



قُلْ لَوْ كَانَ الْبَحْرُ مِدَادًا لِكَلِمَاتِ رَبِّي لَنَفِدَ الْبَحْرُ قَبْلَ أَنْ تَنفَدَ كَلِمَاتُ رَبِّي وَلَوْ جِئْنَا بِمِثْلِهِ مَدَدًا ﴿١٠٩﴾

Katakanlah : "Kalau sekiranya lautan menjadi tinta untuk (menulis) kalimat-kalimat Tuhanku, sungguh habislah lautan itu sebelum habis (ditulis) kalimat-kalimat Tuhanku, meskipun Kami datangkan tambahan sebanyak itu (pula)".
(QS. Al Kahfi : 109)

Kuperssembahkan untuk

Bapak, Ibu dan Mbah Putri tercinta.....

Mbak Tini, Mas Bambang dan Adik-adik tersayang.....

Temannya dan Sahabatku.....

Thanks untuk segalanya.....

**REHABILITASI BEBERAPA SIFAT FISIK DAN KIMIA TANAH
DENGAN PENAMBAHAN ZEOLIT, BAHAN ORGANIK, SERTA
PENANAMAN RUMPUT VETIVER (*Vetiveria zizanioides*)
PADA TANAH BEKAS TAMBANG PASIR SILIKA CIBINONG**



Oleh :

TRIYANTI SUSILOWARDHANI

A 27.0994



**JURUSAN TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

1995

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



RINGKASAN

TRİYANTI SUSILOWARDHANI. Rehabilitasi Beberapa Sifat Fisik dan Kimia Tanah dengan Penambahan Zeolit, Bahan Organik, serta Penanaman Rumput Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) pada Tanah Bekas Tambang Pasir Silika Cibinong. (Dibawah bimbingan **WAHYU PURWAKUSUMA** dan **ASTIANA SASTIONO**).

Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan yang dilakukan sejak bulan September 1994 sampai bulan Februari 1995 pada tanah bekas tambang pasir silika PT. Indocement dengan penambahan zeolit, bahan organik, serta penanaman rumput Vetiver (*Vetiveria zizanioides*). Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan zeolit, bahan organik, dan penanaman rumput Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) terhadap perbaikan beberapa sifat fisik dan kimia tanah bekas tambang pasir silika. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan faktorial acak kelompok dengan 2 ulangan. Perlakuan terdiri dari tiga takaran zeolit yaitu 0, 5, dan 10 ton/ha (Z_0 , Z_1 , dan Z_2); empat takaran kotoran sapi yaitu 0, 20, 40, dan 60 ton/ha (B_0 , B_1 , B_2 , dan B_3); sedangkan sebagai kelompok digunakan tanaman rumput Vetiver (R_1) dan tanpa tanaman rumput Vetiver (R_0). Secara keseluruhan terdapat 48 satuan percobaan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kotoran sapi sebagai perlakuan tunggal pada takaran 20, 40, maupun 60 ton/ha memberikan pengaruh terhadap peningkatan permeabilitas, penurunan bobot isi, serta peningkatan amonium (NH_4^+), fosfor (P), C-organik, dan Kalium (K) tanah. Pemberian Zeolit sebagai perlakuan tunggal pada takaran 5 maupun 10 ton/ha memberikan pengaruh terhadap peningkatan permeabilitas, penurunan bobot isi, serta peningkatan amonium (NH_4^+) dan kalium (K) tanah. Penanaman rumput Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) berpengaruh terhadap penurunan bobot isi dan peningkatan permeabilitas tanah, di-

**REHABILITASI BEBERAPA SIFAT FISIK DAN KIMIA TANAH
DENGAN PENAMBAHAN ZEOLIT, BAHAN ORGANIK, SERTA
PENANAMAN RUMPUT VETIVER (*Vetiveria zizanioides*)
PADA TANAH BEKAS TAMBANG PASIR SILIKA CIBINONG**

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian
Institut Pertanian Bogor

Oleh :

TRİYANTI SUSILOWARDHANI

A 27.0994

**JURUSAN TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

1995

JUDUL : REHABILITASI BEBERAPA SIFAT FISIK DAN KIMIA TANAH
DENGAN PENAMBAHAN ZEOLIT, BAHAN ORGANIK, SERTA
PENANAMAN RUMPUT VETIVER (*Vetiveria zizanioides*)
PADA TANAH BEKAS TAMBANG PASIR SILIKA CIBINONG

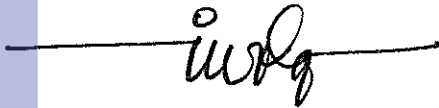
NAMA : TRIYANTI SUSILOWARDHANI

NRP : A 27.0994

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Ir. Wahyu Purwakusuma, MSc.

Dr. Astiana Sastiono, MSc.

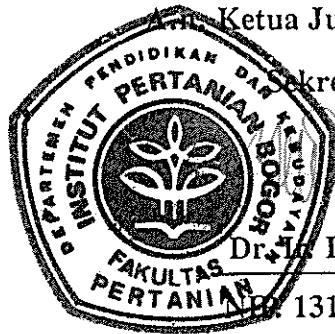
NIP. 131 691 470

NIP. 130 779 513

Mengetahui,

Ketua Jurusan Tanah,

Sekretaris




Dr. Iskandar

NIP. 131 664 406

Tanggal Lulus : 25 AUG 1995



RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Bogor, Jawa Barat, pada tanggal 31 Januari 1972. Penulis adalah putri ketiga dari Bapak Kaelani Atmosuyoto dan Ibu Nasiroh Aryati.

Penulis memasuki jenjang pendidikan Taman Kanak-kanak Kusuma Bangsa pada tahun 1976 dan menyelesaikannya pada tahun 1978. Pada tahun yang sama penulis terdaftar menjadi murid Sekolah Dasar Negeri I Cilodong dan tamat pada tahun 1984. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri I Cibinong (1984-1987) dan tamat SMA Negeri I Bogor pada tahun 1990. Pada tahun 1990 melalui jalur UMPTN, penulis diberi kesempatan untuk menuntut ilmu di Institut Pertanian Bogor. Setahun kemudian (1991), penulis diterima sebagai Mahasiswa Jurusan Tanah. Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi Asisten Luar Biasa Mikrobiologi Dasar (1994/1995).

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena hanya berkat rahmat-Nyalah penulis dapat menyusun skripsi ini. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Institut Pertanian Bogor.

Melalui kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terima kasih yang tulus kepada Bapak Ir. Wahyu Purwakusuma, MSc dan Ibu Dr. Astiana Sastiono, MSc selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan petunjuk dan saran yang bermanfaat selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Terwujudnya skripsi ini juga tak lepas dari bantuan pihak-pihak lain, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran penelitian ini,

1. Terutama kepada Bapak, Ibu, dan Mbah Putri tercinta yang selalu mendoakan di setiap kaki ini melangkah;
2. Om Tris, Mas Taufik, dan Bapak Ibrahim Irsan yang telah membantu di lapang dan memberikan informasi yang sangat berguna;
3. Mbak Tini, Mas Bambang, serta adik-adik yang sangat aku sayangi, terima kasih atas segalanya;
4. Sahabat-sahabatku, terutama Dewi, Roni, Poppy, Harni, Elis, Aphenk, Lena, Nana, Endah, Ali, Yoyok, Mamang serta Rauf, terima kasih atas segala bantuan dan sarannya.
5. Pegawai Laboratorium Rutin Mahasiswa dan Fisika Jurusan Tanah yang telah membantu dalam analisa.

