

1

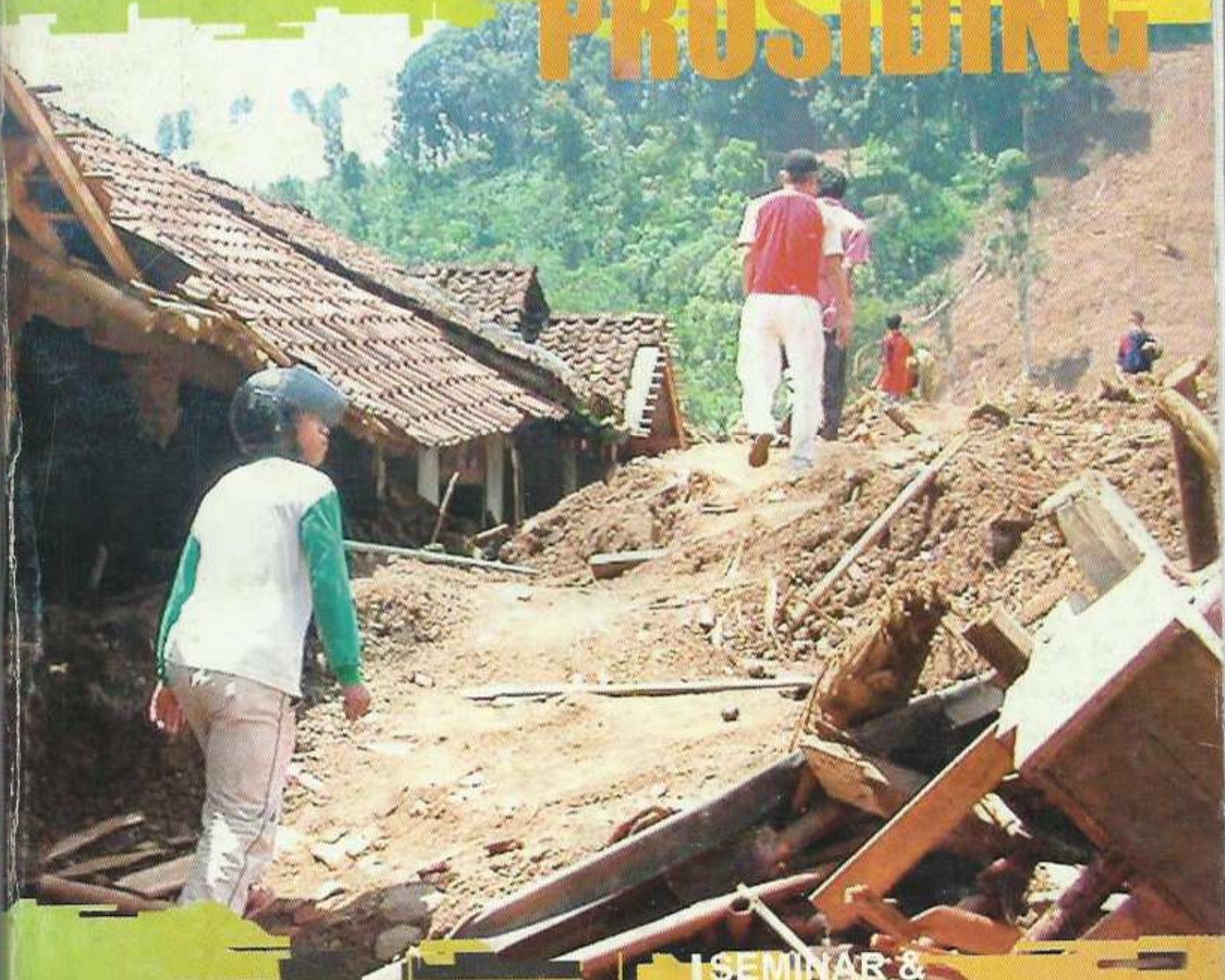
ISBN 978-979-8918-64-3

HITI
Himpunan Ilmu Tanah Indonesia



SOLUSI MISKELOLA TANAH DAN AIR
UNTUK MEMAKSIMALKAN KESEJANTERAAN RAKYAT

PROSIDING



SEMINAR &
KONGRES NASIONAL IX
HITI

5-7 Desember 2007
UPN "VETERAN" YOGYAKARTA



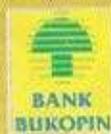
UPN "Veteran" Yogyakarta



Universitas Gadjah Mada



Departemen Kehutanan RI



PT. Perkebunan Nusantara VII
(PERSERO)





I Sekretariat I

Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara) Condongcatur Yogyakarta
Fax. 0274-486693, 487793, Email: kongreshiti9@yahoo.co.id

PROSIDING

Kongres Nasional IX
Himpunan Ilmu Tanah Indonesia (HITI)

Solusi Miskelola Tanah dan Air untuk Memaksimalkan Kesejahteraan Rakyat

BUKU 1

- ▶ Pengelolaan Tanah, Kualitas Lahan dan Efisiensi Pemanfaatan Air
- ▶ Pemanfaatan, Mitigasi Kerusakan Dan Rehabilitasi Lahan
Serta Tata Ruang Wilayah

Tim Penyunting :

Bostang Radjagukguk
Bambang Djadmo Kertonegoro
Dja'far Shiddieq
Bambang Hendro Sunarminto
Sugiman Setyo Wardoyo
Mohammad Nurcholis
Benito Heru Purwanto
Nasih Widya Yuwono
Partoyo

