

Prospek Pemanfaatan Mineral Zeolit di Bidang Pertanian

Suwardi

Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian Istitu Pertanian Bogor
Jalan Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680
Tel. 0251-422370, 0251-627792 Ext. 2154, Fax. 0251-629358,
Email: soilipb@indo.net.id

ABSTRAK

PROSPEK MINERAL ZEOLIT DI BIDANG PERTANIAN. Meskipun mineral zeolit telah dikenal luas di luar negeri sejak tahun 50-an, di Indonesia baru mulai dikenal mulai tahun 80-an setelah diteliti oleh Pusat Penelitian Teknologi Mineral. Sebelumnya zeolit hanya dikenal sebagai batu tempel berwarna kehijauan untuk hiasan dinding yang ditempel pada tembok. Dengan makin banyaknya penelitian tentang pemanfaatan zeolit untuk berbagai keperluan, lambat-laun zeolit mulai populer di masyarakat termasuk di pedesaan. Pemanfaatan zeolit didasarkan atas sifat-sifat yang dimilikinya. Pada mulanya, zeolit digunakan sebagai bahan industri, seperti: 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 dan sebagai bahan bangunan. Bersamaan dengan itu, zeolit juga digunakan untuk imbuhan pakan ternak dan penjernih pada tambak udang dan kolam ikan. Di luar negeri, zeolit telah banyak digunakan untuk berbagai keperluan, baik sebagai bahan industri, untuk meningkatkan hasil pertanian, maupun untuk perlindungan lingkungan. Di bidang pertanian, zeolit dapat diberikan langsung ke lahan-lahan pertanian bersama bahan lain; dibuat media untuk tanaman hortikultura; dicampurkan dengan pupuk kandang sewaktu proses pengkomposan; dicampurkan dengan pupuk urea sebagai pupuk penyedia lambat; dan lain-lain. Di Indonesia jumlah pabrik pengolahan zeolit masih sedikit dan umumnya belum mendiversifikasi produk kecuali dalam bentuk serbuk dan butiran. Namun demikian akhir-akhir ini banyak pengusaha yang tertarik untuk mengolah zeolit untuk berbagai kegunaan baik untuk bidang industri, pertanian, dan perlindungan lingkungan. Yang paling penting dari produksi zeolit adalah bagaimana dapat memproduksi zeolit yang berkualitas tinggi. Di bidang pertanian, zeolit mempunyai prospek yang cerah sebagai (1) bahan ameliorasi untuk tanah yang mempunyai kapasitas tukar kation (KTK) rendah, (2) bahan campuran pupuk, khususnya nitrogen dan fosfor, (3) bahan media tumbuh tanaman hortikultura dan bibit tanaman perkebunan, (4) bahan untuk meningkatkan kualitas kompos, (5) bahan penjernih air pada tambak ikan, (6) bahan campuran pakan ternak.

Kata kunci : Pertanian, Zeolit

ABSTRACT

PROSPECT OF ZEOLITE APPLICATION IN AGRICULTURE. Although zeolites have been known since the 50's the application of zeolites in Indonesia started in the 80's after promotion by the Mineral Technology Research Centre. Before that period, zeolites were only used as construction materials for wall decoration. Zeolites became popular after publication of zeolite research into many aspects of possible applications. Applications of zeolites are based on their characteristics. Initially natural zeolites were used as fillers in the paper industry, ion exchangers in water treatment, separation of nitrogen and oxygen, sorbents in drying, and construction materials. At the same time, applications of zeolites were developed as feed additives for animals and for water treatment in shrimp ponds. In some countries, zeolites have been used as industrial materials, improvement of agricultural production, and environmental protection. In agriculture, applications of zeolites can be used directly to soils as materials for growth media, mixed with manures during decomposition process, and for mixing with urea as slow release agent. The number of zeolite factories in Indonesia is still low and they produce zeolites in powder and grain forms. In recent years, some zeolite factories have been built to produce zeolites for material of industry, agriculture and environmental protection. The most important effort for zeolite factories is how to produce high quality of zeolite. The prospect of zeolite applications in agriculture is very good as (1) soil amelioration for low cation exchange capacity of soils, (2) material for mixing with fertilizer, (3) material as growth media for horticulture and seedling plantation plants, (4) material for improvement of compost quality, (5) material for water treatment of fish ponds, (6) food additives for animals.