Akhirnya penulis berharap semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi yang memerlukannya.

Bogor, Agustus 1995

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian.....	2
Hipotesis	3
TINJAUAN PUSTAKA	4
Kondisi Daerah Tambang Pasir Silika PT. ITP	4
Bahan Organik dan Pengaruhnya terhadap Tanah dan Tanaman.....	6
Mineral Zeolit; Sifat-sifat dan Kegunaannya.....	7
Bobot Isi Tanah.....	10
Permeabilitas Tanah	11
Nitrogen dalam Tanah dan Manfaatnya bagi Pertumbuhan Tanaman.....	12
Bentuk dan Ketersediaan Fosfor dalam Tanah serta Manfaatnya bagi Tanaman.....	13
Kalium dalam Tanah dan Manfaatnya bagi Tanaman	15
Tanaman Penutup Tanah dan Manfaatnya bagi Perbaikan Sifat Fisik dan Kimia Tanah	16
Botani Tanaman Akar Wangi (<i>Vetiveria zizanioides</i>)	17
BAHAN DAN METODE	19
Tempat dan Waktu Percobaan.....	19
Bahan dan Alat	19
Metode	19

HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
Bobot Isi.....	23
Permeabilitas	27
Amonium (NH ₄ ⁺) Tanah.....	29
Fosfor Tanah.....	32
Kalium Tanah	33
C-organik Tanah.....	35
Berat Basah Tanaman.....	36
KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
Kesimpulan	39
Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	42



DAFTAR TABEL

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Pengaruh Zeolit dan Kotoran Sapi terhadap Bobot Isi Tanah	23
2.	Pengaruh Penanaman Rumput Vetiver (<i>Vetiveria zizanioides</i>) terhadap Bobot Isi Tanah.....	26
3.	Pengaruh Zeolit dan Kotoran Sapi terhadap Permeabilitas Tanah.....	27
4.	Pengaruh Penanaman Rumput Vetiver (<i>Vetiveria zizanioides</i>) terhadap Permeabilitas Tanah.....	29
5.	Pengaruh Zeolit dan Kotoran Sapi terhadap NH_4^+ Tanah.....	30
6.	Pengaruh Penanaman Rumput Vetiver (<i>Vetiveria zizanioides</i>) terhadap NH_4^+ Tanah.....	31
7.	Pengaruh Zeolit dan Kotoran Sapi terhadap Kalium Tanah	33
8.	Pengaruh Zeolit dan Kotoran Sapi terhadap C-organik Tanah	35
9.	Pengaruh Zeolit dan Kotoran Sapi terhadap Berat Basah Tanaman	37
 <u>Lampiran</u> 		
1.	Hasil Analisa Awal Sifat-sifat Kimia dan Fisik Tanah Bekas Tambang Pasir Silika PT. Indocement - Cibinong	42
2.	Hasil Analisis Pupuk Kandang Kotoran Sapi.....	42
3.	Analisis Kandungan Oksida Unsur, Komposisi Mineralogis dan KTK Zeolit Bayah (Astiana dan Wiradinata, 1989).....	43
4.	Hasil Analisis Sidik Ragam Bobot Isi Tanah	43
5.	Hasil Analisis Sidik Ragam Permeabilitas Tanah	44
6.	Hasil Analisis Sidik Ragam Amonium (NH_4^+) Tanah	44
7.	Hasil Analisis Sidik Ragam Fosfor Tanah	45
8.	Hasil Analisis Sidik Ragam Kalium Tanah	45
9.	Hasil Analisis Sidik Ragam C-organik Tanah	46

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

10. Hasil Analisis Sidik Ragam Berat Basah Tanaman	46
11. Kriteria Permeabilitas menurut Uhland dan O'Neal (1951 dalam Sitorus, et al., 1983)	46
12. Kriteria Penilaian Data Analisis Sifat Kimia Tanah	47
13. Hasil Analisis Akhir Sifat-sifat Fisik dan Kimia Tanah.....	48
14. Hasil Analisa Serapan Hara Daun Tanaman Rumput <i>Vetiveria zizanioides</i>	49

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR GAMBAR

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Peta Tanah Daerah Tambang Pasir Silika PT. ITP.....	5
2.	Pengaruh Pemberian Kotoran Sapi terhadap Fosfor Tanah.....	33

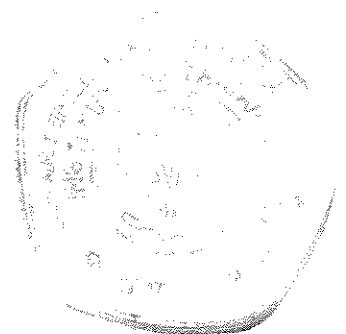
@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.





PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pemanfaatan kembali lahan-lahan bekas tambang untuk keperluan pertanian secara umum merupakan salah satu alternatif yang dapat dipertimbangkan untuk memenuhi kebutuhan lahan yang semakin meningkat. Meskipun demikian, untuk pemanfaatannya diperlukan usaha-usaha tertentu agar lahan tersebut mempunyai lingkungan tumbuh yang memadai, karena pada umumnya lahan-lahan bekas tambang mempunyai kualitas yang rendah.

Salah satu contoh adalah lahan bekas tambang pasir silika milik PT. Indoement Tunggal Prakasa (ITP). Berdasarkan hasil pengamatan di lapang, aktivitas penambangan pasir silika di lokasi tersebut telah menyebabkan tersisanya tanah-tanah tanpa *top soil* yang memiliki sifat fisik dan kimia kurang baik seperti: permeabilitas tanah yang sangat lambat, bobot isi yang relatif tergolong tinggi, kandungan C-organik yang rendah, P-tersedia sangat rendah, serta nitrogen total yang rendah; dan terbentuknya lubang-lubang bekas galian. Karakteristik tanah yang demikian, apabila tidak dilakukan usaha-usaha perbaikan akan menimbulkan terbentuknya lahan-lahan terbuka, yang mengarah pada terbentuknya lahan-lahan kritis.