Diterbitkan oleh
UPN "Veteran" Yogyakarta Press
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
Jl. Lingkar Utara Condongcatur Yogyakarta 55283
Telp. 0274-486401, 48733 Fax 0274-486400
<http://www.upnyk.ac.id>

YOGYAKARTA
5 - 7 DESEMBER 2007

ISBN : 978-979-8918-64-3

Editor Pelaksana

Fandi Hidayat

Ali M Saifudin

Imam Ghozali

Akbar Afdilla Fadli

Layout

Fandi Hidayat

Akbar Afdilla Fadli

Penata Sampul

Wirawan Setiadi

© UPN "Veteran" Yogyakarta Press

DAFTAR ISI

BUKU 1 :

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
Peningkatan produktivitas lahan melalui pengelolaan bahan organik menuju pertanian berkelanjutan Ishak J. dan Setiari M.	1
Keragaman Kepadatan Ultisol Terhadap Pertumbuhan Bibit Akasia di Jambi (Studi Areal HTI milik PT. Wirakarya Sakti) M. Syarief	11
Sifat-sifat tanah yang menjadi faktor pembatas produktivitas lahan kering marginal di Lombok Timur dan alternatif penanggulangannya Ai Dariah, Neneng L.N., S. Marwanto S.T. Talouhu	19
Monitoring kualitas tanah dalam sistem budidaya sayuran organik Wiwik H., D. Setyorini dan F. Agus.....	30
Pengaruh vegetasi pionir terhadap sifat-sifat biologi tanah dalam proses rehabilitasi lahan alang-alang P. Prawito	40
Layanan ekologi cacing jenis penggali tanah dalam mempertahankan makroporositas tanah lahan pertanian bekas hutan Widyatmani S.D, Kurniatun H., Didik S.	53
Peningkatan produktivitas lahan kering masam melalui perbaikan pola tanam, pemberian bahan organik dan kapur Joko Purnomo	68
Karakteristik tanah pada lahan kering dan alternatif pengelolaannya untuk pertanian di kabupaten Pasir, Kalimantan Timur Hikmatullah dan D. Subardja.....	80
Efisiensi penggunaan air dan radiasi surya pada sistem tumpangsari jagung padi gogo di lahan beriklim kering Laode Sabarudin dan Siti Leomo	92
Pengaruh penambahan air melalui sistem irigasi tetes sederhana pada periode kritis kekeringan terhadap perkembangan bunga dan buah pada beberapa jenis cabang Kopi Arabika (<i>Coffea arabica</i> L.) T. Sutikno dan S.A. Budiman	104



Karakterisasi kualitas pupuk organik dengan teknik pengomposan untuk budidaya pertanian organik Diah S., L.R. Widowati dan W. Hartatik.....	117
Sistem pengelolaan lahan sesuai harkat (Splash versi 1.02): sistem pengambilan keputusan dalam memilih teknik konservasi tanah dan air dalam skala usaha tani T. Vadari, A. Dariah dan A. Rachman	129
Pengaruh sistem pola usaha tani pada lahan miring terhadap aliran permukaan dan erosi Yatti Sugiarti	149
Model perhitungan neraca air kebun kelapa sawit dengan aplikasi bangunan konservasi tanah dan air K. Murtalaksono, Hasril H.Si., Witjaksana D., dan Yayan Hidayat	162
Integrasi budidaya kopi arabika dengan ternak kambing serta pemanfaatan limbah ternak untuk biogas dan pupuk kandang Soetanto A. dan Sri Mulato.....	172
Identifikasi potensi sumberdaya lahan dan arahan pertanian di lahan pasang surut Agus S., M. Hikmat, Dwi H.	178
Dilema pengelolaan sumberdaya lahan pulau-pulau kecil kasus degradasi sumberdaya tanah dari jazirah leitimur pulau Ambon Rafael M.Osok dan E.J. Gaspersz	194
Dampak deforestasi terhadap hidrologi daerah aliran sungai di DAS Brantas Hulu, Jawa Timur Didik S., G. Sterkb, Sudartoa, W.H. Utamoa, dan Widiantoa.....	204
Efisiensi penggunaan air irigasi dari sumber air tanah dalam (ground water) pada lahan kering pasiran lombok utara dengan teknologi irigasi sprinkler big fun Suwardji.....	225
Validasi model Dss Konservasi Tanah (Splash Versi 1.02) Rahmah D. Y. dan Ai Dariah	239
Deposit dan sifat-sifat mineral zeolit serta pemanfaatannya sebagai bahan pembenah tanah Suwardi.....	248
Respon tanaman bawang merah (<i>Allium asconicum</i>) yang diinokulasi MVA pada ragam cara pemberian BO dan jeda pengairan di lahan kering pulau lombok Lolita E. S. dan Sukartono.....	258
Eksplorasi kualitas lahan dan produktivitas untuk pengembangan kriteria kesesuaian lahan untuk jambu mete (<i>Anacardium occidentale L.</i>) Widiatmaka, A. Sutandi, U. Daras, Anas, A. Krisnohadi	270



