen kimia yang mahal, oleh karena itu perlu dicari proses alternatif yang sesuai untuk kedua mineral tersebut (Kusdarto dkk., 2008).

Metode ekstraksi kalium telah dikembangkan selama beberapa dekade, dengan menggunakan pelarut yang berbeda. Salah satu metode yang digunakan adalah ekstraksi dengan menggunakan pelarut asam klorida. Penggunaan larutan HCl dalam kondisi asam bertujuan untuk menghilangkan pengotor berupa oksida kalsi bebas, serta untuk melepaskan oksida Fe, Mg, Al, dan zat lain yang terikat di sekitar kristal zeolit. Selain itu, pelarut asam klorida juga dapat menghasilkan residu yang kurang beracun jika dibandingkan dengan pelarut



lainnya (Kumar & Singh 2018). Kalium merupakan salah satu unsur makro esensial bagi pertumbuhan tanaman dan penting dalam produksi pertanian yang berkelanjutan. Namun, ketersediaan kalium dalam tanah sering kali terbatas. Untuk meningkatkan ketersediaan kalium dalam bentuk pupuk, ekstraksi kalium dari sumber alam seperti mineral zeolit merupakan alternatif yang menjanjikan. Zeolit adalah mineral yang memiliki struktur kristal dengan pori-pori yang dapat menahan dan melepaskan ion kalium. Zeolit juga merupakan mineral dengan susunan kristal alumino silikat yang membentuk rangka tiga dimensi, memiliki ruang dan saluran, serta mengandung ion Na, Mg, Ca, dan Fe beserta molekul air (Wong 2020).

Berdasarkan Kegunaan Kalium yang telah dijelaskan tentunya perlu untuk melakukan pengkajian lebih lanjut mengenai hal tersebut, oleh karena itu diadakan penelitian tentang ekstraksi kalium dari zeolit menggunakan asam klorida. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memanfaatkan zeolit agar dapat digunakan sebagai sumber kalium. Dalam penelitian ini dilakukan upaya untuk mengidentifikasi fase mineral dan perubahan kimiawi dari zeolit dibawah kondisi yang berbeda. Di daerah Moncongloe, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan yang berada pada daerah Formasi Camba (Sukanto dan Supriatna, 1982), memiliki singkapan endapan zeolit (Sufriadin dkk., 2022) yang tersingkap akibat adanya penambangan lokal oleh masyarakat setempat dan dipergunakan sebagai bahan timbunan. Endapan zeolit di daerah tersebut belum dilaporkan mengenai genesis, jenis, dan pemanfaatannya. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan alternatif pengolahan zeolit Moncongloe dengan formula terbaik yang mampu meningkatkan nilai fungsi dari zeolit Moncongloe.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan di atas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Bagaimana karakteristik mineralogi zeolit Moncongloe, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan.

2. Bagaimana pengaruh variabel konsentrasi asam klorida terhadap tingkat pelindian kalium.
3. Bagaimana pengaruh variabel waktu terhadap tingkat pelindian kalium.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pada rumusan masalah, maka tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik mineralogi dan komposisi kimia zeolit Moncongloe, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan.
2. Menganalisis pengaruh variabel konsentrasi asam klorida terhadap tingkat pelindian kalium.
3. Menganalisis pengaruh variabel waktu terhadap tingkat pelindian kalium.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Dengan melakukan penelitian di daerah Bantimurung, kabupaten Maros maka manfaat yang akan diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan pengetahuan mengenai karakteristik mineralogi dan komposisi kimia zeolit Moncongloe, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan.
2. Meningkatkan pengetahuan mengenai pengaruh variabel konsentrasi asam klorida terhadap tingkat pelindian kalium.
3. Meningkatkan pengetahuan mengenai pengaruh variabel waktu terhadap tingkat pelindian kalium.