Usaha-usaha perbaikan kualitas lahan bekas tambang dapat dilakukan dengan rehabilitasi lahan. Rehabilitasi lahan merupakan usaha konservasi tanah dan air melalui perbaikan lahan dengan cara-cara tertentu, dan bertujuan mempertahankan/memperbaiki kualitas lahan tersebut, sehingga dapat berfungsi kembali sebagai media tumbuh tanaman. Alternatif usaha perbaikan sifat fisik dan kimia tanah disamping sifat biologi tanah bekas tambang pasir silika dapat dilakukan dengan pemberian bahan organik dan atau zeolit, dan penanaman tanaman penutup tanah. Soepardi (1983) menyatakan bahwa bahan organik yang telah terdekomposisi baik selain memperkaya tanah, juga berperan dalam perbaikan sifat-sifat tanah, merangsang pembentukan struktur tanah, memperbaiki aerasi dan drainase, meningkat-

katkan respon pemupukan, dan meningkatkan absorpsi tanah terhadap unsur hara sehingga tidak mudah tercuci oleh air hujan atau air irigasi. Astiana dan Wiradinata (1989) menyatakan bahwa zeolit merupakan mineral alumina silikat terhidrat yang memiliki sifat-sifat unik. Struktur kristal yang membangun mineral ini memiliki banyak rongga kecil yang dapat menyimpan air dan kation. Zeolit mengandung kation basa monovalen maupun bivalen yang dapat menjadi sumber unsur hara tanaman. Bayer, Gardner, dan Gardner (1972) menyatakan bahwa tanaman penutup tanah merupakan unsur yang sangat penting dalam pembentukan maupun perbaikan struktur tanah seperti agregasi, porositas, bobot isi, dan permeabilitas tanah, karena ia melindungi tanah dari daya perusak oleh butir-butir hujan dan aliran permukaan, serta merangsang dan memantapkan agregasi melalui aktivitas perakaran dan bahan organik yang disumbangkan .

Usaha pemanfaatan tanah agar disatu pihak untuk pengembangan pertanian dapat terpenuhi dan di lain pihak bidang-bidang tanah yang ada dapat dimanfaatkan secara efisien, telah menimbulkan kecenderungan pengusahaan pemanfaatan lahan secara optimal. Berkaitan dengan hal tersebut, maka rehabilitasi lahan pada daerah bekas tambang pasir silika dengan penambahan zeolit, kotoran sapi, dan penanaman tanaman penutup tanah diharapkan dapat memperbaiki kualitas lahan tersebut, selanjutnya dapat dimanfaatkan secara berkesinambungan, khususnya untuk bidang pertanian.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh pemberian zeolit, kotoran sapi, maupun rumput Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) serta interaksinya terhadap perbaikan beberapa sifat fisik dan kimia tanah pada tanah bekas penambangan pasir silika.



Hipotesis

1. Terdapat pengaruh akibat pemberian zeolit terhadap perbaikan sifat fisik dan kimia tanah, serta pertumbuhan tanaman rumput Vetiver.
2. Terdapat pengaruh akibat pemberian kotoran sapi sebagai sumber bahan organik terhadap perbaikan sifat fisik dan kimia tanah, serta pertumbuhan tanaman rumput Vetiver.
3. Terdapat pengaruh akibat interaksi antara pemberian zeolit dan kotoran sapi terhadap perbaikan sifat fisik dan kimia tanah, serta pertumbuhan tanaman rumput Vetiver.

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.





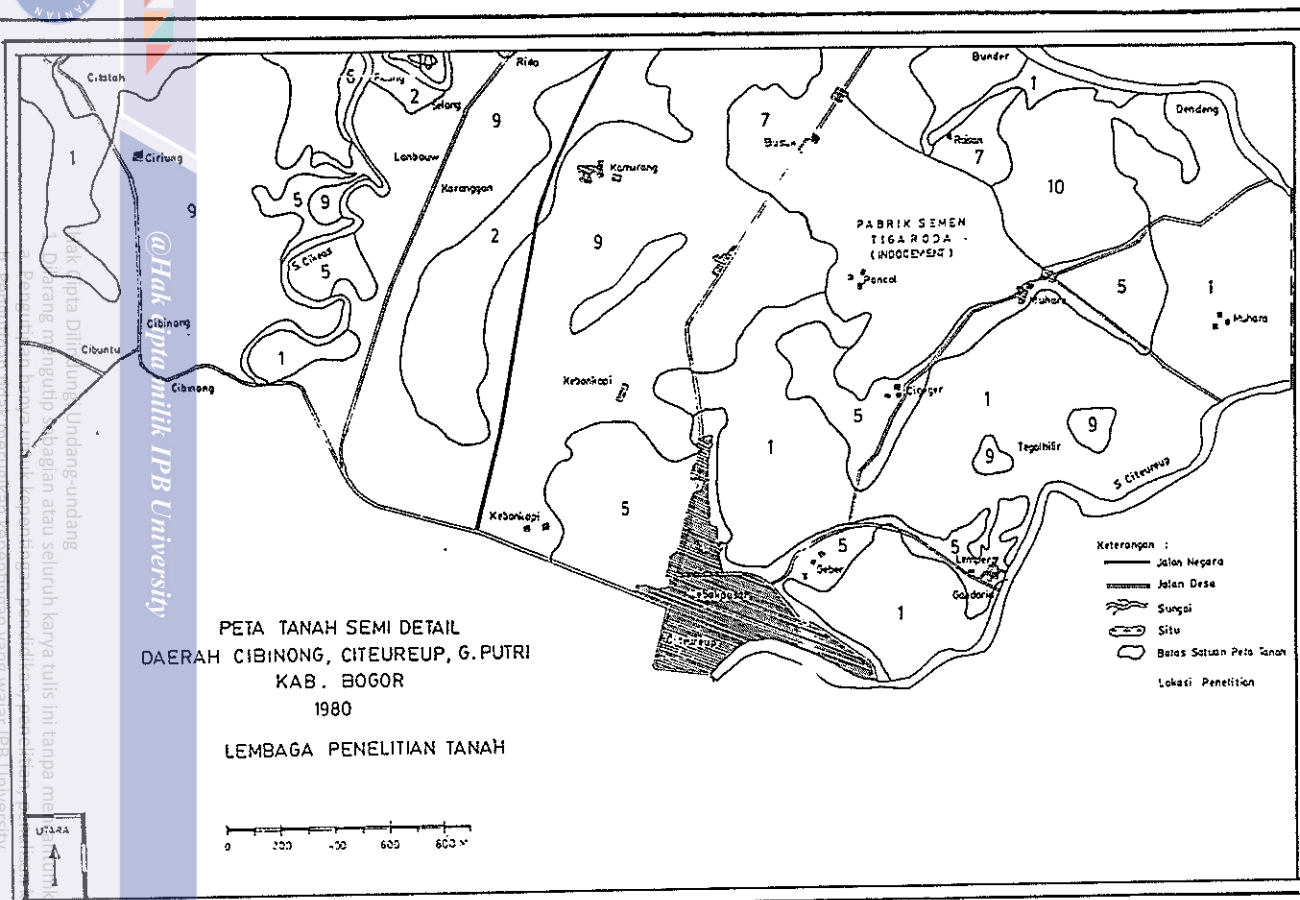
TINJAUAN PUSTAKA

Kondisi Daerah Tambang Pasir Silika PT. Indocement Tunggal Prakasa

Lokasi tambang pasir silika PT. ITP terdapat di Desa Muhara, Kecamatan Cileungsi, Kabupaten Bogor. Kondisi awal daerah tersebut, berdasarkan Peta Tanah Semi Detail Skala 1 : 10.000 Daerah Cibinong - Citeureup - Gn. Putri (1980), memiliki jenis tanah Aluvial Coklat dengan tekstur lapisan atas dan bawah halus, drainase sedang, bentuk wilayah datar sampai berombak, fisiografi berupa kaki volkan bawah, dan bahan induk berupa tuf andesit intermedier (Gambar 1).