Oxisol dan manajemennya dari kecamatan Cariu-Kabupaten Bogor dan Kecamatan Cinangka-Kabupaten Serang Tatat S.A. dan Djunaedi A. Rachim.....	280
Aplikasi sistem olah tanah konservasi pada lahan kering beriklim kering di Lombok Timur Ai Dariah, Neneng L.N., Sidik H.T.....	291
Produktivitas tanaman padi sawah pada tanah mineral masam di Lampung Timur M. Al-Jabri dan Ishak Juarsah.....	301
Penerapan teknik konservasi dan air dalam peningkatan produksi kelapa sawit K. Murti Laksono, Edy S., H. Dadan dan Sudarmo	310
Peningkatan kualitas lahan sulfat masam terlantar melalui optimasi teknik pengelolaan tanah dan air Haryono dan Tagus Vadari.....	319
Penetapan kurva retensi air tanah laboratorium secara tensiogravimetri dengan gips block Cahyadi B. dan Niken S.	327
Pengaruh pupuk mikro asal Cina terhadap pertumbuhan dan hasil kacang tanah di Inceptisols Mas Teddy Sutriadi.....	338
Dinamika populasi bakteri nitrifikasi dan potensial nitrifikasi di Alfisols Jumantono dengan perlakuan kualitas seresah yang mengandung senyawa alelopati Widaningsih, Erlita Cendrasari, Jauhari S.....	348
Pengaruh dekomposisi bahan organik terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman jagung Haryono.....	360
Dampak negatif terhadap lingkungan tanah dan air akibat adanya miskelola TPA sampah Zetly E. Tamod	371
Kesesuaian lahan untuk tanaman jagung (<i>Zea mays</i> L.) dan kakao (<i>Theobroma cacao</i> L.) di kec. Sentolo kab. Kulon Progo Anjal A.A., Bambang H.S., Gusti A.	380
Kesesuaian lahan untuk tanaman kedelai (<i>Glycine max</i> L.) dan melinjo (<i>Gnetum gnemon</i> L.) di kec. Sentolo kab. Kulon Progo Anjal A.A., Bambang H.S., Heni D.K	395
Kesesuaian lahan untuk tanaman kelapa (<i>Cocos nucifera</i> L.) dan pisang (<i>Musa spp.</i> L.) di kec. Pengasih kab. Kulon Progo Anjal A.A., Bambang H.S., P.K.Pandambara T.Y.	411



Pengaruh kualitas terutama Cr terhadap beberapa sifat tanah di sepanjang Sungai Winongo Jogjakarta Anjal A.A., Syamsul A.S., Ismi Purba.....	428
Upaya pelepasan fosfat terperangkap dalam bentuk occluded melalui kombinasi mekanik, kimia dan biologi pada budidaya tanah sawah Lenny S.N., Syekhfani dan M. Munir.....	454
Pengaruh perlakuan kualitas seresah kedalaman tanah terhadap dinamika populasi mikroba nitrifikasi dan mikroba heterotrof terkait pengendalian nitrifikasi secara hayati Mukhaila Iryani, Ratih Septiyani.....	470
Inovasi teknologi konservasi air untuk meningkatkan produksi cabai dan pendapatan usaha tani lahan kering S.H. Tala'ohu.....	481
Peran akar pohon dalam mencegah gerakan tanah Kurniatun H., Ari S., Veronika K., Didik S., Widiyanto dan Meine v.N.....	496
Bioremediasi: salah satu strategi meningkatkan keberhasilan rehabilitasi lahan bekas tambang Enny Widyati.....	510
Metode rehabilitasi lahan kering terdegradasi untuk meningkatkan kualitas lahannya Abdullah A., B.H. Sunarminto, M. Drajad, S. Marwanto.....	521
Partisipasi masyarakat dalam pengelolaan lingkungan : studi pendahuluan mengenai kemauan masyarakat wilayah bahaya banjir untuk membayar jasa lingkungan lahan pertanian Irawan dan Undang Kurnia.....	534
Dampak tsunami terhadap kondisi tanah pada lahan pertanian Achmad R. dan Deddy Erfandi.....	548
Analisis hirarki wilayah dan land rent pola usaha tani padi dan bawang merah serta faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihannya di kabupaten Bantul propinsi D.I. Yogyakarta Santun R.P.S., Andrea E.P., Dyah R.P.....	557
Revegetasi sebagai alternatif memperbaiki sifat kimia tanah pada lahan bekas tambang batubara S. Setyo Wardoyo.....	568
Karakteristik lahan wilayah bencana longsor di sub desa Kaliputih kec. Panti kab. Jember Cahyo Prayogo.....	581
Manipulasi lingkungan tempat tumbuh sebagai upaya terpadu pengembangan teknologi rehabilitasi lahan pasca tsunami di Banda Aceh Cahyono A., Anwar B., Dewi W., Soni H., Barkah S.	594