### 1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Analisis dan Pengolahan Bahan Galian, Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Penelitian ini dilakukan untuk mengekstraksi kalium dari zeolit yang berasal dari Moncongloe, kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan menggunakan metode *acid leaching*. Penelitian yang dilakukan ini dibatasi dengan analisis laju ekstraksi kalium hanya mencakup kalium sehingga keberadaan unsur-unsur lain tidak diperhatikan atau diabaikan, kondisi suhu yang digunakan dalam proses



pelindian yaitu  $80^{\circ}\text{C}$ , variasi waktu yang digunakan dalam proses pelindian adalah 30 menit, 60 menit, dan 90 menit, serta pelindian dilakukan dengan menggunakan larutan asam klorida dengan variasi konsentrasi, yaitu: 1M, 1,5M, dan 2M.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kalium

Kalium merupakan unsur hara makro yang memiliki peran besar dalam fisiologi tanaman. Hal tersebut dapat dilihat dari peranan yang dimiliki oleh kalium pada tanaman diantaranya aktivasi enzim, sintesis karbohidrat, reduksi nitrat, fotosintesis, adaptasi tanaman terhadap lingkungan, daya resisten tanaman terhadap penyakit tertentu dan transportasi zat gula serta berperan dalam tekanan turgor sel tanaman, mengendalikan gerakan stomata dan serbuk sari. Kalium dapat bersumber dari alam dan *non* alam, sumber kalium dari alam dapat diperoleh dari beberapa jenis mineral, sisa-sisa tanaman dan jasad renik, air irigasi, dan abu tanaman. Sedangkan sumber dari *non* alam dapat berasal dari pupuk buatan. Dalam pustaka yang lain disebutkan bahwa peran kalium juga termasuk mengeraskan bagian kayu tanaman, meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit, dan meningkatkan kualitas biji/buah (Sutedjo, 1995).

Kalium dalam tanah merupakan satu-satunya kation monovalen yang esensial bagi tanaman. Unsur kalium dalam tanah didasarkan pada tingkat ketersediaannya dibagi menjadi tiga yaitu relatif tidak tersedia, lambat tersedia, dan tersedia. Kalium tersedia dapat dengan mudah diserap dan diekstrak dari tanah oleh tanaman meskipun dengan asam lemah dan kation dapat ditukar lainnya. Sedangkan kalium lambat tersedia masih bisa diserap oleh tanaman tetapi harus didukung dengan adanya asam kuat. Kelompok kalium ini jumlahnya lebih banyak dibandingkan dengan kalium yang relatif tidak tersedia. Tingkat ketersediaannya tergantung pada jenis bahan induk dan lama pelapukan. Kalium lambat tersedia berkisar antara 2 sampai 10% dari total mineral di dalam tanah, mika biotit dan ilit adalah contoh dari golongan ini (Sutedjo, 1995).

Kalium tersedia yang ada dalam tanah jumlahnya lebih sedikit dibandingkan dengan kalium yang lambat tersedia. Secara umum, keberadaan kalium dalam tanah



antara 1–2% dari total kalium dalam tanah untuk kalium tersedia, dan 90% kalium yang lambat tersedia. Bentuk dari kalium tersedia adalah kalium klorida atau sering disebut K- $\text{Cl}$ . Meskipun kategori kalium ini termasuk ke

dalam kalium dapat ditukar dan mudah diserap oleh akar tanaman tetapi bentuk larutan lebih mudah untuk diserap dan mudah mengalami pencucian (*leaching*). Kalium dalam bentuk larutan ini dalam keseimbangan kalium dapat ditukar. Untuk kalium yang lambat tersedia biasanya dalam bentuk feldspar dan mika (Sutedjo, 1995).