Luas daerah pertambangan di Desa Muhara meliputi 86 Ha dan telah aktif ditambang sejak berdirinya PT. ITP yaitu tahun 1976 (Daerah *Quary A*). Berdasarkan data dari PT. ITP, kedalaman penambangan pasir silika bisa mencapai 6 m, sehingga akibat dari sistem pertambangan ini akan menyisakan tanah-tanah tanpa *topsoil*, yang memiliki sifat-sifat berbeda dengan kondisinya awalnya.

Hasil analisa pendahuluan tanah bekas tambang yang telah ditinggalkan sejak tahun 1990 menunjukkan bobot isi tanah yang tergolong tinggi, permeabilitas tanah lambat, C-organik sangat rendah, Nitrogen-total sangat rendah, Fosfor-tersedia sangat rendah, pH tergolong netral, serta kandungan basa-basa sedang sampai sangat tinggi (Tabel Lampiran 1).



LEGENDA

1. Jenis tanah Aluvial kelabu, tekstur lapisan atas dan bawah halus, drainase terhambat, bentuk wilayah datar, fisiografi berupa jalur aliran, bahan induk berupa endapan liat.
2. Jenis tanah Aluvial coklat, tekstur lapisan atas dan bawah halus, drainase sedang, bentuk wilayah datar, fisiografi berupa jalur aliran, bahan induk berupa endapan liat
5. Jenis tanah Aluvial coklat, tekstur lapisan atas dan bawah halus, drainase sedang, bentuk wilayah datar sampai berombak, fisiografi berupa kaki volkan bawah, bahan induk berupa tuf andesit intermedier.
6. Jenis tanah Latosol coklat kekuningan, tekstur lapisan atas dan bawah halus, drainase terhambat, bentuk wilayah datar sampai berombak, fisiografi berupa kaki volkan bawah, bahan induk berupa tuf andesit intermedier.
7. Jenis tanah Latosol coklat kemerahan, tekstur lapisan atas dan bawah halus, drainase sedang, bentuk wilayah datar, fisiografi berupa kaki volkan, bahan induk berupa tuf andesit intermedier.
9. Jenis tanah Latosol coklat kemerahan, tekstur lapisan atas dan bawah halus, drainase sedang, bentuk wilayah datar sampai berombak, fisiografi berupa kaki volkan, bahan induk berupa tuf andesit intermedier.
10. Jenis tanah Latosol coklat kemerahan, tekstur lapisan atas dan bawah halus, drainase cepat, bentuk wilayah datar sampai berombak, fisiografi berupa kaki volkan, bahan induk berupa tuf andesit intermedier.

Sumber Lembaga Penelitian Tanah (1980)

Gambar 1. Peta Tanah Daerah Tambang Pasir Silika PT. ITP
(Desa Muhara, Kecamatan Cileungsi, Kabupaten Bogor)

Bahan Organik dan Pengaruhnya terhadap Tanah dan Tanaman

Bahan organik adalah semua bahan baik yang berasal dari tanaman atau dari hewan yang ada di dalam tanah atau diberikan ke dalam tanah, baik berupa padatan maupun cairan. Bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah dapat memperbaiki sifat kimia, fisik, dan biologi tanah yang pada gilirannya akan meningkatkan kesuburan tanah (Thompson dan Troeh, 1979). Kussow (1971) menyatakan bahwa bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah akan mengalami pelapukan secara fisik, yaitu penghancuran jaringan tanaman/hewan sehingga ukurannya menjadi lebih kecil, secara kimia yaitu oksidasi dan hidrolisis bahan organik dan secara biologi, yaitu yang berhubungan dengan kegiatan jasad mikro. Melalui pelapukan bahan organik akan dibebaskan senyawa-senyawa sederhana seperti CO_2 , NH_4^+ , S, dan H_2PO_4^- , dimana apabila tidak segera digunakan oleh tanaman atau jasad mikro akan mudah hilang dari tanah, baik karena penguapan (CO_2 , NH_4^+ , dan S) maupun pencucian (Buckman dan Brady, 1961). Konnonova (1966) mengemukakan bahwa bahan organik dalam tanah, baik yang berasal dari pupuk kandang atau pupuk hijau, membantu dalam proses penghancuran dan pengubahan bagian-bagian mineral tanah, sumber unsur hara tanaman, pembentuk agregat tanah, serta meningkatkan serapan hara tanaman dan pertumbuhan tanaman.

Bahan organik biasanya digunakan untuk memperbaiki kondisi fisik (agregasi) dan kesuburan tanah (Hesse, 1984). Telah lama dilaporkan bahwa bahan organik berfungsi sebagai agen dalam proses granulasi di dalam tanah. Bahan organik koloid lebih efektif daripada liat dalam membentuk agregat tanah yang stabil, akan tetapi keduanya dapat berinteraksi membentuk kompleks liat organik. Ikatan antara butir tanah dan bahan organik dapat memperbaiki struktur tanah, penetrasi akar dan juga ketahanan akan erosi (Demolon dan Henini, 1932 dalam Baver, Gardner, dan Gardner, 1972). Selanjutnya dijelaskan bahwa penggunaan bahan organik berupa

pupuk kandang sangat efektif karena disamping dapat menyediakan unsur hara, dapat pula memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Sanchez, 1976). Salah satu sumber pupuk kandang yang baik adalah kotoran sapi. Sapi, yang termasuk ternak ruminansia, dapat dengan mudah menyederhanakan serat kasar menjadi bahan yang berguna melalui aktifitas bakteri pengurai selulosa yang ada dalam sistem pencernaannya. Komposisi kotoran sapi mengandung rata-rata $N = 1.9\%$, $P = 0.56\%$, dan $K = 1.4\%$ (Hesse, 1984).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penambahan bahan organik ke dalam tanah akan meningkatkan ketersediaan fosfor bagi tanaman. Hal ini disebabkan (1) fosfor yang diikat Ca, Al dan Fe dilepaskan ke dalam bentuk yang larut oleh aksi asam organik dan pengkelat lain yang dihasilkan selama dekomposisi, (2) asam humat menurunkan kapasitas fiksasi fosfor oleh seskuioksida, (3) Ca dan Mg fosfat menjadi larut karena produksi asam karbonat, (4) bahan organik mempengaruhi mineralisasi fosfor organik dan (5) terjadinya kompleks fosfo humat (Tisdale, Nelson, dan Beaton, 1985).