Penilaian kondisi lahan revegetasi pasca tambang batu bara bukit asam (Tanjung Enim) dengan prosedur analisis fungsi lansekap Dwi S., Dullah T., Herlina H.....	608
Kajian geologi dan neotektonik untuk identifikasi bencana di wilayah kota Semarang Helmy M., Achmad R., Sutarto, Arif Rianto	616
Upaya pengelolaan lingkungan pada penambangan pasir di Kali Woro Klaten Jawa Tengah Suharwanto	638
Kajian pemanfaatan sludge industri kertas sebagai sumber bahan organik untuk revegetasi lahan bekas tambang batubara Enny Widyati.....	646
Nilai ekonomi lahan pertanian berdasarkan manfaat multifungsi lahan sawah dan lahan kering Irawan.....	659
Bencana gerakan tanah : tinjauan dari gatra tanah Partoyo	674
Salinitas tanah dan penyebarannya pada lahan pertanian pasca tsunami Deddy Erfandi dan Achmad Rachman	684
Alih guna hutan menjadi lahan pertanian: perubahan iklim mikro paska alih guna hutan dan sebaran rayap yang berpotensi sebagai hama Fitri K.A., F.X. Susilo, Bagyo Y., dan Kurniatun H.....	693
Remidiasi tanah terpengaruh tsunami terhadap pertumbuhan dan hasil jagung sebuah percobaan POT S. Sutono, I.G.M. Subiksa dan A. Rachman	710
Potensi pohon dalam meningkatkan kekuatan geser tanah (<i>soil shear strength</i>) di Daerah Aliran Sungai (DAS) Bango Syahrul K., Didik S., Zaenal K., Mohadi N.....	719
Apakah sistem agroforestri dapat memperlambat kemunduran kesuburan tanah pada lahan terdegradasi? (Studi kasus di Lampung Utara) Sri Rahayu, Syahrul K., Sondang R., Cahyo P.	732
Applying data mining approach on soil research in Indonesia Yiyi S. dan B.H. Prasetyo	740
Keunggulan dan kelemahan sistem alley cropping untuk usaha tani konservasi di lahan kering DAS bagian hulu Umi Haryati.....	755
Mencari indikator cepat untuk menilai perubahan kualitas lahan di bawah tegakan wanatani (Agroforestry) lahan kering marginal Umu Solehani dan Suwardji.....	768



Bakteri pendekomposisi selulosa pada tanah gambut dan alluvial Abdul Hadi dan Zurnida Titin M.....	777
Strategi pengembangan manggis (<i>Garcinia mangostama</i> L.) di kabupaten Sawahlunto/Sijunjung, Propinsi Sumatera Barat Ning W.U., Suwardi dan Muhammad Ardiansyah	788
Bioremediasi <i>in situ</i> lingkungan yang tercemar hidrokarbon aromatik polisiklik: pengaruh penambahan nutrien dan surfaktan R. Agus Widodo.....	802
Pemanfaatan lahan di wilayah karst Pegunungan Seribu kabupaten Gunung Kidul, dalam usaha meningkatkan pendapatan petani Bambang Hendro Sunarminto	813

BUKU 2 :

Karakteristik Dan Evaluasi Kesesuaian Lahan Untuk Pengembangan Jarak Pagar Di Indonesia Ir. Anny Muhyani, Ms.....	819
Prospek Pemanfaatan Batuan Vulkanik Sebagai Sumber Hasil Tanaman Dan Pembenah Tanah Ramah Lingkungan Joko Priyono.....	837
Relokasi Sari Kering Limbah (sludge) Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Mutu Semai (<i>Tectona Grandis</i> L. F) Haryono S., Daryono P., dan Dewi W.	850
Integrasi data citra landsat dan elevasi digital untuk analisis satuan lahan dalam pemetaan tanah tingkat tinjau Hikmatullah dan Wahyunto.....	858
Transforming pedological knowledge to innovative technology: the use of basalts rock to modify charge properties and cation contents of an oxisol for cocoa growth Markus A. and J. Shamsuddina.....	868
Pemetaan tingkat bahaya erosi berdasarkan kajian sifat fisika tanah yang berkembang dari bahan vulkan Setiari M dan C. Tafakresnanto.....	879
Klasifikasi potensi gambut untuk tanaman kelapa sawit dengan pendekatan indeks lahan Winarna, E.N. Ginting, Bambang H.S., dan Bennito H.P.	891
Pendekatan empiris distribusi ukuran pori tanah dengan model arya-paris dan korelasinya terhadap hasil pengukuran laboratorium Cahyoadi B. dan Mohammad Hasan.....	906



**DEPOSIT DAN SIFAT-SIFAT MINERAL ZEOLIT SERTA PEMANFAATANNYA
SEBAGAI BAHAN PEMBENAH TANAH**

Suwardi

Staf Pengajar Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian,
Institut Pertanian Bogor
Jl. Meranti Kampus IPB, Darmaga, Bogor
Tel./Fax. 0251-629357, HP 08129674021, Email: suwardi_bogor@yahoo.com

ABSTRAK

Zeolit merupakan mineral dari golongan silikat banyak ditemukan di Indonesia. Lebih dari 50 lokasi deposit zeolit telah diidentifikasi tersebar di Sumatera, Jawa, Nusa Tenggara, dan Maluku. Namun demikian baru beberapa deposit khususnya di Sumatera dan Jawa yang telah dieksploitasi dan dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Sifat utama zeolit secara fisik adalah strukturnya porous sehingga dapat menyerap air dan memiliki bobot isi rendah. Sifat-sifat kimia yang penting diantaranya kapasitas tukar kation (KTK) yang tinggi mencapai 180 me/100g dan selektivitas menyerap ion amonium. Sifat-sifat tersebut digunakan sebagai dasar pemanfaatan zeolit untuk berbagai keperluan di bidang pertanian, industri, dan perbaikan lingkungan. Di bidang pertanian, zeolit digunakan untuk penjernih air pada kolam dan tambak ikan, campuran pakan ternak, dan bahan pembenah tanah. Sebagai bahan pembenah tanah, zeolit dapat diberikan langsung ke tanah-tanah pertanian bersama bahan lain; dibuat media tumbuh untuk tanaman hortikultura; dicampurkan dengan pupuk kandang sewaktu proses pengkomposan; dicampurkan dengan pupuk urea sebagai pupuk penyedia lambat; dan lain-lain. Telah banyak hasil-hasil penelitian zeolit untuk berbagai penggunaan, namun demikian penggunaan zeolit ini di masyarakat masih sangat terbatas. Hal ini disebabkan karena berbagai kendala seperti beragamnya kualitas zeolit dan pemalsuan produk.