Key words: Agriculture, Zeolites

PENDAHULUAN

Mineral zeolit mulai dikenal luas masyarakat Indonesia setelah diperkenalkan oleh Pusat Penelitian Teknologi Mineral tahun 80-an. Sebelumnya zeolit hanya dikenal sebagai batu tempel berwarna kehijauan untuk hiasan dinding yang ditempel pada tembok. Dengan makin banyaknya penelitian tentang pemanfaatan zeolit untuk berbagai keperluan, khususnya di bidang pertanian, lambat-laun zeolit mulai populer di masyarakat termasuk di pedesaan sebagai bahan campuran pupuk dan pembersih air pada tambak udang dan kolam ikan.

Zeolit merupakan mineral dari golongan silikat. Berbeda dengan mineral golongan silikat lain seperti feldspar, kuarsa, dan lain-lainnya yang berstruktur masif, struktur mineral zeolit berongga. Struktur ini menyebabkan zeolit mempunyai bobot isi lebih rendah dari mineral silikat lainnya. Dalam proses pembentukannya, unsur silikon yang bervalensi 4 sebagian digantikan oleh unsur aluminium yang bervalensi 3 sehingga terjadi kelebihan muatan negatif. Dengan adanya substitusi tersebut kerangka dasar dalam mineral zeolit adalah aluminium-silikat. Jumlah muatan negatif tersebut dikenal dengan kapasitas tukar kation (KTK). Kelebihan muatan negatif ini kemudian dinetralkan oleh adanya kation-kation yang umumnya didominasi oleh kalium (K), natrium (Na), kalsium (Ca) dan magnesium (Mg).

Air yang berada di dalam mineral zeolit dapat dibagi menjadi 2 bagian, yaitu air yang berada di luar sistem kristal dan air yang menyatu 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 ada uap air di sekitarnya. Zeolit mempunyai kemampuan melepas dan menyerap kembali air dan mempertukarkan kation tanpa perubahan struktur kristalnya. Air kristal tidak dapat menguap dengan pemanasan hingga 105°C. Air kristal berada dalam rongga-rongga zeolit baru lepas dengan pemanasan sekitar 300-400°C dalam waktu beberapa jam. Zeolit yang telah kehilangan air kristal dinamakan zeolit yang telah teraktivasi dan dapat berfungsi sebagai pengabsorpsi kation yang efektif. Untuk menghilangkan air kristal ini, para

penambang zeolit tradisional umumnya membakar zeolit sebelum digiling menjadi bubuk zeolit.

Kation yang ada di dalam zeolit umumnya berasal dari kation monovalen dan divalen dari golongan alkali dan alkali tanah. 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 Ca sedangkan klinoptilolit umumnya banyak mengandung K. Sehubungan dengan lingkungan pembentukan, zeolit yang terbentuk pada lingkungan marin, kaya akan kation natrium sedangkan zeolit yang ditemukan di lingkungan vulkanik banyak mengandung kalium.

Zeolit mempunyai bentuk yang sangat indah dengan bongkahan yang menarik yang banyak disimpan oleh para kolektor dan menghiasi museum-museum di banyak negara. Warna mineral zeolit umumnya abu-abu kehijauan tergantung dari jenis mineral atau unsur pengotornya. Beberapa jenis mineral telah diidentifikasi misalnya klinoptilolit, chabasit, erionit, faujasit, dan mordenit yang sifat-sifat serapannya telah dibandingkan dengan beberapa penyaring molekul sintetis.

Salah satu sifat kimia zeolit yang terpenting adalah KTK. Zeolit mempunyai KTK yang sangat tinggi, sekitar 80 sampai 200 meq/100g. Jika ada zeolit yang mempunyai KTK kurang dari 100 meq/100g, menunjukkan bahwa kandungan zeolit murninya rendah sehingga mutunya juga rendah. Semakin tinggi KTK zeolit, semakin tinggi pula kualitas zeolit untuk penukar ion dan penggunaan di bidang pertanian. Berdasarkan sifat-sifatnya, zeolit dapat dimanfaatkan di bidang industri, pertanian, dan lingkungan. Terbatasnya pengetahuan tentang sifat-sifat zeolit dan informasi tentang kegunaannya, zeolit yang melimpah itu sampai saat ini belum dimanfaatkan secara optimal. Paper ini akan merangkum beberapa hasil penelitian penggunaan zeolit khususnya di bidang pertanian.