Kalium merupakan unsur hara makro esensial bagi tanaman, kalium diserap oleh tanaman melalui sel epidermis dan korteks dan sekali di *stele*, selanjutnya didistribusikan ke tunas dan daun. Kalium di dalam tanah terdapat dalam empat bentuk dimana satu sama lain memiliki keseimbangan yang dinamis. Berdasarkan pada tingkat ketersediaan kalium terhadap tanaman, dinamika kalium di dalam tanah dikelompokkan menjadi empat bentuk yaitu kalium larut, kalium dapat ditukar, kalium tidak dapat ditukar atau Kalium terfiksasi, dan kalium struktural (Zörb dkk., 2014):

#### 1. Kalium larut tanah

Kalium larut tanah merupakan bentuk kalium yang siap untuk diserap langsung oleh tanaman. Bentuk ini biasanya sangat sedikit tersedia di dalam tanah dan mudah mengalami pencucian (*leaching*). Jumlah K-larut dalam tanah biasanya antara 2-5 mg.kg<sup>-1</sup> untuk tanah pertanian pada daerah humid. Tingkat ketersediaan K-larut dipengaruhi oleh keseimbangan dan reaksi kinetik antar bentuk K, kadar air tanah, dan konsentrasi bivalen kation dalam larutan dan pada fase penukarnya (Sparks, 1987).

Jumlah K-larut tanah dalam total keseluruhan K di dalam tanah sangat kecil, berkisar antara 3 sampai 30 µg.ml<sup>-1</sup> di kebanyakan tanah di Selandia Baru. Jumlah K-larut juga bergantung pada kapasitas penyangga mineral liat. Lemahnya penyangga lempeng alofan yang tidak siap menggantikan K-larut tanah, sedangkan mineral mika dan vermikulit berada pada tingkat yang relatif tidak berubah (Parfitt, 1992).

#### 2. Kalium dapat ditukar

Kalium dapat ditukar adalah bentuk kalium dalam tanah yang secara ikatan trostatis sebagai ikatan kompleks luar ke permukaan mineral tanah liat zat humat. K-dapat ditukar juga termasuk ke dalam unsur hara kalium yang siap untuk diserap oleh tanaman dan dapat ditukar oleh kation lain.



Pelepasan K-dapat ditukar di dalam larutan tanah disebut sebagai desorpsi, sedangkan reaksi kebalikannya adalah adsorpsi. Biasanya, jumlah K-dd tanah tidak lebih dari 2 % atau antara 10 sampai 400 ppm (Sparks, 1987).

K-dapat ditukar berkaitan erat dengan jenis mineral liat dan jumlah muatan negatif. Tingkat K-dd pada tanah-tanah yang banyak mengandung alofan relatif rendah, sedangkan pada tanah yang banyak mengandung vermikulit atau mika relatif tinggi (Parfitt, 1992). Selanjutnya, pelapukan hasil mika menjadi partikel yang lebih kecil, sehingga permukaan menjadi lebih luas dan meningkatkan muatan negatif, mengindikasikan bahwa tanah yang memiliki smektit lebih banyak memiliki K-dapat ditukar dibandingkan dengan tanah-tanah yang mengandung mineral liat interstratifikasi, meskipun hal tersebut mengindikasikan bahwa kelompok kedua memiliki K-tidak dapat ditukar lebih banyak (Kirkman 1994).

### 3. Kalium terfiksasi

K-terfiksasi berbeda dengan bentuk K-larut dan K-dapat ditukar. Bentuk ini Kalium dalam bentuk K-terfiksasi tidak langsung tersedia bagi tanaman. Bentuk ini berdekatan di antara lapisan tetrahedral, dioktahedral, dan trioktahedral mika, vermikulit, dan mineral liat lain seperti vermikulit terklorinasi (Sparks, 1987). Kalium menjadi terfiksasi karena terikat kuat oleh lapisan mineral liat yang memiliki energi hidrasi lebih kuat dari ion  $K^+$ .