Kata kunci: bahan pembenah tanah, deposit zeolit, kapasitas tukar kation,

PENDAHULUAN

Di Amerika Serikat dan Eropa, zeolit telah lama dikenal dan dimanfaatkan untuk berbagai keperluan di bidang industri khususnya bahan penjernih air. Pada tahun 1960-an Jepang mulai menggunakan zeolit untuk memperbaiki tanah-tanah pertanian khususnya tanah sawah. Di Indonesia, zeolit mulai dikenal luas setelah diperkenalkan oleh Pusat Penelitian Teknologi Mineral (PPTM) tahun 1980-an. Sebelumnya zeolit lebih banyak dikenal sebagai batu hijau yang banyak digunakan sebagai batu tempel untuk hiasan dinding. Setelah itu banyak seminar tentang zeolit diadakan oleh berbagai pihak untuk menghimpun potensi deposit zeolit, cara pengolahan, sifat-sifat, dan pemanfaatan zeolit di berbagai bidang seperti pertanian, industri, dan perbaikan lingkungan.

Zeolit merupakan mineral dari golongan silikat, tetapi berbeda dengan mineral lain dari golongan silikat seperti feldspar, kuarsa, dan lain-lain, struktur mineral zeolit berongga. Struktur berongga ini menyebabkan zeolit mempunyai bobot isi lebih rendah, hanya sekitar $2,0 \text{ g/cm}^3$ lebih rendah dari mineral silikat lainnya seperti feldspar yang



mempunyai bobot isi $2,7 \text{ g/cm}^3$. Zeolit terbentuk pada berbagai tipe batuan dan pada berbagai lingkungan geologi. Pada dasarnya zeolit terbentuk dari tufa yang berasal bahan piroklastik halus (abu) yang disebarkan oleh aktifitas gunung api jutaan tahun lalu yang kemudian terendapkan dan terkonsolidasi di suatu tempat yang bersifat basa. Apabila tufa tersebut bersifat asam dan berkomposisi riolitik maka bahan ini merupakan sumber pembentuk zeolit dan beberapa jenis bahan galian mineral industri lainnya seperti bentonit, toseki, dan kaolin. Dalam proses pembentukannya, unsur silikon yang bervalensi 4 sebagian disubstitusi oleh unsur aluminium yang bervalensi 3 sehingga terjadi kelebihan muatan negatif. Dengan adanya substitusi tersebut kerangka dasar dalam mineral zeolit adalah aluminium-silikat. Kelebihan muatan ini kemudian dinetralkan dengan adanya kation-kation seperti kalium, natrium kalsium dan magnesium. Dalam rongga-rongga tersebut molekul air dapat bergerak bebas.

Terjadinya rangkaian krisis ekonomi yang menimpa bangsa Indonesia saat ini memaksa kita untuk meningkatkan efisiensi di segala bidang, termasuk di bidang pertanian. Bahkan peranan sektor pertanian menjadi semakin penting dan menjadi ujung tombak ekonomi Indonesia. Oleh karena itu, efisiensi penggunaan faktor produksi pertanian khususnya pupuk merupakan kegiatan yang mutlak dilakukan dalam rangka memajukan program intensifikasi pertanian. Apalagi saat ini harga pupuk semakin tinggi akibat merosotnya nilai rupiah dan bahan baku pupuk banyak yang diimpor dari luar negeri. Untuk meningkatkan efisiensi pupuk diperlukan suatu bahan yang dapat mengoptimalkan penggunaan pupuk. Intensifikasi lahan pertanian pada beberapa sentra pertanian di Indonesia telah mengakibatkan terjadinya degradasi lahan baik terhadap sifat kimia, kimia dan biologi tanah. Kemasaman tanah cenderung naik, aerasi dan drainase menurun, kelarutan besi dan aluminium meningkat, fiksasi fosfat meningkat serta meningkatnya laju pencucian sehingga mengakibatkan rendahnya respon tanaman terhadap masukan faktor-faktor produksi. Oleh karena itu, perlu dilakukan usaha-usaha perbaikan lahan agar produktifitas tanah meningkat. Berdasarkan sifat-sifatnya, zeolit dapat berperan dalam usaha memperbaiki sifat-sifat tanah dan diharapkan dapat meningkatkan produksi produksi pertanian. Agar dapat memanfaatkan zeolit untuk berbagai keperluan, kita harus mengetahui sifat-sifat zeolit dan dapat memanipulasi sifat-sifat tersebut untuk tujuan tertentu.

Paper ini akan membahas deposit zeolit yang ada di Indonesia, sifat-sifat zeolit dan penggunaannya untuk bidang pertanian khususnya sebagai bahan pembenah tanah.

Berdasarkan analisis dengan defraksi sinar-X diketahui bahwa zeolit yang terdapat di Indonesia pada umumnya adalah klinoptilolit 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, Bayah, 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 seperti Malaysia, Thailand, dan negara-negara Timur Tengah.