Mineral Zeolit; Sifat-sifat dan Kegunaannya

Sifat Kimia dan Fisik Zeolit

Zeolit merupakan kelompok besar dari aluminosilikat terhidrat, yang terdiri dari suatu kerangka tetraeder dari atom Si dan Al yang dikelilingi oleh atom oksigen, yang secara luas membentuk jaringan tiga dimensi dengan struktur saluran yang khas. Setiap atom O diikat di antara dua tetraeder tanpa adanya anion yang mobil. Adanya Al yang menggantikan Si di pusat tetraeder akan menghasilkan muatan negatif yang akan diseimbangkan oleh kation-kation alkali dan alkali tanah dalam struktur rongga yang dimilikinya. Penciri lain dari kelompok zeolit ini adalah adanya molekul air dalam rongga-rongga yang dimilikinya. Kation-kation dan molekul air yang terdapat dalam rongga-rongga tersebut tidak diikat secara kuat



sehingga mudah dilepaskan atau dipertukarkan tanpa merusak ikatan kerangkanya. Pertukaran kation dan molekul air ini dipengaruhi oleh ukuran, jumlah, dan letak dari rongga-rongga yang dihasilkan oleh kerangka zeolit. Rongga-rongga yang dimilikinya oleh zeolit ditentukan oleh jumlah tetraeder dalam setiap cincin yang terbentuk. Semakin besar jumlah tetraeder setiap cincin yang terbentuk, maka akan semakin besar pula lebar saluran rongga yang terbentuk. Zeolit yang memiliki 8 - 12 tetraeder setiap cincinnya akan mampu melewati molekul-molekul organik seperti halnya kation-kation (Dixon dan Weed, 1989).

Sarief (1986) menyebutkan beberapa sifat zeolit antara lain: mudah melakukan pertukaran ion-ion dari alkalinya dengan ion-ion elemen lainnya, sebagai bahan absorban dan penyaring, dehidratasi dan rehidratasi, air kristalnya mudah dilepaskan melalui pemanasan, sebagai katalisator, berwarna putih kehijau-hijauan atau warna lainnya.

Menurut Astiana dan Wiradinata (1989), apabila molekul air yang terdapat dalam rongga-rongga atau saluran zeolit dikeluarkan, maka molekul-molekul yang mempunyai garis tengah yang lebih kecil dari saluran masuk tersebut akan dapat diserap ke bagian dalam permukaan dari rongga-rongga tersebut. Molekul yang berukuran lebih besar dari saluran tidak akan dapat masuk ke dalamnya. Keadaan ini merupakan sifat penapis molekuler dari zeolit. Disamping itu zeolit juga mempunyai kemampuan menyerap kembali (rehidratasi) air tersebut pada suhu kamar.

Suyartono (1986) mengemukakan, kandungan air dalam zeolit jumlahnya 10 sampai 25 persen berat. Gottardi *dalam* D. Kallo (1988) menyebutkan kandungan air dalam zeolit tidak melebihi setengah dari jumlah atom oksigen pada kerangka zeolit. Barrer (1982) *dalam* Astiana dan Wiradinata (1989) mengemukakan bahwa molekul air dalam zeolit dapat dikeluarkan melalui pemanasan pada suhu sekitar 100 - 300°C.



Zeolit mempunyai KTK yang tinggi yaitu 100 - 300 me/100 g (Dixon dan Weed, 1989). Kapasitas tukar kation dari zeolit ini terutama merupakan fungsi dari tingkat penggantian Al untuk Si dalam struktur rangka. Makin besar penggantian, makin besar pula kekurangan muatan positif, sehingga makin banyak pula jumlah kation-kation alkali atau alkali tanah yang dibutuhkan untuk menetralkan muatan listriknya. Dalam prakteknya, nilai KTK tergantung pada sejumlah faktor (Astiana dan Wiradinata, 1989).

Pemanfaatan Zeolit

Zeolit merupakan produk dari gunung berapi. Di Indonesia beberapa lokasi endapan zeolit sudah diketahui dan salah satu diantaranya adalah di daerah Bayah (Bandung Selatan). Zeolit dari daerah Bayah ini dikenal dengan nama zeolit Bayah. Zeolit Bayah merupakan salah satu species zeolit yang paling banyak diteliti dan diketahui sifat-sifatnya. Zeolit Bayah merupakan campuran dari jenis mordenit dan klinoptilolit (Suyartono, 1986). Mumpton (1980) *dalam* Sarief (1985) mengemukakan bahwa zeolit bisa terdapat pada batuan beku, sedimen, ataupun metamorf, sedangkan yang mempunyai nilai ekonomis adalah yang terdapat pada batuan sedimen piroklastik, yang berguna dalam bidang industri, peternakan, dan pertanian.

Berdasarkan karakteristik fisik dan kimia, mineral zeolit dapat dipakai sebagai katalis, penukar ion, absorben dan filler bahan industri kertas, bahan pengikat senyawa-senyawa tertentu seperti insektisida, industri kayu lapis dan besi baja serta bahan baku yang penting untuk industri keramik dan cat. Selain itu mineral zeolit juga telah dimanfaatkan dalam perlakuan limbah industri sebagai penyerap bau dan warna, dan juga penyerap bau dan warna dalam industri gula (Hagiwara, 1980; Hayoshizaki dan Tsuniji, 1973 *dalam* Astiana dan Wiradinata, 1989).



Bobot Isi Tanah

Bobot isi tanah merupakan bobot kering tanah pada suatu unit volume tertentu yang dinyatakan dalam g/cm^3 . Bobot kering tanah ditentukan setelah tanah dikeringkan pada suhu 105°C sampai bobotnya tetap, sedangkan volumenya adalah volume tanah pada saat pengambilan dari lapang (Baver *et al.*, 1972). Foth dan Turk (1972) menyatakan bobot isi tanah dapat bervariasi dari waktu ke waktu atau dari lapisan ke lapisan, sesuai dengan perubahan ruang pori atau struktur tanah.

Bobot isi dipengaruhi oleh tekstur dan struktur, dimana tekstur dan struktur tanah yang menciptakan banyak ruang pori akan menghasilkan bobot isi yang rendah (Sinukaban dan Rahman, 1982). Lebih lanjut Soepardi (1983) menjelaskan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi bobot isi adalah jumlah ruang pori dan padatan tanah. Dengan demikian, tanah yang lepas dan sarang per satuan isi mempunyai bobot isi rendah dan yang padat akan mempunyai bobot isi tinggi. Granulasi juga mempengaruhi bobot isi karena mendukung keadaan lepas dan sarang. Baver *et al.* (1972) menyatakan bahwa flokulasi sebagai proses awal granulasi dapat terjadi karena pengaruh kation-kation sebagai perantara pengikatan butir. Kation trivalen dan divalen lebih efektif dalam pemampatan lapisan ganda dibandingkan kation monovalen. Lebih lanjut dikatakan bahwa tebal lapisan ganda merupakan fungsi dari valensi, konsentrasi, konstanta dielektrik, dan temperatur larutan. Tebal lapisan ganda menurun apabila valensi atau temperatur naik. Hamzah (1975) mengemukakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi bobot isi ialah tekstur tanah, struktur tanah, kedalaman, sifat vegetasi yang mendukung, dan penginjakan (trampling). Pada umumnya bobot isi tanah mencerminkan beberapa sifat tanah lainnya, seperti struktur, permeabilitas, porositas, dan tingkat aerasi.

