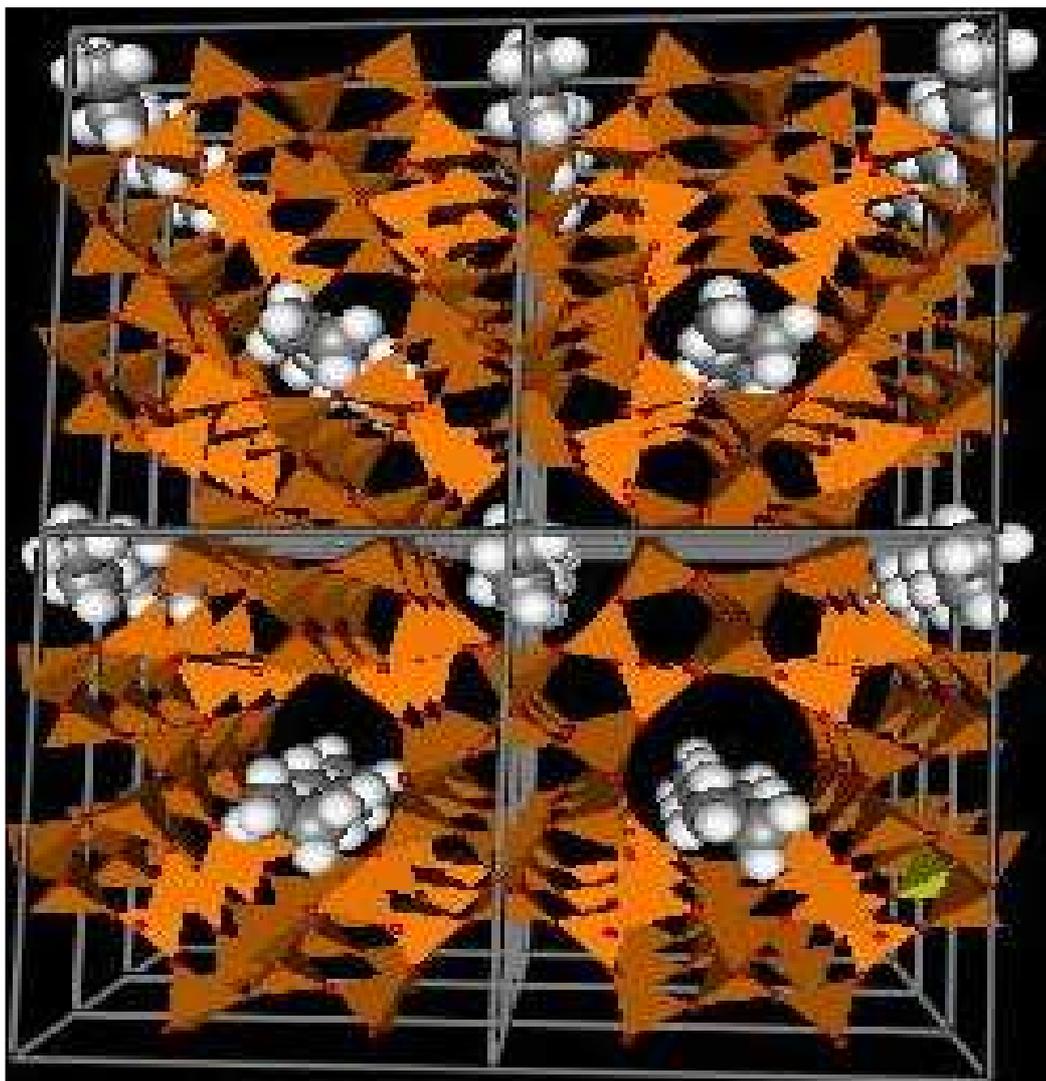


JURNAL ZEOLIT INDONESIA
Journal of Indonesian Zeolites

Vol. 4 No.2, November, Tahun 2005

ISSN 1411-6723

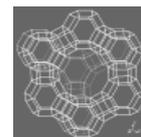


IKATAN ZEOLIT INDONESIA (IZI)
Indonesian Zeolite Assosiation (IZA)



JURNAL ZEOLIT INDONESIA

Journal of Indonesian Zeolites



Vol. 4 No. 2, November, 2005

EDITOR INTERNASIONAL :

Prof. Dr. Alan Dyer DSc. FRCC.
(University of Salford, UK)
Prof. Dr. G.Q. Max Lu
(University of Queensland, Australia)

DEWAN EDITOR :

Dr. Yateman Arryanto
Dr. Siti Amini
Dr. Suwardi
Dr. Supandi Suminta
Ir. Husaini MSc

PELAKSANA EDITOR:

Hesti Nurmayanti
Maesaroh

PIMPINAN REDAKSI/CHIEF

EDITOR:

Dr. Suwardi

**ALAMAT REDAKSI/
SECRETARIATE ADDRESS :**

Suwardi
Departemen Ilmu Tanah dan
Sumberdaya Lahan, Fakultas
Pertanian, IPB
Jl. Meranti, Kampus IPB
Darmaga, Bogor, Indonesia
Telepon. (0251) 629357,
Faksimili: (0251) 629357,
HP: 08129674021 emails:
suwardi_bogor@yahoo.com

**REKENING BANK/ BANK
ACCOUNT:**

1. BANK NISP Cabang Bogor
No. 586-130-00016-6
2. BCA Cabang Bogor 0950698381

J. Zeolit Indonesia diterbitkan oleh IZI (Ikatan Zeolit Indonesia) setahun duakali pada bulan Maret dan November, dalam versi bahasa Indonesia yang dilengkapi dengan abstrak berbahasa Indonesia dan Inggris (*abstract*) atau semua ditulis dalam versi English.

Naskah yang diterbitkan dalam Jurnal Zeolit Indonesia (JZI) ini mengandung tulisan ilmiah baik berupa tinjauan, gagasan, analisis, ilmu terapan, teknologi proses dan produksi zeolit, zeotipe atau bahan lain yang terkait dengan nanopori material.

Sejak tahun 2004 (Volume 3), Jurnal Zeolit Indonesia dapat terbit secara reguler 2 kali dalam setahun. Dua tahun sebelumnya, jurnal ini hanya terbit setahun sekali. Pada awalnya makalah yang diterbitkan dalam jurnal ini merupakan hasil-hasil penelitian yang dipresentasikan dalam seminar tahunan yang diadakan oleh Ikatan Zeolit Indonesia. Mulai volume 3, redaksi menerima naskah langsung dari para peneliti zeolit dari perguruan tinggi dan lembaga penelitian. Kami mengharapkan sumbangan tulisan dari para peneliti di bidang zeolit.

Berkaitan dengan kepindahan sekretariat jurnal, sejak November 2005, alamat sekretariat jurnal pindah dari Kawasan Puspitek Serpong ke IPB, Bogor.

Salam,
Redaksi

Editorial

Since 2004, (Volume 3), the Journal of Indonesian Zeolite published regularly 2 times annually. Two years before, this journal just published one time a year. In the beginning the articles published in this journal were obtained from the researches presented in the annual zeolite seminar conducted by Indonesian Zeolite Association. From Volume 3, the editor obtained the articles directly from the researches from universities and research center. We hope the contribution of articles from the researchers of zeolite.

Relation to moving of journal secretariate since November 2005, the address of secretariate journal moved from Kawasan Puspitek Serpong to IPB, Bogor.

Best regards,
Editors

Catatan Untuk Penulis:

Kontribusi naskah dapat disampaikan kepada Pimpinan Redaksi JZI, disertai lampiran surat pernyataan penulis dan pembantu penulis (jika ada) tentang keabsahan dan persetujuan bahwa isi tulisan tersebut benar-benar merupakan hasil temuan sendiri dan belum pernah dipublikasikan. Naskah yang tidak memenuhi persyaratan yang telah ditentukan Staf Editor, tidak akan dikembalikan. Komunikasi antar Penulis dengan Editor dapat diadakan secara langsung demikian pula komunikasi antara pembaca dengan penulis. Isi dan kebenaran dari makalah di luar tanggung jawab redaksi.

JURNAL ZEOLIT INDONESIA

Journal of Indonesian Zeolites

Vol. 4 No. 2, November, 2005

ISSN 1411-6723

DAFTAR ISI

1. Pengkajian Senyawa Alumina Siliko-Fosfat sebagai Pengolah Air Bermasalah : Studi Kasus Air Tanah Pantura (Bekasi dan Karawang) (**Dewi Fatimah**) 43
2. Pengaruh Penambahan Zeolit dalam Ransum terhadap Kualitas Telur Ayam Ras Fase Produksi Dua (**Tintin Kurtini**) 50
3. Studi Keberadaan Unsur Logam Ni, Pb, Cr dan Cd Pada Hasil Zeolitisasi Abu Terbang dengan Larutan Naoh (**Widajanti Wibowo dan Teti Hermiati**) 56
4. Pengaruh Zeolit Terhadap Effisiensi Unsur Hara pada Pupuk Kandang dalam Tanah (**Lenny M. Estiaty, Suwardi, Isti Yuliana, Dewi Fatimah, dan Dadan Suherman**) 62
5. Penggunaan Zeolit dalam Bidang Peternakan (**Pollung H. Siagian**) 70
6. Penghalusan Struktur Sangkar Kristal Mordenit dan Klinoptilolit Alam dengan Metode Rietveld (**Supandi Suminta**) 78
7. Dampak Aplikasi Penggunaan Campuran Zeolit dan Pupuk Terhadap Produksi Ubi Jalar (**R. Sugianto**) 86

Diterbitkan Oleh:

IKATAN ZEOLIT INDONESIA (IZI)
Indonesian Zeolite Assosiation (IZA)

Alamat Redaksi:

Suwardi

Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB

Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor, Indonesia

Telepon. (0251) 629357, Faksimili: (0251) 629357,

HP: 08129674021 emails:

suwardi_bogor@yahoo.com

Pengkajian Senyawa Alumina Siliko-Fosfat sebagai Pengolah Air Bermasalah : Studi Kasus Air Tanah Pantura (Bekasi dan Karawang)

Dewi Fatimah

Geoteknologi- LIPI, Bandung
Jl. Cisitu 21/154D Sangkuriang, Bandung 40135, Telp. 022-2507771-3
dewi.fatimah@geotek.lipi.go.id
dewi.fatimah@lipi.go.id

ABSTRAK

Secara alami, zeolit bersifat sebagai penukar kation, namun sifat tersebut tergantung pada tingkat porositas, kerapatan tetrahedral, ataupun densitas kerangka. Efektifitas penukaran kation tersebut dapat berubah karena perubahan struktur, angka banding Si/Al dan ukuran pori efektif. Gugus tetrahedral dalam struktur zeolit dapat disubstitusi secara isomorf oleh gugus lain seperti PO_2^+ , sehingga struktur baru dapat berfungsi sebagai penukar kation maupun anion. Kemampuan tukar kedua jenis ion tersebut tergantung dari ratio Si/Al/P dari hasil proses. Telah dibuat senyawa alumina siliko-fosfat hasil modifikasi mineral silikat alam (zeolit) dengan senyawa ammonium dihidrogen fosfat (ADHP) dengan substitusi antara 30%-40%. Produk telah diujikan terhadap air tanah Pantura yaitu daerah Karawang dan Bekasi yang mempunyai tipe air tanah berupa tipe NaCl, $CaCl_2$, $MgSO_4$ dan tipe campuran $CaCl_2/CaSO_4$. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa pada conto sumur tipe NaCl, terjadi penurunan konsentrasi kation kalsium, magnesium, natrium dan kalium berturut-turut sebanyak 32.94% ; 3.35% ; 2.52% dan 23.60%, dan terjadi pula penurunan konsentrasi anion sulfat sebanyak 15.39%. Tetapi belum memperlihatkan terjadinya penurunan konsentrasi ion khlorida. Pada sumur tipe $CaCl_2$, terjadi penurunan konsentrasi kation kalsium, magnesium dan natrium berturut-turut sebanyak 46.26%; 18.37%, 16.93% dan penurunan konsentrasi anion sulfat sebanyak 10.84%. Sedangkan pada sumur tipe $MgSO_4$ terjadi penurunan konsentrasi kation kalsium sebanyak 89.71 %, kalium sebanyak 33.31% dan penurunan konsentrasi anion sulfat sebanyak 5.26%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa efektifitas senyawa alumina siliko fosfat terhadap kation kalsium lebih besar daripada kalium, magnesium dan natrium ($Ca>K>Mg>Na$), serta dapat menurunkan konsentrasi anion yang bermuatan negatif dua (sulfat), tetapi belum dapat menurunkan anion bermuatan negatif satu (khlorida). Dan dari kemampuan tukar kation terhadap kalsium dan magnesium yang cukup tinggi, senyawa ASP tersebut berpeluang untuk menurunkan tingkat kesadahan air.

Kata kunci : Alumina siliko-fosfat, Karawang-Bekasi (Pantura), kation, anion sulfat-khlorida

ABSTRACT

STUDY ON ALUMINA-SILICA-PHOSPHATE COMPOUND AS PROBLEM WATER TREATMENT: CASE STUDY OF SOIL WATER (BEKASI AND KARAWANG). *Naturally, zeolite is a cation exchanger but this property is also depending on porosity, tetrahedral density and frame density. Cation exchange effectiveness can be changed by structure, Si/Al ratio and effective pore size. Tetrahedral group, T, in zeolite is negative charged and can be substituted isomorphically by other group like PO_2^+ . The new structure can be functioned as anion or cation exchanger. The exchange capacity of both ions depends on Si/Al/P ratio from the substitution process. The alumina-silica-phosphate (ASP) compound has been made from zeolite from Cikalong, Tasikmalaya, with ammonium dihydrogen phosphate (ADHP) with substitution rate between 30-40%. This product has been tested to Pantura groundwater, in Bekasi and Karawang areas, which have groundwater type of NaCl, $CaCl_2$, $MgSO_4$ and*

CaCl₂/CaSO₄. ASP tests on ground water samples show decreasing content of Ca, Mg, Na and K cations in ground water by 32.94%, 3.35%, 2.52% and 23.60% respectively. Sulphate anion also decreases by 15.39% but chloride anion shows no changes. Dig-up well of CaCl₂ type also shows a reduction of Ca, Mg, Na and sulphate contents by 46.26%, 18.37%, 16.39% and 10.84%, respectively. Dig-up well of CaSO₄ type shows Ca, K and sulphate contents decrease of 89.71%, 33.31% and 5.26%, respectively. CaSO₄ dig-up well can be changed to Mg-mix type after processing by ASP compound. Cation exchange capacity of ASP compound to Ca is higher than to K, Mg and Na (Ca>K>Mg>Na). Due to a high cation exchange capacity to K and Mg, ASP compound may be used to reduce the hard water level.

Keywords: Alumina-silica-phosphate, Karawang-Bekasi (Pantura), cation, sulphate-chloride anion

PENDAHULUAN

Zeolit alam umumnya dijumpai dalam batuan tufa, terbentuk dari hasil sedimentasi abu vulkanik yang teralterasi. Karena terbentuk dari proses alami, komposisi dan sifat kimiawi zeolit alam berbeda-beda, tergantung pada lingkungan pembentukannya [1]. Sehingga sebelum melakukan modifikasi sifat zeolit, agar diperoleh zeolit dengan kemampuan yang diharapkan, beberapa hal perlu dilakukan. Antara lain preparasi, untuk memperoleh ukuran produk yang sesuai dengan tujuan penggunaan, melalui peremukan (*crushing*), sampai penggerusan (*grinding*), proses aktivasi yang bertujuan untuk meningkatkan sifat-sifat khusus zeolit dengan cara menghilangkan unsur-unsur pengotor dan menguapkan air yang terperangkap dalam pori kristal zeolit. Kemudian tahap modifikasi dengan mengubah sifat dari struktur zeolit dengan bahan lain, untuk mencapai sasaran yang diperlukan.

Kerangka dasar zeolit, terdiri dari unit-unit tetrahedral, T (Si,Al) yang saling berhubungan melalui atom oksigen, mengandung kation alkali/alkali tanah (K, Na, Ca, Ba dan Mg), yang menetralkan gugus Al di dalam struktur, kation tersebut dapat dipertukarkan [2]. Struktur kristal berongga, rongga biasa diisi oleh air, memiliki ukuran pori tertentu sehingga mempunyai sifat penyaring molekul, penukar ion, maupun sebagai penyerap. Sifat tukar kation secara efektif tergantung pada tingkat porositas, kerapatan tetrahedral, T(Al,Si), kerangka densitas

dan efektifitas penukarannya dipengaruhi pula oleh perubahan struktur kristal, angka banding Si/Al dan ukuran pori efektif. Sistem pembentukan struktur sangat dipengaruhi oleh angka banding Si/Al, logam alkali/alkali tanah pembentuknya, tingkat keasaman lingkungan dan kondisi hidrotermal, sehingga memungkinkan peluang rekayasa zeolit sebagai penukar yang efektif.

Kapasitas tukar kation tidak dipengaruhi oleh faktor dalam saja (internal struktur zeolit), tetapi juga faktor eksternal atau faktor luar. Seperti konsentrasi kation dalam larutan dan sifat dari senyawa yang akan dipertukarkan. Di dalam proses tukar kation, dapat pula terjadi fenomena *ion sieving*, karena ketidaksesuaian ukuran pori dengan ion yang masuk, dimana volume lorong atau *channel* pada struktur zeolit tidak mampu mengakomodasi sejumlah kation; adanya pengikatan kation pada tempat lain di luar lokasi pertukaran, serta adanya perubahan fase zeolit setelah proses penukaran kation.

Gugus Al dalam zeolit menyebabkan muatan negatif dalam struktur, sehingga secara alami akan mudah berikatan dengan logam alkali/alkali tanah (M) yang bermuatan positif (kation), sehingga terbentuk tetrahedral, T (Al,Si)M. Selain dapat disubstitusi oleh logam alkali/alkali tanah, juga dapat disubstitusi oleh gugus lain yang bermuatan positif. Melalui substitusi secara isomorf pada gugus tetrahedral T (Si,Al) oleh gugus lain seperti PO₂⁺, zeolit dapat dimodifikasi menjadi gugus penukar kation maupun anion.

Proses yang telah dilakukan yaitu memperlakukan zeolit alam dengan senyawa ammonium dihidrogen fosfat (ADHP), upaya modifikasi tersebut dilakukan untuk melihat peluang pemanfaatannya dalam proses penukaran ion uranium [3]. Telah pula dilakukan penelitian substitusi zeolit dengan senyawa ADHP tersebut dengan substitusi sebanyak 30%-40%, hasil analisis menunjukkan terjadi penurunan nilai tukar kation, diduga seiring terjadi kemampuan tukar anion [4]. Untuk menguji hasil proses produk, perlu dilakukan pengkajian kemampuan tukar kation dan anion di dalam suatu sistem yang mengandung ke dua ion tersebut.

Perkembangan pembangunan di daerah pantai utara Jawa Barat telah memacu perkembangan industri yang mengubah tata guna lahan, kondisi lingkungan, peningkatan sumberdaya alam terutama sumberdaya air. Selain hal tersebut, perkembangan industri di daerah tersebut telah berakibat pula pada limbah hasil buangan industri yang semakin besar jumlah serta jenisnya, sehingga akan berakibat negatif terhadap kondisi lingkungan sumberdaya air.

Air mengalami daur hidrologi, selama menjalani daur tersebut, air kontak dengan zat lain yang menyebabkan air itu tidak lagi murni. Zat-zat yang diserap oleh air alam dapat diklasifikasikan sebagai padatan terlarut, gas terlarut dan padatan tersuspensi. Jenis zat pengotor yang terkandung dalam air bergantung pada jenis bahan yang kontak dengan air tersebut, dan konsentrasi pengotor bergantung pada waktu kontakannya. Bahan-bahan mineral yang terkandung di dalam air, yang disebabkan karena kontak dengan batu-batuan terutama terdiri dari kalsium karbonat (CaCO_3), magnesium karbonat (MgCO_3), kalsium sulfat (CaSO_4), magnesium sulfat (MgSO_4). Air yang banyak mengandung Ca dan Mg dikenal sebagai "air sadah", atau air yang sukar untuk dipakai mencuci. Senyawa kalsium dan magnesium bereaksi dengan sabun membentuk endapan dan

mencegah terjadinya busa dalam air. Oleh karena senyawa-senyawa kalsium dan magnesium relatif sukar larut dalam air, maka senyawa-senyawa itu cenderung untuk memisah dari larutan dalam bentuk endapan menjadi kerak

Kondisi air tanah Pantura, dimana sumber air tanah dari dataran tinggi bagian selatan yang membentang dari timur ke barat, bersifat payau ringan dan berat. Air tanah tawar yang diharapkan sebagian besar sudah berubah menjadi payau dan asin. Padahal air merupakan kebutuhan sangat vital bagi kehidupan manusia.

Jika kebutuhan air belum tercukupi, memberikan dampak yang besar terhadap kerawanan kesehatan maupun sosial. Air yang layak untuk kehidupan manusia, mempunyai standar persyaratan tertentu, yakni fisis, kimiawi, bakteriologis dan syarat ini merupakan satu kesatuan. Diketahui, tipe air tanah daerah Karawang dan Bekasi berbentuk, CaHCO_3 , MgHCO_3 , NaHCO_3 , NaCl , CaCl , MgCl_2 dan CaSO_4 dan nilai DHL bisa mencapai 7200uS/cm [5], sehingga layak dijadikan studi kasus penelitian untuk menguji produk senyawa mikro pori alumina siliko fosfat (ASP) dari hasil modifikasi zeolit alam dengan gugus fosfat. Untuk melihat kemampuan daya tukar kation dan anion dari produk terhadap air tanah di daerah tersebut.

BAHAN DAN METODE

Produk *alumina siliko fosfat* (ASP) hasil modifikasi mineral silikat alam (zeolit) Cikancra, Tasikmalaya yang diproses dengan peleburan menggunakan senyawa ammonium dihidrogen fosfat (ADHP) dengan angka substitusi sebesar 30-40%, diujikan terhadap air tanah Karawang dan Bekasi.

Dilakukan analisis conto air tanah (*fresh*) dari sumur-sumur gali dengan menggunakan alat-alat antara lain : pH, suhu, daya hantar listrik di lapangan (DHL) serta kuantitas kandungan kation, anion di dalam conto tersebut. Alat-alat lain yang digunakan adalah : *Automatic Absorption*

Spectrophotometer (AAS), Turbidimeter, pH-meter, Electro Conductivity meter.

Percobaan pengujian produk, dilakukan dengan menggunakan senyawa ASP sebanyak 2 gram terhadap 250 ml air tanah dan diaduk selama 5 (lima) hari pada suhu kamar. Substrat disentrifuge dengan kecepatan 10.000 rpm dan filtrat ditampung untuk dianalisis kandungan anion dan kation dengan cara AAS, dan volumetri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Air tanah *fresh* contoh dari sumur gali (kode 5) daerah Karawang dan Bekasi, mempunyai nilai daya hantar listrik (DHL) paling tinggi sebesar 8100 uS/cm (syarat air minum DHL maksimum 800 uS/cm). Sedangkan konsentrasi natrium sebesar 1338.2 mg/l (syarat air minum MENKES

RI/1990, maksimum 200 mg/l)[6], konsentrasi ion khlorida dan sulfat masing-masing 1989.21 mg/l dan 390 mg/l (syarat air minum maksimum 250 mg/l). Pada sumur gali kode 117, DHL sebesar 6670 uS/cm, konsentrasi natrium 453.27 mg/l, sedangkan khlorida 994.60 mg/l dan sulfat sebesar 1900 mg/l. Dari hasil analisis air tanah *fresh* tersebut, memperlihatkan bahwa air tanah daerah Karawang dan Bekasi tidak memenuhi syarat sebagai air bersih untuk keperluan sehari-hari apalagi sebagai air minum. Melalui proses perhitungan jumlah konsentrasi kation dan anion di dalam conto air, tipe conto air tanah sumur gali secara keseluruhan mempunyai dua jenis tipe, yaitu NaCl dan CaSO₄, hal tersebut terjadi karena konsentrasi khlorida dan sulfat cukup tinggi.