PEMANFAATAN ZEOLIT DI BIDANG PERTANIAN

1. Sebagai Bahan Ameliorasi

Berikut ini akan diuraikan sebagian dari hasil-hasil penelitian pemanfaatan zeolit di bidang pertanian khususnya sebagai bahan ameliorasi. Cara ini biasanya memerlukan zeolit dalam jumlah yang besar. Zeolit langsung diberikan ke areal pertanian baik di lahan kering maupun lahan sawah. Berdasarkan kemampuan pertukaran terhadap kation yang tinggi, zeolit dapat mengikat dan menyimpan air serta pupuk sementara dan melepas kembali ke tanah saat tanaman memerlukannya. Dengan proses kerja demikian, zeolit sering disebut sebagai bahan penyedia lambat (*slow release agent*). Dalam hal ini zeolit hanya berfungsi sebagai karier dalam mengatur pelepasan hara dan air untuk tanaman. Ini perlu ditekankan karena banyak yang beranggapan bahwa zeolit sering dianggap sebagai pupuk. Penambahan zeolit tanpa disertai dengan penambahan pupuk dan bahan-bahan lain yang diperlukan tanaman, justru akan merugikan tanaman karena sebagian dari haranya akan diserap sementara oleh zeolit.

Beberapa hasil penelitian zeolit sebagai bahan ameliorasi dilaporkan oleh Townsend (1979) seperti disajikan pada Tabel 1.¹

Tabel 1. Pengaruh klinoptilolit-tuff yang dicampurkan pada tanah terhadap hasil beberapa komoditas pertanian.

Tanaman	Tahun	Jumlah Zeolit (ton/ha)	Rasio Hasil (%)
Padi	1964	5	106
Terung	1964	10	155
Apel	1964	10	113
Padi	1965	5	102
Wortel	1964	10	163
Apel	1965	5	142

* Persentase hasil dengan penambahan zeolit dibagi dengan tanpa zeolit

Tabel 1 di atas menunjukkan penambahan zeolit untuk tanaman terung 10 ton per hektar dapat meningkatkan hasil sampai 55%, dan untuk wortel bahkan dapat meningkatkan sampai 63%. Diduga zeolit ini berpengaruh terhadap adsorpsi dan retensi ion amonium serta kalium, menjaga kerusakan akar, mengatur suplai air, dan memberikan tambahan hara khususnya kalium kepada tanaman.

Struktur zeolit yang berongga dapat meningkatkan daya pegang air, terutama pada tanah pasir, berarti meningkatkan kemampuan tanah tersebut menyediakan air

bagi tanaman, sedangkan peningkatan kapasitas tukar kation tanah menyebabkan efisiensi pemupukan. Di samping itu penggunaan zeolit pada tanah dapat berfungsi sebagai sumber unsur kalium dan unsur mikro seperti Cu, Mn, dan Zn yang biasanya tercampur dalam mineral zeolit. Zeolit yang ditambahkan pada tanah dapat mengikat ion amonium yang kemudian dengan mudah dapat dilepaskan kembali saat tanaman memerlukannya.

Kelemahan dari cara pemberian zeolit sebagai bahan ameliorasi adalah memerlukan zeolit dalam jumlah besar (untuk setiap kenaikan 1 meq/100g diperlukan sekitar 10 ton zeolit/ha). Zeolit sebagai bahan ameliorasi memerlukan biaya yang sangat mahal. Oleh karena itu untuk tingkat petani cara ini mungkin sangat berat untuk diterapkan pada tingkat petani. Namun demikian karena struktur zeolit cukup stabil di dalam tanah maka pemberian zeolit pada tanah-tanah marginal, dapat berpengaruh sampai beberapa tahun.

Ada hubungan antara zeolit, kenaikan KTK, dan peningkatan produksi tanaman. Peningkatan KTK tanah ditentukan oleh KTK zeolit, dosis zeolit, dan jenis muatan dari tanah. Semakin tinggi KTK zeolit dan semakin besar dosis zeolit semakin besar pula kenaikan KTK tanah. Untuk jenis muatan tanah, zeolit yang diberikan pada tanah yang mempunyai mineral liat alofan tidak dapat meningkatkan KTK tanah.

Percobaan lapangan yang dilakukan di Kebun Percobaan IPB, Darmaga menunjukkan bahwa zeolit meningkatkan P_{205} tersedia dari 5,28 mg/kg menjadi 20,1 mg/kg pada Podsolik tetapi tidak meningkatkan fosfor pada tanah Mediteran.² Ini berarti zeolit mampu meningkatkan fosfor pada tanah ber-pH rendah yang fosfornya terikat dalam bentuk Fe-P dan Al-P. Mekanisme peningkatan fosfor diduga karena P yang terikat oleh Fe dan Al diikat oleh Ca pada zeolit. Oleh karena Ca dalam zeolit mudah tersedia dalam bentuk yang dapat dipertukarkan, maka dalam waktu yang sama fosfor pun menjadi tersedia.

