

Proceeding Simposium Nasional

ISBN 979-964671-5

KETAHANAN DAN KEAMANAN PANGAN PADA ERA OTONOMI DAN GLOBALISASI

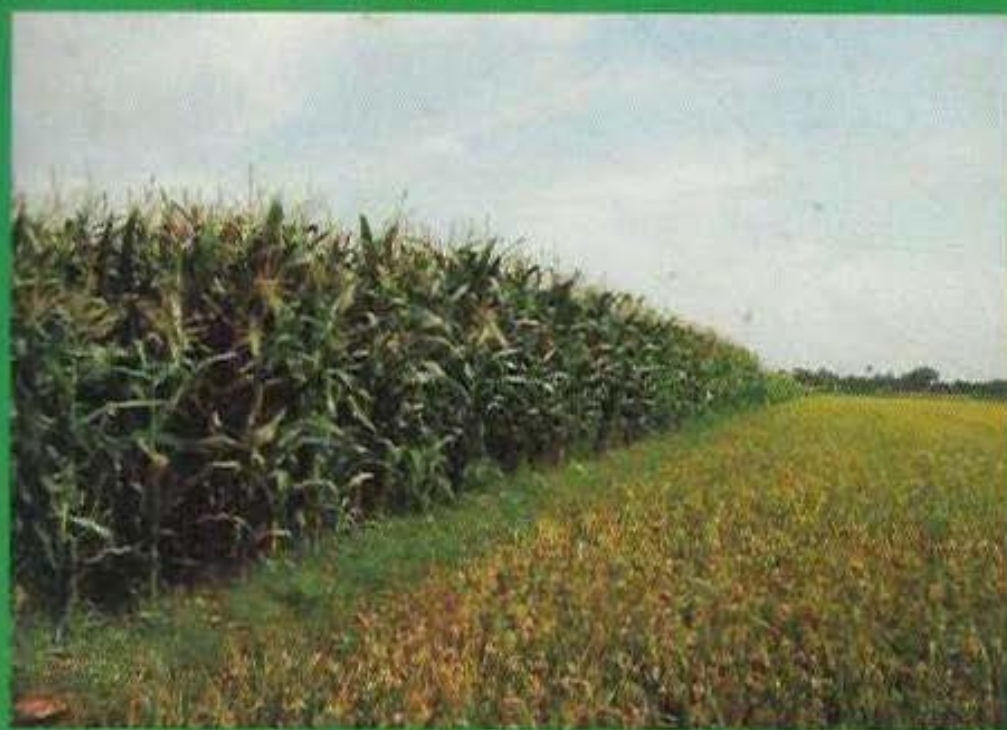


diselenggarakan oleh:

The International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences (ISSAAS), Indonesia Chapter

bekerjasama dengan:

*Fakultas Pertanian, Institut Pertanian (IPB) dan
Asia Network of Organic Recycling (ANOR)*



Bogor, 22 November 2005

Simposium Nasional

**Ketahanan dan Keamanan Pangan
Pada Era Otnomi dan Globalisasi**



Diselenggarakan oleh:
**The International Society for Southeast Asian Agricultural
Sciences (ISSAAS), Indonesia Chapter**

Bekerjasama dengan



ANOR

**FAKULTAS PERTANIAN, INSTITUT PERTANIAN BOGOR (IPB)
DAN ASIA NETWORK OF ORGANIC RECYCLING (ANOR)**

Bogor, 22 November 2005

DAFTAR ISI

Daftar Isi	i
Sambutan Ketua Panitia	iii
Sambutan Vice President Issaas (Indonesian Chapter)	iv
Susunan Panitia	vi
Current Officers of ISSAAS	vii
Pengolahan Tanah untuk Meningkatkan Produksi Padi di Lahan Pasang Surut Sulfat Masam.	
R. Smith Simatupang	1
Zeolit Alam: Deposit dan Penggunaan dibidang Pertanian.	
S u w a r d i	10
Pengembangan Agroforestry untuk Mendukung Program Ketahanan Pangan.	
P r a t i w i	21
Studi Awal Pewarisan Sifat Tahan Glifosat pada Jagung (<i>Zea mays</i> L.) Berdasarkan Persentase Kematian Akibat Aplikasi Glifosat Deteksi	
Muhlison dan Kukuh Setiawan	33
Penghambatan Aktivitas Peneluran <i>Callosobruchus</i> sp. (Coleoptera: Bruchidae) yang Diperlakukan Tujuh Ekstrak Tumbuhan	
Dadang, Hadi Wibowo dan Ratna Sari Dewi	41
Strategi Pengurangan Residu Pestisida pada Budidaya Tanaman Sayuran	
D a d a n g	54
Pengaturan Waktu Tanam Jagung untuk Menghindari Serangan Hama dan Penyakit Bulai di Lahan Lebak Kalimantan Selatan.	
M.Thamrin, S.Asikin dan Rizlhan Noor	62
Teknologi "Indigenous" Dalam Mengendalikan Hama Padi di Kalimantan Selatan	
Rizlhan Noor, S. Asikin dan M. Thamrin	73