Tabel 1. Komposisi kimia zeolit Cikanra, Tasikmalaya

No.	Komposisi	Konsentrasi (%)
1.	SiO ₂	66.64
2.	Al ₂ O ₃	11.98
3.	Fe ₂ O ₃	0.89
4.	MnO	0.01
5.	TiO	0.45
6.	P ₂ O ₅	0.04
7.	CaO	0.14
8.	MgO	0.14
9.	Na ₂ O	3.07
10.	K ₂ O	0.93
11.	LOI	15.65
12.	H ₂ O-	4.69

Tabel 2. Hasil analisis air tanah Karawang/Bekasi yang diperlakukan dengan alumina siliko-fosfat

No.	Air Tanah (sumur gali)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Na (ppm)	K (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	SO ₄ ⁼ (ppm)
1	Kode 5 (fresh)	139.43	285.87	1274.30	34.80	1989.21	390
2	Kode5 (proses)	93.90	276.30	1242.15	26.59	2054.51	330
3	Kode 96 (fresh)	78.40	70.45	143.04	0.95	346.60	166
4	Kode 96 (proses)	42.13	57.51	118.82	1.36	366.70	148
5	Kode 117 (fresh)	417.83	537.79	434.22	42.99	984.56	1900
6	Kode117 (proses)	373.99	547.07	415.13	28.67	1019.72	1800

Tabel 3. Hasil analisis air tanah daerah Pantura (Karawang & Bekasi)

No	Sumur	Na (ppm)	K (ppm)	Mg (ppm)	HCO ₃ ⁻ (ppm)	SO ₄ ⁼ (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	CO ₂ (ppm)	CO ₃ (ppm)	Ca (ppm)	pH	Suhu (°C)	DHL
1.	3	551.2	17.69	5.63	518.21	40	557.58	-	43.1	4.63	7.23	28.5	2770
2.	5	1338.2	182.61	200.88	966.61	390	1989.21	53.06	-	275.06	6.53	29.8	8100
3.	14	488.43	10.99	133.32	564.64	1260	120.56	48.64	-	276.99	6.58	31.70	3590
4.	96	183.81	0.99	75.12	309.61	166	336.56	101.7	-	134.72	6.26	28.60	1920
5.	97	45.58	2.74	15.35	25.32	10,7	86.40	53.06	-	4.91	5.36	28.70	525
6.	117	453.27	52.43	357.09	545.77	1900	994.60	44.22	-	630.69	6.62	28.90	6670
7.	123	182.57	15.87	73.25	348.65	800	30.14	21.23	-	155.83	6.57	30.80	1760

Tabel 4. Tipe air tanah daerah Pantura (Karawang & Bekasi)

No	Sumur	Na*)	K	Na + K	Ca	Mg	Ca + Mg	Jml Kat	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	Cl ⁻	Jml Anion	Tipe
1.	3	23.98	0.45	24.42	0.23	1.29	1.52	25.95	8.49	0.83	15.73	25.06	NaCl
2.	5	58.21	4.67	62.88	13.73	16.52	30.25	93.13	15.84	8.12	56.12	80.08	NaCl
3.	14	21.25	0.28	21.53	13.82	10.97	24.79	46.32	9.25	26.25	3.40	38.90	CaSO ₄
4.	96	8.0	0.03	8.02	6.72	6.18	12.90	20.92	5.07	3.46	9.49	18.03	CaCl ₂
5.	97	2.0	0.07	2.05	0.25	1.26	1.51	3.56	0.42	0.22	2.44	3.08	NaCl
6.	117	9.72	1.34	21.06	31.47	29.37	60.85	81.90	8.95	39.58	28.06	76.58	CaSO ₄
7.	123	7.94	0.41	8.35	7.78	6.03	13.80	22.15	5.71	16.66	0.85	23.23	CaSO ₄

Tabel 5. Tipe air tanah daerah Karawang & Bekasi, pra&pasca proses dengan ASP

No	Sumur	Na	K	Na + K	Ca	Mg	Ca + Mg	Jml Kation	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	Cl ⁻	Jml Anion	Tipe
1.	5*)	55.43	0.86	56.29	6.96	23.52	30.47	86.77	8.12	5.84	56.12	80.08	NaCl
2.	5**)	54.03	0.67	54.71	4.69	22.73	27.41	82.13	6.87	-	57.96	80.67	NaCl
3.	96 *)	6.22	0.02	6.25	3.91	5.80	9.71	15.95	3.46	-	9.78	18.31	CaCl ₂
4.	96**)	5.17	0.03	5.20	2.10	4.73	6.83	12.04	3.08	-	10.35	18.50	CaCl ₂
5.	117 *)	18.89	1.1	19.99	20.85	44,24	65.09	85.08	39.58	8.95	27.78	76.30	MgSO ₄
6.	117**)	18.06	0.73	18.79	18.66	45.0	63.66	82.46	39.49	-	28.77	75.21	Mg-Mix

*)air tanah fresh; **) air tanah setelah proses

Air tanah contoh yang diperlakukan dengan senyawa ASP memperlihatkan hasil sebagai berikut : Pada contoh sumur dengan kode 5, tipe NaCl, terjadi penurunan kation Ca, Mg, Na dan K masing-masing sebanyak 32.94%; 3.35%; 2.52%; dan 23.60%. Juga terjadi penurunan anion sulfat sebanyak 15.39%, tetapi belum menunjukkan terjadinya penurunan anion klorida, hal ini mungkin disebabkan substitusi gugus fosfat pada struktur belum optimal untuk maksud tersebut. Kemudian pada sumur gali kode 96, dengan tipe CaCl₂, terjadi pula penurunan konsentrasi Ca, Mg dan Na masing-masing sebanyak 46.26%; 18.37% dan 16.93%, sedangkan sulfat sebanyak 10.84%. Dan pada sumur gali dengan kode 117, bertipe CaSO₄, terjadi penurunan Ca, K sebanyak masing-masing 89.71% dan 33.31%, sedangkan sulfat sebanyak 5.26%. Terlihat pula pada sumur gali dengan kode 117 tersebut, yang mempunyai tipe CaSO₄, setelah diperlakukan oleh senyawa ASP terjadi perubahan tipe air tanah yaitu menjadi tipe Mg-Mix. Hal ini mungkin disebabkan karena daya serap senyawa ASP terhadap kation kalsium lebih tinggi daripada terhadap kation magnesium.

Kemampuan tukar kation senyawa ASP terhadap kation kalsium paling tinggi sedangkan terhadap kation kalium lebih tinggi daripada kation natrium. Hal tersebut, disebabkan karena zeolit alam asal mengandung natrium cukup tinggi yaitu sebesar 3.07%, hal tersebut dapat dilihat pada hasil analisis komposisi zeolit alam. Ini juga memperlihatkan zeolit alam contoh yang berasal dari Tasikmalaya tersebut mempunyai jenis Na mordenit. Jenis tersebut cukup baik digunakan untuk memproses air dengan tingkat kesadahan tinggi, sehingga senyawa natrium dapat dilepaskan dari sistem, dan kalsium akan diikat oleh struktur zeolit.

Fenomena tukar kation pada air tanah contoh di atas, memperlihatkan bahwa, tukar kation tidak saja dipengaruhi oleh faktor dalam saja (struktur zeolit), tetapi juga faktor eksternal. Seperti konsentrasi

kation dalam larutan, sifat dari senyawa yang akan dipertukarkan, seperti kondisi dan konsentrasi dari contoh air tanah yang digunakan. Pada proses tukar kation dapat pula terjadi fenomena *ion sieving*, karena ketidak sesuaian ukuran pori dengan ion yang masuk, volume lorong atau *channel* pada struktur zeolit tidak mampu mengakomodasi sejumlah kation, atau karena adanya pengikatan kation pada tempat lain di luar lokasi pertukaran, serta adanya perubahan fase zeolit setelah proses penukaran kation

Dari hasil percobaan, terlihat bahwa senyawa alumino siliko-fosfat secara kuantitas dapat menurunkan konsentrasi kation bermuatan positif dua (Ca, Mg), maupun kation bermuatan positif satu (K, Na), serta dapat menurunkan konsentrasi anion yang bermuatan negatif dua seperti sulfat, tetapi belum dapat menurunkan anion bermuatan negatif satu seperti klorida. Dari hasil di atas, yang menarik adalah bahwa kemampuan tukar kation terhadap Ca cukup tinggi, selain mampu juga terhadap kation Mg, maka senyawa ASP tersebut berpeluang untuk menurunkan tingkat kesadahan air, tetapi perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk dapat meminimisasi konsentrasi anion negatif satu (Cl⁻), sehingga berpeluang digunakan sebagai pengolah air tanah yang telah terintrusi air laut .

KESIMPULAN

Kemampuan tukar kation senyawa ASP terhadap kation kalsium lebih besar daripada kalium, magnesium dan natrium (Ca>K>Mg>Na). Senyawa alumino siliko-fosfat secara umum dapat menurunkan konsentrasi kation bermuatan positif dua, maupun kation bermuatan positif satu, serta dapat menurunkan konsentrasi anion yang bermuatan negatif dua (sulfat), tetapi belum dapat menurunkan anion bermuatan negatif satu (klorida). Dan dari kemampuan tukar kation terhadap kalsium dan magnesium yang cukup tinggi, senyawa ASP tersebut berpeluang untuk menurunkan tingkat kesadahan air.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dalam substitusi gugus fosfat ke dalam struktur zeolit agar dapat meminimisasi konsentrasi anion negatif satu seperti klorida, sehingga senyawa ASP berpeluang untuk menetralkan air tanah yang telah terintrusi oleh air laut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 1990. Persyaratan Air Minum dan Air Bersih.
2. De Breuek W. 1991. *Hydrogeology of Salt Water Intrusion*. International Association of Hydrogeologists, Series Editorial Board, Volume 11, p.329-335.
3. Amini, S. 2001. *Upaya Peningkatan Manfaat Zeolit Sebagai Penukar Ion*, Prosiding Seminar Nasional Zeolit II, 21 Agustus 2001, ISBN 979-96682-0-4.
4. Lenny M. Estiaty. 2002. *Modifikasi Mineral Zeolit Sebagai Penukar Anion dan Kation*, Jurnal Nusantara Kimia, No.1.1,vo. IX.
5. Puslitbang Geoteknologi-LIPI. 1996/1997. *Laporan Monitoring Sumberdaya Air tanah dan Lingkungan Hidup.*,
6. Vernon, L. 1980. *Water Chemistry*, John Wiley & Sons, New York, Chicester, Brisbane, Toronto.

Pengaruh Penambahan Zeolit dalam Ransum terhadap Kualitas Telur Ayam Ras Fase Produksi Dua

Tintin Kurtini

Jurusan Produksi Ternak, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
Jurusan Poduksi Ternak Fak. Pertanian Universitas Lampung
Jl. P. Polim Gg. Mawar Putih I, Bandar Lampung 35152

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mempelajari pengaruh penambahan zeolit dalam ransum terhadap kualitas telur ayam ras pada fase produksi II. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan lima perlakuan penambahan zeolit dalam ransum (0; 2; 4; 6; dan 8%), ulangan empat kali, dan menggunakan 40 ekor ayam petelur CP 909 yang berumur 60 minggu. Penelitian dilakukan selama 6 minggu. Peubah yang diamati konsumsi ransum, tebal kerabang, kadar lemak dan kadar kolesterol kuning telur. Data dianalisis dengan analisis ragam dan uji polinomial ortogonal, pengujian pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan zeolit sampai tingkat 8 % dalam ransum berpengaruh nyata ($P < 0.05$) dalam meningkatkan tebal kerabang ($Y = 0,37 + 0,01X$) dan menurunkan kadar lemak kuning telur ($Y = 33,51 - 1,10X$). Akan tetapi, berpengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap kadar kolesterol kuning telur dan konsumsi ransum.

Kata kunci: Zeolit, kualitas telur, fase produksi dua

ABSTRACT

THE EFFECT OF ZEOLITE ADDITION IN RATIONS ON EGG QUALITY IN PHASE TWO OF PRODUCTION. This research was conducted to evaluate that the effect of zeolite addition in ration on egg quality in phase two of production. This experiment was arranged in a completely randomize design with 5 zeolite levels in rations (0; 2; 4; 6 and 8%) and 4 replications. The total hens were 40 of CP 909 (60 weeks of age), and this experiment was done 4 weeks. The parameters that: feed consumption, the shell thickness, fat of yolk levels, and cholesterol of yolk levels. The data were analyse by using Analysis of Variance, and orthogonal polynom test was used , analysis were in 5% significant degree. The result of this research showed that zeolite addition in ration until 8% had significant effect ($P < 0.05$) on the shell thickness ($Y = 0,37 + 0,01 X$), and fat of yolk levels was decreased ($Y = 33,5 - 1,10 X$), but did not significantly affected ($P > 0.05$) on cholesterol of yolk levels and feed consumption.

Keywords: Zeolite, egg quality, phase two of production

PENDAHULUAN

Penambahan zeolit sebagai imbuhan pakan (*feed additive*) dalam ransum ayam telah dilaporkan memengaruhi performans ayam petelur maupun ayam pedaging, meningkatkan kualitas telur, dan meningkatkan penyerapan Ca. Hal ini tidak lain karena zeolit banyak

mengandung mineral essensial yang terdapat dalam senyawa, seperti Fe_2O_3 , CaO, MgO, K_2O , dan Na_2O , dan unsur-unsur seperti Fe, Ca, Mg, K, dan Na sangat dibutuhkan dalam memproduksi telur.

Bagi ayam petelur yang memproduksi tinggi akan memerlukan Ca yang cukup untuk

menghasilkan kerabang yang kuat, dan dengan kerabang yang kuat dapat mengurangi kemungkinan pecahnya kerabang sewaktu transportasi dan memperlambat proses penurunan kualitas telur selama penyimpanan.

Telur yang dihasilkan pada fase produksi dua lebih besar, tetapi kerabangnya lebih tipis daripada fase produksi pertama. Padahal bagi konsumen, telur yang diinginkan adalah telur yang kerabangnya kuat dan tahan terhadap pertumbuhan mikro organisme, sehingga pemecahan masalah kerabang ini merupakan suatu keharusan bagi peternak dan industri perunggasan dewasa ini.

Selain hal di atas, zeolit juga dapat menurunkan kadar kolesterol telur. Hal ini akan meningkatkan pendapatan peternak, karena harga telur akan meningkat dan kebutuhan bagi sebagian konsumen yang menginginkan telur dengan kolesterol yang rendah dapat terpenuhi. Salah satu usaha untuk meningkatkan kualitas telur, yaitu dengan menambahkan zeolit ke dalam ransum ayam petelur.

TINJAUAN PUSTAKA

Zeolit memiliki mineral essensial yang terdapat dalam senyawa, seperti: Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , dan Na_2O . Adanya kondisi asam di saluran pencernaan yaitu dari HCl dalam lambung berpengaruh dalam mengubah sewaktu-waktu kation menjadi garam klorida sehingga kation essensial dapat diserap dengan baik [1]. Dalam hal ini, Ca bersama P berkaitan dengan metabolisme, terutama dalam pembentukan tulang, Ca juga dibutuhkan bersama-sama dengan Na dan K untuk denyutan jantung yang normal, aktivitas otot, memelihara keseimbangan asam basa di dalam darah, dan tekanan osmotik dari cairan tubuh serta berfungsi dalam pencernaan.

Zeolit juga mengandung silikon dalam senyawa SiO_2 . Silikon merupakan mineral essensial untuk ayam, dan ketidakhadirannya dalam ransum akan menyebabkan kesukaran dalam

pertumbuhan dan pembentukan kerangka. Silikon mudah diserap, tetapi juga mudah dilepaskan melalui feses dan urin sehingga Si yang disimpan dalam tubuh seminim mungkin [1].

Roland et al. [2] menyatakan bahwa hal yang menguntungkan dari zeolit adalah dapat berkombinasi dengan berbagai unsur, ini disebabkan oleh kehadiran Si sehingga zeolit A (ZA) dapat diserap. Penelitian Carlisle [4] menunjukkan bahwa Si berperan dalam metabolisme Ca. *Sodium* zeolit A (SZA) berpengaruh terhadap kualitas kerabang, produksi telur, pertumbuhan, penyerapan Ca, kekuatan dan komposisi tulang, serta penggunaan P [3]. Unsur Al dari zeolit dapat berikatan dengan [4].

Menurut Ballard dan Edwards [5], pemberian zeolit 1% dalam ransum meningkatkan penyerapan Ca secara nyata. Bagi ayam petelur yang mendapat 3,5—4,2% Ca dalam ransum, ternyata hanya 50% Ca yang dapat diretensi dalam saluran pencernaan [6]. Hasil penelitian Kurtini [7] menunjukkan bahwa penampilan ayam petelur pada fase produksi pertama yang mendapat tambahan zeolit sampai tingkat 4,5% berpengaruh nyata dalam meningkatkan tebal kerabang.

Kerabang merupakan bagian telur yang paling keras dan tersusun dari 95,1% garam anorganik, 3,3% bahan organik (terutama protein), dan 1,6% air. Bahan-bahan anorganik yang membentuk kerabang terdiri dari Ca, Mg, P, Fe, dan S. Bahan-bahan tersebut terdapat dalam bentuk persenyawaan garam, terutama dalam bentuk $CaCO_3$ sekitar 98,5% dan $MgCO_3$ sekitar 0,85% [8]. Wahyu [6] menyatakan bahwa untuk pembentukan kerabang diperlukan pemasukan ion-ion karbonat dalam uterus dalam jumlah yang cukup untuk membentuk $CaCO_3$ dari kerabang, dan cara yang umum dilakukan untuk memperbaiki kualitas kerabang adalah dengan mempertinggi kadar Ca dalam ransum.

Tabel 1. Kandungan zat makanan ransum basal

Zat makanan	Kandungan zat makanan
Air (%)	9.29
Bahan kering (%)	90.71
Protein kasar (%)	16.36
Serat kasar (%)	5.72
Lemak kasar (%)	4.40
BETN (%)	47.61
Abu (%)	16.62
Ca (%)	4.83
P (%)	1.16
Energi Metabolis (kkal/kg)	2.866.50

Tabel 2. Rata-rata konsum ransum, tebal kerabang, kadar lemak dan kolesterol kuning telur

Peubah	Perlakuan penambahan zeolit dalam ransum				
	RO (0%)	R1 (2%)	R2 (4%)	R3 (6%)	R4 (8%)
Konsumsi ransum (g/ekor/minggu)	738.54	804.17	813.54	838.54	894.79
Tebal kerabang (mm)	0.36	0.39	0.43	0.44	0.45
Kadar lemak kuning telur (%)	34.81	29.77	28.30	27.99	24.73
Kadar kolesterol kuning telur (mg/100g)	3.09	2.43	2.52	2.48	2.25

Kadar kolesterol pada kuning telur sekitar 5,2% [9], atau sekitar 230 mg/17 g kuning telur [10], dan 289 mg dalam telur yang bobotnya 64,12 g [11]. Kadar lemak dan kolesterol dalam kuning telur dipengaruhi ransum, dan tinggi rendahnya kadar kolesterol telur dipengaruhi oleh faktor genetik dan faktor lingkungan, seperti galur unggas, umur, berat dan proporsi kuning telur serta kandungan nutrisi ransum [11]. Hasil penelitian Kurtini dan Purwaningsih [12] menunjukkan kadar lemak kuning telur menurun secara nyata seiring dengan penambahan zeolit dalam ransum. Demikian juga dengan kadar kolesterol kuning telurnya.

METODA PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di peternakan rakyat yang berlokasi di Desa Merak Batin, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan selama 6 minggu. Ayam yang digunakan sebanyak 40 ekor CP 909, umur 60 minggu, bobot tubuh awal rata-rata $1,8 \pm 0,19$ kg (koefisien

keragaman 0,31%). Ransum basal (R0) yang digunakan terdiri dari jagung kuning, konsentrat, dedak halus, dan grit, dan ransum perlakuan lainnya adalah ransum basal yang masing-masing ditambahkan zeolit sebanyak 2% (R1), 4 % (R2), 6 % (R3), dan 8% (R4). Ransum tersebut dibentuk *pellet*, didasarkan pada penelitian Kurtini [7] sebelumnya bahwa penambahan zeolit sebanyak 4,5% menyebabkan ransum agak berdebu sehingga kurang palatable bagi ayam. Hasil analisis proksimat ransum percobaan disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan kandungan Ca dalam zeolit (1,87%) maka kandungan Ca ransum percobaan menjadi: R1 (4,87%), R2 (4,905), R3 (4,94%) dan R4 (4,98%). Zeolit yang digunakan adalah zeolit pertanian jenis klinoptilolit yang diproduksi oleh PT. Minatama Mineral Perdana, Bandar Lampung dengan nama dagang Zeo Kap Kan yang mengandung mineral: SiO₂ (72,60%), Al₂O₃ (12,40%), Fe₂O₃ (1,19%), TiO₂ (0,16%), CaO (2,56%), MgO

(1,15%), K₂O (2,17%), Na₂O (0,45%), dan LOI (7,40%)¹⁴⁾.

Rancangan acak lengkap digunakan dalam penelitian ini, perlakuan terdiri dari 5 tingkat penambahan zeolit dalam ransum basal (0;2; 4; 6; dan 8%). Masing-masing perlakuan diulang 4 kali dan setiap satuan percobaan terdiri dari 2 ekor ayam yang dikandangkan dalam kandang *individual cage*. Peubah yang diamati: konsumsi ransum, tebal kerabang, kadar lemak dan kadar kolesterol kuning telur yang dianalisis laboratorium. Pengujian dilakukan jika ada peubah yang nyata, yaitu dengan uji polinomial ortogonal pada taraf nyata 5% [13].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsumsi Ransum

Rata-rata konsumsi ransum, tebal kerabang, kadar lemak dan kolesterol kuning telur disajikan pada Tabel 2.

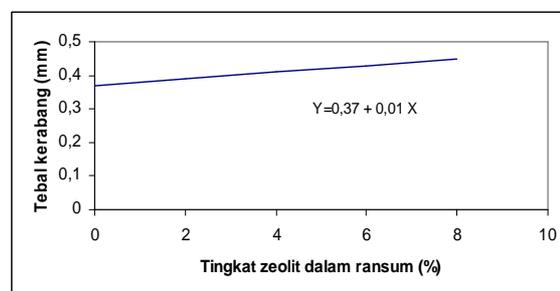
Respon ayam petelur terhadap penambahan zeolit dalam ransum menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P>0,05$) terhadap konsumsi ransum. Namun, secara umum penambahan zeolit cenderung meningkatkan konsumsi ransum. Hal ini akan mengakibatkan peningkatan terhadap produksi telur, seperti terbukti pada penelitian ini produksi telur meningkat walaupun tidak nyata: R0 (25 butir/ekor), R1 (30 butir/ekor), R2 (32 butir/ekor), R3 (31 butir/ekor), dan R4 (30 butir/ekor), tetapi secara ekonomis peningkatan produksi telur ini akan meningkatkan pendapatan.

Adanya peningkatan konsumsi ransum tersebut karena zeolit berperan dalam meningkatkan selera makan dan penggunaan zat-zat makanan dalam saluran pencernaan. Selain itu, kandungan zat-zat makanannya sama, juga bentuk ransum yang digunakan berbentuk *pellet* yang mempunyai tekstur tidak berdebu dan palatabilitas tinggi sehingga disukai oleh ayam petelur. Dengan demikian, konsumsi ransumpun relatif sama, artinya zeolit tetap berperan dalam proses pencernaan walaupun

belum menunjukkan perbedaan dalam konsumsi ransum.

Tebal Kerabang

Respon ayam petelur terhadap penambahan zeolit dalam ransum menunjukkan perbedaan yang nyata ($P<0,05$) terhadap tebal kerabang. Dalam hal ini, tebal kerabang meningkat secara gemaris seiring dengan meningkatnya zeolit dalam ransum ($Y=0,37 + 0,01 X$) dengan koefisien determinan (R^2) sebesar 0,53. Hubungan antara tingkat zeolit dalam ransum (%) dan tebal kerabang (mm) disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan antara tingkat zeolit ransum (%) dan tebal kerabang (mm)

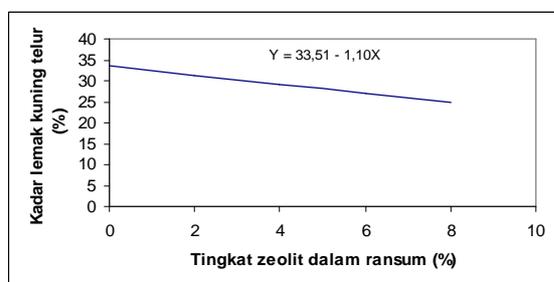
Tebal kerabang yang berbeda nyata ini menunjukkan adanya peningkatan penyerapan dan retensi Ca dalam saluran pencernaan sejalan dengan penambahan zeolit dalam ransum. Selain Ca, zeolit juga mengandung Mg dalam bentuk MgO yang berperan penting dalam pembentukan kerabang. Dengan meningkatnya penyerapan Ca dan Mg maka ion-ion karbonat yang terbentuk dalam uterus semakin banyak untuk membentuk CaCO₃ dan MgCO₃ pada kerabang sehingga pada gilirannya tebal kerabang semakin meningkat. Seperti dikemukakan oleh Ballard dan Edwards [5] bahwa penambahan 1% SZA dalam ransum meningkatkan penyerapan Ca secara nyata.