Sifat-fisik berongga dari zeolit menyebabkan penambahan zeolit pada tanah bertekstur liat dapat memperbaiki struktur tanah sehingga meningkatkan pori-pori udara tanah. Pada tanah berpasir, zeolit dapat meningkatkan

daya pegang tanah terhadap air. Zeolit dapat bertahan lama di dalam tanah karena struktur zeolit relatif stabil.

Dari penelitian di kebun Percobaan IPB (Jenis tanah Latosol) menunjukkan bahwa penambahan zeolit 10 ton/ha pada musim tanam pertama meningkatkan produksi kedelai 9%, dan pada musim tanam berikutnya meningkatkan produksi sorghum 11% dibandingkan kontrol.

Zeolit tidak banyak mengandung unsur hara kecuali kalium. Oleh karena itu, agar memberikan pengaruh lebih besar, zeolit perlu diberikan dalam bentuk campuran dengan bahan lain. Dari percobaan yang dilakukan di Bogor menunjukkan bahwa campuran zeolit dengan kotoran ayam meningkatkan produksi kedelai 24%, lebih tinggi dibandingkan dengan zeolit atau kotoran ayam jika digunakan secara terpisah. Demikian juga campuran zeolit, kompos, dan terak baja dapat meningkatkan produksi gandum pada musim tanam kedua sampai 106% dan nilainya lebih baik jika digunakan secara terpisah-pisah.

2. Campuran dengan Pupuk Urea

Pada tanah sawah, efisiensi pemupukan nitrogen kurang dari 50% adalah suatu hal yang wajar jika pemupukan nitrogen di permukaan. Minato (1968) melaporkan kenaikan 60% ketersediaan nitrogen pada tanah sawah 4 minggu setelah 40 ton/10ha zeolit ditambahkan dengan pupuk standar.³

Tabel 2. Pengaruh penambahan zeolit pada pupuk urea terhadap parameter Panen Padi^a

Perlakuan ^b	Bobot gabah isi (g.pot ⁻¹)	jumlah malai/pot	Bobot jerami (g.pot ⁻¹)	Persen gabah hampa (%)
Z0	87,2a	34a	48,7a	15,4a
Z1	98,0a	37ab	51,0a	13,1
Z2	92,7a	38b	51,5	10,4a
Z3	100,9b	42c	52,5	12,2a

^aPercobaan dilakukan bersama Juju Harboko;

^bZ0, Z1, Z2, dan Z3, berturut-turut perbandingan antara urea dan zeolit: 1:0, 1:1, 1:2, dan 1:3; Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom tidak berbeda nyata dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 0.05.

Pencampuran zeolit kepada pupuk urea

meningkatkan bobot gabah isi, jumlah malai dan mengurangi bobot gabah hampa. Penambahan zeolit ke dalam pupuk urea meningkatkan bobot gabah sebesar 8% pada bubuk dan 20% jika ditabletkan dibandingkan dengan tanpa zeolit. Peningkatan bobot gabah disebabkan oleh peningkatan jumlah malai. Namun demikian, pemberian zeolit berpengaruh pada lambatnya pertumbuhan vegetatif padi pada awal pertumbuhan, tetapi pada akhir pertumbuhan menunjukkan pertumbuhan vegetatif yang lebih baik dan mempunyai jumlah anakan yang lebih banyak dibandingkan dengan tanpa pemberian zeolit.

Mekanisme peningkatan efisiensi pemupukan nitrogen dengan penambahan zeolit dapat diterangkan sebagai berikut. Penambahan zeolit pada pupuk N menyerap amonium yang dikeluarkan oleh pupuk. Jika konsentrasi nitrat dalam tanah menurun, amonium yang telah diserap oleh zeolit dilepaskan kembali ke dalam larutan tanah. Dengan cara itu, N yang diberikan ke dalam tanah dapat tersedia dalam waktu yang lebih lama. Pada pupuk yang tidak ditambahkan zeolit, N segera berubah menjadi nitrat dan tercuci bersama aliran permukaan. Disamping itu, N yang berubah menjadi gas amoniak akan menguap ke udara.