Zeolit Alam: Deposit dan Penggunaan dibidang Pertanian

S u w a r d i

Department of Soil Science and Land Resource, Faculty of Agriculture,
Bogor Agricultural University
Jl. Meranti, Kampus Darmaga, Bogor, Indonesia Tel/Fax: 0251-629357,
Email: suwardi_bogor@yahoo.com

Abstract: Zeolites are hydrated aluminosilicate of alkali and alkali earth cations having three dimensional structures. The structure of zeolite is porous compose of channels and cavities where cations and water molecules filled inside it. There are many natural zeolites deposits in Indonesia. More than 50 zeolite deposits have been found widely spreading, mainly in Sumatra, Java, Nusa Tenggara, and Maluku. Some locations have been exploited as commercial material. Zeolites have unique cation-exchange properties; molecular sieving and adsorption make these minerals attractive to the agricultural, industrial, and environmental utilization. In agriculture, zeolite can be applied directly to the soil for improvement of chemical, physical, and biological properties. Mixing of zeolite with nitrogen fertilizers improves the nitrogen fertilizer efficiently. Among materials of slow release fertilizer, zeolites were possibly used in large scale because of their capability to capture ammonium ion (NH_4^+) and availability in abandon amount as natural resources. Zeolite can be used as feed additive of animal husbandry and as improver for water in the fish and shrimp ponds. Besides in agriculture, zeolit can be used largely in industry, and environmental protection.

Keywords: *Natural zeolites, zeolite deposits, environmental protection, heavy metals*

Pengertian Mineral Zeolit

Istilah zeolit telah dikenal luas bukan saja oleh ahli geologi atau mineralogi, tetapi oleh berbagai lapisan masyarakat pengguna zeolit. Di masyarakat, zeolit sering disebut sebagai *batu hijau*. Disebut demikian karena sebagian besar mineral zeolit berwarna kehijauan. Warna hijau nampak lebih jelas jika kadar air zeolit tinggi, warna tersebut akan berubah ke arah keputihan jika kadar air zeolit semakin rendah. Sifat ini sering digunakan ibu rumah tangga sebagai indikator kadar air pada tanaman pada pot dengan cara memberikan butiran zeolit pada permukaan media tumbuh tanamannya.

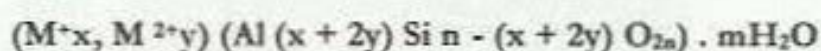
Tidak semua zeolit berwarna hijau, ada yang keabu-abuan, ada yang kekuning-kuningan dan ada pula yang kemerah-merahan. Perbedaan warna zeolit disebabkan oleh dominasi unsur pengotor yang ada di dalam mineral zeolit. Zeolit warna hijau umumnya diperoleh dari zeolit yang terbentuk di lingkungan laut ber pH tinggi yang

kaya kalsium dan klor. Warna lain disebabkan oleh warna dari unsur-unsur yang tercampur di dalam kristal zeolit.

Zeolit itu sendiri berasal dari bahasa Yunani, yaitu dari kata *Zein* (= mendidih) dan *Lithos* (= batuan) sehingga artinya menjadi batu mendidih. Disebut demikian karena batu ini seperti mendidih jika dipanaskan (Mumpton, 1984). Dari kata tersebut, penemuan Cronstedt itu sifat dari gas yang menggelembung seperti borak diikuti dengan pelelehan seperti gelas putih telah cukup untuk membedakan zeolit dengan mineral silikat lainnya.

Sifat ini digunakan oleh ahli mineral untuk membedakan zeolit dari mineral silikat lainnya.