Menurut Roland et al. [2], daya tukar ion dan selektivitas Ca yang tinggi dari SZA adalah faktor yang menyebabkan meningkatnya tebal kerabang. Pengaruh

tersebut berkaitan dengan kandungan mineral Al, Si, dan Na dari SZA, karena mineral tersebut meningkatkan metabolisme Ca [14,4].

Kadar lemak Kuning Telur

Respon ayam petelur terhadap penambahan zeolit dalam ransum menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar lemak kuning telur. Dalam hal ini, kadar lemak kuning telur menurun secara gemaris seiring dengan meningkatnya zeolit dalam ransum ($Y = 33,51 - 1,10X$) dengan koefisien determinan (R^2) sebesar 0,84. Hubungan antara tingkat zeolit dalam ransum (%) dan kadar lemak kuning telur disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan antara tingkat zeolit ransum (%) dan kadar lemak kuning telur %)

Kadar lemak kuning telur yang berbeda ini disebabkan oleh pengurangan fosfor (P) akibat adanya zeolit dalam ransum. Zeolit mengandung senyawa Al_2O_3 (12,40%) sehingga semakin tinggi penambahan zeolit, kandungan Al pada ransum juga meningkat. Selain Al zeolit juga mengandung Ca, Mg, dan Fe, penambahan unsur-unsur tersebut dari zeolit akan memengaruhi penyerapan P, karena akan membentuk garam-garam fosfat yang tidak larut. Seperti yang dikemukakan oleh Leach dan Burdette⁶⁾ bahwa Al dari zeolit akan mengikat P dalam ransum sehingga P yang diserap akan berkurang.

Berkaitan dengan hal di atas, P sangat penting untuk pembentukan senyawa fosfat, seperti AMP, ADP, dan ATP untuk proses metabolisme dalam tubuh sebagai sumber energi, termasuk dalam metabolisme lemak. Dengan menurunnya

P dalam tubuh untuk pembentukan senyawa fosfat, maka sintesis lemak kuning telur menjadi berkurang akibat penambahan zeolit dalam ransum. Wahyu [6] menyatakan bahwa P sangat esensial sebagai persenyawaan organik dalam hampir setiap aspek metabolisme. Hasil penelitian ini mendukung penelitian Kurtini dan Purwaningsih [12] sebelumnya bahwa penambahan zeolit sampai tingkat 3% dalam ransum nyata menurunkan kadar lemak kuning telur secara gemaris.

Kadar Kolesterol Lemak Kuning Telur

Respon ayam petelur terhadap penambahan zeolit dalam ransum menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap kadar kolesterol kuning telur. Hal ini menunjukkan bahwa zeolit tetap berperan dalam proses pencernaan zat-zat makanan, tetapi belum optimal sehingga hasilnya belum menunjukkan perbedaan, walaupun hasil kadar lemak kuning telurnya menurun secara nyata. Hal ini diduga oleh rasio asam lemak jenuh dan tidak jenuh pada kuning telur tidak jauh berbeda sehingga kadar kolesterolnya relatif sama.

Tabel 2 memperlihatkan bahwa penambahan zeolit dalam ransum ayam petelur cenderung menurunkan kadar kolesterol lemak kuning telur, yaitu untuk R1 (2,43 mg/100 g kuning telur), R2 (2,52 mg/100 g kuning telur), R3 (2,48 mg/100 g kuning telur), dan R4 (2,25 mg/100 g kuning telur) daripada R0 (3,09 mg/100 g kuning telur). Hasil ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Kurtini dan Purwaningsih [12] sebelumnya dengan penambahan zeolit 0; 1,5; 3,0; dan 4,5% dengan kadar kolesterol berturut-turut 4,44; 4,12; 2,97; dan 3,36 g/100 g kuning telur. Perbedaan ini disebabkan oleh galur ayam, umur, berat dan proporsi kuning telur serta kandungan nutrisi ransum.

Menurut Powrie [9], kadar kolesterol kuning telur sebesar 5,2%, atau sebanyak 230 mg/17 g kuning telur [10], atau 289 mg kolesterol dalam sebutir telur dengan bobot telur sebesar 64,12 g [11]. Jika dibandingkan dengan data tersebut, maka kadar kolesterol kuning telur yang

dihasilkan jauh lebih rendah. Dengan demikian, dimungkinkan penurunan kadar kolesterol telur yang disebabkan oleh penambahan zeolit dalam ransum ayam petelur.

KESIMPULAN

Penambahan zeolit sampai tingkat 8% dalam ransum ayam petelur fase produksi dua berpengaruh nyata ($P < 0,05$) secara gemaris dalam meningkatkan tebal kerabang ($Y = 0,37 + 0,01 X$) dan menurunkan kadar lemak kuning telur ($Y = 33,51 - 1,10 X$). Akan tetapi, berpengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap konsumsi ransum dan kadar kolesterol kuning telur.

DAFTAR PUSTAKA

1. Llyod, L.E., B.E. McDonald, and E.W. Crampton. 1978. *Fundamental of Nutrition*. sec .Ed. W.H. freeman and Company. San Fransisco.
2. Roland, D.A. Sr., H.W. Rabon, Jr., K.S. Rao, R.C. Smith, J.W. Miller, D.G. Barnes, and S.M. Laurent. 1993. "Evidence for Absorption of Silicon and Aluminium by Hens Fed Sodium Zeolite A". *Poultry Sci.* 72:447.
3. Watkins, K.L. and L.L. Southern. 1992. "Effect of Dietary Sodium Zeolite A and Graded Levels of Calcium and Phosphorus on Growth Plasm, and Tibia Characteristic of Chick". *Poultry Sci.* 71: 1048—1058.
4. Leach, R.M. and J.H. Burdette. 1987: Influence of Dietary Calcium on The Pathology Lesions Associated with Endochondrial Bone Formation". *Feed Proc. Abstr.*
5. Ballard, R. and H.M. Edwards, Jr. 1988. "Effect of Dietary Zeolite and Vitamin A on Tibial Dyschondroplasia in Chickens". *Poultry Sci.* 67:113—119.
6. Wahju, J. 1985. *Ilmu Nutrisi Unggas*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
7. Kurtini, T. 2001. "Penampilan Ayam Petelur pada Produksi Fase I Akibat Penambahan Zeolit dalam Ransum". *Prosiding*. Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam untuk Mencapai Produktivitas Optimum Berkelanjutan. 26—27 Juni 2001. Halaman 305—309. Universitas Lampung.
8. Sarwono, B. 1994. *Pengawetan dan Pemanfaatan Telur*. Cetakan ketiga. Penebar Swadaya. Jakarta.
9. Powrie, W.D. 1977. "Chemistry of eggs and egg Product". In: Stadelman, W. J. and O.J. Cotterill. 1977. *Egg Science and Technology*. Sec Ed. The Avi Publish. Co. Inc. Westport. Conneticut.
10. Cook, F. and G.M. Briggs. 1977. "Nutritive Value of Eggs". In: Stadelman, W. J. and O.J. Cotterill. 1977. *Egg Science and Technology*. Sec Ed. The Avi Publish. Co. Inc. Westport. Conneticut.
11. Sheridan, A.K., C.S.M. Humphers and P.J. Nicholls. 1988. "The Cholesterol Content of Egg Product by Australian Egg Laying Strain". *British Poultry Sci.* 23:569—575.
12. Kurtini, T. dan N. Purwaningsih. 1999. "Pengaruh Pemberian Zeolit (ZKK) terhadap Tebal Kerabang dan Kadar Kolesterol Telur dari Ayam Tipe Medium Fase II". *Prosiding*. Seminar Disertasi dan Hasil Penelitian Dosen Universitas Lampung. 22 September. Halaman 134—141. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
13. Sugianto. 1997. "*Brief Explanation of What is Zeolite*". PT. Minatama Mineral Perdana. Bandar Lampung
14. Carlisle, E.M. 1982. "The Nutrition Essentiality of Silicon". *Nutr. Rev.* 40:193—198.

Studi Keberadaan Unsur Logam Ni, Pb, Cr dan Cd Pada Hasil Zeolitisasi Abu Terbang Dengan Larutan NaOH

Widajanti Wibowo dan Teti Hermiati

Departemen Kimia, FMIPA – Universitas Indonesia
Kampus Depok, Depok 16424
wyanti@ui.edu

ABSTRAK

Pemanfaatan limbah abu terbang PLTU secara langsung sebagai pemantap tanah seringkali tidak dianjurkan, karena adanya kandungan unsur logam berat yang terdapat dalam abu terbang. Penelitian ini mempelajari keberadaan unsur logam Ni, Pb, Cr dan Cd pada hasil zeolitisasi abu terbang PLTU Suralaya.

Proses zeolitisasi abu terbang dilakukan secara hidrotermal menggunakan larutan NaOH 3N dan 4N, pada suhu 90°C dan 120°C dan waktu pemanasan 12 jam, 24 jam sampai 48 jam. 10 macam produk zeolit yang dihasilkan diidentifikasi sebagai campuran zeolit Na-PI, $\text{Na}_6(\text{Si}_{10}\text{Al}_6\text{O}_{32}) \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ dan zeolit Na-Hidroksisodalit, $\text{Na}_6(\text{SiAlO}_4)_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, yang masing-masing memiliki kapasitas tukar kation (KTK) yang jauh lebih besar dari KTK abu terbang awal. Kadar ion logam Ni, Pb, Cr dan Cd dalam produk zeolit, yang dianalisis dengan AAS, ditemukan jauh berkurang bila dibandingkan dengan kadarnya dalam abu terbang. Hasil studi lebih lanjut mengenai pelucutan ion-ion logam dari produk zeolit menggunakan air pada pH netral tidak menunjukkan secara nyata adanya ion-ion logam yang terlepas dari zeolit.

Kata Kunci : Abu terbang, zeolitisasi, unsur logam

ABSTRACT

STUDY ON THE EXISTING OF METAL ELEMENTS NI, PB, CR AND CD IN THE ZEOLITIZATION PRODUCTS OF FLY ASH WITH NAOH SOLUTION. Directly reuse of fly ash waste from electricity power plant as soil conditioner is often not recommended, because of its content on heavy metals elements. This research studied the existence of metal elements, Ni, Pb, Cr and Cd in the zeolitization products of fly ash produced in PLTU Suralaya. Zeolitization process was conducted hydrothermal using NaOH solutions of 3N and 4N at temperature of 90°C and 120°C and heating time of 12 hours, 24 hours and 48 hours. 10 kinds of zeolite products were identified as a mixture of zeolite Na-PI, $\text{Na}_6(\text{Si}_{10}\text{Al}_6\text{O}_{32}) \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ and zeolite Na-Hydroxysodalite, $\text{Na}_6(\text{SiAlO}_4)_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, which had cation-exchange capacity much higher than the original fly ash. Metals ions content of Ni, Pb, Cr and Cd in the zeolite products, analyzed by AAS, were found much decrease compared to its content in the fly ash. Further study on leaching of metals ions from the zeolite products with water on pH neutral did not show a significant losses of these metals ions.

Keywords : Fly ash, zeolitization, metals elements

PENDAHULUAN

Di Indonesia, Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan pemasok kebutuhan listrik yang masih sangat diandalkan dan direncanakan pembangunannya sampai tahun 2008/2009 mencapai kapasitas 24.570 MW. Meskipun batubara Indonesia dikenal memiliki kandungan abu dalam jumlah yang rendah (sekitar 5% berat), limbah abu sisa pembakaran batubara ini masih sangat besar jumlahnya .

Abu terbang limbah PLTU mempunyai sifat pozzolanik, sehingga saat ini terutama dimanfaatkan sebagai campuran semen [1]. Di beberapa Negara, limbah abu terbang telah dimanfaatkan secara langsung sebagai pemantap tanah pertanian [2]. Adanya kandungan bahan berbahaya, antara lain kandungan ion logam berat, menyebabkan pemanfaatan limbah abu terbang secara langsung sebagai pemantap tanah sering kali tidak dianjurkan [3]. Penelitian ini mempelajari keberadaan unsur logam Ni, Pb, Cr dan Cd pada hasil proses zeolitisasi abu terbang menggunakan larutan NaOH dan apakah ion logam mudah terlepas dari kerangka zeolit bila dilakukan proses pelucutan menggunakan air pada pH netral.

METODOLOGI

Abu terbang dari PLTU Suralaya sebelum digunakan diaduk rata supaya homogen, sehingga diharapkan dapat diperoleh hasil proses zeolitisasi yang baik dengan kandungan unsur logam yang bersesuaian. Pembuatan zeolit dilakukan dengan mereaksikan abu terbang dengan larutan NaOH 3N dan 4N dengan perbandingan 1:10, yaitu 20 g abu terbang dalam 200 mL larutan NaOH. Campuran diaduk dan selanjutnya dipanaskan secara hidrotermal menggunakan bejana tertutup rapat yang dilapisi dengan lapisan teflon. Proses zeolitisasi ini dilakukan pada 90°C dengan waktu reaksi 24 jam dan 48 jam, sedangkan pada 120°C selama 12 jam, 24 jam dan 48 jam. Produk zeolit yang terbentuk dari masing-masing kondisi reaksi zeolitisasi,

disaring, dicuci dengan air suling sampai pH netral dan dikeringkan pada 110°C selama 3 jam.

Analisis yang dilakukan meliputi :

1. Analisis struktur padatan dengan metode XRD, yang dilakukan terhadap abu terbang awal dan terhadap masing-masing produk zeolitisasi.
2. Analisis kandungan logam Ni, Pb, Cr dan Cd dengan metode AAS, dan dilakukan untuk abu terbang dan masing-masing produk zeolit dengan melarutkan dahulu dengan sedikit HF.

Penentuan kapasitas tukar kation dilakukan dengan cara pengadukan. 1 g produk zeolit (juga abu terbang) dan 30 mL larutan Na-Asetat 1M diaduk selama \pm 5 menit, padatan dan filtrat kemudian dipisahkan dengan cara sentrifugasi dan perlakuan ini diulang sebanyak 2 kali. Larutan Na-Asetat kemudian diganti dengan 30 mL Etanol 96%, diperlakukan sama dengan kerja sebelumnya dan diulang sebanyak 2 kali. Selanjutnya padatan diaduk kembali dengan 30 mL larutan NH₄- Asetat 1M dengan perlakuan yang sama dan diulang sebanyak 2 kali. Filtrat NH₄- Asetat dikumpulkan dan ditambah dengan aquadest sampai volum 100 mL dan diukur kadar ion logam Na yang tertukar oleh ion NH₄⁺ dengan metode AAS.

Pengujian kemungkinan pelucutan ion logam, dilakukan dengan metode kolom, menggunakan aquadest dengan menampung setiap 100 mL eluen dan diukur kadar ion logam Ni, Pb, Cr dan Cd dengan metode AAS.

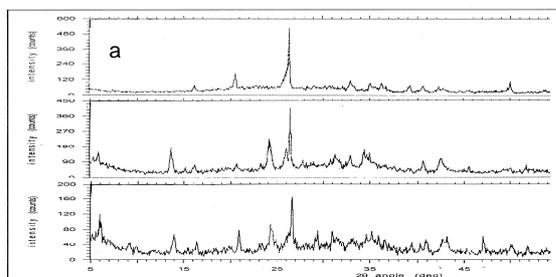
HASIL DAN PEMBAHASAN

Transformasi abu terbang menjadi produk zeolit dengan larutan basa NaOH dimungkinkan, karena dalam abu terbang terdapat kuarsa, SiO₂ dan senyawa alumina silikat. Pada proses zeolitisasi ini basa NaOH bertindak sebagai zat pengarah, dan disamping itu ingin diketahui apakah larutan basa NaOH dapat melarutkan kandungan logam Ni, Pb, Cr dan Cd dalam abu terbang.

Karakterisasi difraksi sinar X

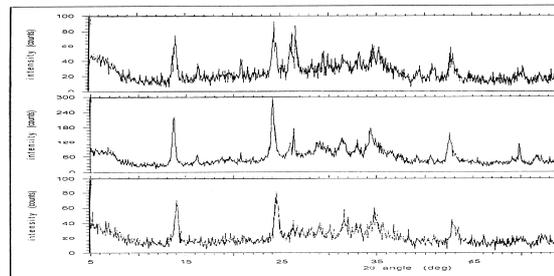
Spektrogram XRD pada gambar 1, 2, 3 dan 4 menunjukkan transformasi yang terjadi pada proses zeolitisasi abu terbang. Spektrogram abu terbang menunjukkan puncak difraksi SiO_2 pada $2\theta = 26,4$ dan $20,6$. Fase-fase kristal yang dapat diidentifikasi dari spektrogram pada gambar adalah Mulit, $\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$, Na-Hidroksi Sodalit, $\text{Na}_6(\text{SiAlO}_4)_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dan Na-PI, $\text{Na}_6(\text{Si}_{10}\text{Al}_6\text{O}_{32}) \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ [4].

Fase kristal yang terbentuk pada proses zeolitisasi abu terbang dipengaruhi oleh konsentrasi basa NaOH, suhu pemanasan dan waktu reaksi. Querol *et al.* [5] menyatakan bahwa zeolit Na-PI terbentuk pada konsentrasi NaOH kurang dari 3,5 M dan bertambahnya konsentrasi basa akan mempercepat proses perubahan dari zeolit Na-PI menjadi Na-Hidroksi Sodalit. Zeolit Na-PI (pada $2\theta = 28,1$ dan $2\theta = 12,5$) yang terbentuk dengan larutan NaOH 3N pada suhu 90°C dan waktu reaksi 24 jam sudah berkurang dengan berubahnya Na-PI menjadi Na-Hidroksi Sodalit (pada $2\theta = 24,2$ dan $2\theta = 13,8$). Demikian juga dengan bertambahnya waktu reaksi dan suhu pemanasan fase kristal yang jelas teridentifikasi adalah Na-Hidroksi Sodalit. Fase kristal SiO_2 juga tampak berkurang dengan bertambahnya waktu reaksi dan suhu pemanasan dan terbentuk Mulit dengan puncak difraksi pada $2\theta = 26,4$ dan $2\theta = 25,9$, yang juga mulai berubah menjadi fase kristal lain pada konsentrasi NaOH 4N, pada suhu 120°C dan waktu reaksi 48 jam.



Gambar 1 : Difraktogram XRD

- a. abu terbang
- b. zeolitisasi dengan NaOH 3N ; 90°C ; 24 jam
- c. zeolitisasi dengan NaOH 3N ; 90°C ; 48 jam



Gambar 2 : Difraktogram XRD

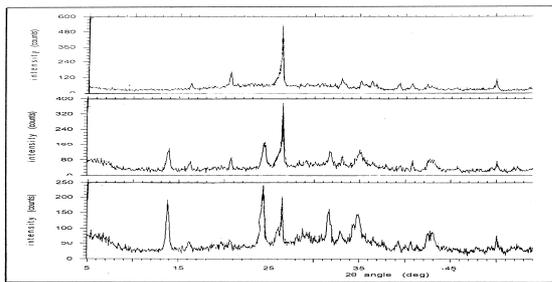
- a. zeolitisasi dengan NaOH 3N ; 120°C ; 12 jam
- b. zeolitisasi dengan NaOH 3N ; 120°C ; 24 jam
- c. zeolitisasi dengan NaOH 3N ; 120°C ; 48 jam

Penentuan kapasitas tukar kation

Penentuan kapasitas tukar kation ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah produk zeolitisasi ini mempunyai nilai KTK yang cukup baik untuk dimanfaatkan sebagai pemantap tanah. Hasil penentuan KTK ini seperti terlihat pada **Tabel 1**, menunjukkan nilai KTK yang jauh lebih tinggi dari nilai KTK abu terbang.

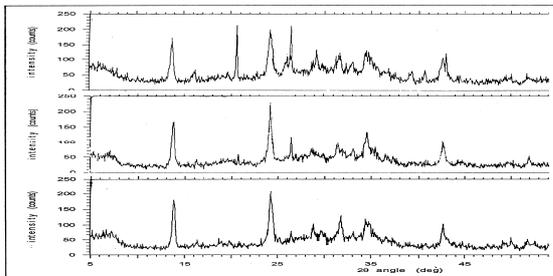
Analisis kandungan unsur logam Ni, Pb, Cr dan Cd

Abu terbang PLTU Suralaya mengandung sejumlah unsur logam : Ni = 197,5 ppm, Pb = 158,6 ppm, Cr = 136,1 ppm dan Cd = 6,8 ppm. Proses zeolitisasi menggunakan larutan NaOH 3N dan 4N menghasilkan 10 macam produk zeolit dan pada gambar 5, 6, 7 dan 8 terlihat adanya penurunan kandungan unsur logam Ni, Pb, Cr dan Cd dalam semua produk zeolit,



Gambar 3 : Difraktogram XRD

- abu terbang
- zeolitisasi dengan NaOH 4N ; 90°C ; 24 jam
- zeolitisasi dengan NaOH 4N ; 90°C ; 48 jam

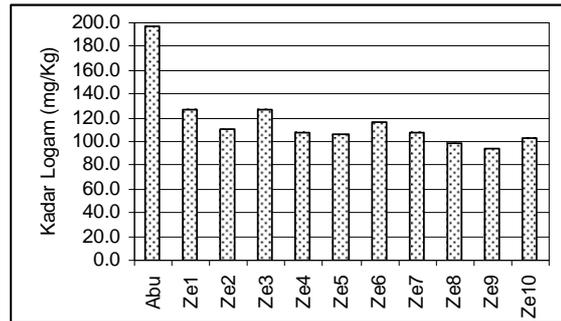


Gambar 4 : Difraktogram XRD

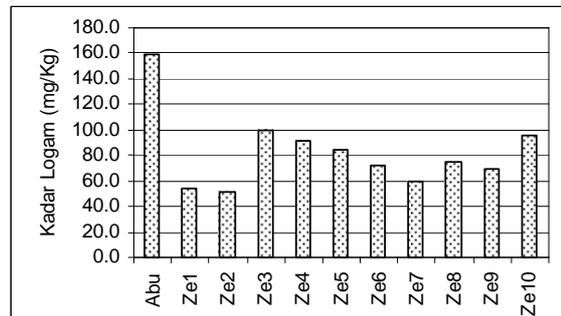
- zeolitisasi dengan NaOH 4N ; 120°C ; 12 jam
- zeolitisasi dengan NaOH 4N ; 120°C ; 24 jam
- zeolitisasi dengan NaOH 4N ; 120°C ; 48 jam

dibandingkan dengan kandungan logam dalam abu terbang awal. Penurunan kandungan unsur-unsur logam ini dapat disebabkan oleh :

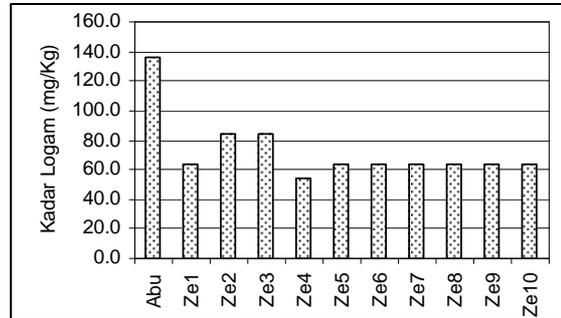
- rapat massa produk zeolit yang lebih besar dari pada rapat massa abu terbang
- adanya senyawa unsur logam yang larut dalam basa NaOH selama proses zeolitisasi.