3. Zeolit sebagai Bahan Media Tumbuh Tanaman

Akhir-akhir ini telah dicapai sukses besar dalam penggunaan zeolit. Pada awalnya, penggunaan zeolit sebagai media tumbuh tanaman (MTT) dilakukan oleh seorang peneliti Bulgaria dengan cara mencampur zeolit dengan gambut dan vermikulit sebagai MTT hortikultura di rumah kaca. Media tumbuh tersebut dinamakan zeo-ponik. Media zeo-ponik memperlihatkan kualitas yang sangat baik dibandingkan dengan media lain. Kemudian penggunaan zeolit sebagai MTT berkembang pesat di Jepang. Para petani menggunakan media tersebut untuk mengembangkan bibit tanaman sayuran dan bunga. Bahkan mereka menanam tanaman pot dengan media zeolit. Mereka mencampur zeolit dengan gambut dan bahan-bahan lain sebagai media zeolit. Secara umum cara menanam seperti itu dinamakan hidroponik.

Hidroponik merupakan istilah yang sudah umum dikenal, terutama bagi mereka yang

senang berkecimpung dengan kegiatan tanam-menanam seperti: bunga, sayuran, dan buah-buahan di dalam pot. Hidroponik merupakan metoda bercocok tanam pada MTT bukan tanah; dapat menggunakan air, pasir kerikil, arang, atau bahan lain yang dicampur dengan bahan-bahan yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Dengan semakin sempitnya lahan-lahan pertanian di kota-kota, hidroponik menjadi metoda pertumbuhan alternatif yang layak yang dapat digunakan untuk menghasilkan berbagai jenis sayuran dan buah-buahan. Berkat intensifnya penelitian di bidang hidroponik, cara bercocok-tanam telah disederhanakan sedemikian rupa sehingga orang yang tidak punya pengalaman bercocok tanam sekali pun dapat menanam tanaman dengan metoda hidroponik.

Di negara-negara maju, unit-unit pertumbuhan hidroponik dengan menggunakan media air banyak dijual oleh agen-agen hidroponik. Zat makanan yang diperlukan tanaman dilarutkan ke dalam media air dan dengan bantuan kawat penyangga, tanaman yang diinginkan ditumbuhkan di atasnya. Untuk operasionalnya, penggunaan unit-unit pertumbuhan hidropomk masih terasa mahal dan memerlukan perhitungan pupuk yang agak rumit. Penggunaan MTT bukan air dalam prakteknya lebih mudah dan tidak memerlukan unit-unit pertumbuhan hidroponik yang khusus. Media tumbuh tanaman cukup dimasukkan ke dalam kantong plastik atau ember bekas, media tersebut siap digunakan untuk penanaman berbagai jenis tanaman yang dikehendaki. Uraian berikut, yang dimaksud dengan MTT adalah media yang berbentuk padat yang terbuat dari campuran beberapa bahan.

Pada umumnya, MTT yang tersedia saat ini, terdiri dari campuran bahan-bahan yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman. Dalam pembuatan MTT, sifat fisik dan kimia media harus diperhitungkan agar tanaman dapat tumbuh optimal. Diantara sifat-sifat fisik yang penting dan perlu diperhitungkan dalam pembuatan MTT adalah bobot isi, ruang pori, dan daya pegang air. Untuk memperoleh sifat fisik yang baik, MTT umumnya ditambahkan kompos atau gambut atau bahan lain yang dapat mengurangi bobot isi dan meningkatkan ruang pori serta daya pegang air. Sifat-sifat kimia MTT yang penting adalah pH, daya

hantar listrik (DHL), dan kapasitas tukar kation (KTK). pH media umumnya dibuat antara 6,5 sampai 7,0 dengan cara menambahkan batu kapur, seperti kalsit, dolomit, atau terak baja; sedangkan DHL diusahakan serendah mungkin. MTT yang baik adalah media yang mempunyai daya sanggah (buffer) cukup tinggi terhadap DHL. Artinya tetap mempunyai DHL rendah meskipun ditambahkan pupuk cukup banyak ke dalam media tersebut. Tingginya DHL disebabkan oleh kandungan ion-ion yang tinggi dalam media, terutama nitrat. DHL yang rendah sangat diperlukan agar tanaman mudah menyerap unsur hara yang terdapat dalam media tersebut.

Salah satu kelemahan dari MTT yang ada sekarang adalah rendahnya daya sanggah terhadap DHL. Rendahnya daya sanggah terhadap DHL disebabkan oleh rendahnya nilai KTK atau daya pegang media tersebut terhadap unsur-unsur hara. Nitrogen dalam bentuk amonium yang diberikan ke dalam MTT segera berubah menjadi nitrat. Nitrat yang terdapat dalam media menyebabkan DHL-nya meningkat dan akhirnya menyulitkan sistem pengambilan unsur hara dari media tersebut.