Zeolit didefinisikan sebagai mineral kristalin dari kelompok alumino silikat terhidrasi dengan kation alkali dan alkali tanah, yang mempunyai struktur tiga dimensi. Struktur kristalnya adalah $(\text{Si,Al})\text{O}_4$ tetrahedral, memiliki pori yang berisi molekul air dan kation yang dipertukarkan (Tominaga, 1987). Zeolit dicirikan oleh kemampuannya menyerap dan mengeluarkan air serta menukarkan bagian kationnya tanpa merubah struktur umumnya (Mumpton, 1977a). Rumus umum zeolit menurut Gottardi (1978) adalah:

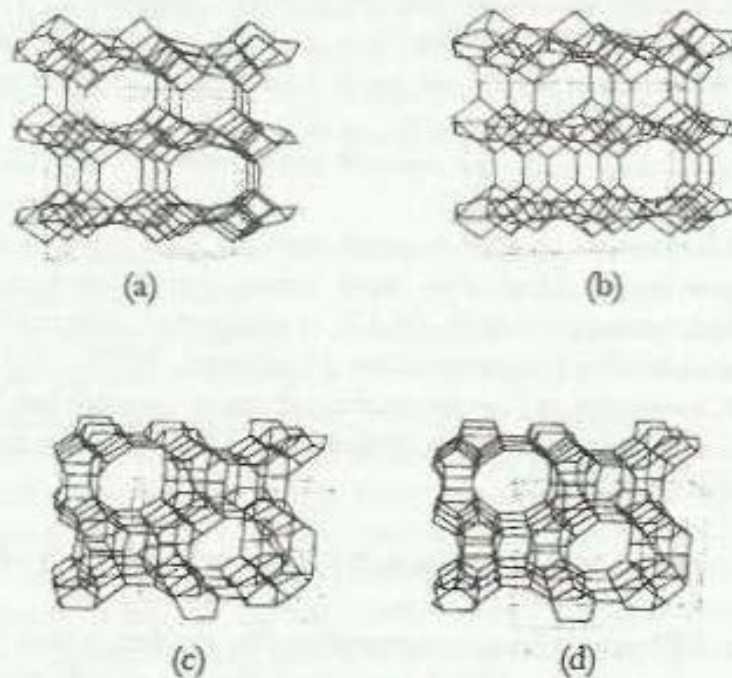


dimana M^+ dan M^{2+} adalah kation monovalen dan divalen, x dan y adalah bilangan tertentu, m adalah jumlah molekul air kristal dan n adalah muatan ion logam. Perbandingan Si dan Al dalam zeolit sangat bervariasi sehingga menghasilkan banyak spesies zeolit.

Dibandingkan dengan mineral silikat lain, kation pada zeolit lebih mudah dipertukarkan. Kation-kation yang terdapat dalam mineral zeolit tidak terikat secara kuat dalam struktur kristalnya sehingga dapat dipertukarkan dengan mudah (Mumpton, 1984). Vaughan dalam Sand dan Mumpton (1978) mengatakan bahwa kation alkali dan alkali tanah pada struktur zeolit dapat dipertukarkan, akan tetapi letaknya dalam struktur akan menentukan mudah tidaknya terjadi pertukaran. Gambar 1 menunjukkan struktur klinoptilolit dan mordenit. Dalam struktur terdapat rongga (*cavities*) dan saluran (*channel*) yang menghubungkan rongga-rongga dalam zeolit. Besarnya rongga zeolit antara 2-8Å yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan misalnya sebagai penyaring molekul.

Air yang berada di dalam mineral zeolit dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu air yang berada di luar sistem kristal dan air yang menyatu di dalam sistem kristal. Air yang berada di luar sistem kristal dapat menguap jika dipanaskan sampai 105°C selama 24 jam dan dapat masuk kembali jika zeolit didinginkan dan kadar air lingkungan lebih tinggi. Itulah sebabnya kemasan zeolit perlu menggunakan kantong ganda untuk menjaga kadar air tetap rendah. Zeolit mempunyai kemampuan melepas dan menyerap kembali air dan mempertukarkan kation tanpa perubahan struktur kristalnya. Air kristal tidak dapat menguap dengan pemanasan hingga sampai 105°C. Air kristal yang berada dalam rongga-rongga zeolit baru lepas dengan pemanasan sekitar 300-400°C dalam waktu beberapa jam. Zeolit yang telah

dikeluarkan air kristalnya dinamakan zeolit yang telah teraktivasi yang dapat berfungsi sebagai mengabsorpsi kation yang efektif. Zeolit teraktivasi dapat digunakan sebagai bahan desikan yang menyerap air dan bahan-bahan lainnya seperti CO_2 , SO_2 , NH_3 , dll.