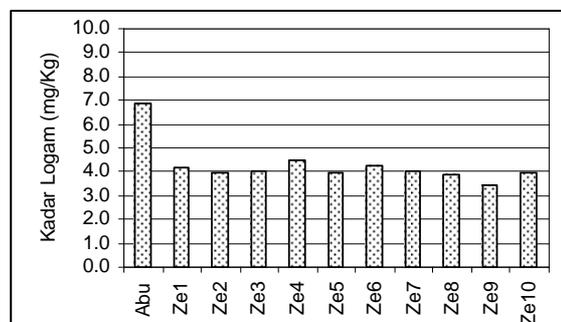
Gambar 5 : Kandungan logam Ni dalam Abu Terbang dan Zeolit



Gambar 6 : Kandungan logam Pb dalam Abu Terbang dan Zeolit



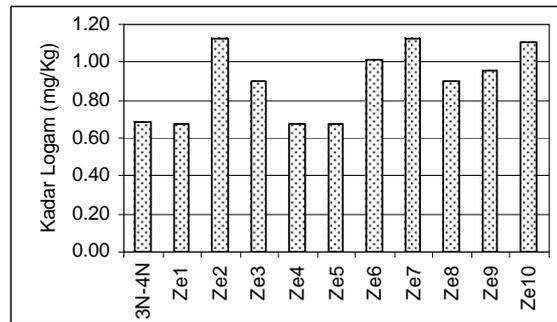
Gambar 7 : Kandungan logam Cr dalam Abu Terbang dan Zeolit



Gambar 8 : Kandungan logam Cd dalam Abu Terbang dan Zeolit

Tabel 1 : Nilai KTK abu terbang dan produk zeolitisasi

Kondisi proses zeolitisasi	Produk zeolit	KTK (mek/100g)
Abu terbang		13.5
NaOH 3N-90°C-24 jam	Ze1	172.1
NaOH 3N-90°C-48 jam	Ze2	193.1
NaOH 3N-120°C-12 jam	Ze3	158.9
NaOH 3N-120°C-24 jam	Ze4	198.7
NaOH 3N-120°C-48 jam	Ze5	179.9
NaOH 4N-90°C-24 jam	Ze6	145.3
NaOH 4N-90°C-48 jam	Ze7	122.7
NaOH 4N-120°C-12 jam	Ze8	190.6
NaOH 4N-120°C-24 jam	Ze9	192.3
NaOH 4N-120°C-48 jam	Ze10	191.5

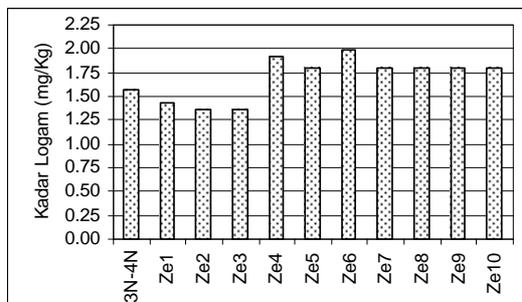


Gambar 11 : Kandungan logam Cr dalam larutan NaOH dan filtrat NaOH

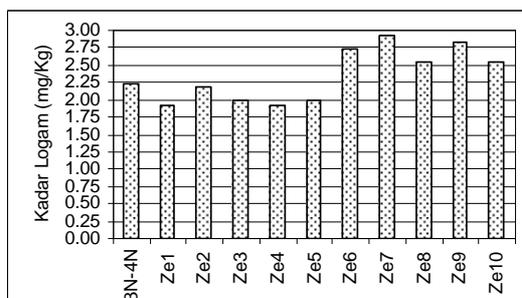
Tabel 2. Kandungan ion logam Ni, Pb, Cr dan Cd dalam eluen proses pelucutan menggunakan air pada pH netral.

Material	Kandungan ion logam (mg/L)		
	Ni	Pb	Cd
Ze1	0.003	0.029	0.007
Ze2	0.027	0.051	0.008
Ze3	0.008	0.044	0.005
Ze4	0.035	0.042	0.005
Ze5	0.023	0.029	0.006
Ze6	0.042	0.038	0.002
Ze7	0.056	0.045	0.004
Ze8	0.059	0.028	0.002
Ze9	0.065	0.040	0.003
Ze10	0.053	0.012	0.002

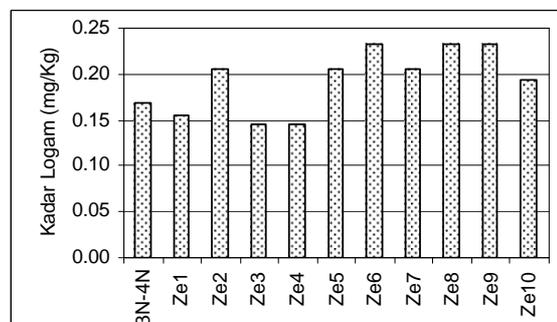
Pembakaran partikel halus batu bara di PLTU pada suhu tinggi, menyebabkan unsur logam yang terdapat dalam batu bara akan teroksidasi menjadi senyawa oksidanya, atau terikat sebagai senyawa alumina silikat. Beberapa senyawa oksida logam mudah larut dalam larutan basa. Pada penelitian ini digunakan NaOH teknis, yang mengandung sejumlah pengotor Ni, Pb, Cr dan Cd. Hasil analisis filtrat NaOH pada gambar 9, 10, 11 dan 12 menunjukkan ketidakteraturan adanya tambahan senyawa logam yang larut dalam larutan NaOH 3N maupun dalam larutan NaOH 4N, dengan logam Cr dan Cd cenderung sedikit larut dalam basa NaOH. Analisis kandungan unsur logam ini sepertinya tidak menunjukkan kesesuaian keseimbangan massa unsur logam dalam abu terbang dan dalam zeolit. Hal ini dapat disebabkan adanya unsur logam yang tidak terukur dalam filtrat NaOH, yang berasal dari ikut sertanya sedikit partikel halus zeolit dalam filtrat NaOH.



Gambar 9 : Kandungan logam Ni dalam larutan NaOH dan filtrat NaOH



Gambar 10 : Kandungan logam Pb dalam larutan NaOH dan filtrat NaOH



Gambar 12 : Kandungan logam Cd dalam larutan NaOH dan filtrat NaOH

Hasil analisis pelucutan ion logam dari zeolit menggunakan air pada pH netral, yang dapat dilihat pada **Tabel 2**, tidak menunjukkan secara nyata adanya ion-ion logam yang terlepas dari produk zeolit. Hal ini dimungkinkan bila unsur logam terikat dalam kerangka zeolit dan tidak merupakan ion bebas yang berada bersama air dalam rongga zeolit.

KESIMPULAN

Transformasi abu terbang menjadi zeolit secara hidrotermal menggunakan larutan basa alkali merupakan salah satu cara yang efektif dan murah untuk memanfaatkan limbah abu terbang sebagai pemantap tanah pertanian.

Kandungan unsur logam Ni, Pb, Cr dan Cd dalam produk zeolitisasi, yang terbawa dari abu terbang, walaupun masih cukup tinggi, tetapi tidak mudah terlepas akibat proses pelucutan dengan air. Hal ini dimungkinkan bila unsur logam terikat pada kerangka zeolit sebagai senyawa alumina silikat. Penelitian lebih lanjut menggunakan zeolit ini sebagai media tanah dapat dipakai untuk membuktikan apakah tanaman mampu menarik unsur logam dari zeolit.

DAFTAR PUSTAKA

1. Armhein C. et al. 1997. *Synthesis and Properties of Zeolites from Coal Fly Ash*. Environmental Science and Technology, 30, (3). American Chemical Society, 735-742.
2. Bergaut, V., A. Singer. 1996. *High Capacity Cation Exchanger by Hydrothermal Zeolitization of Coal Fly Ash*. Applied Clay Science, (10). Elsevier, 369-378.
3. Cheng-Fang Lin, Hsing-Cheng Hi. 1995.. *Resource Recovery of Waste Fly Ash : Synthesis of Zeolite-like Material*. Environmental Science and Technology, 29, (4). American Chemical Society 1109-1117.
4. Alvarez, L.J. et al. 1997. *Mechanisms of Formation of Extraframework Al₂O₃ in Zeolites*. Zeolites 18, 54-62.
5. Querol, X. et al. 1997. *A Fast Method for Recycling Fly Ash : Microwave-Assisted Zeolite Synthesis*. Environmental Science and Technology, 31 (9). American Chemical Society, 2527-2533

Pengaruh Zeolit Terhadap Efisiensi Unsur Hara pada Pupuk Kandang dalam Tanah

Lenny M. Estiaty¹, Suwardi², Isti Yuliana³, Dewi Fatimah¹, dan Dadan Suherman¹

¹Geoteknologi- LIPI, Bandung

²Staf Pengajar Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, IPB

³Alumnus Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, IPB

ABSTRAK

*Pupuk kandang mengandung unsur hara makro dan mikro yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Selama proses pengomposan maupun setelah diberikan ke dalam tanah, unsur hara dalam pupuk kandang terutama nitrogen mudah menguap ke udara maupun tercuci oleh air. Zeolit memiliki sifat adsorpsi yang tinggi terhadap ion amonium sehingga pemberian zeolit bersama-sama dengan pupuk kandang diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan zeolit dan pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan serapan hara tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*). Percobaan dilakukan di rumah kaca Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, dari bulan Juni sampai Oktober 2004. Penanaman dilakukan selama dua periode. Segera setelah tanaman dipanen (periode pertama), media tanam langsung ditanami untuk periode kedua tanpa penambahan pupuk. Penambahan zeolit 20 ton/ha pada media tanam memberikan pengaruh pertumbuhan dan serapan unsur hara yang lebih tinggi dari perlakuan zeolit lainnya. Residu unsur hara pada perlakuan zeolit lebih tinggi dari perlakuan tanpa zeolit yang ditunjukkan oleh produksi tanaman kangkung yang lebih tinggi pada tanaman periode kedua. Perlakuan zeolit meningkatkan pertumbuhan tanaman. Pemberian zeolit bersama-sama dengan pupuk kandang kotoran ayam memberikan pertumbuhan dan produksi yang lebih baik dari pada dengan pupuk kandang kotoran sapi.*

Kata kunci: Zeolit, pupuk kandang, pupuk nitrogen, efisiensi hara

ABSTRAK

EFFECT OF ZEOLITE ON NUTRIENTS EFFICIENCY OF COMPOST IN THE SOIL. *Manure contains micro and macro nutrients which are essential for plant growth. During the decomposition process and after application to the soil, nutrients in manure especially nitrogen is easily volatile to the atmosphere and leaching by water. Zeolite has a high adsorption to ammonium ion, so the application of zeolite together with manure may improve the plant growth. The objective of this research is to evaluate the effect of manure and zeolite addition to the growth and absorption of plant nutrients of *Ipomoea reptans*. This research was conducted in green house of Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Bogor Agricultural University, from June until October 2004. Cultivation was conducted in two period. Immediately after the plant were harvested in first period, plant media were cultivated for the second period without addition of fertilizers. Addition of 20 ton/ha zeolite to the plant media influence the growth and absorption of nutrient higher than the other zeolite treatments. Nutrient residue of zeolite treatment is higher than the treatment without zeolite which is shown by higher production of *Ipomoea reptans* in the second planting period. Application of zeolite increase the growth of plant. Application of zeolite together with chicken manure gave higher growth and production compared with cattle manure.*

Keywords: Zeolite, manure, nitrogen fertilizer, nutrient efficiency

PENDAHULUAN

Pupuk kandang mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan pupuk anorganik antara lain dapat memperbaiki agregasi tanah, menaikkan daya serap tanah terhadap air, menaikkan kondisi kehidupan mikroorganisme di dalam tanah, dan mengandung zat makanan tanaman yang relatif lebih beragam [1]. Menurut Sarief [2], pupuk kandang mengandung unsur hara makro seperti nitrogen, fosfor, kalium, dan unsur hara mikro seperti tembaga, mangan, seng. Meskipun mempunyai berbagai keunggulan, pupuk kandang juga mempunyai kekurangan antara lain kandungan unsur hara rendah dan mudah hilang terutama nitrogen baik karena menguap maupun tercuci oleh air hujan. Suwardi [3], menyebutkan bahwa lebih dari separuh nitrogen yang dikandung kotoran ayam hilang ke atmosfer jika pengomposan dilakukan lebih dari 2 bulan di udara terbuka.

Penggunaan zeolit sebagai bahan ameliorasi didasarkan pada sifat adsorpsi dan pertukaran kation zeolit yang tinggi. Kapasitas tukar kation (KTK) zeolit yang tinggi diharapkan dapat mengikat dan menyimpan sementara unsur-unsur hara kemudian melepaskan kembali saat tanaman membutuhkan sehingga mengurangi kehilangan unsur hara melalui penguapan maupun pencucian. Dengan proses kerja sebagai bahan penyedia lambat (*slow release agent*), penambahan zeolit bersama-sama dengan pupuk kandang diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan dan serapan unsur hara oleh tanaman.

Menurut Sastiono [4], kemampuan zeolit sebagai penyerap molekul dan penukar ion dapat digunakan dalam bidang pertanian, antara lain untuk meningkatkan efisiensi pemupukan, meningkatkan KTK tanah, meningkatkan ketersediaan ion Ca, K, dan P, menurunkan kandungan Aluminium, menahan mineral-mineral yang berguna untuk tanaman, dan menyerap air untuk menjaga kelembaban tanah.

Kangkung darat merupakan sayuran yang sudah dikenal oleh masyarakat Indonesia

dan sebagai sumber gizi yang murah harganya. Kangkung darat selain sebagai penyedia kalori juga merupakan sumber vitamin A. Oleh karena itu kangkung mendapat prioritas dalam program pengembangan sayuran nasional selain bayam, katuk, dan sawi [5].

Sayuran ini dapat tumbuh baik pada tanah yang gembur dan subur [6]. Tanah Latosol tersebar luas di Indonesia akan tetapi memiliki tingkat kesuburan rendah. Upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki tingkat kesuburan yaitu dengan penambahan bahan organik seperti pupuk kandang. Alternatif lain sebagai bahan pembenah tanah yaitu menggunakan mineral zeolit. Penambahan pupuk kandang dan zeolit diharapkan dapat menciptakan kondisi tanah yang cocok untuk pertumbuhan tanaman kangkung.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan zeolit dan pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan serapan unsur hara tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*).

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilakukan di Rumah Kaca Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, dari bulan Juni sampai Oktober 2004.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah zeolit asal Cikancra Tasikmalaya berukuran 0,3-0,8 mm yang sudah diaktivasi melalui pemanasan pada suhu 105°C selama 24 jam. Pupuk kandang kotoran sapi dari jenis sapi perah dan ayam pelung diambil dari peternakan sapi dan peternakan ayam di Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bahan lain yang digunakan adalah benih tanaman kangkung darat, pupuk kimia, bahan tanah Latosol untuk media tanam, kapur dan bahan-bahan kimia untuk analisis kimia media tanam dan jaringan tanaman.

Peralatan yang digunakan yaitu karung, plastik, polybag, ayakan 5 mm, alat penyiram, timbangan, alat pengukur, oven, cawan, ring sampel dan peralatan

laboratorium untuk analisis kimia seperti pH meter, flame photometer, Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), dan EC meter.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan dua faktor. Faktor pertama adalah jenis pupuk kandang yang terdiri dari dua taraf dan faktor kedua adalah zeolit yang terdiri dari tujuh taraf. Dua taraf pupuk kandang yaitu pupuk kandang kotoran sapi (K1) dan pupuk kandang kotoran ayam (K2) dengan dosis masing-masing setara 10 ton/ha. Tujuh taraf zeolit yaitu 0 ton/ha (D1), 2 ton/ha (D2), 5 ton/ha (D3), 10 ton/ha (D4), 20 ton/ha (D5), 40 ton/ha (D6), 60 ton/ha (D7), masing-masing perlakuan diulang 5 kali sehingga diperoleh 70 satuan percobaan. Satu satuan percobaan berupa *polybag* dengan lima tanaman untuk diamati. Semua data hasil pengamatan dianalisis statistik dengan analisis ragam kemudian apabila ada perbedaan yang nyata antar perlakuan dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda Duncan pada taraf 5% menggunakan program SAS.

Sebelum diberi perlakuan zeolit dan pupuk kandang, tanah diambil secara komposit untuk dianalisis sifat fisik dan kimianya sehingga tingkat kesuburan tanah dapat diketahui. Tanah terlebih dahulu dikeringudarkan kemudian ditumbuk dan diayak dengan ayakan yang berukuran 5 mm. Ke dalam setiap *polybag* dimasukan 3 kg tanah kemudian dicampur rata dengan 15 gram kapur dolomit setara dengan 10 ton/ha. Kemudian tanah diinkubasi selama satu minggu. Pemberian kapur ke dalam tanah ini dimaksudkan untuk memperbaiki kesuburan tanah melalui perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah selain bertujuan untuk menaikkan pH tanah hingga mendekati pH netral, karena pada kisaran pH tersebut paling cocok untuk persediaan unsur hara dan pertumbuhan tanaman pada umumnya.

Setelah tanah diinkubasi selama satu minggu, pupuk kandang dan zeolit dicampur secara merata kedalam *polybag* dengan dosis sesuai dengan perlakuan. Pupuk dasar urea, TSP, dan KCl juga dicampur secara merata ke dalam *polybag*

dengan dosis masing-masing setara dengan 200 kg/ha.

Penanaman ini dimaksudkan untuk menguji pengaruh penambahan pupuk kandang dan zeolit ke dalam media tanam, untuk itu digunakan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*) yang sensitif terhadap perubahan unsur hara dalam tanah. Uji ini terdiri dari dua periode penanaman kangkung darat. Periode pertama meliputi penanaman kangkung darat pada media tanam yang sudah dicampur dengan semua perlakuan. Sedangkan periode kedua meliputi penanaman kangkung darat pada media tanam yang sama setelah tanaman yang pertama dipanen tanpa penambahan pupuk kandang dan zeolit. Penanaman kedua ini berguna untuk mengukur residu pupuk dalam media tanam setelah penanaman periode pertama.

Penanaman dilakukan setelah tanah selesai diinkubasi selama tiga hari. Setiap *polybag* dibuat tiga belas lubang tanam dengan kedalaman ± 3 cm dan masing-masing ditanami 3 biji kangkung darat. Kemudian lubang yang telah ditanami tersebut ditutup dengan tanah tipis-tipis dan dilakukan penyiraman.

Pemeliharaan dan penyiraman dilakukan setiap hari dengan mempertahankan kadar air tanah pada kapasitas lapang. Tanaman setelah berumur satu minggu dilakukan penjarangan tanaman sampai tersisa lima tanaman tiap *polybag* untuk diamati. Pengamatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman dilakukan pada umur 2 minggu setelah tanam (MST), 3 MST, dan 4 MST. Parameter tanaman yang diamati terdiri dari tinggi tanaman, jumlah daun, produksi tanaman (bobot basah dan bobot kering).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Kimia Tanah Media Tanam

Berdasarkan kriteria penilaian sifat kimia tanah [7] Latosol Darmaga mempunyai pH sangat masam (4.44), KTK tanah termasuk rendah (15.45 me/100g), kejenuhan basa sangat rendah (16.44%), C- organik

sedang (2.65%), N-total sangat rendah (0.27%), dan kejenuhan aluminium tinggi (53.40%). Secara keseluruhan tanah ini mempunyai tingkat kesuburan rendah. Tanaman kangkung darat dapat tumbuh baik pada tanah yang gembur dan subur [6]. Agar tanaman kangkung darat tersebut dapat tumbuh baik pada tanah Latosol maka perlu dilakukan usaha untuk meningkatkan kesuburan tanah. Usaha yang perlu dilakukan antara lain dengan penambahan bahan amelioran seperti pupuk kandang dan zeolit.

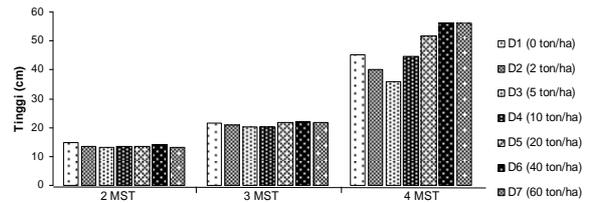
Pemberian pupuk kandang meningkatkan KTK tanah, penambahan pupuk kandang kotoran sapi meningkatkan KTK lebih tinggi daripada pupuk kandang ayam. Sedangkan penambahan zeolit dapat meningkatkan jumlah basa-basa K, Ca, Mg, dan Na serta meningkatkan KTK tanah. Zeolit asal Cikanra yang digunakan dalam penelitian ini memiliki KTK yang tinggi (145.5 me/100g).

Pertumbuhan Tanaman

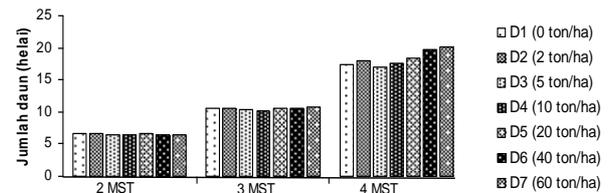
Perlakuan zeolit nyata meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun pada umur 4 MST pada periode pertama sedangkan pada periode kedua nyata meningkatkan jumlah daun pada umur 3 MST. Pada periode kedua tersebut terjadi interaksi yang nyata antara perlakuan zeolit dan pupuk kandang terhadap pertumbuhan tinggi tanaman pada umur 3-4 MST.

Gambar 1 dan 2 menunjukkan bahwa pada umur 2 MST perlakuan tanpa zeolit menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan dengan zeolit. Tetapi mulai umur 3-4 MST, penambahan zeolit menunjukkan pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan tanpa zeolit.

Pada awal pertumbuhan sampai umur 2 MST unsur hara dalam tanah dijerap sementara oleh zeolit sehingga mengurangi kehilangan unsur hara dalam tanah. Unsur hara yang dijerap tersebut dilepaskan kembali melalui mekanisme *slow release* sehingga dapat diserap tanaman untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman.



Gambar 1 Rata-rata respon perlakuan zeolit terhadap tinggi tanaman pada periode 1



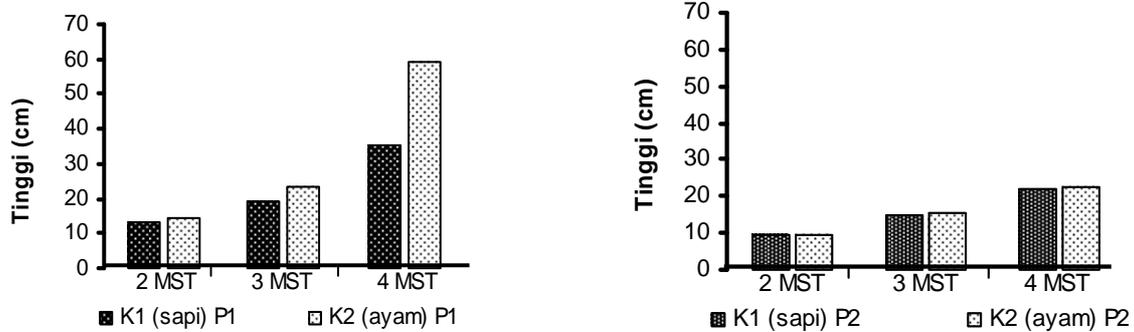
Gambar 2 Rata-rata respon perlakuan zeolit terhadap jumlah daun pada periode 1

Berdasarkan sifat pertukaran kation yang tinggi, zeolit dapat mengikat dan menyimpan sementara unsur-unsur hara dalam tanah kemudian melepaskan kembali ke tanah saat tanaman membutuhkan nitrogen karena sifat selektivitas adsorpsi zeolit yang tinggi terhadap ion amonium. Pupuk kandang dan pupuk dasar yang diberikan ke dalam tanah akan terurai menjadi ion-ion diantaranya ion amonium. Kemampuan zeolit dalam menjerap ion amonium, menghambat perubahan amonium menjadi nitrat sehingga kehilangan nitrogen dalam bentuk nitrat yang mudah tercuci air hujan dapat ditekan. Jika kadar nitrogen dalam larutan tanah berkurang, nitrogen yang diadsorpsi oleh zeolit akan dilepaskan secara perlahan untuk keperluan tanaman [3].

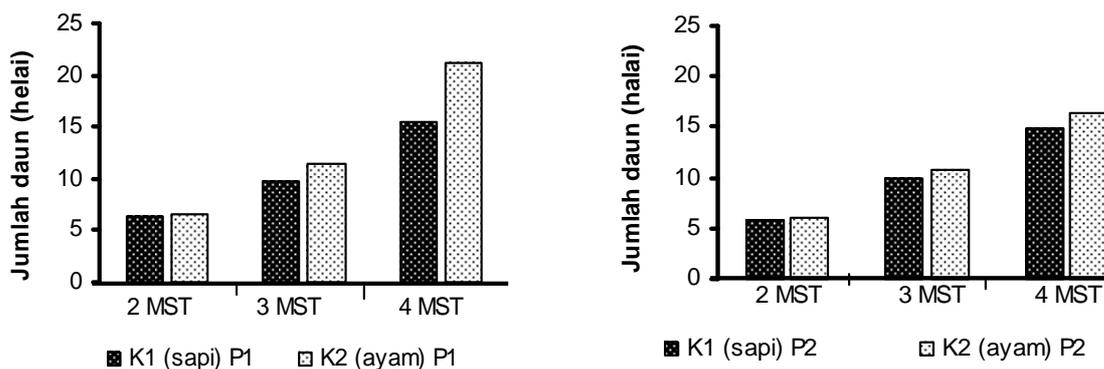
Penambahan pupuk kandang secara nyata meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman kangkung dari umur 2-4 MST pada penanaman periode pertama sedangkan pada periode kedua nyata meningkatkan pertumbuhan jumlah daun umur 3-4 MST. Penambahan pupuk kandang ayam memberikan pertumbuhan yang lebih tinggi daripada pupuk kandang sapi (Gambar 3 dan 4). Hal ini disebabkan pupuk kandang kotoran ayam mempunyai kandungan N, P,

K, Ca, dan Mg lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang kotoran sapi. Bahkan kandungan N dan Ca pada pupuk kandang kotoran ayam mencapai 3 kali dari pupuk kandang kotoran sapi (N pupuk kandang kotoran ayam 5,06% dan N pupuk

kandang kotoran sapi 1,49% sedangkan Ca pupuk kandang kotoran ayam 4,75% dan Ca pupuk kandang kotoran sapi 1,08%).