Untuk mengurangi DHL suatu MTT dapat ditempuh dengan cara mengurangi jumlah pupuk yang ditambahkan ke dalam media tersebut, terutama nitrogen. Pupuk yang diberikan ke dalam media meningkatkan nilai DHL. Pengurangan jumlah pupuk berakibat berkurangnya unsur hara dalam MTT. Untuk mengatasinya, sejumlah pupuk nitrogen ditambahkan lagi ke dalam MTT jika ada tanda-tanda kekurangan nitrogen, atau menambah jumlah MTT dalam pot. Pekerjaan ini tidak disukai oleh mereka yang ingin bekerja lebih praktis dan efisien. Oleh karena itu, agar pupuk yang ditambahkan ke dalam MTT lebih banyak dengan tetap menjaga DHL serendah mungkin, diperlukan suatu bahan yang mempunyai daya sanggah tinggi terhadap DHL. Bahan tersebut dapat dipilih dari bahan yang mempunyai KTK tinggi dan dapat menyerap amonium atau nitrat. Untuk keperluan tersebut di atas, zeolit merupakan bahan yang dapat memenuhi persyaratan, karena zeolit mempunyai KTK tinggi dan dapat menyerap amonium. Dengan bahan baku zeolit, dapat dibuat media yang mempunyai sifat fisik maupun kimia yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman. Untuk membedakan dengan MTT

yang lain, media tersebut dinamakan media zeoponik.

4. Untuk Menghilangkan Bau

Sudah sejak dahulu kompos diketahui sebagai pupuk organik yang sangat penting bagi kesuburan tanah. Jauh sebelum pupuk kimia digunakan, para petani memanfaatkan sisa-sisa pakan bercampur dengan kotoran ternak sebagai kompos. Munculya pupuk kimia menyebabkan para petani enggan menggunakan kompos karena pupuk kimia jauh lebih praktis dan efisien. Namun demikian, pemakaian pupuk kimia yang berlebihan tanpa dibarengi pupuk kompos ternyata memberikan efek samping menurunkan kemampuan tanah untuk menunjang pertumbuhan tanaman. Tanah cenderung makin keras dan pH tanah menurun. Perbaikan teknologi pembuatan pupuk kimia juga mempunyai dampak negatif dengan menurunkan atau bahkan meniadakan kadar unsur-unsur mikro yang penting bagi tanaman.

Adanya efek negatif dari pupuk kimia mendorong para pakar pertanian di negara-negara maju mulai menganjurkan kembali penggunaan kompos sebagai bahan substitusi pupuk kimia dan penyumbang bahan organik dalam tanah. Kompos mengandung lebih beragam jenis unsur hara termasuk unsur hara mikro seperti tembaga, besi, seng, dan mangan. Bahan organik tanah jumlahnya terus berkurang karena proses penguraian. Untuk mempertahankan jumlahnya dalam tanah perlu penambahan bahan organik dari luar, misalnya dengan masuknya daun-daun yang gugur ke dalam tanah. Namun demikian, proses itu berlangsung sangat lambat, terutama pada tanah yang digunakan untuk pertanian intensif. Maka penambahan kompos pada tanah pertanian merupakan cara efektif mempertahankan kadar bahan organik tanah. Kompos mengandung lebih beragam jenis unsur hara termasuk unsur hara mikro seperti tembaga, besi, seng, dan mangan.

Permasalahan yang timbul dari pemakaian kompos adalah, rendahnya kandungan unsur hara menyebabkan penambahan kompos sebagai sumber unsur hara memerlukan jumlah yang sangat banyak. Untuk mengimbangi satu kilogram urea misalnya, diperlukan sekitar 20 kilogram kompos kotoran hewan. Itu pun ketersediaan

nitrogennya tidak secepat pupuk urea.

Disamping itu, nitrogen dalam kompos mudah menguap ke atmosfer sehingga menimbulkan bau busuk dan pencucian nitrogen lewat air hujan. Suwardi (1997) menyebutkan bahwa lebih dari separuh nitrogen yang dikandung kotoran ayam hilang ke atmosfer jika proses pengkomposan dilakukan lebih dari 2 bulan di udara terbuka.² Untuk meningkatkan efisiensi nitrogen pada kotoran hewan, maka pengurangan kehilangan nitrogen merupakan usaha yang penting baik ditinjau dari aspek ekonomi maupun lingkungan. Untuk maksud di atas, zeolit yang mempunyai kemampuan menyerap nitrogen diharapkan dapat mengurangi kehilangan nitrogen sekaligus mengurangi bau busuk.