Gambar 1. Struktur zeolit klinoptilolit (a, b) dan mordenit (c,d)

Sifat kation zeolit dipertukarkan pertama kali diteliti oleh Fichorn 1858 dan diteruskan oleh Baner dan Sherry. Perilaku kation dipertukarkan tergantung dari beberapa faktor meliputi: (1) kation alamiah (ukuran, muatan dan seterusnya), (2) suhu, (3) konsentrasi jenis kation dalam larutan, dan (4) karakteristik struktur zeolit. Kation yang ada di dalam zeolit umumnya monovalen dan divalen dari golongan alkali dan alkali tanah seperti kalium (K^+), natrium (Na^+), kalsium (Ca^{2+}), dan magnesium (Mg^{2+}). Kation-kation lain mungkin juga ada tetapi jumlahnya sedikit. Jumlah dan komposisi kation dalam zeolit tergantung dari jenis zeolit dan lingkungan pembentukannya. Misalnya mordenit umumnya banyak mengandung kalsium sedangkan klinoptilolit umumnya banyak mengandung kalium. Sehubungan dengan lingkungan pembentukan, zeolit yang terbentuk pada lingkungan marin kaya akan kation natrium dan kalsium sedangkan zeolit yang ditemukan pada lingkungan vulkanik banyak mengandung kalium.

Zeolit mempunyai bentuk dan warna yang sangat indah dengan permukaan yang menarik sehingga banyak disimpan oleh para kolektor dan menghiasi museum-museum di banyak negara. Beberapa jenis mineral telah diidentifikasi dengan baik misalnya klinoptilolit, chabasit, erionit, faujasit, dan mordenit yang sifat-sifat serapannya telah dibandingkan dengan beberapa penyaring molekul sintesis. Hasilnya, zeolit memiliki kemampuan untuk dijadikan sebagai penyaring molekul.

Untuk tujuan ini zeolit sintesis memiliki kemampuan yang sangat baik karena ukuran diameter rongganya dapat diatur sesuai dengan keinginan kita.

Diluar dari proses pembentukannya zeolit dibagi menjadi 2, yaitu zeolit sintesis dan zeolit alam. Zeolit sintesis dibuat di laboratorium dari bahan baku seperti misalnya abu terbang (*fly ash*) dan melalui proses reaksi kimia tertentu dengan tujuan penggunaan tertentu pula. Dalam proses pembuatannya tentu saja memerlukan biaya yang sangat besar. Namun demikian karena zeolit sintesis dibuat dengan tujuan khusus, maka hasilnya jauh lebih baik dibandingkan zeolit alam. Dalam buku ini yang akan dibahas hanya zeolit alam mengingat jumlahnya sangat banyak di Indonesia dan sebagian besar belum dimanfaatkan. Lagipula di Indonesia zeolit sintesis baru dibuat dalam skala kecil di laboratorium untuk tujuan khusus.



Gambar 2. Bongkahan Zeolit

Zeolit alam dapat ditemukan di mana-mana mulai dari daerah pantai sampai puncak gunung. Gambar 2 merupakan bongkahan zeolit yang baru digali dari deposit di daerah Cipatujah, Tasikmalaya. Di puncak kepundan basaltik dan batuan sedimentasi dapat ditemukan zeolit. Pembentukan mineral zeolit pada batuan beku basaltik berhubungan dengan lingkungan hidrotermal. Namun demikian, zeolit yang banyak dikenal saat ini sebagian besar berasal dari silikat autogenik pada batuan sedimen. Oleh karena itu, secara umum zeolit ditemukan di daerah vulkanik atau berasal dari bahan vulkanik yang diendapkan sebagai batuan sedimen. Zeolit yang banyak didapat pada batuan tufa vulkanik pada sedimen danau salin tua di bagian barat Amerika Serikat, Italia, dan Jepang, yang jumlahnya lebih dari seribu deposit telah dilaporkan berasal dari sedimen vulkanik yang tersebar lebih dari 40 negara. Dengan tingkat kemurnian yang tinggi dan deposit yang luas, zeolit menarik untuk dijadikan barang perdagangan internasional.

Sejarah Penemuan dan Perkembangan Zeolit

Zeolit telah terbentuk jutaan tahun yang lalu dari bahan tuf vulkanik yang diendapkan pada lingkungan dengan pH yang relatif tinggi. Zeolit ditemukan pada

tahun 1756, ketika seorang ahli mineralogi Swedia Freiherr Axer Frederick Cronstedt untuk pertama kalinya menemukannya. Setelah ditemukannya zeolit, lebih dari 35 jenis zeolit alam telah diidentifikasi (Mumpton, 1977).

Selama hampir 200 tahun setelah penemuan mineral zeolit, ahli-ahli mineralogi terpujau oleh keindahan bentuk mineralnya sekaligus tertarik oleh kemampuannya menyerap dan melepaskan kembali air dan kation yang diserapnya tanpa perubahan struktur kristalnya. Sejak tahun 1950-an sifat-sifat dan manfaat zeolit banyak diteliti dan dikembangkan di Amerika dan Jepang. Penggunaan di bidang pertanian terutama untuk perbaikan sifat tanah dimulai tahun 1950 oleh peneliti Jepang. Dari hasil percobaan penambahan zeolit ke dalam tanah sawah dapat meningkatkan hasil panen padi. Percobaan juga telah dilakukan pada tanaman lahan kering dengan hasil serupa. Zeolit telah digunakan juga sebagai bahan campuran pupuk, bahan untuk meningkatkan kualitas kompos dan bahan media tumbuh tanaman. Demikian juga zeolit yang ditaburkan ke kandang-kandang ternak dapat mengurangi bau secara nyata. Sejak itu para peneliti makin gigih meneliti sifat-sifat dan kegunaannya di berbagai bidang.