Menurut Sanchez (1976), bahan organik dapat menurunkan bobot isi terutama pada tanah bertekstur kasar. Bahan organik yang terdekomposisi akan merangsang granulasi sehingga menyebabkan bobot isi tanah menurun.

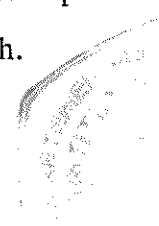
Rogers dan Giddens (1957) menyatakan bahwa perakaran tanaman dan aktivitasnya dapat menciptakan suatu agregasi yang baik, sehingga struktur tanah menjadi sarang, yang akhirnya akan menyebabkan jumlah ruang pori tanah meningkat dan bobot isi akan menurun. Penurunan bobot isi akan mempermudah penetrasi akar ke dalam tanah.

Permeabilitas Tanah

Permeabilitas tanah secara kumulatif diartikan sebagai kecepatan Bergeraknya air di dalam tanah dalam keadaan jenuh, dan dinyatakan dalam cm/jam. Penetapan permeabilitas tanah sangat penting dalam pengelolaan tanah dan air, bagi daerah yang berdrainase buruk atau tergenang data permeabilitas tanah diantaranya diperlukan agar perencanaan fasilitas drainase dapat dibuat untuk dapat menyediakan jumlah air dan udara yang baik bagi pertumbuhan tanaman (Sitorus *et al.*, 1989).

Faktor-faktor yang mempengaruhi permeabilitas tanah menurut Hillel (1971) antara lain: tekstur tanah, porositas dan distribusi ukuran pori serta kadar bahan organik tanah. Struktur tanah sangat penting dalam menentukan permeabilitas tanah, karena struktur yang mantap dapat mempertahankan ruang pori sedemikian rupa sehingga mempermudah air untuk merembes ke dalam tanah.

Herudjito (1988) menyatakan bahwa apabila tanah bertekstur halus mempunyai struktur yang baik ia akan mempunyai nilai permeabilitas yang lebih tinggi daripada tanah bertekstur kasar. Dengan demikian, adanya permeabilitas yang berbeda-beda pada tanah yang bertekstur relatif sama agaknya tidak bisa dinilai dari keadaan tekstur itu sendiri, melainkan dapat dipandang dari segi agregasinya karena peranan agregasi terhadap permeabilitas tanah lebih penting daripada tekstur tanah.



Stallings (1957) dan Baver *et al.*, (1972) mengemukakan vegetasi biasanya akan menentukan distribusi ukuran pori tanah. Tanaman dengan perakaran yang lebih banyak dan menyumbangkan bahan organik yang lebih tinggi biasanya cenderung meningkatkan pori makro yang lebih banyak. Dengan demikian permeabilitas tanah akan meningkat.

Nitrogen dalam Tanah dan Manfaatnya bagi Pertumbuhan Tanaman

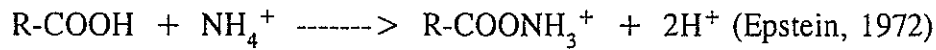
Unsur nitrogen yang ditemukan dalam tanah dapat dibagi menjadi dua bagian terbesar yaitu bentuk nitrogen organik dan nitrogen anorganik. Bentuk N-organik meliputi asam amino/protein, asam amino bebas, gula amino, bentuk kompleks lainnya serta senyawa tak dikenal. Sedangkan senyawa anorganik terdiri dari amonium (NH_4^+), nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-), oksida nitrous (N_2O) dan oksida nitrit (NO) serta unsur nitrogen.

Sumber nitrogen dalam tanah berasal dari bahan organik tanah, pengikatan secara biologis oleh mikro organisme, pemberian melalui pupuk, dan dari air hujan (Hardjowigeno, 1982). Lebih lanjut dinyatakan bahwa jumlah nitrogen di dalam tanah dipengaruhi oleh kadar bahan organik, iklim dan tipe vegetasi, topografi, sifat fisik dan kimia tanah, kegiatan manusia dan waktu (Leiwakabessy, 1988).

Bentuk nitrogen organik, yang merupakan bagian terbesar bentuk nitrogen di dalam tanah, agar menjadi tersedia bagi tanaman harus diubah menjadi bentuk nitrogen inorganik atau harus didekomposisi menjadi nitrogen inorganik. Proses dekomposisi ini biasanya disebut mineralisasi yang terdiri dari 3 tahap yaitu: aminisasi (transformasi protein menjadi amina), amonifikasi (transformasi amina menjadi amonium), dan nitrifikasi (Tisdale *et al.*, 1985).

Nitrogen diserap tanaman dalam bentuk nitrat dan dalam jumlah kecil dalam bentuk amonium (Tisdale *et al.*, 1985). Serapan amonium umumnya diikuti oleh

turunnya pH disekitar akar. Hal ini disebabkan adanya tambahan ion H^+ dari akar pada saat terjadi pengambilan NH_4^+ yaitu melalui pertukaran kation sebagai berikut:



Pada umumnya amonium dijerap dan difiksasi oleh koloid tanah sehingga tidak mudah bergerak melalui pencucian dibandingkan dengan nitrat. Ion amonium dapat ditahan dalam tanah untuk waktu yang lama, sedangkan nitrat bergerak leluasa dalam air tanah. Hal ini disebabkan ion amonium dijerap oleh liat melalui pengembangan kisi-kisi liat. Proses ini terjadi akibat pergantian ion lain yang terdapat diantara kisi-kisi kristal oleh amonium. Fiksasi secara khusus penting untuk tanah-tanah berpasir dimana amonium mempunyai peluang lebih besar untuk hilang secara cepat melalui pencucian (Tan, 1982).

Nitrogen bagi tanaman berperan pada proses fisiologi, merangsang pertumbuhan tanaman dan memberikan warna hijau daun. Nitrogen juga merupakan pengatur dari penggunaan unsur kalium, fosfor, dan penyusun lainnya (Brady, 1984).

Bentuk dan Ketersediaan Fosfor dalam Tanah serta Manfaatnya bagi Tanaman

Kandungan fosfor dan kemampuan tanah menyediakan fosfor bagi tanaman berbeda-beda untuk setiap jenis tanah. Fosfor di dalam tanah terdapat dalam bentuk organik dan inorganik. Jumlah kedua bentuk fosfor ini merupakan jumlah total fosfor tanah. Kandungan fosfor-anorganik dalam tanah selalu lebih besar daripada fosfor-organik. Sebagian besar fosfor anorganik merupakan senyawa Ca-P, Fe-P, dan Al-P yang sukar larut (Leiwakabessy, 1982).