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 berbutir 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 Sumatera dan 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 ribu ton/tahun, cadangan zeolit tidak habis dalam 1000 tahun.

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 (Harjanto, 1992). 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) lainnya sekitar 30 lokasi baru diketahui ada deposit mengandung 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

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, dan komposisi batuan asal.

3. Sifat-Sifat Mineral Zeolit

Kemasaman (pH)

Nilai pH dari beberapa contoh zeolit menunjukkan bahwa zeolit memiliki pH netral berkisar antara 6-8. Keragaman nilai pH zeolit disebabkan oleh nilai beberapa faktor diantaranya mineral pengikat dan lokasi pembentukan. Mineral pengikat dari golongan mineral liat 2:1 cenderung memiliki pH lebih tinggi sementara itu mineral pengikat kuarsa cenderung memiliki pH rendah. Berkaitan dengan tempat pembentukan,



zeolit yang terbentuk di lingkungan yang basa seperti danau alkalin akan menghasilkan zeolit yang ber pH tinggi. Sementara itu zeolit yang terbentuk pada daerah yang masam akan menghasilkan zeolit yang masam pula.

Sifat pH zeolit yang tinggi ini sering dimanfaatkan petani untuk meningkatkan pH tanah atau pH air. Namun demikian jika tujuannya untuk menaikkan pH mungkin tidak akan terlalu sukses karena daya sangga pH zeolit terlalu kecil. Untuk tujuan peningkatan pH masih disarankan menggunakan kapur.

Daya Hantar Listrik (DHL)

Nilai daya hantar listrik zeolit sangat rendah mulai dari 0,02 sampai 0,95 dS/m. Rendahnya daya hantar listrik disebabkan oleh rendahnya garam-garam dalam zeolit yang larut dalam air dan tingginya nilai KTK. Nilai KTK yang tinggi pada zeolit dapat mengontrol nilai daya hantar listrik pada level yang rendah karena dapat menyerap kation-kation dalam larutan. Kation-kation yang larut dapat meningkatkan daya hantar listrik. Rendahnya daya hantar listrik ini dimanfaatkan untuk digunakan sebagai media tumbuh tanaman. Media yang baik adalah media yang dapat menyangga peningkatan DHL yang besar.

Tabel 2. Beberapa sifat kimia contoh zeolit dengan basa-basa

Asal Contoh	pH H ₂ O (1:5)	EC dS/m	Jumlah Basa-basa (meq/100g)				KTK meq/100g
			Ca	Mg	K	Na	
Lampung	6,3	0,03	47,0	4,58	24,4	38,8	127
Bayah	7,9	0,15	43,7	6,09	18,9	11,1	79
Bojong	7,5	0,03	34,7	4,27	23,3	11,1	84
Gunung Dewi	7,6	0,06	35,1	5,82	18,4	10,0	76
Cirangkasbitung-1	7,4	0,05	41,2	7,87	35,6	6,1	94
Cirangkasbitung-2	7,5	0,03	77,6	9,17	28,4	22,8	145
Nanggung	6,3	0,09	52,4	6,86	6,5	7,1	78
Cikembar	7,1	0,08	39,8	6,45	13,9	11,9	72
Cikalong	6,5	0,09	58,3	4,98	18,4	25,6	110
Malang	6,9	0,02	63,7	9,86	44,5	16,2	120
Nanga Panda	8,2	0,04	79,5	1,84	33,3	43,2	167

Kapasitas Tukar Kation (KTK) dan Basa-basa.



Sifat kimia utama zeolit adalah nilai kapasitas tukar kation (KTK) yang sangat tinggi, sekitar 80 sampai 200 meq/100g. Nilai KTK yang rendah pada contoh zeolit umumnya disebabkan oleh rendahnya kandungan zeolit pada contoh. Ada hubungan yang erat antara KTK dan kandungan zeolit, semakin tinggi kandungan zeolit nilai KTK semakin tinggi. Oleh karena itu, besarnya nilai KTK pada contoh zeolit dapat digunakan untuk menduga kandungan mineral zeolit.

Susunan basa-basa yang dapat dipertukarkan pada zeolit tergantung pada komposisi mineral. Untuk mordenit didominasi oleh Ca, Na dan K sedangkan klinoptilolit didominasi oleh Na, K dan Ca, Mg yang dapat dipertukarkan adalah kation yang paling sedikit di antara basa-basa yang dapat dipertukarkan pada mordenit dan klinoptilolit. Hubungan kation dominan pada zeolit adalah sebagai berikut: Mordenit didominasi oleh Ca dan karenanya disebut Ca-type sedangkan klinoptilolit didominasi oleh Na dan karenanya disebut Na-type.

KTK merupakan salah satu sifat terpenting dari bahan kimia pada zeolit dalam hubungannya dengan bahan absorpsi. KTK dapat digunakan sebagai parameter kualitas zeolit jika data kandungan zeolit tidak didapatkan. KTK pada contoh mengandung 70% zeolit dimana kira-kira mempunyai KTK 120 meq/100g. Sebagian besar contoh tidak mengandung mineral campuran kecuali *volcanic glass* sebagai bahan baku zeolit.