Nama zeolit mulai dikenal di Indonesia sejak tahun delapan puluhan setelah diperkenalkan oleh Pusat Pengembangan Teknologi Mineral (PPTM). Sebelumnya telah ada penelitian oleh Balai Besar Industri Kimia (BBIK) untuk penjernihan air. Sebelum periode itu zeolit hanya dikenal sebagai batu tempel berwarna kehijauan untuk hiasan dinding. Seiring dengan perkembangan penelitian zeolit di luar negeri, para peneliti zeolit di Indonesia juga mengembangkan penelitian tentang sifat-sifat dan pemanfaatan bahan alam tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian dari deposit zeolit di Indonesia memiliki kemurnian yang cukup tinggi. Pemanfaatan zeolit di bidang pertanian dan industri dan perbaikan lingkungan memberikan hasil yang sangat baik. Hanya saja jumlah pemakaiannya di lapangan belum banyak.

Mengingat pentingnya mineral ini di masa depan, pada tahun 1980-an Badan Pengembangan dan Penerapan Teknologi (BPPT) bersama sama dengan lembaga-lembaga penelitian dan perguruan tinggi mengadakan seminar mengenai mineral zeolit di Jakarta. Semenjak itu pemerintah dan para peneliti sepakat untuk mengembangkan pemanfaatan zeolit. Demikian pula para pengusaha zeolit berusaha memperoleh konsesi penambangan di daerah-daerah yang memiliki deposit zeolit.

Pada tanggal 14 September 1999 didirikan Ikatan Zeolit Indonesia (IZI) dengan Pengurus Pusat di Jakarta dengan beberapa pengurus cabang di Jawa Barat, Jabotabek, Jawa Tengah dan DIY, Jawa Timur, Lampung, Padang, Sumatra Utara, dsb. Kegiatan-kegiatan profesi diawali dengan Seminar Sehari dan pemilihan Pengurus IZI-Pusat pada tanggal 14 September 1999, yang kemudian dilanjutkan dengan Seminar Nasional tahunan yang diadakan oleh kepengurusan IZI-Cabang. Sebagian dari artikel yang disajikan dalam seminar nasional tersebut setelah diperbaiki diterbitkan dalam Jurnal Zeolit Indonesia. Bersamaan dengan itu para pengusaha zeolit membentuk pula Asosiasi Pengusaha Zeolit Indonesia (ASZEOTA). Para anggota ASZEOTA terdiri dari pengusaha yang telah lama maupun yang baru berkecimpung di bidang zeolit. Mereka sepakat untuk bersama-sama mengembangkan bisnis zeolit.

Dengan makin banyaknya penelitian tentang pemanfaatan zeolit untuk berbagai keperluan, khususnya di bidang pertanian, industri dan perbaikan lingkungan, zeolit makin populer di masyarakat termasuk di pedesaan sebagai bahan campuran pupuk, pembersih air pada tambak udang dan kolam ikan, campuran pakan ternak, penyerap bau dan lain-lain. Dalam hal volume yang diperdagangkan di dalam negeri masih dirasakan belum menggembirakan. Namun demikian beberapa pengusaha zeolit yang gesit justru banyak yang mengekspor ke beberapa negara seperti Cina, Australia, Malaysia, Thailand, Korea Selatan, Saudi Arabia, dll.

Dengan makin membaiknya kondisi perekonomian Indonesia diharapkan meningkat berkembangnya sektor pertanian dan industri serta kesadaran terhadap perbaikan lingkungan. Perkembangan sektor-sektor tersebut akan mendorong pemanfaatan zeolit lebih banyak karena zeolit dapat berperan banyak dalam bidang-bidang tersebut.

Deposit Zeolit di Indonesia

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Pusat Penelitian Teknologi Mineral, jenis mineral zeolit yang terdapat di Indonesia pada umumnya adalah clinoptilolit dan mordenit. Jenis mineral zeolit yang lain seperti analsim juga ditemukan dalam jumlah kecil yaitu di daerah Bogor Jawa Barat, Blitar Jawa Timur, dan Sulawesi Utara. Namun jumlahnya tidak mencukupi untuk ditambang secara komersial. Jenis natrolit ditemukan di daerah Sulawesi Tengah. Jenis heulandit ditemukan pada contoh zeolit hasil pemboran (*core*) di daerah Bayah.