Jumlah K-terfiksasi tergantung pada distribusi ukuran partikel, tipe, dan jumlah mineral liat, dan penambahan atau pengurangan unsur hara K dari mineral-mineral, sedangkan penambahan unsur hara kalium ke tanah yang mengandung vermikulit menghasilkan adsorpsi  $K^+$  yang kuat. Penyerapan  $K^+$  dari tanah oleh tanaman, mikroorganisme, atau hasil pelindian pelepasan  $K^+$  dari situs yang memfiksasi kalium. Kalium terfiksasi atau K-tidak dapat ditukar dapat menjadi bentuk K-dapat ditukar ketika K-larutan dan K-dd di dalam tanah diserap oleh tanaman, sehingga K-tidak dapat ditukar menjadi bentuk K-dapat ditukar dan K-larutan (Brady dan Weil, 1999).



ium struktural tanah

truktural tanah atau yang juga dikenal dengan istilah K-mineral upakan sebagian besar dari total kalium di dalam tanah. K-struktural

sebagian besar terikat secara kovalen di dalam mineral liat seperti mika (biotit dan muskovit), feldspar (ortoklas dan mikrolin) dan gelas vulkan (asam dan dasar). Mineral utama yang memiliki cadangan K tinggi harus sudah melapuk sebelum tersedia bagi tanaman. Kecepatan pelapukan tidak hanya bergantung pada kondisi lingkungan tetapi juga komposisi dan struktur mineral primer (Brady dan Weil, 1999).

## 2.2 Kegunaan Kalium dalam Bidang Industri

Kalium memiliki berbagai kegunaan penting di bidang industri. Berikut adalah beberapa kegunaan utama kalium dalam berbagai sektor industri (Garrett, 1996).

1. Industri pertanian, kalium adalah komponen utama dalam pupuk NPK (nitrogen, phosphorus, kalium), yang digunakan untuk meningkatkan kesuburan tanah dan hasil tanaman.
2. Industri kaca, kalium digunakan dalam produksi kaca untuk meningkatkan kekerasan, ketahanan terhadap panas, dan transparansi. Kaca potasium sering digunakan dalam peralatan laboratorium dan elektronik.
3. Industri sabun dan detergen, kalium hidroksida (KOH) digunakan dalam produksi sabun cair dan deterjen. Sabun kalium lebih lembut di kulit dibandingkan dengan sabun natrium.
4. Industri kimia, kalium digunakan dalam berbagai reaksi kimia sebagai katalis. Kalium karbonat ( $K_2CO_3$ ) digunakan dalam produksi bahan kimia lainnya seperti kalium bikarbonat dan kalium silikat.
5. Industri farmasi, kalium adalah elemen penting dalam formulasi berbagai obat. Kalium klorida (KCl) digunakan untuk mengobati hipokalemia (kekurangan kalium dalam darah).
6. Industri pewarna dan tinta, kalium dikromat digunakan dalam pembuatan pewarna dan tinta, terutama dalam aplikasi yang memerlukan ketahanan terhadap abrasi dan pelarut.
7. Industri tekstil, kalium digunakan dalam proses pencelupan dan pemrosesan tekstil untuk meningkatkan kecerahan dan ketahanan warna.
8. Industri baterai, kalium hidroksida digunakan dalam produksi baterai alkaline, yang memiliki kapasitas penyimpanan energi yang tinggi.



9. Industri keramik dan porselen, kalium feldspar digunakan sebagai fluks dalam produksi keramik dan porselen, yang membantu menurunkan suhu lebur dan meningkatkan sifat mekanis produk akhir.
10. Industri pengolahan makanan, kalium sorbat adalah pengawet makanan yang umum digunakan untuk mencegah pertumbuhan jamur dan ragi dalam produk makanan.

### 2.3 Ekstraksi Kalium

Ekstraksi hidrometalurgi adalah cabang industri yang penelitiannya sedang berlangsung untuk dikembangkan sebagai proses yang lebih murah, lebih ramah lingkungan dan dapat diterima secara ekonomi. Dalam ekstraksi hidrometalurgi, banyak agen pelindian yang digunakan seperti HCl, HNO<sub>3</sub> dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Namun, sebagian besar agen pelindian ini menyebabkan pencemaran lingkungan. Asam organik seperti asam sitrat, asetat atau oksalat dapat menjadi agen pelindian alternatif yang lebih ramah lingkungan karena pelindian dilakukan pada kondisi asam sedang. Namun, mereka tidak dapat digunakan sebagai agen pelindian untuk senyawa yang susah untuk dilarutkan karena keasamannya yang lemah, suhu didih yang rendah dan dekomposisi (Demir *et al.*, 2006).