PROSPEK ZEOLIT DI INDONESIA

Penggunaan zeolit didasarkan atas sifat-sifat fisika dan kimia yang unik yang dimilikinya. Dengan mengeksploitasi sifat-sifat zeolit telah dikembangkan teknologi industri, pertanian, perlindungan lingkungan. Pemahaman tentang sifat-sifat zeolit menjadi dasar untuk memanfaatkan seluas-luasnya zeolit untuk berbagai kegunaan. Pemahaman sifat-sifat zeolit termasuk di dalamnya cara analisisnya, sehingga jika ada kelainan data dapat diketahui penyebabnya.

Pada mulanya, zeolit digunakan sebagai bahan industri, seperti: bahan pengisi industri kertas, bahan penukar ion pada proses penjemihan air, bahan pemisah nitrogen dan oksigen, katalisator pada pemurnian minyak, adsorben tahan asam pada pengeringan dan sebagai bahan bangunan. Bersamaan dengan itu, penggunaan zeolit untuk imbuhan pakan ternak dan penjernihan pada tambak udang dan kolam ikan telah mulai dilakukan. Terdapat beberapa aspek yang menjadi dasar dari penggunaan zeolit yaitu aspek penyerapan, penukar kation, pengayak molekul dan katalis. Proses pertukaran kation merupakan masalah yang pertama-tama harus dikuasai, karena untuk penggunaan dalam aspek lainnya terutama sebagai katalis dan penyaring molekular, zeolit harus diubah bentuknya menjadi bentuk tertentu melalui proses pertukaran kation.

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. Di bidang pertanian, zeolit mulai banyak dimanfaatkan sebagai bahan ameliorasi, bahan campuran pupuk, bahan untuk meningkatkan kualitas kompos dan bahan MTT.

Mengingat banyaknya kegunaan mineral zeolit maka zeolit yang terdapat di Indonesia perlu diusahakan secara optimal. Pusat Pengembangan Teknologi Mineral (PPTM), lembaga-lembaga penelitian, dan perguruan tinggi telah melakukan berbagai penelitian yang menyangkut identifikasi dan penentuan kadar zeolit dalam batuan, dan penggunaan dalam berbagai bidang.

Zeolit merupakan salah satu jenis mineral yang banyak ditemukan di Indonesia karena Indonesia merupakan kepulauan yang dilalui deretan pegunungan yang aktif. Sebagian besar mineral zeolit terbentuk dari tufa vulkanik yang dikeluarkan oleh gunung api jutaan tahun lalu kemudian mengendap dan membentuk mineral zeolit. Zeolit di Indonesia umumnya terbentuk dari aktivitas gunung api yang terjadi setelah masa tersier muda.⁴ Dua jenis zeolit, mordenit dan klinoptilolit, umum dijumpai pada bukit-bukit yang mengandung zeolit dengan kemurnian cukup tinggi. Namun demikian tidak sedikit batuan yang berwarna mirip zeolit tetapi kandungan zeolitnya sangat rendah.

Di Indonesia zeolit banyak ditemukan di Sumatera, Jawa, Nusa Tenggara, dan Maluku. Sampai saat ini lebih dari 50 lokasi deposit zeolit telah ditemukan dan sebagian kecil telah dimanfaatkan. Dari deposit itu, beberapa diantaranya telah diteliti secara intensif dan dilakukan penambangan seperti Bayah daerah Banten Selatan, Cikembar daerah Sukabumi, Nanggung daerah Bogor Barat, dan Cikalong daerah Tasikmalaya Selatan.⁵ Dengan semakin banyaknya penggunaan zeolit khususnya di bidang pertanian, banyak pengusaha yang tertarik untuk menambang zeolit.

Dari penelitian yang dilakukan oleh Torri et.al. (1971) zeolit dari jenis klinoptilolit dan

mordenit yang ditemukan di Jepang mempunyai daya adsorpsi lebih baik dibandingkan dengan bahan pengadsorpsi yang telah dikenal seperti silika dan alumina teraktivasi.⁶ Selain sebagai bahan pengadsorpsi kation yang baik, zeolit mempunyai nilai KTK yang tinggi dan kation-kation tersebut dengan mudah dapat dipertukarkan dengan kation lain. Pertukaran kation dalam rongga dan di dalam kerangka aluminosilikat menyebabkan ukuran pori dari zeolit dapat diatur, sehingga zeolit dapat berfungsi sebagai penyaring molekul. Zeolit juga bersifat sebagai katalis berdasarkan gugus aktif pada saluran antar kristal. Sifat ini banyak dimanfaatkan untuk membantu reaksi-reaksi tertentu di dalam industri kimia.