Deposit zeolit banyak terdapat di Indonesia, tersebar di hampir semua pulau tetapi deposit yang sudah diteliti dan ditambang sebagian besar terdapat di Pulau Jawa dan Sumatera. Lokasi penambangan secara komersial terdapat di Lampung, Bengkulu, Sukabumi, Bogor, Bandung, Tasikmalaya, dan Malang. Dari sejumlah besar deposit zeolit, baru sebagian kecil yang sudah dimanfaatkan untuk berbagai keperluan di bidang industri, pertanian, lingkungan, dll di dalam negeri. Sebagian besar diekspor ke berbagai negara.

Sampai saat ini belum ada kajian menyeluruh mengenai potensi dan penyebaran lokasi-lokasi deposit zeolit di Indonesia guna mengetahui gambaran potensi dan sumberdayanya. Namun menyimak keadaan geologi Indonesia yang sebagian batuanannya merupakan batuan gunung api, khususnya batuan piroklastik terbutuh halus (*tuf*) bersifat asam dan berkomposisi riolitik bermasa gelas maka zeolit dapat ditemukan di banyak tempat. Penyebaran batuan ini terutama mengikuti daerah busur dalam vulkanik yang tersebar luas di Pulau Jawa.

Jumlah deposit zeolit di Indonesia belum diukur secara detil. Di beberapa lokasi yang telah ditambang, perkiraan jumlah deposit telah dilakukan. Namun tidak kurang dari 250 juta ton zeolit ada di Indonesia. Dengan tingkat produksi 100-250 juta ton/tahun, cadangan zeolit tidak habis dalam 1000 tahun.



Gambar 3. Salah Satu Lokasi Deposit Zeolit di Tasikmalaya

Dari sejumlah data yang telah dikumpulkan bahwa 50 lokasi diketahui terdapat deposit zeolit. Namun demikian sumberdaya zeolit tersebut belum diidentifikasi secara detil karena memang sebagian baru merupakan data awal yang diperoleh baik yang diketahui dari survei secara sepintas maupun perkiraan (Sarno Harjanto, 1987). Sekitar 20 lokasi deposit zeolit yang telah diinventarisir/diketahui dari hasil survei yang telah dilakukan oleh DSM sebagian besar di antaranya terdapat di Pulau Jawa. Tabel 1 mendiskripsi daerah-daerah yang mengandung deposit zeolit.

Penyebaran deposit zeolit berdasarkan hasil pemetaan geologi di Indonesia dapat diikuti dengan memperhatikan penyebaran batuan piroklastik berbutir halus, khususnya yang berkomposisi riolitik atau yang bermasa gelas. Masa gelas tersebut dapat berubah menjadi zeolit, juga dapat berubah menjadi bentonit atau felspar berbutir halus. Faktor ruang mempengaruhi terbentuknya mineral zeolit dari masa gelas, antara lain: proses terjadinya alterasi atau diagenesis, lingkungan pengendapan, cairan perantara, yaitu: air tanah, air laut, atau larutan hidrotermal, sifat kimianya berupa asam, basa atau netral, komposisi batuan asal.

Kegunaan Zeolit

Zeolit dikenal dengan sebutan *mineral multi fungsi* karena dapat digunakan untuk berbagai keperluan baik di bidang pertanian, industri, konservasi energi, perbaikan lingkungan, dan kesehatan. Salah seorang ahli zeolit Australia bahkan menyebut dan memerinci mineral zeolit dengan 101 kegunaan. Dari gambaran itu jelas bahwa zeolit dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Yang menjadi pertanyaan adalah bagaimana cara memanfaatkan zeolit. kerja zeolit pada setiap jenis penggunaan? Untuk memahami mekanisme kerja zeolit maka kita harus memahami dengan baik sifat-sifat zeolit.