Ekstraksi menggunakan asam klorida adalah teknik yang sering digunakan untuk memisahkan logam atau senyawa tertentu dari material sumbernya. Asam klorida (HCl) adalah salah satu pelarut yang efektif dalam ekstraksi karena kemampuannya untuk melarutkan berbagai mineral dan logam, termasuk kalium. Proses ini melibatkan reaksi antara asam klorida dan material sumber, di mana ion hidrogen (H<sup>+</sup>) dari asam klorida bereaksi dengan ion-ion dalam material tersebut, menghasilkan senyawa larut yang kemudian dapat dipisahkan dan dimurnikan (Rai & Yadav, 2010).

Ada beberapa penelitian tentang ekstraksi kalium salah satu contohnya yaitu ekstraksi kalium dari batuan silika *verdete* menggunakan asam organik. Penelitian ini mengevaluasi ekstraksi kalium dari batuan silikat *verdete*, batuan yang mengandung glaukonit yang mengandung 10% K<sub>2</sub>O, melalui pelarutan dengan asam organik. Pertama, batuan *verdete* direaksikan selama 3-120 jam dengan asam sitrat atau asam oksalat pada 2% (m/v) dalam labu *erlenmeyer* dengan



pengocokan. Asam oksalat mengekstraksi 6,5% K dalam *verdete*, sedangkan asam sitrat mengekstraksi 2,3%. Percobaan lain dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh berbagai konsentrasi asam oksalat dan waktu reaksi yang berbeda terhadap ekstraksi kalium dari batuan *verdete*. Konsentrasi kalium terlarut hampir dua kali lipat dengan bertambahnya waktu reaksi dari 12 hingga 72 jam, meningkat dari 20 hingga 37 mg. Peningkatan ekstraksi kalium diperoleh dengan meningkatkan konsentrasi asam oksalat hingga 6% dan di atas konsentrasi tersebut, tidak ada peningkatan yang signifikan. Data difraksi sinar-X menunjukkan bahwa ekstraksi kalium dihasilkan dari pembentukan kompleks oksalat-logam dengan logam dalam batuan *verdete* (Lorrane *et al.*, 2021).

## 2.4 Zeolit Alam

Zeolit secara umum memiliki sifat fisik yang berwarna merah muda, putih, coklat dan hijau tergantung dari jenis bahan pembentukan sedangkan sifat kimianya dapat terhidrasi pada temperatur tinggi, kemampuan zeolit sebagai penukar ion sebanding dengan jumlah silika  $\text{Si}^{4+}$  yang digantikan aluminium  $\text{Al}^{3+}$  semakin banyak silikon yang digantikan oleh aluminium maka semakin banyak pula kation yang dibutuhkan untuk menetralkan muatan listriknya dan aluminium yang dihasilkan pada zeolit juga semakin banyak maka kapasitas penukar ion semakin besar (Siagian, 2005).

Zeolit merupakan kristal alumina silikat terhidrasi yang mengandung kation alkali atau alkali tanah berbentuk kerangka tiga dimensi, bersifat asam dan mempunyai pori yang berukuran molekul (Saviano, 2013). Zeolit terbentuk dari abu vulkanik yang telah mengendap jutaan tahun silam. Sifat-sifat mineral zeolit sangat bervariasi tergantung dari jenis dan kadar mineral zeolit. Zeolit mempunyai struktur berongga biasanya rongga ini diisi oleh air serta kation yang bisa dipertukarkan dan memiliki ukuran pori tertentu. Oleh karena itu zeolit dapat dimanfaatkan sebagai penyaring molekuler, senyawa penukar ion, sebagai filter dan katalis. Berdasarkan pada asalnya zeolit dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu zeolit alam dan zeolit sintetis. Zeolit alam pada umumnya, zeolit dibentuk oleh reaksi dari air pori dengan



material seperti gelas, *poorly crystalline clay*, plagioklas, ataupun silika. Zeolit mengandung perbandingan yang besar dari  $\text{M}^2$  dan H pada Na K. Pembentukan zeolit alam ini tergantung pada komposisi dari batuan induk,

suhu, tekanan, tekanan parsial dari air, pH dan aktivitas dari ion-ion tertentu (Saputra, 2006).