Sifat jerapan

Zeolit termasuk bahan penyerap yang unik. Di bawah kondisi normal, sebagian besar rongga pada zeolit terisi oleh molekul air di sekitar kation yang dapat dipertukarkan. Jika air dikeluarkan dengan jalan pemanasan 300-400°C dalam waktu beberapa jam, zeolit dapat berfungsi sebagai bahan pengabsorpsi kation yang baik. Zeolit bersifat reaktif dan dapat berfungsi sebagai pengadsorpsi gas yang bersifat polar seperti amonia, CO₂, H₂S, dan lain-lain. Berdasarkan sifat-sifat itu, zeolit mempunyai kegunaan luas sebagai bahan penyerap. Mordenit dan klinoptilolit yang ditemukan di Jepang menunjukkan sifat penyerap lebih baik dibandingkan dengan bahan penyerap yang telah dikenal seperti silika gel atau alumina teraktivasi (Torri *et al.*, 1971).

- 1) Kemampuan zeolit menyerap gas amonia dapat dimanfaatkan sbb:
- Menghilangkan bau pada kotoran hewan piaraan misalnya kandang kucing atau anjing.
 - Menghilangkan bau pada proses pengomposan.
 - Mengurangi penguapan pupuk nitrogen jika pupuk dicampur dengan zeolit.
 - Menjernihkan air pada kolam dan tambak udang.
 - Menghilangkan bau pada tempat pemotongan hewan dan pasar ikan.
- 2) Kemampuan menyerap air dapat digunakan:



- a. Sebagai bahan desikan pada industri makanan.
 - b. Menyerap uap air pada industri LPG.
- (3) Kemampuan menyerap gas H_2S dimanfaatkan untuk:
- a. Meningkatkan mutu gas alam yang banyak mengandung H_2S .
 - b. Menghilangkan bau yang disebabkan gas H_2S .
- (4) Kemampuan menyerap gas CO_2
- a. Untuk pemurnian gas O_2 .
 - b. Mengkarbonisasi minuman.

Sifat katalis

Penggunaan zeolit sebagai katalis menjadi sangat penting setelah diketahui zeolit tertentu dalam bentuk hidrogen dan alkali tanah mempunyai aktivitas pemecah ikatan. Reaksi katalitik terjadi di dalam pori-pori kristal zeolit. Dalam hal ini ukuran pori memegang peranan yang sangat penting. Oleh karena itu zeolit yang digunakan sebagai katalis umumnya merupakan zeolit sintesis. Dibandingkan dengan bahan katalis lain, zeolit mempunyai tingkat lama pemakaian yang lebih panjang karena bentuk kristalnya yang lebih stabil. Pada zeolit sintesis, ukuran pori dari zeolit dapat diatur dari jenis dan jumlah kationnya. Zeolit demikian 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. Sifat ini didasarkan pada gugus aktif yang dimiliki oleh zeolit pada saluran antar kristal. Zeolit juga dapat berfungsi sebagai pengayak/ penyaring molekul berdasarkan ukuran pori dari zeolit. Molekul-molekul yang mempunyai diameter lebih kecil dari ukuran pori zeolit akan lolos melewati zeolit sedangkan yang memiliki ukuran lebih besar dari pori zeolit akan tertahan. Kemampuan zeolit sebagai katalis berguna sebagai penyaring molekul. Dan karier pestisida, dll.

4. Pemanfaatan Zeolit sebagai Bahan Pembenah Tanah

Ditebar langsung ke tanah.

Usaha memperbaiki sifat-sifat tanah dengan penambahan bahan ke dalam tanah semakin mendapat perhatian para pakar pertanian. Usaha ini dikaitkan dengan program intensifikasi pertanian, suatu usaha untuk meningkatkan produksi pertanian setiap satuan lahan. Usaha ini termasuk penambahan kompos, pupuk kandang, kapur, zeolit dan bahan-bahan lain dalam jumlah yang cukup besar. Kalau penambahan pupuk sekitar 100-300 kg/ha, maka penambahan bahan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah tersebut bisa mencapai 10 ton/ha. Bahan yang ditambahkan dalam jumlah besar tersebut dikenal sebagai bahan pembenah tanah atau *soil amendment*. Berbeda dengan pupuk yang pengaruhnya langsung kepada tanaman, bahan pembenah tanah pengaruhnya secara tidak langsung. Bahan pembenah tanah memperbaiki sifat-sifat tanah sehingga



memungkinkan tanaman yang tumbuh di atas tanah menjadi lebih baik. Bahan pembenah tanah seringkali juga mengandung unsur hara meskipun dalam jumlah lebih kecil dari pada pupuk sehingga penambahan bahan pembenah tanah juga dapat memberikan dampak yang baik terhadap pertumbuhan tanaman.

Meskipun zeolit telah lama digunakan petani di beberapa negara untuk memperbaiki tanah, tetapi baru diakui secara resmi oleh pemerintah Indonesia pada tahun 1999. Dalam surat keputusan Menteri Pertanian tahun 1999 zeolit telah tercantum sebagai salah satu bahan pembenah tanah. Fungsi utama zeolit sebagai bahan pembenah tanah adalah meningkatkan nilai kapasitas tukar kation (KTK) tanah sehingga pemberian zeolit pada tanah-tanah yang mempunyai KTK rendah diharapkan dapat meningkatkan KTK-nya. Struktur zeolit termasuk cukup stabil di dalam tanah maka sekali pemberian zeolit pada tanah-tanah marginal, pengaruhnya dapat bertahan untuk beberapa tahun. Semakin halus ukuran zeolit pengaruhnya semakin baik tetapi daya tahannya lebih pendek. Oleh karena itu sebaiknya pemberian zeolit sebagai bahan pembenah tanah sebaiknya diberikan dalam bentuk campuran antara ukuran halus dan kasar.