Gambar 3 Rata-rata respon perlakuan pupuk kandang terhadap tinggi tanaman.



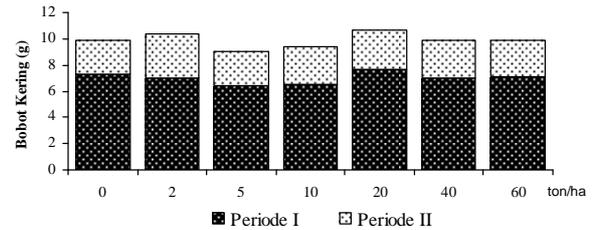
Gambar 4. Rata-rata respon perlakuan pupuk kandang terhadap jumlah daun.

Suplai unsur hara makro khususnya nitrogen dalam jumlah cukup pada masa pertumbuhan tanaman dapat memacu pertumbuhan vegetatif tanaman karena nitrogen berperan sebagai bahan penyusun asam amino, struktur dinding sel, dan klorofil daun. Unsur P berperan penting pada fase pertumbuhan vegetatif dan reproduktif. Kalium diperlukan oleh tanaman dalam bentuk ion K^+ yang mempunyai mobilitas tinggi dan memberikan kontribusi utama pada potensial osmotik sel dan jaringan tanaman. Apabila kebutuhan kalium cukup terpenuhi, dinding sel menjadi lebih tebal dan jaringan lebih stabil serta kuat

Produksi Tanaman

Perlakuan zeolit 20 ton/ha menghasilkan bobot kering tertinggi pada periode pertama sedangkan pada periode kedua tingkat produksinya lebih rendah karena tanaman tidak mendapat tambahan pupuk (Gambar 5). Pada periode kedua ini, fungsi zeolit sebagai bahan penyedia lambat (*slow release agent*) dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, sebagian pupuk yang tersisa dijerap sementara oleh zeolit dan dilepaskan kembali untuk pertumbuhan tanaman. Hal ini ditunjukkan dengan fakta bahwa penambahan zeolit menghasilkan produksi yang lebih tinggi daripada perlakuan tanpa zeolit pada periode kedua (Gambar 5).

Penambahan pupuk kandang secara nyata meningkatkan bobot basah dan bobot kering tanaman selama dua periode penanaman. Penambahan pupuk kandang kotoran ayam memberikan produksi yang lebih tinggi daripada pupuk kandang kotoran sapi (Tabel 1). Hal ini sejalan dengan pertumbuhan tanaman bahwa penambahan pupuk kandang kotoran ayam memberikan pertumbuhan yang lebih tinggi daripada pupuk kandang kotoran sapi.



Gambar 5. Rata-rata respon perlakuan zeolit terhadap bobot kering tanaman.

Tabel 1. Rataan bobot basah dan bobot kering tanaman pada periode 1 (P1) dan periode 2 (P2)

Perlakuan	Bobot Basah		Bobot Kering	
	P1 (gram)	P2 (gram)	P1 (gram)	P2 (gram)
K1 (Sapi)	50,217 <i>b</i>	20,912 <i>b</i>	5,553 <i>b</i>	2,448 <i>b</i>
K2 (Ayam)	77,591 <i>a</i>	26,557 <i>a</i>	8,465 <i>a</i>	3,279 <i>a</i>

Keterangan: Angka rata-rata pada masing-masing lajur yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata menurut uji perbandingan berganda Duncan pada taraf uji 5%.

Serapan Unsur Hara Tanaman

Pada periode pertama, perlakuan zeolit 20 ton/ha menghasilkan serapan unsur hara yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan perlakuan zeolit lainnya, terutama untuk unsur N, P, Ca, Mg, Fe, Zn dan Mn (Tabel 2). Serapan unsur K cenderung meningkat dengan meningkatnya dosis zeolit yang ditambahkan. Hal ini sejalan dengan sifat kimia tanah setelah panen periode kedua dimana kandungan unsur K pada media tanam cenderung meningkat dengan semakin meningkatnya dosis zeolit yang diberikan.

Pada periode kedua, perlakuan zeolit 20 ton/ha menunjukkan serapan unsur hara yang lebih tinggi dari perlakuan lainnya terutama untuk unsur P, Mg, Cu, dan Zn (Tabel 3). Serapan unsur Ca cenderung meningkat dengan meningkatnya dosis zeolit. Kandungan unsur Ca pada media tanam setelah panen cenderung meningkat dengan semakin meningkatnya dosis zeolit yang diberikan. Peningkatan kandungan K dan Ca pada media tanam terjadi karena kation-kation dalam zeolit didorong keluar oleh H⁺ dan dilepaskan ke dalam larutan tanah yang dapat

menyebabkan adanya suplai basa-basa antara lain K dan Ca.

Mineral zeolit mengandung unsur-unsur hara makro dan mikro yang dapat disumbangkan ke dalam tanah. Selain itu, penambahan zeolit dapat memperbaiki agregasi tanah sehingga meningkatkan pori-pori udara tanah yang berakibat merangsang pertumbuhan akar tanaman.

Luas permukaan akar tanaman menjadi bertambah yang berakibat meningkatnya jumlah unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman.

Perlakuan pupuk kandang kotoran ayam menunjukkan serapan unsur hara makro dan mikro yang lebih tinggi daripada penambahan pupuk kandang kotoran sapi baik pada periode pertama maupun kedua (Tabel 2 dan 3). Hal ini sejalan dengan fakta bahwa penambahan pupuk kandang kotoran ayam memberikan pertumbuhan dan produksi yang lebih tinggi daripada pupuk kandang kotoran sapi (Gambar 3, 4 dan Tabel 1). Unsur hara dalam pupuk kandang kotoran ayam lebih tinggi daripada pupuk kandang kotoran sapi sehingga pupuk kandang kotoran ayam

memberikan tambahan unsur hara yang lebih tinggi pula.

Penambahan pupuk kandang dapat menyumbangkan unsur hara ke dalam media tanam. Unsur hara tersebut dapat meningkatkan DHL tanah. Di antara kedua jenis pupuk kandang yang ditambahkan, pupuk kandang kotoran ayam memberikan tambahan unsur hara yang lebih tinggi

dibandingkan dengan pupuk kandang kotoran sapi yang ditunjukkan dengan nilai DHL yang lebih tinggi (DHL pupuk kandang kotoran sapi sebesar 139,87 $\mu\text{S/cm}$, sedangkan DHL pupuk kandang kotoran ayam sebesar 157,29 $\mu\text{S/cm}$). Hal ini menyebabkan serapan hara pada perlakuan pupuk kandang kotoran ayam lebih tinggi daripada pupuk kandang kotoran sapi.

Tabel 2. Rataan serapan unsur hara tanaman pada periode 1.

Perlakuan	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
	-----g/pot-----					-----mg/pot-----			
Jenis pupuk kandang									
K1 (sapi)	0,103	0,013	0,083	0,048	0,024	3,208	0,041	0,550	0,756
K2 (ayam)	0,172	0,020	0,154	0,080	0,043	4,978	0,058	0,918	1,090
Dosis zeolit									
D1 (0 ton/ha)	0,135	0,017	0,105	0,062	0,032	4,317	0,051	0,799	0,936
D2 (2 ton/ha)	0,126	0,017	0,105	0,064	0,032	4,115	0,049	0,637	0,928
D3 (5 ton/ha)	0,131	0,013	0,106	0,061	0,031	3,601	0,049	0,686	0,870
D4 (10 ton/ha)	0,130	0,014	0,103	0,058	0,030	3,898	0,041	0,712	0,774
D5 (20 ton/ha)	0,154	0,018	0,120	0,070	0,036	4,485	0,051	0,832	1,025
D6 (40 ton/ha)	0,133	0,017	0,133	0,062	0,033	4,179	0,059	0,662	1,025
D7 (60 ton/ha)	0,143	0,018	0,138	0,068	0,036	4,009	0,050	0,760	0,943

Tabel 3. Rataan serapan unsur hara tanaman pada periode 2

Perlakuan	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
	-----g/pot-----					-----mg/pot-----			
Jenis pupuk kandang									
K1 (sapi)	0,047	0,007	0,043	0,027	0,012	1,340	0,015	0,242	0,306
K2 (ayam)	0,067	0,010	0,057	0,038	0,018	1,919	0,022	0,312	0,437
Dosis zeolit									
D1 (0 ton/ha)	0,051	0,007	0,054	0,026	0,013	1,272	0,012	0,240	0,338
D2 (2 ton/ha)	0,066	0,009	0,055	0,034	0,018	1,971	0,023	0,322	0,428
D3 (5 ton/ha)	0,056	0,008	0,047	0,025	0,014	1,570	0,014	0,230	0,345
D4 (10 ton/ha)	0,056	0,007	0,045	0,031	0,015	1,605	0,022	0,281	0,349
D5 (20 ton/ha)	0,060	0,009	0,048	0,035	0,021	1,829	0,024	0,329	0,386
D6 (40 ton/ha)	0,056	0,009	0,051	0,037	0,011	1,368	0,016	0,277	0,360
D7 (60 ton/ha)	0,053	0,008	0,047	0,038	0,014	1,755	0,019	0,272	0,381

Tambahan unsur K, Ca, dan P dapat berfungsi sebagai pengatur serapan unsur hara lain dan unsur-unsur tersebut akan mempengaruhi perkembangan akar. Penambahan pupuk kandang dapat memperbaiki agregasi tanah sehingga aerasi tanah menjadi lebih baik. Aerasi yang baik akan menunjang pertumbuhan

akar. Luas permukaan akar tanaman menjadi bertambah yang berakibat meningkatnya jumlah unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman [8].

KESIMPULAN

1. Penambahan zeolit 20 ton/ha pada media tanam memberikan pengaruh pertumbuhan, produksi, dan serapan unsur hara yang lebih tinggi dari perlakuan zeolit lainnya.
2. Residu unsur hara perlakuan zeolit lebih tinggi dari perlakuan tanpa zeolit yang ditunjukkan oleh produksi tanaman kangkung yang lebih tinggi pada tanaman periode kedua.
3. Pemberian zeolit bersama-sama dengan pupuk kandang kotoran ayam memberikan pertumbuhan dan produksi yang lebih baik dari pemberian zeolit dengan pupuk kandang kotoran sapi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Rinsema WT. 1983. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Saleh HM, penerjemah; Jakarta: Bhratara Karya Aksara.
2. Sarief ES. 1986. *Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian*. Bandung: Pustaka Buana.
3. Suwardi. 2002. Pemanfaatan Zeolit Untuk Meningkatkan Produksi Tanaman Pangan, Peternakan, dan Perikanan. *Makalah Seminar Teknologi Aplikasi Pertanian*. Bogor: Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
4. Sastiono A. 1993. Perilaku Mineral Zeolit dan Pengaruhnya Terhadap Perkembangan Tanah [Disertasi]. Bogor: Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
5. Harjadi SS. 1982. *Identifikasi Masalah Prioritas Hortikultura*. Risalah lokakarya Lembang: Departemen Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura.
6. Nazaruddin. 1993. *Budidaya dan Pengaturan Penen Sayuran Dataran Rendah*. Jakarta: Penebar Swadaya.
7. [PPT] Pusat Penelitian Tanah. 1983. *Kriteria Sifat Kimia Tanah*. Bogor: Departemen Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
8. Soepardi G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Bogor: Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Penggunaan Zeolit dalam Bidang Peternakan

Pollung H. Siagian

Staf Pengajar Departemen Ilmu Produksi Ternak, Fakultas Peternakan,
Institut Pertanian Bogor
Jl. Rasamala, Kampus Darmaga, IPB, Bagian Non Ruminansia dan Satwa Harapan,
Fakultas Peternakan, IPB-Bogor 16680, Telp. 0251-624774, Fax. 0251-624774

ABSTRAK

Zeolit digunakan di berbagai bidang termasuk peternakan. Penggunaan it berkaitan dengan sifat-sifat zeolit sebagai penyerap molekul dan penukar kation. Pada pertukaran kation, karena ikatan logam karena ikatannya mudah dilepaskan dan juga mudah digantikan kation lain. Zeolit dapat berfungsi sebagai penyerap molekul sebab strukturnya sebagai hollow dimana molekul lain secara selektif dapat dissociate molecule dengan ukuran yang lebih besar dapat mengisi rongga zeolit. Kemampuan zeolit alam menyebabkan zeolit berbagai penggunaan untuk peternakan sebagai bagian makanan dan media dari tanaman untuk makanan ternak dan juga untuk memperbaiki kualitas lingkungan peternakan. Zeolit yang digunakan untuk penelitian dari berbagai jenis ternak menunjukkan of various livestock type show livestock appearance repair improvian ement and low feed price. Zeolite use to improve environmental quality also show real result through rate reduction irrigate dirt, dirty air and dirt ammonia rate degradation in cage and also lessen aroma coming from ammonia (NH₃) and sulphide hydrogen (H₂S) as ferment micro organism result in feces.

Kata kunci: Zeolit, ransum ternak, media tanam, kualitas lingkungan

ABSTRACT

APPLICATION OF ZEOLITE IN ANIMAL HUSBANDRY. *Zeolite used in so various area and inclusive of livestock. The using of zeolite is related to zeolite characteristic as molecule absorber and cation exchange capacity. In return for cation, because metallic binding which owning is easy to release and also easily replace by cation of other. Zeolite ability as molecule absorber caused by its structure is hollow where other molecule that selectively can dissociate molecule which size measure is bigger can fill the cavity. Nature zeolite ability causes it a lot of used for the good livestock area as part of feed and as media of plant for livestock feed and also to improve environmental quality of farm. Zeolite use in research of various livestock type show livestock appearance repair improvement and low feed price. Zeolite use to improve environmental quality also show real result through rate reduction irrigate dirt, dirty air and dirt ammonia rate degradation in cage and also lessen aroma coming from ammonia (NH₃) and sulphide hydrogen (H₂S) as ferment micro organism result in feces.*

Keywords: zeolit, ration, media of plant, environmental quality

PENDAHULUAN

Penggunaan zeolit dalam berbagai bidang telah banyak dilakukan setelah Axel Frederick Cronstedt pada tahun 1756 menemukan mineral alam tersebut.

Namun demikian, di Indonesia penggunaannya masih sangat terbatas karena pengetahuan tentang manfaat penggunaannya belum menyebar secara meluas. Penelitian tentang penggunaan zeolit atau mineral alam ini dalam bidang

penelitian untuk ternak khususnya di Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, baru dilakukan pada dua dekade terakhir ini, baik sebagai campuran ransum atau pakan ternak, perbaikan lingkungan peternakan maupun sebagai media pertumbuhan tanaman atau hijauan makanan ternak.

Zeolit dalam bidang peternakan dapat digunakan dengan memanfaatkan sifat karakteristiknya yang unik yaitu mempunyai kemampuan sebagai pengabsorpsi, katalis dan daya tukar kationnya yang tinggi. Disamping itu, Indo-nesia dengan wilayahnya sebagian besar terdiri dari batuan gunung berapi diduga sangat banyak mengandung endapan zeolit. Tidak kurang dari 15 propinsi di Indonesia. Menurut Anwar *et al* [1], telah ditemukan daerah lokasi endapan zeolit. Kekayaan ini seyogianya terus digali dan pemanfaatannya terus dikembangkan melalui penelitian-penelitian yang lebih terarah sehingga dapat me-ningkatkan efisiensi penggunaannya.

1. Mineral Zeolit dan Sifatnya

Menurut Schmidt [2], kerangka zeolit dibentuk oleh empat ikatan atom yang disebut tetrahedral atom silikon dan aluminium ditengahnya dan dikelilingi oleh atom oksigen. Beberapa ikatan tetrahedral tersebut bergabung lagi membentuk berbagai macam zeolit. Struktur zeolit terdiri dari dua tipe unit pembangun primer dibentuk oleh ion utama, diantaranya Si^{4+} dan Al^{3+} yang di-kelilingi oleh oksigen. Unit pembangun primer bergabung membentuk kerangka tiga dimensi tetrahedral. Unit pembangun sekunder dibentuk oleh kerangka tiga dimensi tetrahedral dan diisi oleh satu atau dua cincin tetrahedral. Unit pembangun sekunder dapat membentuk berbagai macam tipe kerangka.

Potensi pemakaian zeolit terutama disebabkan sifat fisik dan kimia yang dimiliki [3]. Sifat fisik zeolit pada umumnya berwarna putih, merah muda, coklat atau hijau tergantung dari bahan pembentuknya. Berat jenis zeolit berkisar

antara 2 sampai 2,5 g/cm³, sedangkan sifat kimia zeolit antara lain adalah dapat terhidrasi pada suhu tinggi, sebagai penukar ion, pengabsorpsi gas dan uap, penyerap molekul serta mempunyai kapasitas tukar kation (KTK) antara 200-300 meq tiap 100g zeolit.

Di Indonesia, penelitian tentang penggunaan zeolit dalam berbagai bidang telah dilakukan sejak tahun 1980-an, sementara dalam bidang peternakan baru dimulai pada akhir 1990-an. Penelitian yang paling banyak dilakukan di Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor di Bogor adalah penggunaan zeolit sebagai bagian pakan ternak non ruminansia (unggas dan babi), kemudian ternak ruminansia, perbaikan lingkungan peternakan, media pertumbuhan hijauan makanan ternak dan lain-lain.

2. Penggunaan Zeolit di Bidang Peternakan

Peternakan sebagai subsektor pertanian merupakan sektor yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan protein hewani bagi manusia selain sektor perikanan. Mengingat potensi zeolit yang ada di Indonesia cukup besar, sudah selayaknya dapat dimaksimalkan penggunaannya sehingga kebutuhan protein hewani dapat diatasi. Zeolit telah banyak dimanfaatkan dalam bidang peternakan sebagai bagian dari ransum ternak untuk meningkatkan pertumbuhan, efisiensi penggunaan makanan, perbaikan kualitas karkas dan juga lingkungan peternakan, dan digunakan sebagai campuran media pertumbuhan hijauan makanan ternak.

2.1. Mineral Zeolit Sebagai Campuran Ransum

a. Ternak Babi. Pengaruh pemanfaatan mineral zeolit dalam ransum ternak babi terhadap penampilannya dengan taraf 0; 1,5; 3,0; 4,5; dan 6% zeolit dalam ransum menyatakan, bahwa terjadi kenaikan berat badan yang semakin tinggi dengan semakin meningkatnya taraf penggunaan

zeolit dalam ransum dan juga menghasilkan lemak punggung yang semakin tipis. Penelitian tentang taraf pemberian dengan ukuran zeolit yang berbeda dalam ransum ternak babi lepas sapih telah dilakukan oleh Siagian [4]. Hasil penelitiannya berkesimpulan, bahwa taraf pemberian zeolit mempengaruhi efisiensi penggunaan makanan secara nyata dimana tingkat pemberian 6% zeolit menghasilkan efisiensi paling baik, sementara ukuran zeolit yang semakin halus dapat memperbaiki efisiensi dan lemak punggung yang semakin tipis pula.

Peneliti lain [5] yang menggunakan taraf 3, 6 dan 9% zeolit dari sumber zeolit yang berbeda berkesimpulan, bahwa taraf pemakaian zeolit berpengaruh nyata terhadap penambahan berat badan dimana penggunaan 6% zeolit dalam ransum memberikan penambahan berat badan tertinggi (622,8 g/ekor/hari), tetapi sumber zeolit yang berbeda menghasilkan konsumsi ransum, efisiensi penggunaan makanan dan tebal lemak punggung yang tidak berbeda. Marbun [6] telah melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian zeolit yang diaktivasi dan tidak diaktivasi masing-masing pada taraf 0, 3, 6, dan 9% dalam ransum. Hasil yang diperoleh memperlihatkan, bahwa taraf zeolit dalam ransum berpengaruh nyata terhadap efisiensi penggunaan makanan, sementara perlakuan aktivasi dan tidak diaktivasi memberi hasil yang tidak berbeda nyata terhadap parameter yang diukur.

Puspasari [7], Lubis [8] dan Setiawaty [9] pada tahun yang sama, melakukan penelitian tentang taraf zeolit yang berbeda (0, 3, 6 dan 9%) dalam ransum, yang mana masing-masing peneliti mengamati pada babi lepas sapih, periode bertumbuh pengakhiran, dan kualitas karkasnya. Hasil penelitian Puspasari [7] menunjukkan dengan hasil analisa laboratorium diperoleh kecenderungan, bahwa semakin tinggi taraf pemakaian zeolit dalam ransum akan memberikan nilai kadar protein kotoran yang semakin

rendah, yang memberi arti efisiensi penggunaan protein dalam tubuh ternak semakin baik. Sementara Lubis [8] berkesimpulan, bahwa dengan pemberian zeolit pada taraf 9% memperlihatkan konsumsi ransum, penambahan bobot badan yang lebih tinggi dan dengan penggunaan makanan yang lebih efisien serta kadar protein feses yang lebih rendah. Akhirnya, Setiawaty [9] yang meneliti tentang karkas dengan perlakuan yang sama berpendapat, bahwa dengan pemberian taraf 9% zeolit dalam ransum menghasilkan pertumbuhan yang lebih cepat dibanding ternak dengan ransum tanpa zeolit dan lemak punggung yang lebih tipis (3,80 cm vs 3,95 cm).

Siagian [10], telah melakukan penelitian tentang penggunaan zeolit dan tepung darah sebagai sumber protein. Hasil penelitiannya memperlihatkan, bahwa pengaruh interaksi zeolit dan tepung darah dalam ransum berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap konsumsi ransum dan penambahan berat badan harian. Ransum dengan 3% zeolit dan 5% tepung darah menghasilkan penambahan berat badan, efisiensi penggunaan makanan dan keuntungan yang lebih baik daripada perlakuan ransum lainnya.

Selanjutnya Siagian [10] juga menyatakan, bahwa terjadi kecenderungan perbaikan kualitas karkas dan kualitas daging dengan penggunaan taraf zeolit yang semakin meningkat, sehingga zeolit tersebut dapat digunakan pada taraf tertentu sebagai bagian untuk menyusun ransum ternak babi.

b. Ternak Unggas. Pemanfaatan mineral zeolit dalam ransum unggas (ayam pedaging, petelur, puyuh, dan itik) telah banyak diteliti. Prihatin [11] ingin mengetahui apakah pemakaian zeolit menghalangi atau meningkatkan penyerapan protein dan performan ayam broiler. Ternyata hasil penelitiannya menunjukkan, bahwa pemberian 5% zeolit menghasilkan efisiensi utilisasi protein yang lebih tinggi dan kadar protein ekskreta yang lebih rendah dibandingkan

dengan tanpa zeolit dalam ransum. Hal ini berarti, bahwa zeolit dapat meningkatkan penyerapan protein. Hasil ini didukung oleh Hatieganu *et al.* [12] yang menyatakan adanya utilisasi nitrogen pada ayam broiler yang makin meningkat dengan semakin meningkatnya penggunaan zeolit dalam ransum.

Menurut Yenita [13], bahwa substitusi ransum dengan zeolit berpengaruh sangat nyata mengefisienkan penggunaan makanan dan berpengaruh nyata meningkatkan penambahan berat badan. Sementara penaburan zeolit dalam *litter* (5kg/m^2) yang dilakukan pada hari ke-21 nyata memperbaiki efisiensi penggunaan makanan, sehingga dapat disimpulkan, bahwa interaksi substitusi ransum dengan zeolit dan penaburan zeolit pada *litter* dapat meningkatkan efisiensi penggunaan makanan.

Dewi [14] dan Sibarani [15] melakukan penelitian dengan materi yang sama tetapi melihat aspek pengamatan yang berbeda. Perlakuan substitusi ransum komersial dengan zeolit pada taraf 0, 2, 4, 6, dan 8% pada kepadatan ayam broiler 10 dan 12 ekor/kandang, Sibarani [15] menyimpulkan, bahwa taraf substitusi ransum komersial dengan zeolit yang semakin meningkat, cenderung meningkatkan konsumsi ransum. Sementara Dewi [14] berkesimpulan, bahwa tingkat substitusi ransum dengan zeolit tidak memberi pengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap persentase karkas, tetapi ada kecenderungan dengan meningkatnya substitusi ransum dengan zeolit persentase karkas semakin meningkat.