Buckman dan Brady (1982) berpendapat bahwa ketersediaan fosfat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: (1) pH tanah, (2) Fe, Al, dan Mn yang terlarut, (3) tersedianya kalsium, (4) jumlah bahan organik dan jumlah perombakan bahan organik, dan (5) kegiatan mikro organisme. Selain faktor-faktor diatas, temperatur dan



lamanya kontak antara akar dan tanah merupakan faktor yang menentukan terhadap ketersediaan fosfor di dalam tanah bagi tanaman (Tisdale *et al.*, 1985).

Ketersediaan fosfor di dalam larutan tanah sangat erat hubungannya dengan kemasaman tanah. Pada tanah-tanah masam banyak terdapat Al dan Fe yang bereaksi dengan fosfor membentuk Al-P dan Fe-P yang tidak tersedia bagi tanaman, sedangkan pada tanah-tanah alkali bentuk Ca-P dan Mg-P segera terbentuk (Sanchez, 1976).

Ketersediaan fosfor maksimum dijumpai pada pH 5.5 sampai 7.0 (Tisdale *et al.*, 1985). Pada pH rendah fosfor dijumpai dalam bentuk H_2PO_4^- , pada pH sedang dijumpai dalam bentuk HPO_4^{2-} dan pada pH tinggi dijumpai dalam bentuk PO_4^{3-} . Fosfor di dalam tanah lebih tersedia bagi tanaman dalam bentuk H_2PO_4^- daripada bentuk HPO_4^{2-} . Perubahan pH juga mempengaruhi kelarutan ion Al, Fe, dan Ca, dimana pada pH rendah kelarutan Al dan Fe menjadi lebih besar, sebaliknya pada pH tinggi kelarutan ion Ca meningkat. Ion-ion Al, Fe, dan Ca dapat mengikat P menjadi bentuk yang tidak tersedia bagi tanaman dengan urutan ketersediaan: Ca-P > Al-P > Fe-P.

Untuk meningkatkan kadar fosfor diperlukan adanya masukan fosfor. Menurut Soepardi (1983) sumber fosfor tanah berasal dari: (1) pupuk buatan, (2) pupuk kandang, (3) sisa tanaman, dan (4) hancuran mineral.

Penambahan bahan organik dalam tanah disamping untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, juga berpengaruh pada ketersediaan fosfor tanah. Ketersediaan fosfor tanah akan meningkat apabila asam-asam organik hasil dekomposisi bahan organik melalui aktivitas organisme tanah dapat secara efektif bereaksi dengan Fe dan Al membentuk senyawa kompleks, pengikatan ini membebaskan P-inorganik (Soepardi, 1983). Lebih lanjut Tisdale *et al.* (1985) menyatakan bahwa peningkatan ketersediaan P tanah diduga akibat: (1) pembentukan senyawa kompleks fosfohumik yang mudah diserap tanaman, (2) pertukaran



anion fosfat oleh anion organik dan (3) terbungkusnya partikel seskuioksida oleh humus membentuk pelindung sehingga mengurangi kemampuannya memfiksasi fosfat.

Mekanisme serapan fosfor sangat dipengaruhi oleh luas permukaan perakaran. Serapan fosfor oleh tanaman ditentukan oleh tiga faktor utama yaitu: (1) jenis tanaman, (2) fase pertumbuhan tanaman, dan (3) kompetisi antara akar tanaman dengan sifat kimia tanah terhadap fosfor pupuk dan fosfor tanah.

Menurut Brady (1974) senyawa fosfor dalam tanaman berfungsi dalam hal: (1) pembelahan sel, pembesaran dan pembentukan albumin, (2) pembungaan dan pembuahan serta pengisian biji, (3) perkembangan akar, (4) penguat jerami padi-padian, (5) membantu pematangan tanaman, (6) menentukan kualitas tanaman dan (7) meningkatkan ketahanan terhadap penyakit tertentu. Kekurangan unsur fosfat pada tanaman dapat menyebabkan kematangan yang terlambat, perkembangan perakaran terhambat dan perkembangan daun terlambat.

Kalium dalam Tanah dan Manfaatnya bagi Tanaman

Kalium merupakan salah satu unsur hara makro yang penting bagi tanaman. Tisdale *et al.* (1985), menyatakan bahwa kalium tanah dapat dibedakan dalam 3(tiga) bentuk yaitu (1) relatif tidak tersedia, (2) tersedia secara lambat, dan (3) segera tersedia, dimana ketiganya berada dalam keadaan seimbang.

Jumlah kalium yang tersedia dalam larutan tanah umumnya rendah, jika dibandingkan dengan jumlah yang diserap oleh tanaman. Sumber kalium di dalam tanah berasal dari dekomposisi mineral primer yang mengandung kalium, serta berasal dari pupuk baik pupuk organik (kotoran sapi dan domba) maupun pupuk anorganik (KCl dan K_2SO_4) (Soepardi, 1983; Leiwakabessy, 1988).

Kalium diserap tanaman dalam bentuk K^+ yang berfungsi sebagai katalisator (Tisdale *et al.*, 1985). Unsur kalium selalu diserap tanaman lebih cepat dari nitro-

gen dan fosfor, artinya kalium total berakumulasi pada awal periode pertumbuhan dan kemudian ditranslokasikan ke bagian tanaman lain. Peranan kalium dalam tanaman sebagai aktivator enzim, membuat tanaman tahan terhadap berbagai macam penyakit, merangsang pertumbuhan akar, meniadakan pengaruh buruk nitrogen, mengurangi kematangan yang dipercepat oleh fosfor, sebagai unsur esensial dalam pembentukan hidrat arang dan gula, pembentukan dan pengisian klorofil, serta pembentukan umbi (Soepardi, 1983).

Faktor yang mempengaruhi ketersediaan kalium untuk tanaman adalah jenis mineral liat, kapasitas tukar kation, jumlah kalium yang dapat ditukar, kelembaban tanah, aerasi, suhu tanah, pH tanah, kalsium dan magnesium (Tisdale *et al.*, 1985). Selain faktor tanah, serapan kalium juga dipengaruhi oleh faktor tanaman, sehingga kemampuan berbagai jenis tanaman dalam menyerap kalium berbeda-beda. Faktor tanaman tersebut adalah (1) KTK akar, (2) sistem perakaran, (3) varietas atau hibrid, (4) populasi tanaman, dan (5) tingkat hasil (Tisdale *et al.*, 1985).

Tanaman Penutup Tanah dan Manfaatnya bagi Perbaikan Sifat Fisik dan Kimia Tanah

Tanaman penutup tanah adalah tumbuhan atau tanaman yang khusus ditanam untuk melindungi tanah dari ancaman kerusakan oleh erosi dan atau untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah. Tanaman penutup tanah berperan: (1) menahan atau mengurangi daya perusak butir-butir hujan yang jatuh dan aliran air di atas permukaan tanah, (2) menambah bahan organik tanah melalui batang, ranting, dan daun mati yang jatuh, dan (3) melakukan transpirasi sehingga mengurangi kandungan air tanah. Pengurangan kandungan air tanah dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam menyerap dan menahan air hujan yang jatuh.