Zeolit alam adalah jenis zeolit yang diekstraksi langsung dari alam. Karena ini, harganya lebih terjangkau dibandingkan dengan zeolit sintesis. Zeolit alam mencakup berbagai mineral seperti klinoptilolit, mordenit, *phillipsit*, *chabazit*, dan laumontit, namun distribusinya tidak merata. Meskipun demikian, zeolit alam memiliki kekurangan, termasuk kandungan tinggi unsur pengotor seperti Na, K, Ca, Mg, dan Fe, serta tingkat kristalinitas yang kurang optimal. Untuk meningkatkan sifat-sifat zeolit alam agar dapat digunakan sebagai katalis, adsorben, atau dalam aplikasi lainnya, umumnya diperlukan proses aktivasi dan modifikasi. Selain untuk menghilangkan pengotor, aktivasi zeolit bertujuan untuk mengubah karakteristik zeolit, termasuk peningkatan luas permukaan dan keasaman. Peningkatan ini akan meningkatkan aktivitas katalitik zeolit. Salah satu keunggulan zeolit adalah kemampuannya untuk dimodifikasi dalam hal luas permukaan dan keasaman (Yuanita, 2010).

Terlepas dari aplikasinya yang luas, zeolit alam memiliki beberapa kelemahan, diantaranya mengandung banyak pengotor seperti Na, K, Ca, Mg dan Fe serta kristalinitasnya kurang baik. Karena sifat fisika dan kimia dari zeolit yang unik, sehingga dalam dasawarsa ini, zeolit oleh para peneliti dijadikan sebagai mineral serba guna. Sifat-sifat unik tersebut meliputi dehidrasi, adsorben dan penyaring molekul, katalisator dan penukar ion. Zeolit alam tercampur dengan mineral lain seperti felspar, sodalit, nephelit, dan leusit. Diduga zeolit alam terbentuk dari lava gunung berapi yang mengeras menjadi batuan vulkanik, kemudian mengalami proses pelapukan akibat fluktuasi suhu, membentuk mineral zeolit. Zeolit merupakan mineral kelompok tambang yang memiliki berbagai manfaat, terbentuk dari batuan bekas letusan gunung berapi pada periode Cenozoikum. Di Indonesia, zeolit alam dapat ditemukan di pulau Jawa bagian Selatan, Lampung, dan Sumatera Utara (Said, et al., 2008).

## 2.5 Karakteristik Mineral Zeolit

Zeolit pada dasarnya memiliki tiga variasi struktur yang berbeda yaitu struktur rantai, dengan bentuk kristal acicular dan prismatic, contoh natrolit, struktur lembaran (sheet-like structure), dengan bentuk kristal platy atau tabular dengan basal cleavage baik, contoh heulandit, dan struktur rangka, dimana



kristal yang ada memiliki dimensi yang hampir sama, contoh kalsit. Zeolit mempunyai kerangka terbuka, sehingga memungkinkan untuk melakukan adsorpsi Ca bertukar dengan  $2(\text{Na},\text{K})$  atau  $\text{CaAl}$  dengan  $(\text{Na},\text{K})\text{Si}$ . Morfologi dan struktur kristal yang terdiri dari rongga-rongga yang berhubungan ke segala arah menyebabkan permukaan zeolit menjadi luas. Morfologi ini terbentuk dari unit dasar pembangunan dasar primer yang membentuk unit dasar pembangunan sekunder dan begitu seterusnya (Sutarti dan Rachmawati, 1994).