Berdasarkan sifat-sifat di atas, zeolit mempunyai kegunaan luas baik di bidang industri, sebagai sumber energi baru, pertanian, dan bahkan dapat mengurangi polusi dari pencemaran limbah nuklir dan pabrik. Sudah tidak dapat disangkal lagi bahwa zeolit merupakan bahan komoditas yang penting di Indonesia pada tahun-tahun mendatang.

PERMASALAHAN ZEOLIT DI INDONESIA

Di Indonesia jumlah pabrik pengolahan zeolit masih sedikit dan umumnya belum mendiversifikasi produk kecuali dalam bentuk serbuk dan butiran. Namun demikian akhir-akhir ini banyak pengusaha yang tertarik untuk mengolah zeolit untuk berbagai kegunaan khususnya di bidang pertanian. Sampai saat ini kebutuhan zeolit, terutama untuk keperluan industri, misalnya untuk mengurangi kadar air pada gas alam masih tergantung dari impor. Jika kita dapat memanfaatkan zeolit yang ada di Indonesia untuk mensubstitusi zeolit impor tersebut, maka devisa dapat dihemat. Kita harus berusaha mengurangi ketergantungan zeolit dari luar negeri dengan cara mengolah zeolit yang ada di Indonesia. Permasalahannya kita harus menyediakan zeolit yang memenuhi kriteria untuk pemurnian gas alam.

Pabrik zeolit di Indonesia umumnya mengolah zeolit dari penambang tradisional. Cara ini dapat membantu penduduk setempat dalam memanfaatkan sumberdaya alam. Yang menjadi masalah adalah sulitnya mengontrol penambang tradisional agar hanya menambang zeolit yang berkualitas

baik. Penambang tidak memahami zeolit yang bagaimana yang berkualitas baik. Agar dapat menseleksi zeolit yang baik memang seharusnya pengelola pabrik zeolit mempunyai konsesi yang ditambang sendiri oleh pengusaha. Namun demikian cara ini sering tidak diijinkan oleh pemerintah daerah.

Zeolit umumnya ditambang di daerah yang jauh dari daerah yang memerlukan zeolit. Faktor transportasi biasanya merupakan komponen yang menentukan harga. Jadi harga zeolit yang ada di pasaran umumnya banyak berasal dari komponen transportasi. Jika harga zeolit dapat ditekan maka penggunaan zeolit akan segera meluas di masyarakat.

KESIMPULAN

Zeolit merupakan mineral yang melimpah di Indonesia dapat digunakan untuk berbagai bidang termasuk pertanian. Zeolit dapat digunakan sebagai bahan ameliorasi, bahan campuran pupuk, bahan media tumbuh tanaman, dan menghilangkan bau. Meskipun dapat meningkatkan produksi pertanian, harga zeolit yang relatif mahal masih menjadi kendala pemanfaatannya di masyarakat.

DAFTAR ACUAN PUSTAKA

1. **Townsend, R. P. (Ed.)**, *The Properties and Application of Zeolites*, The Chemical Society, Burlington House, London, 1979.
2. **Suwardi**, *Studies on agricultural utilization of natural zeolites in Indonesia*, PhD Dissertation, Tokyo University of Agriculture, 1997.
3. **Minato, H.**, *Characteristics and uses of natural zeolites*, Koatsugasu 5, 1968, 536-547.
4. **Minato, H.**, *Zeolite resources and its zeolite mineral in Indonesia*, In *Natural Zeolites and Its Utilization* (Minato, H., Ed), Committee for Utilization of Natural Zeolites, JSPS, 1994, p.151-157.
5. **Pusat Pengembangan Teknologi Mineral**, *Kegunaan dan prospek zeolit di Indonesia*, Laporan Ekonomi Bahan Galian, No. **72**, Bandung, 1990.
6. **Torii, K.**, *Utilization of natural zeolites in Japan*, In *Natural Zeolites: Occurrence, Properties, Use* (Sand, L.B. and Mumpton, F.A., Eds.), Pergamon Press, London, 1977, p.441-450.