Sofiah [16] melakukan penelitian untuk mempelajari pengaruh zeolit dengan taraf dan ukuran yang berbeda dalam ransum broiler. Hasil penelitiannya menunjukkan, bahwa penggunaan zeolit (2, 4, dan 6%) dengan ukuran yang berbeda tidak berpengaruh terhadap bobot giblet, lemak abdominal, usus dan pankreas ayam broiler. Sementara hasil penelitian Lunarwan [17] menunjukkan, bahwa

substitusi ransum dengan zeolit pada taraf 3% berpengaruh sangat nyata meningkatkan persentase karkas tanpa giblet pada ayam broiler sebesar 2,68% dibandingkan dengan tanpa zeolit. Pangestu (1995) meneliti taraf substitusi 2, 4 dan 6% dengan zeolit ukuran berbeda pada ransum komersial. Hasil penelitiannya menunjukkan, bahwa interaksi antara taraf substitusi dan ukuran partikel zeolit berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap penambahan berat badan, berat badan akhir, dan kadar protein feses dimana taraf 4% dengan ukuran partikel zeolit kasar (18 mesh) adalah terbaik pada parameter tersebut. Dengan taraf yang sama tetapi dengan ukuran partikel zeolit yang berbeda (30-60 mesh) memberikan hasil yang terbaik terhadap performans ayam pedaging dengan *Income Over Feed and Chick Cost* (IOFCC) tertinggi.

Pemanfaatan zeolit untuk ransum ayam petelur telah diteliti oleh Ermayeni [19] dengan taraf penggunaan 0, 2, 4, 6 dan 8% untuk mensubstitusi ransum komersial. Hasil penelitiannya menunjukkan, bahwa substitusi zeolit dalam ransum berpengaruh secara sangat nyata ($P<0,01$) menurunkan tingkat konsumsi dan angka konversi ransum, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap peningkatan berat telur total dan produksi telur harian (*hen day production*). Namun demikian, produksi telur harian dan berat telur total tertinggi dicapai pada perlakuan dengan zeolit 8% masing-masing 78,08% dan 2912,15g/ekor. Rataan konversi ransum dengan perlakuan zeolit 8% (2,18), 6% (2,26) dan 4% (2,31) sangat berbeda nyata dibanding dengan tanpa zeolit (2,65). Penelitian penggunaan zeolit untuk ternak puyuh pedaging telah dilakukan oleh Ratna [20] dan oleh Sumbawati [21] dan Puspityanti [22] untuk puyuh petelur. Ratna [20] meneliti taraf penggunaan zeolit 0; 2,5; 5,0 dan 7,5% pada dua taraf protein (19 dan 20%) ransum puyuh pedaging.

Hasil penelitiannya menunjukkan, bahwa pemberian zeolit yang semakin meningkat juga meningkatkan utilisasi protein.

Sementara penelitian Puspiananti [22] mengemukakan, bahwa tingkat pemberian zeolit sangat nyata ($P < 0,01$) mempengaruhi konsumsi, sedangkan pelakuan terhadap zeolit (aktivasi dan tidak diaktivasi) nyata mempengaruhi konsumsi, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap produksi telur, bobot telur, konversi ransum dan tebal kerabang. Penambahan zeolit dalam ransum puyuh petelur sampai taraf 4,5% menghasilkan efisiensi penggunaan yang sama dengan ransum tanpa zeolit.

Hasil penelitian Sumbawati²¹⁾ dengan taraf penggunaan zeolit 0; 2,5; 5,0; dan 7,5% pada dua tingkat protein (18 dan 20%) ransum puyuh petelur menunjukkan, bahwa tingkat pemberian zeolit dalam ransum berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap produksi telur dan sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap bobot telur dan konversi ransum. Produksi telur semakin meningkat dengan meningkatnya penggunaan zeolit dalam ransum, hal ini disebabkan karena zeolit dapat memperlambat laju digesta dalam saluran pencernaan, sehingga penyerapan zat-zat makanan dalam saluran usus meningkat, dengan demikian ketersediaan zat-zat makanan untuk pembentukan telur juga meningkat. Disamping itu, peningkatan produksi telur dalam penelitiannya ini juga ditunjang oleh konsumsi ransum yang lebih banyak.

Penelitian penggunaan zeolit untuk ternak itik (unggas air) baru dilakukan oleh Supandi [23] untuk mengetahui taraf zeolit terbaik dalam ransum komersial terhadap tingkat produksi dan kualitas telur, konsumsi dan konversi ransum. Hasil penelitiannya menunjukkan, bahwa penambahan zeolit sebesar 0, 3, 5, 7 dan 10% tidak berbeda nyata terhadap tingkat produksi dan bobot telur, dan konversi ransum, sedangkan tebal kerabang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dan konsumsi ransum berbeda nyata ($P < 0,05$). Rataan kerabang paling tebal diperoleh dari penambahan 5% zeolit dalam ransum sedangkan paling tipis adalah ransum kontrol (tanpa zeolit). Secara kuantitatif

dan kualitatif, pemberian zeolit dalam ransum memberikan hasil yang lebih baik dibanding ransum tanpa zeolit.

c. Sapi Perah. Penggunaan mineral zeolit untuk ternak sapi perah belum banyak dilakukan. Ratnawati [24] melakukan penelitian untuk mengetahui pemakaian zeolit dalam ransum sapi perah laktasi pengaruhnya terhadap produksi dan kualitas air susu dilihat dari segi kandungan lemaknya, dan juga terhadap kegiatan fermentasi mikroba rumen dan kemungkinannya untuk berperan sebagai "buffer" dalam rumen. Hasil penelitiannya memperlihatkan, bahwa pemakaian 5% zeolit dari konsentrat, nyata ($P < 0,05$) meningkatkan produksi air susu 4% FCM. Akibat pemakaian zeolit juga secara nyata ($P < 0,05$) menaikkan pH dan menurunkan kadar N-Amونيا cairan rumen serta meningkatkan secara nyata koefisien cerna bahan organik (KCBO). Peningkatan KCBO sebagai refleksi perubahan pola fermentasi dalam rumen dipertegas atau dijelaskan dengan adanya peningkatan asam-asam organik tertentu.

2.2. Penggunaan Zeolit Sebagai Media Pertumbuhan.

Penelitian tentang hijauan makanan ternak (HMT) dengan menggunakan zeolit sebagai media pertumbuhan telah banyak dilakukan, diantaranya oleh Verawati [25], Sulistyarningsih [26] dan Prihantoro [27]. Hal ini dapat dimengerti karena pengembangan sektor peternakan tidak lepas dari masalah penyediaan HMT. Verawati [25] telah menggunakan zeolit sebagai media tanam untuk melihat pengaruh interaksi salinitas tanah dengan cendawan mikoriza arbuskula (CMA) kultur tunggal terhadap pertumbuhan awal lamtoro sebagai salah satu sumber HMT. Hasil yang diperoleh adalah, bahwa tanaman lamtoro (*Leucena leucocephala*) tumbuh dengan baik hingga batas salinitas 5000 ppm. Sulistyarningsih [26] melakukan penelitian tentang media pertumbuhan yaitu tanah latosol, pasir dan zeolit masing-masing untuk jenis tanaman inang *Pueraria javanica*, *Setaria splendida*,

Brachiaria humiicola, dan *Melinis minutiflora*. Hasil penelitiannya memperlihatkan, bahwa rataan berat akar tertinggi terjadi pada media tanam dengan menggunakan zeolit secara sangat nyata ($P < 0,01$) dibanding dengan media tanah dan pasir. Terdapat dua faktor lingkungan yang cukup baik untuk menunjang perkembangan perakaran pada media zeolit. Pertama, adalah keasaman (pH) zeolit yang berada pada kisaran 6,3-8,2 dengan rataan 7,2 dimana pada kisaran ini akar mampu tumbuh dengan normal tanpa adanya racun atau pengendapan unsur hara sehingga tidak dapat diserap oleh akar. Keasaman dapat mempengaruhi pertumbuhan akar dan kelakuan unsur hara tertentu. Kedua, adalah tidak adanya hambatan mekanis yang diakibatkan karena tekstur atau struktur media yang kurang sesuai dengan perkembangan akar yang akan mempengaruhi sistem perakaran. Prihantoro [27] juga melakukan penelitian tentang pertumbuhan lamtoro pada media zeolit dengan tingkat salinitas berbeda yang diberi kultur CMA. Hasil penelitiannya menunjukkan, bahwa tingkat salinitas maksimum bagi mikoriza dan pertumbuhan lamtoro adalah pada tingkat 5000 ppm.

2.3.1. Penggunaan Zeolit untuk Memperbaiki Lingkungan Peternakan

Penggunaan zeolit untuk perbaikan kualitas lingkungan atau pencemaran di peternakan terutama yang diakibatkan kotoran telah banyak dilakukan. Hal ini juga dilakukan untuk menciptakan lingkungan fisik yang optimal bagi ternak. Menumpuknya feses dalam kandang dapat menimbulkan bau dan merupakan masalah utama bagi pekerja kandang maupun masyarakat yang berdomisili disekitar areal industri peternakan serta tidak menyenangkan bagi ternak itu sendiri. Bau yang dihasilkan berasal dari amoniak dan hidrogen sulfida sebagai hasil dari fermentasi mikroorganisme dalam feses.

Hasil penelitian yang dilakukan Kususiyah [28] dengan menggunakan zeolit dalam

litter ternyata dapat menurunkan kadar amoniak udara dalam kandang dari 1260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (tanpa zeolit) menjadi 1231 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan penggunaan 5 kg zeolit/ m^2 . Hasil penelitiannya juga berkesimpulan, bahwa semakin tinggi penggunaan zeolit dalam *litter* akan mengurangi kelembaban *litter*, menurunkan amoniak udara dalam kandang, dan meningkatkan konsumsi ransum, sehingga penambahan berat badan menjadi lebih tinggi. Hasil penelitian Pangestuti [18] juga memperlihatkan, bahwa penggunaan taraf zeolit yang semakin meningkat, kadar NH_3 feses semakin menurun dan semakin halus partikel zeolit yang digunakan, kadar NH_3 feses juga semakin menurun. Sementara Ratna [20] menyatakan, bahwa pemberian zeolit sampai taraf 7,5% nyata menurunkan kadar air feses. Kadar air feses dengan 0% zeolit dalam ransum adalah 54,34% sedangkan dengan 2,5% zeolit menghasilkan 46,41%. Hasil ini sesuai dengan yang dikemukakan Mumpton dan Fishman [3], bahwa pemberian zeolit dalam ransum akan membuat ekskreta menjadi lebih kering yang berarti juga dapat memperbaiki kualitas lingkungan peternakan.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Mineral zeolit terbukti bermanfaat sebagai bagian dari ransum babi, unggas (ayam pedaging, petelur, puyuh, dan itik) dan sapi perah serta dapat menurunkan biaya ransum karena harga zeolit yang lebih murah daripada bahan makanan yang digunakan untuk menyusun ransum atau ransum komersial yang disubsitusi.
2. Zeolit ternyata memperlihatkan hasil yang lebih baik sebagai media pertumbuhan tanaman hijauan makanan ternak.
3. Mineral zeolit dapat menurunkan kadar air feses, protein dan NH_3 dan menurunkan kadar amoniak udara dalam kandang sehingga mengurangi

pencemaran maupun bau yang ditimbulkan disekitarnya.

4. Hasil penelitian zeolit yang tidak selalu konsisten nampaknya disebabkan oleh kualitasnya yang tidak seragam terutama dari sumber yang berbeda. Dengan demikian perlu disebutkan sumber dari zeolit yang digunakan dan kalau memungkinkan sebelum digunakan perlu dianalisa terlebih dahulu untuk mengetahui kualitas zeolit tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anwar, K. P., J. Nugraha dan Kurnia. 1987. Prospek Pemanfaatan Zeolit Bayah sebagai Penukar Kation. Pusat Pengembangan Teknologi Mineral.
2. Schmidt, W. 2003. What Are Zeolites. <http://www.Mpi-meulheim.mpg.de/kofo/institut/Arbeitsbrecheschuth/html/zeolites.a2.html>. [10 April 2003].
3. Mumpton, F. A. and P. H. Fishman. 1997. The Application of Natural Zeolites in Animal Science and Aquaculture. *J.of Anim. Sci.* 45. 1188-1202.
4. Siagian, P.H. 1993. Pengaruh Taraf Pemberian, Ukuran Zeolit Dalam Ransum dan Interaksinya Terhadap Performans Ternak Babi. *Swine Production Workshop*. IPB-Australia-Project, Bogor.
5. Nopriana, C. E. 1991. Pengaruh Pemakaian Zeolit yang Berbeda Sumber dan Taraf dalam Ransum terhadap Penampilan Ternak Babi Periode Pertumbuhan. *Karya Ilmiah*. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
6. Marbun, S. S. 1992. Pengaruh Taraf Pemberian Zeolit Aktivasi dan Tidak Aktivasi dalam Ransum terhadap Penampilan Ternak Babi Periode Bertumbuh Pengakhiran. *Karya Ilmiah*. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
7. Puspasari, N. L. 1993. Pengaruh Taraf Zeolit dan Protein dalam Ransum terhadap Penampilan Ternak Babi Lepas Sapih. *Skripsi*. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
8. Lubis, E. F. 1994. Pengaruh Taraf Pemberian Protein dan Zeolit dalam Ransum terhadap Penampilan Ternak Babi Periode Bertumbuh Pengakhiran. *Skripsi*. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
9. Setiawaty, E. S. 1993. Pengaruh Pemberian Taraf Protein dan Mineral Zeolit dalam Ransum Babi terhadap Kualitas Karkas. *Skripsi*. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
10. Siagian, P.H. 2003. Pengaruh Penggunaan Zeolit dan Tepung Darah Sebagai Sumber Protein dalam Ransum Terhadap Penampilan, Kualitas Karkas, dan Karakteristik Daging Babi. Laboratorium Non Ruminansia dan Satwa Harapan, Departemen Ilmu Produksi Ternak, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
11. Prihatin, T. P. 1990. Pengaruh Pemberian Mineral Zeolit dalam Ransum terhadap Efisiensi Utilisasi Protein dan Performans Ayam Broiler. *Karya Ilmiah*. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
12. Hatieganu, V., I. Puia, O. Popa and G. Baltan. 1982. Use of natural zeolites in animal feeding synthesis. *Poult. Abstr.* 8(11):382.
13. Yenita. 1993. Studi Substitusi ransum Komersial dengan Zeolit dan Penaburan Zeolit dalam Litter Terhadap Performans Ayam Broiler. *Skripsi*. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
14. Dewi, A. 1993. Studi Substitusi Ransum Komersial Dengan Zeolit Terhadap Persentase Karkas, Giblet, dan Lemak Abdominal Broiler pada Dua Kepadatan Kandang. *Skripsi*. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
15. Sibarani, M.M. 1994. Pengaruh Substitusi Ransum Komersial dengan Zeolit Terhadap Persentase Karkas, Giblet, dan Lemak Abdominal Broiler. *Skripsi*. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

16. Sofiah, I. 1994. Pengaruh Penggunaan Zeolit dengan Taraf dan Ukuran yang Berbeda dalam Ransum Terhadap Giblet, Lemak Abdominal, Usus, dan Pankreas Ayam Broiler. *Skripsi*. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
17. Lunarwan, A. S. 1994. Studi Pengaruh Substitusi Ransum dengan Zeolit dan Penaburannya dalam Litter terhadap Karkas dan Non Karkas Ayam Broiler. *Skripsi*. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
18. Pangestuti, H. T. 1995. Studi Substitusi Taraf Zeolit dengan Ukuran Berbeda dalam Ransum Komersial terhadap Performans Ayam Pedaging. *Thesis*. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
19. Ermayeni. 1993. Studi Substitusi Ransum Komersial dengan Zeolit terhadap Penampilan Produksi Ayam Petelur Tipe Medium Fase Produksi II. *Skripsi*. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bo-gor.
20. Ratna, N. P. A. W. 1993. Pengaruh Tingkat Penggunaan Zeolit dalam Ransum Puyuh dengan Tingkat Protein Berbeda terhadap Kadar Air Feses dan Utilisasi Protein. *Skripsi*. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
21. Sumbawati. 1992. Penggunaan Beberapa Tingkat Zeolit Dengan Dua Tingkat Protein dalam Ransum Puyuh Terhadap Produksi Telur dan Indeks Kuning Telur. *Karya Ilmiah*. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
22. Puspiyanti, E. 1992. Pengaruh Pemberian Zeolit Alam Diaktivasi dan tidak Diaktivasi dalam Ransum terhadap Produksi Telur Puyuh. *Skripsi*. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
23. Supandi, B. 1992. Pengaruh Zeolit dalam Ransum Itik Tegal Terhadap Produksi dan Kualitas Telur Awal Produksi. *Karya Ilmiah*. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
24. Ratnawati, D. 1991. Pengaruh Zeolit terhadap Kegiatan Fermentasi Mikroba Rumen dan Kualitas Air Susu. *Karya Ilmiah*. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
25. Verawati, N. 2003. Penambahan Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) Kultur Tunggal pada Kondisi Salinitas dengan Media Zeolit Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Lamtoro. *Skripsi*. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
26. Sulistyaningsih, E. 2003. Penentuan Tanaman Inang dan Media Pertumbuhan yang Sesuai untuk Perkembangan Cendawan Mikoriza Arbuskula. *Skripsi*. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
27. Prihantoro, I. 2003. Pengaruh Pemberian Kultur Campuran Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) (*Glomus* sp., *Gigaspora* sp. dan *Acaulospora* sp.) terhadap Pertumbuhan Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) pada Media Zeolit dengan Tingkat Salinitas yang Berbeda. *Skripsi*. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
28. Kususiyah. 1992. Pengaruh Penggunaan Zeolit dalam Litter terhadap Kualitas Lingkungan Kandang dan Performans Broiler pada Kepadatan Kandang Berbeda. *Thesis*. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.

Penghalusan Struktur Sangkar Kristal Mordenit dan Klinoptilolit Alam dengan Metode Rietveld

Supandi Suminta

Pusat Penelitian Iptek Bahan-BATAN
Puspitek Blok IID No. 8, Serpong 15314, E-mail: supandi_1@yahoo.com

ABSTRAK

Struktur sangkar kristal mineral zeolit alam campuran fasa klinoptilolit dan mordenit dari daerah Bayah (Banten) telah berhasil dianalisis dengan metode Rietveld. Data intensitas difraksi cuplikan zeolit tersebut diukur dengan Difraktometer Sinar-X (XRD) di P3IB-BATAN. Penghalusan parameter struktur sangkar fasa klinoptilolit dan mordenit dalam zeolit telah dilakukan. Hasil penghalusan kedua fasa tersebut masing-masing menunjukkan bahwa zeolit Bayah mempunyai struktur sangkar fasa klinoptilolit bentuk poli kation K-Mg, dengan simetri grup ruang C2/m No. 12, sistem kristal monoklinik dan struktur sangkar fasa mordenit bentuk poli kation Ca-Na, dengan simetri grup ruang Cmcm No. 63, sistem kristal ortorombik. Rumus kimia kristalografi fasa klinoptilolit dan mordenit dalam sel satuan berturut-turut adalah $(K_{5,17}Mg_{0,16})(Al_6Si_{30}O_{72}) \cdot 24H_2O$ dan $[(Na_{5,63}Ca_{1,13})(Al_8Si_{40}O_{96}) \cdot 22H_2O$. Kualitas kesesuaian (goodness-of-fit) berhasil dicapai sebesar $Rwp = 10,34\%$.

Kata kunci : Struktur sangkar, mordenit, klinoptilolit, penghalusan, metode rietveld

ABSTRACT

THE REFINEMENT OF FRAMEWORK STRUCTURES OF NATURAL MORDENITE AND CLINOPTILOLITE CRYSTALS USING RIETVELD METHOD. Framework structures of clinoptilolite and mordenite phases in natural zeolit from Bayah have been successfully analysed using Rietveld Method. The diffraction intensity data were collected using X-Ray Diffractometer (XRD) at P3IB-BATAN. The refinement of the clinoptilolite and mordenite phases have been carried out and the results show that there are poly cation K-Mg clinoptilolite phase, with space group symmetry of C2/m No.12, monoclinic crystal system and poly cation Ca-Na mordenite phase, with space group symmetry of Cmcm No.63, orthorombic crystal system. Chemical formulas of clinoptilolite and mordenite phases are $(K_{5,17}Mg_{0,16})(Al_6Si_{30}O_{72}) \cdot 24H_2O$ and $[(Na_{5,63}Ca_{1,13})(Al_8Si_{40}O_{96}) \cdot 22H_2O$ per unit cell respectively. Fitting quality (goodness-of-fit) gave a value of $Rwp = 10,34\%$.

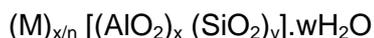
Key words : Frameworks structure, mordenite, clinoptilolite, refinement, reitveld methods

PENDAHULUAN

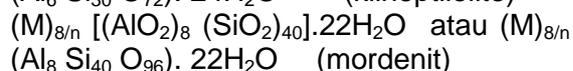
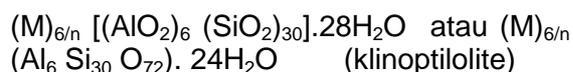
Sejak tahun 1984 para ahli mineralogi [1] telah mengklasifikasikan zeolit ke dalam golongan tersendiri. Mineral ini mempunyai bentuk struktur sangkar (*framework*) disertai rongga (*cavity*) dan saluran (*channel*) yang biasanya ditempati oleh air dan logam alkali atau alkali tanah dan terbentuk di alam secara alamiah atau dapat pula disintesa. Bentuk struktur yang unik ini memungkinkan zeolit mempunyai

sifat utama yaitu; sebagai absorber, penukar ion, penyaring molekul dan katalis. Sifat penukar ion disebabkan oleh struktur sangkar zeolit mengandung atom Al dan Si (Al^{3+} dan Si^{4+}), berkoordinasi dengan atom O (oksigen) dalam bentuk $(AlO_4)^{-5}$ dan atau $(SiO_4)^{-4}$ (tetrahedra alumina silikat), sehingga atom Al akan bermuatan negatif dan selalu dinetralkan oleh kation alkali atau alkali tanah untuk membentuk senyawa zeolit yang stabil.

Rumus kimia zeolit dalam kristalografi dalam sel satuan :



dimana n adalah valensi logam (M), x dan y adalah jumlah tetrahedra alumina silikat dalam sel satuan, sedangkan rasio x/y atau SiO_2/Al_2O_3 nilainya bervariasi 1 s.d 5, dan w adalah jumlah molekul air. Berdasarkan kristalografi dalam sel satuan, rumus kimia struktur sangkar klinoptilolit dan mordenit berturut-turut adalah :



bila fasa klinoptilolit dalam bentuk poli kation K-Mg, maka rumus struktur sangkar klinoptilolit dalam sel satuan menjadi : $(K)_4 (Mg) (Al_6 Si_{30} O_{72}) \cdot 28H_2O$ dan bila fasa mordenit dalam bentuk mono kation Na, maka rumus struktur sangkar mordenit dalam sel satuan menjadi $Na_8 (Al_8 Si_{40} O_{96}) \cdot 22H_2O$, Dyer A [2,13].

Kedua jenis zeolit ini mengandung silikat tinggi dan membingungkan para peneliti, karena mempunyai profil pola struktur hampir mirip. Yang membedakan kedua jenis ini adalah jumlah atom Si dan Al. Untuk klinoptilolit jumlah atom Si = 30, Al = 6 dan O = 72, grup ruang $C2/m$ No. 12 dengan kisi Bravais *base-centered* monoklinik. Sedangkan mordenit memiliki jumlah atom Si = 40, Al = 8 dan O = 96, grup ruang $Cmcm$ No. 63 dengan kisi Bravais *base-centered* ortorombik. Zeolit mordenit telah berhasil disintesa berkali-kali. Yang menarik perhatian adalah bahwa zeolit ini telah ditemukan mempunyai sifat penyaring molekul (*molecular-sieving*) yang dikembangkan oleh D.W. Breck [3]. Sedangkan zeolit klinoptilolit sulit disintesa. Zeolit ini hanya didapatkan di alam dengan kemurnian yang tinggi. Berdasarkan sifat penukar ion zeolit klinoptilolit telah dikembangkan oleh D.W. Breck [3] yang diaplikasikan ke dalam penyerapan limbah radio aktif hasil fisi seperti : Cs-137 dan Sr-90. Sifat penukar ion dari zeolit telah dikembangkan pula oleh Thamzil Las, dkk [4] yang menginformasikan bahwa zeolit

yang telah dimurnikan asal Bayah tergolong ke dalam jenis zeolit yang mengandung campuran dua fasa yakni fasa klinoptilolit dan mordenit dengan kemurnian $\pm 78,19\%$ sisanya silikat, felspar dan pengotor lainnya $\pm 21,81\%$.

Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa zeolit asal desa Suwakan kecamatan Bayah Selatan telah dikembangkan oleh supandi,dkk [5]. Dari penelitian tersebut diinformasikan bahwa zeolit alam ini mengandung campuran fasa klinoptilolit dan mordenit dengan komposisi fraksi berat masing-masing 59,26% (klinoptilolit) dan 40,74% (mordenit). Namun penelitian tersebut tidak mencerminkan daerah seluruh Bayah yang luas meliputi beberapa desa diantaranya desa Pasir Gombang kecamatan Bayah utara.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis zeolit alam secara kualitatif dan kuantitatif dengan metode Rietveld dan akan dicoba menggunakan sumber target Co-K α $\lambda = 1,788965 \text{ \AA}$. Zeolit bentuk poli/mono kation setiap fasa akan ditentukan pula. Dengan teridentifikasinya zeoliti ini diharapkan para pengguna atau peneliti dapat memilih jenis zeolit yang sesuai dengan sifatnya untuk diaplikasikan pada percobaan selanjutnya, seperti jenis zeolit klinoptilolit baik untuk penukar ion dan mordenit untuk katalisator. Perlu diketahui bahwa tiap daerah di Indonesia memiliki cadangan jenis zeolit berbeda.

BAHAN DAN METODA

Bahan

Sampel yang dipilih untuk diteliti adalah beberapa sampel dari daerah Bayah dan standar zeolit. Dalam penelitian ini digunakan serbuk standar zeolit mordenit dan zeolit alam diperoleh dari PT. Prodmin Inter Nusa pada lokasi desa Pasir Gombang, Kecamatan Bayah Utara, Kabupaten Lebak Propinsi Banten. Bongkahan sampel zeolit ini sebelum dianalisis, dilakukan peremukan, penghalusan, pengayakan dan pemanasan sampai dengan suhu 200 °C selama 3 jam. Kemudian dilakukan pencucian dengan cara refluks selanjutnya

dimurnikan dengan metode ekstraksi menggunakan methil iodida [4]. Bahan yang telah dimurnikan kemudian disebut zeolit Bayah murni.

Alat dan Pengambilan data

Difraktometer Sinar-X (XRD) P3IB-BATAN yang digunakan adalah buatan Shimadzu Type ZD-610 yang dilengkapi: 1. Generator Sinar-X; Goniometer jenis VG-100 R type horizontal; 3. Sistem pencacah dan 4. Sistem pencacah dan pemroses data yang berisi program dalam komputer (sistem DP-610). Kurang lebih 1 sampai dengan 2 gram serbuk zeolit murni dan standar mordenit diletakkan di atas *sample holder* dari pelat aluminium dengan ukuran 2 x 1,2 cm, diratakan dan sesekali ditekan pelan-pelan dengan spatula. Setelah sampel nampak merata dan kompak, kemudian *sample holder* tersebut diletakkan di atas kedudukan sampel pada alat XRD. Pengambilan data dilakukan pada kondisi *mode step* (untuk analisis program RIETAN) dengan parameter operasi seperti pada Tabel 1 berikut ini: Selanjutnya data intensitas difraksi dari sampel tersebut dianalisis dengan metode Rietveld menggunakan program RIETAN yang dipasang pada Macintosh komputer.

Analisis Rietveld

Analisis penghalusan (*refinement*) dengan Program RIETAN dilakukan dengan cara memasukkan dua jenis data yakni data parameter struktur dan intensitas difraksi sinar-X. Data parameter struktur adalah data masukan model perhitungan yang diambil dari referensi sebagai acuan. Sedangkan data intensitas berasal dari intensitas difraksi sinar-X cuplikan zeolit alam dan standar mordenit. Kemudian kedua data parameter struktur dan intensitas difraksi sinar-X dari cuplikan tersebut dianalisis dengan metode Rietveld menggunakan Program RIETAN. Penghalusan dilakukan dengan menggunakan cara *Nonlinear least-squares fitting by the Maquardt method* [6].

Analisis Crystal Maker

Gambar struktur 3D, panjang dan sudut ikatan hasil analisis penghalusan

(*refinement*) dengan Program RIETAN diperoleh dengan cara memasukkan dua jenis data yakni data hasil akhir parameter struktur dan grup ruang (*space group*) kisi *Bravais*. Data parameter struktur adalah data parameter kisi, geometri sudut, posisi atom yang diambil dari data hasil penghalusan RIETAN. Sedangkan grup ruang berasal dari referensi sebagai acuan. Kemudian kedua data tersebut dianalisis dengan program *CrystalMaker* menggunakan *Macintosh 7100/80 w Komputer7*).

Penghalusan fasa Mordenit dan Klinoptilolit

Penghalusan dilakukan dengan cara mengasumsikan bahwa zeolit Bayah mengandung campuran dua fasa yakni fasa mordenit bentuk poli kation memiliki data parameter struktur [8] : simetri grup ruang : Cmcm (No. 63), sistem kristal : *Ortorombik*, parameter kisi : $a = 18.11$, $b = 20.53$, $c = 7.528 \text{ \AA}$, sudut antar sumbu : $\alpha = 90.0$, $\beta = 90.0$, $\gamma = 90.0^\circ$, dan klinoptilolit bentuk poli kation dengan parameter struktur [9] : simetri grup ruang : C12/m1 (No. 12), sistem kristal : Monoklinik, parameter kisi : $a = 17.662$, $b = 17.911$, $c = 7.407 \text{ \AA}$, sudut antar sumbu : $\alpha = 90.0$, $\beta = 116.4$, $\gamma = 90.0^\circ$. Kemudian campuran kedua fasa tersebut dianalisis dengan metode Rietveld menggunakan program RIETAN.

Tahapan penghalusan (*refinement*) dilakukan dengan cara memasukan *species* atom dari urutan kadar unsur tertinggi dalam zeolit pada masing-masing fasa secara *trial and error* hingga diperoleh nilai konvergen. Dari hasil akhir penghalusan dengan RIETAN secara *trial and error* ternyata diperoleh fasa mordenit dalam bentuk poli kation Ca-Na dan fasa klinoptilolit bentuk poli kation K-Mg.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis komposisi kimia zeolit Bayah Utara dengan XRF dan AAS [4, 13] disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Data parameter operasi XRD Shimazu type XD-610

X-Ray Tube		SLIT		Scanning	
Target	: Co-K α	Divergence slit	: 1 deg	Scan mode	: step
Voltage	: 30 Kv	Scattered speed	: 1 deg	Scan speed	: 0.06 deg
Current	: 30 mA	Receiving slit	: 0,06 mm	Sampling pitch	: 0.05 deg
Lambda, λ	= 1, 788965 Å	Full scale	: 1 kcps	Sudut 2 θ	: 5 – 55 deg

Tabel 2. Komposisi kimia zeolit Bayah Utara hasil analisis XRF dan AAS.

Oksida	%w/w	Unsur	% w/w
SiO ₂	72,81	Si	34,04
Al ₂ O ₃	14,25	Al	7,54
K ₂ O	2,81	K	2,33
CaO	2,36	Ca	1,69
Fe ₂ O ₃	1,46	Fe	1,02
MgO	1,17	Mg	0,71
Na ₂ O	0,20	Na	0,15
MnO ₂	0,07	Mn	0,04
H ₂ O	4,89	H	0,54
		O	4,34

Rasio : SiO₂ / Al₂O₃ = 5,11

Tabel 3. Data parameter struktur campuran zeolit Bayah, hasil penghalusan RIETAN

Kualitas fitting : Rwp = 10,34 % dan S = 1,5904											
Fasa Klinoptilolit : RI = 2,47, RF = 1,05, dan Fraksi berat = 33,13 %						Fasa Mordenit : RI = 2,68, RF = 1,23, dan Fraksi berat = 66,87 %					
Atom	Wcf	g	x	y	z	Atom	Wcf	g	x	y	Z
Mg	4	0,04	0,2(5)	0,50	0,7(3)	Ca	4	0,28	0,00	0,50	0,00
K1	4	1,04	0,24(4)	0,50	0,33(5)	Na1	4	1,00	0,00	0,50	0,00
K2	2	0,05	0,00	0,50	0,00	Na2	4	0,41	0,00	0,37(2)	0,75
Al1	2	1	0,00	0,50	0,50	Al1	4	1	0,00	0,32(1)	0,25
Al2	4	1	0,00	0,25	0,00	Al2	4	1	0,00	0,18(4)	0,25
O1	4	1	0,31(5)	0,50	0,2(1)	O1	16	1	0,14(1)	0,440(5)	0,33(1)
O2	8	1	0,28(7)	0,18(7)	0,6(1)	O2	16	1	0,12(2)	0,156(7)	0,45(1)
O3	8	1	0,2(1)	0,2(1)	0,3(2)	O3	16	1	0,30(4)	0,415(6)	0,43(1)
O4	8	1	0,27(9)	0,1(1)	0,33(6)	O4	8	1	0,08(3)	0,30(2)	0,25
O5	4	1	0,00	0,23(8)	0,50	O5	8	1	0,18(3)	0,15(1)	0,75
O6	8	1	0,03(5)	0,09(2)	-0,2(1)	O6	8	1	0,17(2)	0,307(8)	0,75
O7	8	1	0,22(5)	0,12(3)	0,7(1)	O7	8	1	0,41(2)	0,50	0,50
O8	8	1	0,01(7)	0,3(2)	0,3(2)	O8	8	1	0,25	0,25	0,50
O9	8	1	0,31(7)	0,25(7)	0,3(2)	O9	4	1	0,00	-0,01(1)	0,25
O10	8	1	0,01(8)	0,3(2)	0,3(2)	O10	4	1	0,00	0,13(1)	0,25
Si1	8	1	0,25(8)	0,42(8)	0,7(1)	Si1	16	1	0,268(7)	0,416(3)	0,543(8)
Si2	8	1	0,26(5)	0,21(7)	0,8(1)	Si2	16	1	0,19(1)	0,198(3)	0,545(8)
Si3	8	1	-0,03(3)	0,42(2)	0,26(2)	Si3	8	0,5	0,08(1)	0,38(1)	0,25
Si4	2	1	0,00	0,00	0,46(2)	Si4	8	0,5	0,08(1)	0,19(4)	0,25
Si5	4	1	0,52(5)	0,26(4)	0,00	-	-	-	-	-	-

Sumber Target : Co-K α , λ = 1, 788965 Å, a = 18,01(3) Å, b = 17,93(3) Å dan c = 7,44(3) Å, grup ruang C2/m, monoklinik, jumlah atom dalam sel satuan : Mg = 0,159, K = 5,168, Al = 6, Si = 30 dan O = 72

Sumber Target : Co-K α , λ = 1, 788965 Å, a = 18,115(8) Å, b = 20,520(9) Å dan c = 7,515(2) Å, grup ruang Cmcm, ortorombik, jumlah atom dalam sel satuan : Ca = 1,13, Na = 5,63, Al = 8, Si = 40 dan O = 96

Keterangan : g = faktor hunian, Wcf = posisi Wyckoff, x,y,z = koordinat atom, R = indeks reliabilitas, Rwp = R- bobot pola difraksi, RI = R-intensitas Bragg, RF = R-faktor struktur dan S = goodness-of-fit

Dari Tabel 2 dapat disusun kandungan unsur alkali dan alkali tanah berturut-turut adalah :K > Ca > Fe > Mg > Na > Mn. Dengan demikian zeolit Bayah tersebut diasumsikan sebagai zeolit dalam bentuk poli kation dan mengandung alkali dan alkali tanah, kadar K tertinggi, diikuti Ca, Mg, Na dan terendah Mn.

Data parameter struktur zeolit Bayah hasil penghalusan akhir RIETAN disajikan pada Tabel 3. Data parameter struktur tersebut menggambarkan data posisi atom, parameter kisi, fraksi massa dan lain-lain hasil penghalusan RIETAN dari struktur sangkar zeolit Bayah. Dari hasil analisis diperoleh konfirmasi bahwa zeolit alam Bayah mengandung campuran dua fasa yakni fasa klinoptilolit grup ruang C2/m bersistem kisi Bravais *base-centered* monoklinik dan mordenit grup ruang Cmcn bersistem kisi Bravais *base-centered* ortorombik dengan perbandingan 33,13% : 66,87%. Ternyata bahwa pada daerah lokasi ini didominasi oleh fasa mordenit, sedangkan hasil penelitian sebelumnya pada daerah lokasi Desa Suwakan Bayah Selatan mengandung fraksi berat sebaliknya, yakni didominasi oleh fasa klinoptilolit [4, 5]. Kualitas fitting (*criteria-of-fit*) diperoleh Rwp = 10,34 % dan *goodness-of-fit*, S = 1,5904.

Dari Tabel 3 terlihat bahwa data parameter struktur fasa klinoptilolit pada atom Mg dan K (K1 dan K2), diperoleh faktor hunian (g) untuk atom Mg = 0,04 dan K (K1 = 1,04 dan K2 = 0,5) dengan jumlah atom dalam sel satuan berturut-turut adalah 0,1592 (atom Mg) dan 5,1687 (atom K), sehingga diperoleh rumus kimia kristalografi dalam sel satuan adalah $K_{5,17}Mg_{0,16}(Al_6Si_{30}O_{96}) \cdot 24H_2O$. Sedangkan data parameter struktur fasa mordenit pada atom Ca dan Na (Na1 dan Na2), diperoleh faktor hunian (g) untuk atom Ca = 0,28 dan Na (Na1 = 1,00 dan Na2 = 0,41) dengan jumlah atom dalam sel satuan berturut-turut adalah 1,1310 (atom Ca) dan 5,6268 (atom Na), sehingga fasa mordenit diperoleh rumus kimia kristalografi dalam sel satuan adalah

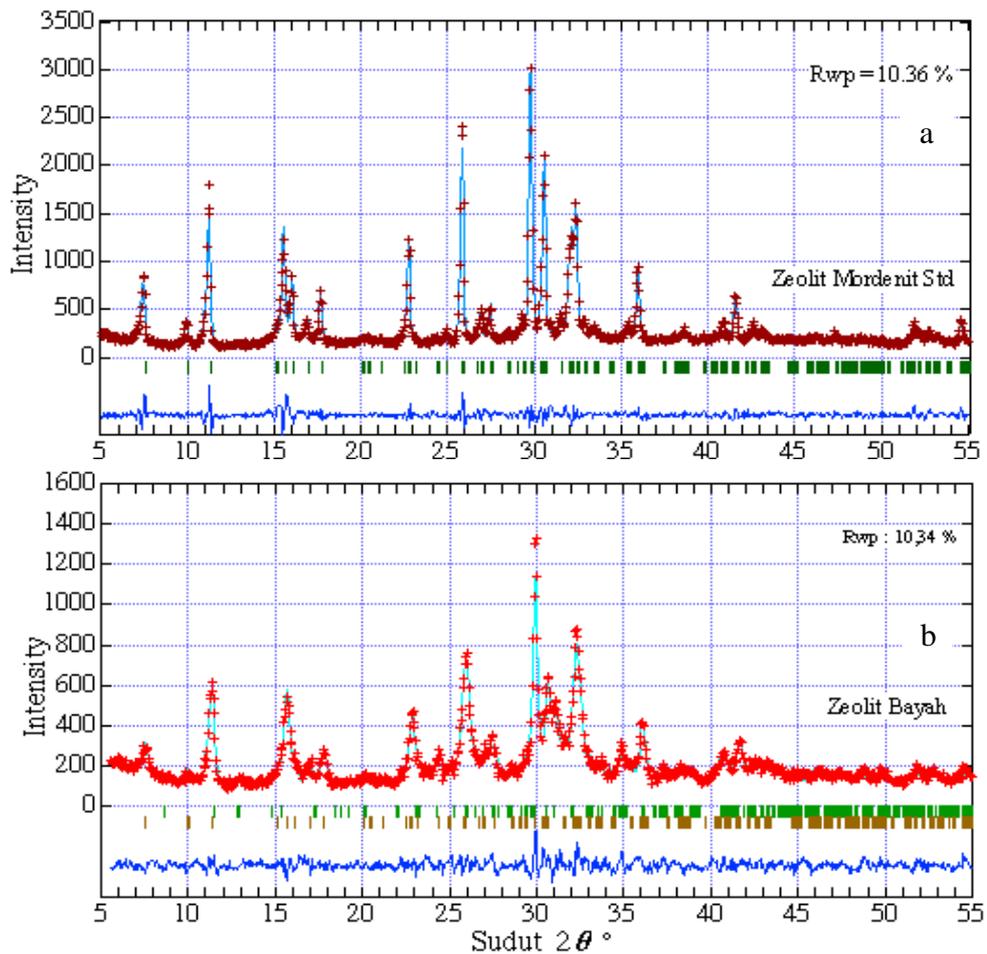
$Na_{5,63}Ca_{1,13}(Al_8Si_{40}O_{96}) \cdot 22H_2O$. Jumlah atom n dari kedua fasa zeolit tersebut adalah hasil dari perkalian *Wyckoff position* dengan faktor hunian (g) seperti yang terlihat data parameter struktur pada Tabel 3.

Untuk lebih meyakinkan dan kesempurnaan penelitian ini, pada tahap awal diukur data intensitas difraksi dari standar mordenit. Kondisi parameter operasi instrumen sama dengan cuplikan zeolit Bayah. Pengukuran standar mordenit ini bertujuan untuk membandingkan pola difraksi fasa mordenit dalam zeolit alam Bayah. Profil pola difraksi mordenit dan zeolit alam Bayah disajikan pada Gambar 1.

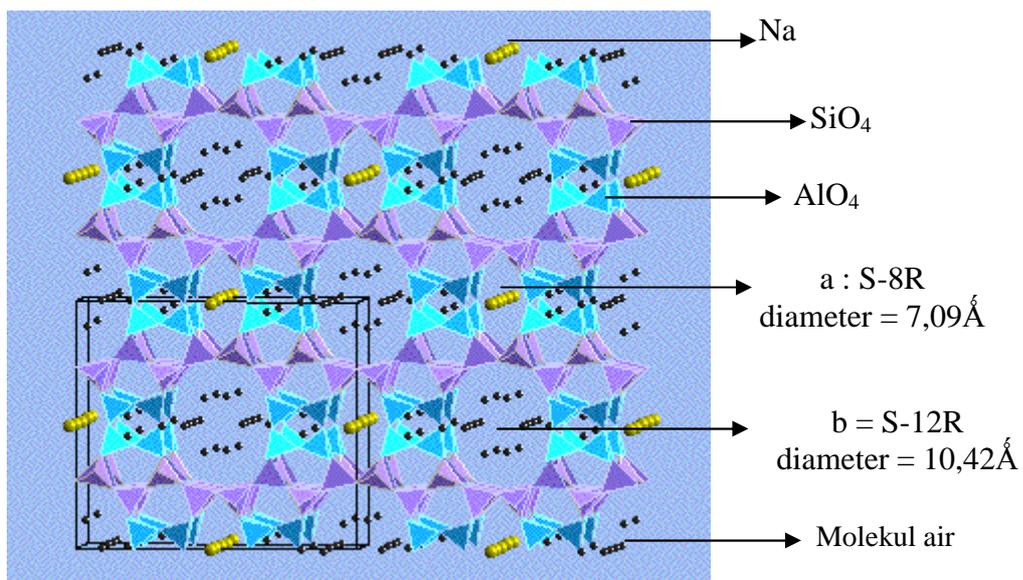
Berdasarkan asumsi tersebut hasil akhir penghalusan campuran fasa klinoptilolit dan mordenit pada bahan zeolit alam Bayah (telah dimurnikan) dan standar mordenit (Gambar 1). Bentuk profil pola difraksi pada skala $2\theta = 5^\circ - 55^\circ$ ini menggambarkan kecocokan atau kesesuaian (*fitting*) intensitas difraktogram berkas sinar-x antara pengamatan dengan perhitungan hasil penghalusan RIETAN. Tanda (+) adalah data hasil pengamatan, garis malar (—) adalah data perhitungan, garis vertikal (|) dan (|) dibawahnya adalah masing-masing posisi puncak dan indeks fasa (indeks Miller) klinoptilolit dan mordenit dan garis mendatar (—) dibawah garis vertikal adalah gambaran selisih pengamatan dengan perhitungan.

Hasil akhir penghalusan RIETAN fasa klinoptilolit bentuk poli kation K, Mg dan mordenit bentuk poli kation Ca, Na, terlihat bahwa puncak-puncak hasil perhitungan garis malar (—) mendekati kesesuaian dengan puncak-puncak hasil pengamatan marker (+), berarti bahwa proses penghalusan telah mendekati kesempurnaan yang telah memberikan nilai kesesuaian (*criteria-of-fit*), *goodness-of-fit*, S = 1,5904.

Profil pola difraksi zeolit Bayah dan standar MOR hasil penghalusan RIETAN



Gambar 1 : Profil pola difraksi zeolit alam hasil penghalusan RIETAN a) Zeolit mordenit standar dan b) Zeolit alam Bayah (sumber target Co-Kα, λ = 1,788965 Å)



Gambar 2. Struktur sangkar mordenit dalam ruang tiga dimensi hasil program *Crystal Maker* a) rongga pertama S-8R ditempati oleh logam alkali dan b) rongga kedua S-12R lebih besar ditempati oleh molekul air

Tiga puncak Bragg indeks Miller tunggal dengan intensitas cukup tinggi pada daerah skala sudut $2\theta = 5^\circ - 15^\circ$ yang dapat memberikan ciri yang nyata untuk membedakan milik fasa mordenit dan klinoptilolit, sedangkan di atas sudut $2\theta = 15^\circ$ memiliki puncak Bragg ganda yang lebar, indeks fasa (indeks Miller) ganda dan menumpuk, sehingga sulit teridentifikasi dan dengan *Background* yang tinggi. 3 (tiga) puncak Bragg milik fasa mordenit pada bidang (110) (020) dan (200) masing-masing terletak pada sudut $2\theta = 7,553^\circ$, $10,003^\circ$ dan $11,335^\circ$ yang berimpit dengan puncak Bragg milik fasa klinoptilolit terletak pada sudut $2\theta = 11,451^\circ$ bidang (020) dan 2 (dua) puncak Bragg milik fasa klinoptilolit terletak pada sudut $2\theta = 8,603^\circ$ bidang (110) dan puncak yang dapat membedakan dengan jelas antara fasa klinoptilolit dan mordenit terletak pada sudut $2\theta = 12,865^\circ$, bidang (200) milik fasa klinoptilolit.