Tabel 1. Lokasi deposit Zeolit di Indonesia

Provinsi	Lokasi	Jenis Zeolit	Perkiraan Cadangan Juta ton
Sumatera Selatan	Ulak Pandan, Kecamatan Pangandonan (Ogan Komering Ulu)	Analsim	5
Lampung	Campang, Sidomulyo, Talangpadang, Cukubadak, Batu Balai	Klinoptilolit, Mordenit	65
Banten	Bayah	Klinoptilolit, Mordenit	
Jawa Barat	Cisolok, Cisaat, Bojong, Gunung Dewi, Cirangkasbitung Cikembar, Cisolok, Cisaat (Sukabumi), Nanggung (Bogor), Cianjur, Nagrek (Bandung), Cikalong, Cipatujah (Tasikmalaya), Ciamis	Mordenit, Klinoptilolit	135
Jawa Tengah	Wangon, Boyolali, Sragen, Karanganyar, Banjarnegara,	Mordenit, Klinoptilolit	10
Jawa Timur	Argosari (Pacitan), Trenggalek, Kepanjen (Malang), Turen (Malang), Sitarjo, Kedung Banteng (Malang), (Malang), Ngaringan (Blitar), Slaung (Ponorogo) Pule, Karanganyar, Sukokidul, Trenggalek Ngaringan, Blitar	Mordenit, Klinoptilolit	20
Nusa Tenggara Barat	Ende, Nanga Panda, Nusa Tenggara Flores	Mordenit	20

Pada prinsipnya penggunaan zeolit didasarkan atas sifat-sifat mineralogi, fisika dan kimia yang unik yang dimilikinya. Dengan mengeksploitasi sifat-sifat zeolit tersebut penggunaan zeolit telah dikembangkan pada bidang pertanian, industri, energi, lingkungan, dan kesehatan. Oleh karena itu pemahaman tentang sifat-sifat zeolit menjadi dasar untuk memanfaatkan seluas-luasnya untuk berbagai penggunaan. Memahami sifat-sifat zeolit termasuk di dalamnya cara analisisnya merupakan dasar penggunaan zeolit. Dalam bab berikutnya, akan dibahas secara khusus metode analisis zeolit dan sifat-sifat zeolit sebelum membahas pemanfaatan di berbagai bidang.

Pada mulanya, zeolit digunakan sebagai bahan bangunan sebagai batu tempel dan bahan ornamen bangunan. Bahan zeolit yang cocok untuk bahan bangunan seperti itu adalah yang memiliki kandungan silika tinggi sehingga cukup keras. Zeolit tipe ini tidak cocok untuk penggunaan yang lain. Sejalan dengan berkembangnya penelitian mengenai sifat-sifat zeolit, penggunaan di bidang pertanian, industri, energi, lingkungan, dan kesehatan terus berkembang.

Di bidang pertanian, zeolit dapat digunakan sebagai bahan pembenah tanah (*soil amendment*). Tujuannya adalah untuk memperbaiki sifat-sifat tanah sehingga pupuk yang diberikan ke dalam tanah menjadi lebih efisien digunakan tanaman dan secara fisik memungkinkan akar tanaman berkembang optimal. Untuk tujuan ini jumlah zeolit yang harus diberikan ke dalam tanah sangat besar. Oleh karena itu ada cara lain untuk mengefisienkan penggunaan pupuk yaitu dengan mencampur pupuk dengan zeolit. Zeolit dapat digunakan sebagai bahan dasar media tumbuh tanaman. Media ini sangat baik untuk pembibitan tanaman hortikultura dan tanaman perkebunan. Disamping digunakan sebagai bahan untuk peningkatan produksi tanaman, zeolit juga banyak digunakan sebagai imbuhan pakan ternak dan penjernih air pada kolam ikan. Kemampuan zeolit menjerap ion amonium dan logam-logam berat dimanfaatkan untuk bidang peternakan dan perikanan.

Di bidang industri, energi, lingkungan, dan kesehatan, zeolit digunakan sebagai bahan pengisi industri kertas, bahan penukar ion pada proses penjernihan air, bahan pemisah nitrogen dan oksigen, katalisator pada pemurnian minyak, adsorben tahan asam pada pengeringan, penyerap bau pada limbah peternakan, dll. Bersamaan dengan itu, berbagai penggunaan baru terus diciptakan dan disempurnakan.

Agar zeolit alam dapat digunakan untuk berbagai keperluan, harus melalui proses pengolahan. Pada prinsipnya pengolahan ada 2 macam yaitu memecah zeolit dari bongkahan menjadi butiran atau serbuk sesuai dengan yang diharapkan dan mengaktifkan zeolit agar mempunyai sifat seperti yang diinginkan. Proses pertama terdiri dari: pemecahan batuan, penghalusan, pengayakan, dan pembungkusan. Sedangkan pada pengolahan kedua terdiri dari aktivasi dengan berbagai cara baik dengan cara pemanasan atau dengan penambahan pereaksi kimia.

Aktivasi pemanasan merupakan cara yang sudah umum digunakan untuk meningkatkan mutu zeolit. Zeolit biasanya dipanaskan pada suhu antara 300-400°C, dengan tujuan untuk menghilangkan kandungan air (dehidrasi) dan bahan pengotor lainnya. Proses ini akan menghasilkan pori-pori yang bersih dan luas permukaan pori yang lebih besar. Akibatnya kapasitas pertukaran ion maupun daya serapnya juga

bertambah besar. Sedangkan pada aktivasi kimia, pereaksi kimia akan bereaksi dengan senyawa-senyawa pengotor yang terdapat dalam zeolit, sehingga pori-pori menjadi bersih dan luas permukaannya menjadi lebih besar pula.