Zeolit adalah mineral aluminosilikat terhidrasi yang terdiri dari logam alkali dan alkali tanah seperti Na, K, Ca, dan Mg. Komposisinya dapat dinyatakan sebagai  $n\text{H}_2\text{O}$ , di mana m, x, y, dan z adalah bilangan dari 2 hingga 10, dan n adalah koefisien dari  $\text{H}_2\text{O}$ , L dalam rumus mewakili logam tertentu. Dalam notasi empiris, zeolit dapat ditulis sebagai  $(\text{M}^{2+}, \text{M}^{2+})\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$ , di mana  $\text{M}^+$  dapat berupa Na atau K, dan  $\text{M}^{2+}$  dapat berupa Mg, Ca, atau Fe, K, Li, Sr, atau Ba dapat menggantikan  $\text{M}^+$  atau  $\text{M}^{2+}$ , g dan z merupakan bilangan koefisien. Beberapa jenis zeolit memiliki warna yang bervariasi, termasuk putih, kebiruan, kemerahan, atau coklat, tergantung pada kandungan oksida besi atau logam lainnya. Zeolit memiliki densitas antara 2,0 hingga 2,3  $\text{g}/\text{cm}^3$ , dengan tekstur halus dan lembut, kilapnya juga bervariasi. Struktur zeolit terdiri dari tiga komponen utama yaitu rangka aluminosilikat, ruang kosong yang saling terhubung berisi kation logam, dan molekul air terperangkap dalam fase zeolit. Zeolit memiliki morfologi dan sistem kristal yang merupakan kristal aluminosilikat terhidrasi. Di dalam strukturnya, zeolit mengandung muatan positif dari ion-ion logam alkali dan alkali tanah. Setiap oksigen dalam struktur zeolit membentuk batasan antara dua tetrahedra (Saputra, 2006).

Zeolit merupakan mineral aluminosilikat unik yang memiliki sejumlah sifat khusus yang membuatnya sangat berharga dalam berbagai aplikasi industri dan lingkungan. Sifat-sifat zeolit termasuk kemampuannya untuk melakukan dehidrasi, adsorpsi, pertukaran ion, serta berperan sebagai katalis dan penyaring. Setiap sifat ini memberikan zeolit kegunaan yang luas dalam berbagai bidang, mulai dari petrokimia hingga pengolahan air, sifat-sifat zeolit meliputi (Said, *et al.*,



1. Dehidrasi

Sifat dehidrasi dari zeolit akan berpengaruh terhadap sifat adsorpsinya. 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 diadsorpsi.

2. Adsorpsi

Dalam keadaan normal ruang hampa dalam kristal zeolit terisi oleh molekul air bebas yang berada di sekitar kation. Bila mineral zeolit dipanaskan pada suhu 300°C hingga 400°C maka air tersebut akan keluar sehingga zeolit dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan. Selain mampu menyerap gas atau cairan, zeolit juga mampu memisahkan molekul dan kepolarannya, meskipun ada 2 molekul atau lebih yang dapat melintas tetapi hanya sebuah saja yang dapat lolos. Hal ini dikarenakan faktor selektivitas dari mineral zeolit tersebut yang tidak ditemukan pada adsorbent padat lainnya.

3. 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 katalis maka akan terjadi difusi molekul ke dalam ruang bebas diantara kristal. Zeolit merupakan katalisator yang baik karena mempunyai pori-pori yang besar dengan permukaan yang maksimum.

4. Penyaring atau Pemisah

Meskipun banyak media berpori yang dapat digunakan sebagai penyaring atau pemisah campuran uap atau cairan, tetapi distribusi diameter dari pori-pori media tersebut tidak cukup efektif seperti halnya penyaring molekular zeolit yang mampu memisahkan campuran berdasarkan perbedaan ukuran, bentuk dan polaritas dari molekul yang disaring. Contohnya pori-pori zeolit A berbentuk silinder dapat memisahkan nparafin dari campuran hidrokarbon. Zeolit dapat memisahkan molekul gas atau zat lain dari suatu campuran

entu karena mempunyai ruang hampa yang cukup besar dengan garis  
yah yang bermacam-macam berkisar antara 2Å hingga 8Å, tergantung dari  
s zeolit.