Crystal Maker

Gambar 2 adalah bentuk struktur sangkar zeolit mordenit dalam ruang tiga dimensi (3D) hasil penghalusan (*refinement*) dengan RIETAN. Data parameter struktur : simetri grup ruang : $Cmcm$ (No. 63), sistim kristal : *Ortorombik*, parameter kisi : $a = 18.11$, $b = 20.53$, $c = 7.528 \text{ \AA}$, sudut antar sumbu : $\alpha = 90.0$, $\beta = 90.0$, $\gamma = 90.0^\circ$, koordinat atom Mordenit dalam unit sel [8, 11, 12] adalah sebagai data masukan untuk menggambar bentuk struktur sangkar dengan menggunakan program *Crystal Maker*. Pada gambar tersebut terlihat bahwa struktur sangkar mordenit mempunyai kelas SBU : 5-1 yang memiliki 2 (dua) rongga utama. Rongga pertama dibatasi 8 oksigen (S-8R), berdiameter $7,09 \text{ \AA}$, ditempati oleh logam alkali dan dan alkali tanah ($K > Ca > Fe > Mg > Na > Mn$), rongga ke dua lebih besar dibatasi 12 oksigen (S-12R), berdiameter $10,42 \text{ \AA}$, hanya ditempati oleh molekul air, seperti terlihat pada Gambar 2.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan:

1. Hasil akhir penghalusan dengan RIETAN memberikan tingkat reliabilitas Rwp sebesar 10,34% dan $S = \text{goodness-of-fit}$, $S = 1,5904$
2. Zeolit Bayah Desa Pasir Gombang Kecamatan Bayah Utara mengandung campuran 2 (dua) fasa yang didominasi oleh fasa mordenit yakni :
 - fasa mordenit bentuk poli kation Ca-Na dengan fraksi berat 66,87% dan komposisi rumus kimia adalah $Na_{5,63} Ca_{1,13} (Al_8 Si_{40} O_{96}) \cdot 22H_2O$.
 - fasa klinoptilolit bentuk poli kation K-Mg dengan fraksi berat 33,13% dan komposisi rumus kimia adalah : $K_{5,17} Mg_{0,16} (Al_6 Si_{30} O_{72}) \cdot 24H_2O$
3. Berdasarkan hasil penelitian ini dan dibandingkan dengan penelitian terdahulu, dikonfirmasi bahwa zeolit berasal dari daerah Kecamatan Bayah Kabupaten Lebak Propinsi Banten mengandung fasa zeolit dan fraksi berat berbeda pada setiap lokasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada DR. Thamzil Las P2PLR yang telah membantu sepenuhnya dan menyediakan sampel zeolit Bayah murni. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada kepala P3IB, kepala Balai Spektrometer beserta kepala Kelompok, staf dan teknisi, ketua dan anggota KPTF dan semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan hingga selesainya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Smith. J. V. 1988. Topochemistry of Zeolites and Related Material I, Topology and Geometry, *Chem. Rev.*, 88, 149-182

2. Dyer. A. 1988. An Introduction to Zeolite Molecular Sieve, John Wiley & Sons Ltd, Chchester
3. Breck. D. W. 1974. Zeolite Molecular Sieves. John Wiley Interscience., New York.
4. Thamzil Las, et al. 1993. Pemanfaatan Zeolit Untuk Pengolahan Limbah Radioaktif” Presentasi Ilmiah Hasil Studi Program Dockor (S-3), *Risalah Presentasi Ilmiah Badan Tenaga Atom Nasional*, Jakarta 7-9 Desember 1993, Hal. 525 – 547
5. Supandi, et al. 1998, “Analisis Struktur Zeolit Alam Bayah dengan Metode RIETAN, *Prosiding Pertemuan Ilmiah Sains Materi (PPSM’98)*, PPSM-BATAN .
6. Izumi F. 1989. Rietveld Analysis System, RIETAN Part I. A Software Package for the Rietveld Analysis and Simulation of X-Ray and Neutron Diffraction Patterns, *Rigaku J-6, No. 1, 10*
7. Palmer, D. 1995. Crystal Maker Interactive Crystallography for Macintosh, Vrrsion 1-1 – User Manual, Lynxvale Ltd, 20 Trumpington Street, Cambridge, England.
8. Gramlich, V. 1971. PhD dissertation, ETH, Zurich.
9. Koyama, K. and Y.Takeuchi Z. 1977, *Kristallogr.* 145, 216-239.
10. Tsitsishvili G.V., et al. 1992, Natural Zeolit, Ellis Horwood Limited.
11. Meier W.M., 1961. The Crystal Structur of Mordenit (ptilolite), *Zeitschrift fur Kristallographie*, Bd. 115, S 439-449.
12. Alberti A., Davoli P., And Vezzalini. 1986. The Crystal Structur Refinement of a Natural Mordenit, *Zeitschrift Kristallographie* 175.
13. Las, T. 1989. Use of Natural Zeolite for Nuclear Waste Treatment, PhD *Thesis*, Dept. Applied Chemistry, University of Salford, England.

Dampak Aplikasi Penggunaan Campuran Zeolit dan Pupuk Terhadap Produksi Ubi Jalar

R. Sugianto

Minatama Mineral Perdana, CV

Jl. Gatot Subroto LkII No.3 kel. Pecoh Raya Kel. Telukbetung Selatan Bandar Lampung 35228.

Telp/Fax.0721-488976, JKT. 021-720892, Fax 021-5717819, HP.081-1186264

ABSTRAK

Ubi jalar sangat sensitif terhadap pemupukan nitrogen (N) dan kalium (K), di antara unsur-unsur hara makro lainnya. Secara teoretis, untuk memproduksi satu ton ubi jalar diperlukan sekurangnya 3 kg N, 9 kg K dan 2 kg P. Kenyataannya di lapangan, urea sebagai sumber N mudah sekali terevaporasi dan KCl sebagai sumber K sangat mudah tercuci sehingga produksi tanaman menjadi tidak optimal. Tujuan spesifik studi ini adalah mengetahui apakah penambahan zeolit memberikan manfaat terhadap serapan hara oleh tanaman ubi jalar. Percobaan lapang dilakukan bulan Februari-Juni 2003 di Kecamatan Katibung, Jati Agung, Merbau Mataram, Maret-Juli 2003 di Kecamatan Panjang, serta April-Agustus 2003 di Kecamatan Waway Karya. Percobaan dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap Blok dengan 3 ulangan. Masing-masing plot terdiri dari 9 bedengan (35 m²). Jarak tanam 100 cm x 25 cm, atau populasi 140 tanaman. Ukuran bedeng tinggi 30 cm dan lebar 60 cm. Zeolit digunakan dengan dosis 30% dari total berat pupuk 350 kg/ha, sehingga dosis zeolit 105 kg/ha, Hasil panen diamati bobot umbinya yang berukuran relatif besar dan kecil, serta total bobot umbi. Bobot umbi yang dihasilkan dari perlakuan C yaitu pemberian zeolit 105 kg/ha, lebih tinggi daripada perlakuan lainnya karena penambahan zeolit ternyata mampu meningkatkan penyerapan unsur hara oleh tanaman dari tanah. Di kelima tempat dilakukannya percobaan, didapatkan hasil produksi umbi tertinggi adalah pada perlakuan C, baik pada tingkat mutu berupa umbi ukuran besar dan umbi berukuran kecil serta total bobot umbi. Sedangkan bobot umbi yang dihasilkan dari Pupuk China lebih rendah karena pupuk tersebut lambat tersedia, sehingga pengambilan hara dari tanah oleh tanaman cenderung lebih lambat pula.

Kata kunci : Ubi jalar, campuran zeolit dan pupuk, bobot umbi

ABSTRACT

EFFECT OF MIXTURE OF ZEOLITE AND FERTILIZER APPLICATION ON PRODUCTION OF SWEET POTATO. Sweet potatoes are more sensitive to fertilization of Nitrogen (N) and Potassium (K), among other macro nutrient elements. Theoretically, in order to produce one ton of this commodity, at least 3 kg N, 9 kg K, and 2 kg P are needed. But in fact actually, urea as a Nitrogen source that might be added to soil commonly evaporated in other way the KCl as the Potassium fertilizer easily leached down from soil profile and thus the plant productivity much lower. Objectives of this research are to study the influence of zeolites addition to increasement of nutrient absorption in soil by Sweet Potatoes. The research was conducted from February - June 2003 in District of Katibung, Jati Agung, Merbau Mataram, then from March-July 2003 in District of Panjang, and April-August 2003 in District of Waway Karya by using Complete Randomized Block Design with 3 replication. Each plot consists of 7 planting area (sized 35 m²) and planting distance is 100 cm x 25 cm, or plant density 140/plot.

Zeolites is applied in application level of 30 % from total weight of fertilizer 350 kg/Ha. Bedeng size measure 30 cm and wide 60 cm. Zeolite used with dose 30 % from or equals to 105 kg zeolites/ Ha, Result of crop yield that showed by tuber weight both the small sized or the large sized tuber are optimized in treatment C which 105 kg/ha zeolite. It could be explained because addition of zeolites in fertilizer increase the nutrient absorption by the crop planted. In all research locations, treatment C yielded the most beneficiary production of Sweet potatoes. Tuber root weight in Chinese Fertilizing treatment lower than other fertilizer because the nutrients are much slower released in the soil profile.

Keywords: Sweet potatoes, zeolites-fertilizer mixture, tuber root weight

PENDAHULUAN

Zeolit alam umumnya dijumpai dalam batuan tufa, terbentuk dari hasil sedimentasi abu vulkanik yang teralterasi. Karena terbentuk dari proses alami, komposisi dan sifat kimiawi zeolit alam berbeda-beda, tergantung pada lingkungan pembentukannya [1]. Oleh karena itu, sebelum melakukan modifikasi sifat zeolit agar diperoleh zeolit dengan kemampuan yang diharapkan, beberapa perlakuan perlu diberikan. Perlakuan tersebut meliputi preparasi, untuk memperoleh ukuran produk yang sesuai dengan tujuan penggunaan, melalui peremukan (*crushing*), sampai penggerusan (*grinding*), proses aktivasi yang bertujuan untuk meningkatkan sifat-sifat khusus zeolit dengan cara menghilangkan unsur-unsur pengotor dan menguapkan air yang terperangkap dalam pori kristal zeolit [2]. Kemudian tahap modifikasi dengan mengubah sifat dari struktur zeolit dengan bahan lain, untuk mencapai sasaran yang diperlukan.

Kerangka dasar zeolit, terdiri dari unit-unit tetrahedral, T (Si,Al) yang saling berhubungan melalui atom oksigen, mengandung kation alkali/alkali tanah (K, Na, Ca, Ba dan Mg), yang menetralkan gugus Al di dalam struktur, kation tersebut dapat dipertukarkan. Struktur kristal berongga, rongga biasa diisi oleh air, memiliki ukuran pori tertentu sehingga mempunyai sifat penyaring molekul, penukar ion, maupun sebagai penyerap. Sifat tukar kation secara efektif tergantung pada tingkat porositas, kerapatan tetrahedral, T(Al,Si), kerangka densitas dan efektifitas penukarannya dipengaruhi pula oleh perubahan struktur kristal, angka banding Si/Al dan ukuran pori efektif. Sistem pembentukan struktur sangat dipengaruhi oleh angka banding Si/Al, logam alkali/alkali tanah pembentuknya, tingkat keasaman lingkungan dan kondisi hidrotermal, sehingga memungkinkan peluang rekayasa zeolit sebagai penukar yang efektif [3].

Kapasitas tukar kation tidak dipengaruhi oleh faktor dalam saja (internal struktur zeolit), tetapi juga faktor eksternal atau faktor luar. Seperti konsentrasi kation dalam larutan dan sifat dari senyawa yang akan dipertukarkan. Di dalam proses tukar kation, dapat pula terjadi fenomena *ion sieving*, karena ketidaksesuaian ukuran pori dengan ion yang masuk, dimana volume lorong atau *channel* pada struktur zeolit tidak mampu mengakomodasi sejumlah kation; adanya pengikatan kation pada tempat lain di luar lokasi pertukaran, serta adanya perubahan fase zeolit setelah proses penukaran kation [4].

Ubi jalar sangat sensitif terhadap pemupukan nitrogen (N) dan kalium (K), di antara unsur-unsur hara makro lainnya. Secara teoretis, untuk memproduksi satu ton ubi jalar diperlukan sekurangnya 3 kg N, 9 kg K dan 2 kg P. Kenyataannya di lapangan, urea sebagai sumber N mudah sekali terevaporasi dan KCl sebagai sumber K sangat mudah tercuci sehingga produksi tanaman menjadi tidak optimal.

Tujuan dari studi ini adalah untuk mengetahui apakah penambahan zeolit yang dicampurkan pada pupuk memberikan manfaat terhadap produksi dan serapan hara oleh tanaman ubi jalar.

BAHAN DAN METODE

Rancangan Percobaan.

Percobaan lapang dilakukan sejak bulan Februari sampai Juni 2003 di Kecamatan Katibung, Jati Agung, Merbau Mataram, mulai bulan Maret sampai Juli 2003 di Kecamatan Panjang, serta mulai bulan April sampai Agustus 2003 di Kecamatan Waway Karya, Nusa Tenggara Barat. Data percobaan dan pengamatan diuraikan pada Tabel 1 dan 2.

Percobaan dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap Blok dengan 3 ulangan. Masing-masing plot terdiri dari 9 bedengan (35 m²). Jarak tanam 100 cm x 25 cm,

atau populasi 140 tanaman per bedeng. Ukuran bedeng tinggi 30 cm dan lebar 60 cm.

Zeolit digunakan (sebagaimana ditunjukkan Tabel 2) dengan dosis 30% dari total berat pupuk yaitu urea, SP 36, dan KCl 350 kg/ha, sehingga dosis zeolit 105 kg/ha. Pada perlakuan A: zeolit tidak diberikan; B: 30% dosis zeolit saat penanaman dan 30% zeolit satu bulan setelah penanaman; C: 30% saat penanaman dan 70% satu bulan setelah penanaman; D: tidak diberikan zeolit; E: seluruh zeolit diberikan pada saat tanam; F: 50% zeolit pada saat tanam; G, H, dan I: tidak diberikan zeolit. Perlakuan A, B, dan C: 50 kg/ha urea dan, 50 kg/ha SP 36, 50 kg/ha KCl diberikan pada saat tanam kemudian 50 kg/ha urea dan 150 kg/ha KCl diberikan sebulan setelah tanam. Pada perlakuan D, E, dan F seluruh pupuk diberikan pada saat tanam. Perlakuan G jumlah pupuk urea, SP 36, dan KCl setengah dosis diberikan pada saat tanam. Perlakuan H diberikan pupuk China 500 kg/ha dan perlakuan I diberikan pupuk China dengan dosis 250 kg/ha diberikan pada saat tanam. Pupuk China merupakan pupuk majemuk yang telah mengandung N, P, dan K.

Teknik Budidaya

Untuk bibit dilakukan pemotongan batang sehari sebelum penanaman yaitu sepanjang 25 - 30 cm. Batang ditanam sedalam 10-15 cm dengan kemiringan tanam 45^o dari permukaan tanah. Pemupukan dilakukan pada saat tanam dan satu bulan setelah penanaman di sekitar lubang tanam. Pemanenan dilakukan secara manual pada usia tanam 4 bulan.

Hasil panen diamati bobot umbi yang berukuran relatif besar dan kecil, serta total bobot umbi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data yang diperoleh sebagaimana disajikan dalam Tabel 3, bobot umbi yang dihasilkan dari perlakuan C paling tinggi daripada perlakuan lainnya. Perlakuan C adalah perlakuan pemberian zeolit 105 kg/ha atau 30% dari jumlah pupuk urea, SP 36 dan KCl. Pupuk urea dan KCl diberikan 2 kali yaitu pada saat tanam dan sebulan setelah tanam. Hal ini menunjukkan penambahan zeolit mampu meningkatkan produksi tanaman ubi jalar. Peningkatan produksi disebabkan jumlah unsur hara yang diserap tanaman dari dalam tanah tanah lebih banyak.

Di kelima tempat dilakukannya percobaan, didapatkan hasil produksi umbi tertinggi adalah pada perlakuan C, baik pada tingkat mutu berupa umbi ukuran besar dan umbi berukuran kecil serta total bobot umbi.

Tabel 1. Waktu penanaman, pemupukan, panen, dan kondisi ubi jalar pada 5 tempat penanaman.

Tempat	Tgl. Penanaman	Pemupukan ke-1	Pemupukan ke-2	Tgl. Panen	Kondisi Lapang
Katibung	10-2-2003	10-2-2003	10-3-2003	11-6-2003	Baik
Jati Agung	14-2-2003	14-2-2003	14-3-2003	16-6-2003	Tersejang Arimodoki
Merbau	21-2-2003	21-2-2003	22-3-2003	25-6-2003	Tersejang Arimodoki
Mataram					
Panjang	17-3-2003	17-3-2003	21-4-2003	17-7-2003	Baik
Waway	12-4-2003	12-4-2003	12-5-2003	13-8-2003	baik
Karya					

Tabel 2. Uraian perlakuan pemberian pupuk dan zeolit.

Perlakuan	Waktu pemberian	Komposisi diberikan (kg/ Ha)				
		Urea	SP 36	KCl	Zeolit	Pupuk China
A	Saat Penanaman	50	50	50	-	-
	Satu bulan setelah penanaman	50	-	150	-	-
B	Saat Penanaman	50	50	50	31.5	-
	Satu bulan setelah penanaman	50	-	150	31.5	-
C	Saat Penanaman	50	50	50	31.5	-
	Satu bulan setelah penanaman	50	-	150	73.5	-
D	Saat Penanaman	100	50	200	-	-
	Satu bulan setelah penanaman	-	-	-	-	-
E	Saat Penanaman	100	50	200	105	-
	Satu bulan setelah penanaman	-	-	-	-	-
F	Saat Penanaman	100	50	200	52.5	-
	Satu bulan setelah penanaman	-	-	-	-	-
G	Saat Penanaman	50	25	100	-	-
	Satu bulan setelah penanaman	-	-	-	-	-
H	Saat Penanaman	-	-	-	-	500
	Satu bulan setelah penanaman	-	-	-	-	-
I	Saat Penanaman	-	-	-	-	250
	Satu bulan setelah penanaman	-	-	-	-	-

Tabel 3. Bobot umbi hasil produksi tiap perlakuan di masing-masing tempat percobaan.

Perlakuan	Produksi (ton/ Ha)				
	Katibung	Jati Agung	Merbau Mataram	Panjang	Waway Karya
A	13.54	9.09	5.89	14.81	11.58
B	13.01	10.95	5.45	15.67	11.67
C	16.12	11.57	6.37	18.64	13.05
D	14.72	10.67	6.09	13.57	13.00
E	10.99	7.95	5.33	13.68	11.62
F	13.86	10.67	4.36	13.90	10.84
G	12.27	7.24	3.98	13.14	10.99
H	6.43	8.76	5.35	12.98	10.20
I	11.49	7.79	3.12	12.25	8.97

Bobot umbi yang dihasilkan dari Pupuk China baik yang diberikan 500 kg/ha maupun 250 kg/ha lebih rendah dari perlakuan pupuk urea, SP 36, dan KCl karena pupuk tersebut merupakan pupuk

lambat tersedia, sehingga pengambilan hara dari tanah oleh tanaman cenderung lebih lambat pula.

Pemberian pupuk urea dan KCl dipisah 2 kali lebih baik dibandingkan sekali pemberian. Hal ini berkaitan dengan sifat pupuk urea dan KCl yang mudah hilang dari dalam tanah.

Ubi jalar merupakan tanaman yang diambil produksinya dari dalam tanah. Produksi sangat ditentukan oleh sifat-sifat fisik tanah dan ketersediaan unsur hara. Pemberian zeolit dapat memperbaiki sifat fisik tanah dan sekaligus mengatur ketersediaan unsur hara. Oleh karena itu tanaman sejenis umbi-umbian seperti kentang dan wortel diperkirakan akan memiliki respon yang baik terhadap pemberian zeolit seperti halnya tanaman tanaman ubi jalar.

KESIMPULAN

Penambahan zeolit 30% (105 kg/ha) yang dicampur dengan pupuk dosis standar memberikan hasil produksi tertinggi pada tanaman ubi jalar dibandingkan dengan pupuk standar dan pupuk China.

Untuk mempelajari lebih jauh dampak penggunaan zeolit pada pemupukan terhadap produksi ubi jalar, maka perlu dilakukan percobaan lain dan dihitung perbandingan biaya-manfaat dari total bahan yang digunakan

DAFTAR PUSTAKA

1. Barrer, R.M. 1982. *Hydrothermal Chemistry of Zeolite*, Academic Press, London, England.
2. Estiaty, L. M. 2002. Modifikasi Mineral Zeolit Sebagai Penukar Anion dan Kation, *Jurnal Nusantara Kimia*, No.1.1, vo. IX,
3. Amini, S. 2001. Upaya Peningkatan Manfaat Zeolit Sebagai Penukar Ion, *Prosiding Seminar Nasional Zeolit II*, 21 Agustus 2001, ISBN 979-96682-0-4.
4. De Breuek W. 1991. *Hydrogeology of Salt Water Intrusion*. International Association of Hydrogeologists, Series Editorial Board, Volume 11, p.329-335.

Tata Cara Penulisan Naskah

Naskah yang akan dimuat dalam Jurnal Zeolit Indonesia harus bersifat asli, belum pernah dipublikasikan atau diterbitkan dalam media cetak lain. Naskah ditulis secara ilmiah dan sistematika sesuai dengan panduan berikut:

Judul, Abstrak dengan kata kunci (bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris), **Isi teks** terdiri dari sub judul **Pendahuluan, Bahan dan Metoda eksperimen, Hasil dan bahasan, Kesimpulan, Ucapan Terimakasih** (kalau ada), dan **Daftar Acuan Pustaka**, dan atau Daftar Pustaka (Bibliografi) yang terkait, ditulis dengan huruf kapital Arial 10 tebal.

Format:

Naskah diketik menggunakan *Microsoft Word* atau *pdf.format* dan dicetak pada kertas HVS ukuran A4, dengan batasan sebagai berikut: Margin atas dan margin kiri masing-masing 3,2 cm, margin kanan dan bawah masing-masing 2,6 cm. Jumlah halaman **maksimum 25** halaman termasuk gambar dan tabel.

1. **Judul** ditulis singkat dan informative (huruf kapital, tebal, huruf Arial ukuran 12, di posisi tengah).
2. **Nama penulis** (huruf normal, Arial ukuran 10, di posisi tengah), dengan catatan kaki **Alamat** Penulis yang ditulis di baris terakhir halaman tersebut. **Unit kerja penulis** ditulis di bawah penulis dengan jarak 1 spasi.
3. **Abstrak** (sebagai judul: ditulis dengan huruf Arial kapital 10, tebal, di tengah. Isi abstrak ditulis dengan huruf Arial 9). **Isi abstrak** ditulis dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris. Semua tulisan berbahasa Inggris menggunakan huruf *miring* termasuk judul makalah dalam bahasa Inggris ditulis dengan huruf miring kapital, Arial 9 tebal. Abstrak terdiri dari satu paragraf tunggal dengan jarak baris 2 spasi.
4. **Kata kunci** dan **key words** ditulis di bawah abstrak masing-masing, dengan huruf dan ukuran sama seperti isi abstrak.
5. **Isi teks** ditulis dengan huruf Arial 10 dengan spasi 2 dan dibagi 2 kolom dengan jarak antar kolom 1 cm. Antar sub-judul dengan baris pertama alinea atau antar alinea diberi jarak spasi-2 menggunakan format **justify**.
6. **Gambar dan Tabel** ditulis menggunakan perangkat lunak yang kompatibel dengan *Microsoft Word*, dicetak dengan huruf **jelas** berkualitas tinggi, dan pada lembar terpisah.
7. Daftar Acuan **Pustaka** ditulis berdasarkan nomor urut di dalam isi teks dengan angka dalam kurung [] dan sesuai dengan nomor daftar acuannya. Cara penulisan pustaka meliputi: Nama semua penulis, Tahun, Judul tulisan, Nama buku atau majalah, Volume, Nomor, dan Nomor halaman.
8. Makalah yang diterima harus dilengkapi dengan disket file dokumennya, dan diserahkan kepada pimpinan redaksi.

Instructions for Authors

Journal of Indonesian Zeolites is the journal providing communication among users, potential users and person otherwise interested in topics such as zeolites and zeotypes microporous and nanoporous materials including reviews, articles, reports characterizations, analyses, modification and synthesizing process technology, its products and their usage, development of materials applications.

Manuscript should contain the original reviews, experimental results or ideas written in English or Indonesian systematically, and it has not been published in any other publications. It contains of **Title, Abstract** with appropriate key words and **Full Text** which cover sub-titles of **Introduction, Experimental methods, Result and Discussion, Conclusion, Acknowledgment** (if it's necessary), **References**, and related **Bibliography**, which are respectively written using bold capital Arial 10 font.

Format:

The manuscript should be written on A4 paper size using the Microsoft Word or pdf format, with the top and left margin of 3.2 cm, and the right and bottom margin of 2.6 cm. The maximum total pages are not exceeded from 25 pages include figures and tables.

1. **Title**, use a brief and informative (Capital Arial-12 **bold** font, and center)
2. **Authorship**, provide full names of authors and the name of institutions where the work is completed. Use the footnote for the addresses of all authors on the last line of the first full page.
3. **Abstract** as a title is written in Arial 10 capital bold and centre. The contents of abstract is written in normal font Arial 9, containing of a paragraph using a double spaced line.
4. **Key words** written using the same fonts as in Abstract.
5. **Full Text** is written using Arial 10 font and double spacing line with **justify** align with two column format, with column space of 1 cm. Between sub-title and the first line of the paragraph or between paragraphs should use a double spacing line.
6. **Figures and Tables** should be done using the Microsoft Word compatible software, and printed with clearly high quality printing on separated sheets.
7. **Reference** to other work should be numbered consequently and indicated by superscript number in the text corresponding to that in the reference list. It covers The name of all authors, Title, Name of Book or Journal/Publication, Volume and Number Year (in the bracket) and numbers of pages of publication.
8. The accepted manuscript should be completed with document file and submitted to the Chief Editor.