Zeolit aktif yang dihasilkan dari proses pengolahan dapat berbentuk bubuk dan pelet. Zeolit pelet ada dua macam, yaitu zeolit pelet yang dibuat dari zeolit bubuk dengan bantuan bahan pengikat dan zeolit pelet yang dihasilkan langsung dari kombinasi penggerusan dan pengayakan. Pada umumnya zeolit pelet yang dibuat dari zeolit bubuk mempunyai ukuran butir berkisar antara 1-3 mm dan banyak digunakan untuk keperluan pertanian, terutama untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk. Sedangkan zeolit pelet hasil penggerusan dan pengayakan, umumnya mempunyai ukuran -5 + 10 mesh, -18+48 mesh, yang banyak digunakan untuk pengolahan air minum atau air limbah. Zeolit pelet dapat digunakan bersama-sama pupuk pada saat proses pemupukan tanaman dilakukan.

Zeolit pelet yang sudah kontak dengan air, akan berubah menjadi bubuk kembali dan mengikat pupuk karena terjadinya proses pertukaran ion dan adsorpsi. Oleh sebab itu, pupuk tidak mudah hanyut oleh aliran air dan efisiensi penggunaan pupuk meningkat. Selain itu, zeolit dapat juga digabung dengan bahan lain seperti fosfat, dolomit, dan KCl membentuk pupuk majemuk.

Mengingat banyaknya kegunaan dari mineral zeolit di berbagai bidang dan potensi zeolit yang sangat besar di Indonesia, maka usaha untuk mempelajari sifat-sifat dan penggunaan zeolit menjadi sangat penting. Berbagai penelitian yang dilakukan oleh lembaga-lembaga penelitian dan perguruan tinggi dapat dipakai sebagai acuan untuk memanfaatkan zeolit. Secara garis besar skema penggunaan zeolit dapat digambarkan sbb (Gambar 4).



Gambar 4. Skema penggunaan Zeolit

Penutup

Zeolit merupakan mineral yang mempunyai banyak kegunaan dan depositnya sangat banyak ditemukan di Indonesia. Sudah saatnya bahan tambang ini terus digalakkan penggunaannya untuk berbagai bidang penggunaan baik pertanian, industri dan lingkungan. Namun demikian karena zeolit merupakan bahan tambang maka jenis dan kualitasnya sangat beragam dari deposit satu dengan deposit lainnya. Masyarakat pada umumnya menganggap bahwa zeolit memiliki kualitas yang sama. Oleh karena itu harus dilakukan kontrol terhadap kualitas zeolit yang dapat diperdagangkan. Dengan berbagai usaha memperkenalkan kegunaan zeolit di berbagai bidang penggunaan diharapkan zeolit dapat membantu membantu memecahkan problem di masyarakat.

Daftar Pustaka

- Gottardi, G. 1976. Mineralogy and crystal chemistry of zeolites. p.31-44. In *Natural Zeolites: Occurrence, Properties, Use* (Sand, L.B. and Mumpton, F.A., eds.). Pergamon Press, Oxford, New York, Toronto, Sydney, Frankfurt.
- Mumpton, F.A. 1977. Mineralogy and geology of natural zeolites. Mineralogical Society of America, Short course notes, Vol. 4, 233 p.
- Mumpton, F.A. 1977a. Natural zeolites. p.1-17. In *Mineralogy and geology of natural zeolites* (Mumpton, F.A., ed.). Mineralogical Society of America, Short course notes.
- Mumpton, F.A. 1984. The Role of Natural Zeolites in Agriculture and Aquaculture. *Journal of Animal Science* (3 - 24).
- Mumpton, F.A. 1988. Development and uses for natural zeolites: a critical commentary. p. 333-366. In *Occurrence Properties and Utilization of Natural Zeolites* (Kallo, D. and Sherry, H.S., eds.). Akademiai Kiado, Budapest.
- Sand, L.B. and Mumpton, F.A. 1976. *Natural zeolites: Occurrence, Properties, Use*. Pergamon Press, Oxford, New York, Toronto, Sydney, Frankfurt.
- Suardi. 1994. The Quality of Natural Zeolites from Japan and Indonesia and Their Application Effects for Soil Amendment. *J. Agricultural Science, Tokyo University of Agriculture*, 39(3):133-148.
- Tominaga, H. 1987. *Chemistry and application of zeolites*. Kodansha Scientific, Japan.