Dari percobaan lapang diketahui bahwa pemberian zeolit menyebabkan 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. Berkaitan dengan muatan tanah, zeolit yang diberikan pada tanah yang mempunyai mineral liat alofan ternyata tidak nyata meningkatkan KTK tanah. Kelemahan dari cara pemberian zeolit sebagai bahan pembenah tanah adalah memerlukan zeolit dalam jumlah besar (untuk setiap kenaikan 1 meq/100g diperlukan sekitar 10 ton zeolit/ha). Oleh karena itu, penggunaan zeolit sebagai bahan pembenah tanah menjadi bahan yang masih mahal. Dengan pemberian 5 ton/ha dan harga zeolit Rp 500/kg berarti petani perlu mengeluarkan dana tambahan Rp 2.5 juta/ha, suatu jumlah yang sangat besar. Namun jika tanah digunakan untuk tanaman yang mempunyai nilai tinggi, seperti tanaman hortikultura, pemberian zeolit sebagai bahan pembenah tanah, secara ekonomi masih rasional.

Dicampur dengan pupuk

Penggunaan zeolit sebagai bahan pembenah tanah memerlukan dosis besar. Oleh karena itu perlu dicari cara yang lebih efisien yaitu dengan mencampur zeolit dengan pupuk. Berbagai penelitian telah dilakukan (Suwardi, 2007) menunjukkan bahwa perbandingan zeolit dan urea 1:1 dapat meningkatkan efisiensi pupuk urea. Mekanisme efisiensi dapat dijelaskan sebagai berikut. Mula-mula pupuk nitrogen akan terurai



menjadi ion-ion amonium dan nitrat. Kemampuan zeolit menyerap ion amonium menyebabkan perubahan ion amonium menjadi ion nitrat atau menguap sebagai gas amoniak akan terhambat. Dengan mekanisme itu, kehilangan nitrogen dalam bentuk ion nitrat yang biasanya tercuci bersama air perkolasi atau menguap dalam bentuk gas amoniak dapat ditekan sehingga kehilangan nitrogen dapat dikurangi. Jika kadar nitrogen dalam larutan tanah berkurang karena diserap oleh tanaman, amonium yang diadsorpsi oleh zeolit akan dilepas secara perlahan ke dalam larutan tanah.

Berdasarkan kemampuan pertukaran terhadap kation yang tinggi, zeolit dapat mengikat dan menyimpan unsur pupuk sementara dan melepas kembali ke tanah saat tanaman memerlukan. Dengan proses kerja seperti itu, zeolit sering disebut sebagai bahan penyedia lambat (*slow release agent*). Perlu ditekankan bahwa zeolit hanya berfungsi sebagai karier dalam mengatur pelepasan hara untuk tanaman. Hal ini perlu digarisbawahi karena banyak yang beranggapan bahwa zeolit sering dianggap sebagai bahan pupuk. Sehingga zeolit bukan sebagai *slow release fertilizer* tetapi hanya sebagai *slow release agent*.

Meskipun pencampuran zeolit pada pupuk urea dapat meningkatkan efisiensi pupuk nitrogen dan produksi, tetapi pemakaiannya di lapang masih terbatas. Hal ini disebabkan banyak hal diantaranya harga zeolit yang masih relatif mahal, adanya pemalsuan kualitas zeolit dan dorongan dari pemerintah yang belum optimal. Untuk mengatasi hal itu kerjasama yang baik antara kelompok tani, produsen zeolit, para peneliti, dan pemerintah sangat diperlukan agar zeolit dapat berperan untuk meningkatkan produksi pertanian.

KESIMPULAN

Deposit zeolit di Indonesia sangat banyak karena banyaknya gunung api yang dapat menghasilkan tuf volksn sebagai sumber bahan baku pembentukan zeolit. Namun demikian sampai saat ini belum zeolit belum banyak dimanfaatkan. Sifat zeolit yang penting adalah strukturnya porous, KTK tinggi, dan selektifitasnya terhadap ion amonium. Sebagai bahan pembenah tanah zeolit dapat digunakan sebagai bahan untuk meningkatkan efisiensi pupuk N, meningkatkan ketersediaan P dan memberikan kontribusi terhadap kalium dalam tanah. Karena deposit zeolit di Indonesia sangat banyak, maka bahan tersebut perlu dimanfaatkan untuk berbagai bidang termasuk sebagai bahan pembenah tanah.



DAFTAR PUSTAKA

- Harjanto, S. 1992. *Endapan Zeolit alam dan Permasalahannya di Indonesia*. Warta bahan Galian Industri, No. 5, Th 2, PP.17-22.
- Minato, H. 1994. *Method of measurement of zeolite amount*. p. 307-312. In *Natural Zeolite and Its Utilization* (Minato, H., ed.). Committee for Utilization of Natural Zeolites, JSPS.
- Suwardi. 2007. *Pemanfaatan Zeolit untuk Perbaikan Sifat-sifat Tanah dan Peningkatan Produksi Pertanian*. Seminar Pembenh Tanah Menghemat Pupuk Mendukung Peningkatan Produksi Beras. Departemen Pertanian, Jakarta 5 April 2007.
- Torri .K., Yoshio, O., Makoto, A., and Hiroshi. 1971. *Character of gas adsorption and separation in mordenite tuff*. Kogyo kagaku Zasshi 74: 2018-2024.