Tumbuhan atau tanaman yang sesuai untuk dipergunakan sebagai penutup tanah dan dipergunakan dalam sistem pergiliran tanaman harus memenuhi syarat-syarat : (a) mudah diperbanyak, sebaiknya dengan biji, (b) mempunyai sistem per-

akaran yang tidak menimbulkan kompetisi berat bagi tanaman pokok, tetapi mempunyai sifat pengikat tanah yang baik dan tidak mensyaratkan tingkat kesuburan tanah yang tinggi, (c) tumbuh cepat dan banyak menghasilkan daun, (d) toleransi terhadap pemangkasan, (e) resisten terhadap hama, penyakit, dan kekeringan, (f) mampu menekan pertumbuhan gulma, (g) mudah diberantas jika tanah akan dipergunakan untuk penanaman tanaman semusim atau tanaman pokok lainnya, (h) sesuai dengan kegunaan untuk reklamasi tanah, dan (i) tidak mempunyai sifat-sifat yang tidak menyenangkan seperti duri dan sulur-sulur yang membelit (Ochse et al., 1961 dalam Arsyad, 1989). Beberapa jenis *Gramineae* disamping *Leguminoceae* yang dapat digunakan sebagai penutup tanah dan mulsa atau penguat teras adalah rumput bedé, rumput banggala, rumput Vetiver (*Vetiveria zizanioides*), rumput Australia, dan balaban (Arsyad, 1989).

Tanaman penutup tanah merupakan unsur yang sangat penting dalam pembentukan maupun perbaikan struktur tanah seperti agregasi, porositas, bobot isi, dan permeabilitas tanah, karena ia melindungi tanah dari daya perusak oleh butir-butir air hujan dan aliran permukaan, serta merangsang dan memantapkan agregat melalui aktivitas perakaran dan bahan organik yang disumbangkan (Baver et al., 1972).

Botani Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides*)

Akar wangi (*Vetiveria zizanioides*) termasuk dalam rumpun *Andropogoneae* v. *zizanioides*. Tanaman rumput Vetiver tumbuh sebagai rumpun besar dengan banyak cabang (anakan), mempunyai kedalaman akar 0,5 - 1,5 meter. Adapun keadaan lingkungan tumbuh yang dikendaki adalah kapasitas tukar kation tanah yang sangat tinggi, kejenuhan basa sangat rendah sampai rendah, P_2O_5 Bray 1 sangat rendah sampai tinggi, pH masam sampai agak masam, Mg rendah sampai sedang, N rendah sampai sedang, serta rasio C/N sedang sampai tinggi.



Berdasarkan sifat yang dimilikinya, rumput Vetiver dapat berfungsi sebagai tanaman konservasi khususnya sebagai penguat teras dalam bentuk barisan pertanaman. Beberapa keuntungan dari pemanfaatan pertanaman rumput Vetiver adalah (1) sifat perakarannya kuat, menghunjam ke dalam tanah dan panjang/dalam, sehingga rumput Vetiver potensial sebagai penahan atau penyaring butir-butir tanah yang terbawa aliran permukaan, (2) barisan pertanaman rumput Vetiver berfungsi sebagai pemegang dan penyimpan kadar bahan organik tanah, walaupun masih diperlukan pemupukan anorganik untuk pertumbuhan rumput Vetiver, (3) pangkasan daun rumput Vetiver yang dilakukan secara periodik merupakan sumber bahan organik yang sangat diperlukan untuk peningkatan produktivitas tanah terutama untuk lahan kering yang kandungan bahan organiknya sering merupakan masalah, (4) mulsa dari pangkasan baris pertanaman rumput Vetiver merupakan perlindungan tanah dari pukulan air hujan sehingga struktur tanah dapat dijaga serta terhindar dari pemadatan (Grimshaw, 1988 dan Hadad, 1991).

Hak Cipta milik IPPB University

IPB University



BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Percobaan

Percobaan dilakukan dalam 2 (dua) tahap, yaitu di Rumah Kaca Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, IPB, Baranangsiang Bogor (September 1994 - Februari 1995), kemudian lanjutkan dengan analisis sifat fisik dan kimia tanah di Laboratorium Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, IPB, Baranangsiang (Februari - April 1995).

Bahan dan Alat

Tanah yang digunakan dalam percobaan ini adalah tanah bekas tambang pasir silika PT. Indocement Cibinong, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Sedangkan tanaman yang digunakan adalah rumput Vetiver (*Vetiveria zizanioides*).

Untuk perlakuan digunakan Zeolit Bayah dengan ukuran 48 mesh yang telah diaktifasi pada suhu 250°C selama 4 jam. Takaran zeolit yang digunakan adalah 0 ton/ha, 5 ton/ha, dan 10 ton/ha. Sedangkan takaran kotoran sapi yang digunakan adalah 0 ton/ha, 20 ton/ha, 40 ton/ha, dan 60 ton/ha.

Alat-alat yang digunakan selama percobaan berlangsung adalah pot ukuran 50 x 50 x 50 cm³, timbangan, sprayer, meteran, ayakan 2 mm dan 5 mm, dan alat-alat laboratorium untuk analisis sifat-sifat fisik tanah dan kimia tanah .

Metode

Persiapan Media Tanam

Pengambilan contoh tanah dilakukan pada kedalaman 0 - 20 cm, kemudian tanah diayak dengan saringan 5 mm. Tanah yang lolos saringan selanjutnya ditempatkan dalam pot masing-masing setara dengan 24 kg Berat Kering Mutlak (BKM).

Takaran zeolit berturut-turut 0 ton/ha, 5 ton/ha, dan 10 ton/ha yang masing-masing diberi notasi Z₀, Z₁, dan Z₂. Sedangkan takaran kotoran sapi berturut-turut 0 ton/ha, 20 ton/ha, 40 ton/ha, dan 60 ton/ha yang masing-masing diberi notasi B₀, B₁, B₂, dan B₃.

Tanah dalam pot kemudian dicampur dengan bahan perlakuan, masing-masing diulang 2 kali dengan atau tanpa rumput Vetiver (*Vetiveria zizanioides*). Untuk perlakuan dengan menggunakan rumput diberi simbol R_1 , sedangkan yang tanpa rumput diberi simbol R_0 . Kombinasi semua perlakuan adalah sebagai berikut:

Perlakuan tanpa rumput:

$Z_0B_0R_0$	$Z_1B_0R_0$	$Z_2B_0R_0$
$Z_0B_1R_0$	$Z_1B_1R_0$	$Z_2B_1R_0$
$Z_0B_2R_0$	$Z_1B_2R_0$	$Z_2B_2R_0$
$Z_0B_3R_0$	$Z_1B_3R_0$	$Z_2B_3R_0$

Perlakuan dengan rumput:

$Z_0B_0R_1$	$Z_1B_0R_1$	$Z_2B_0R_1$
$Z_0B_1R_1$	$Z_1B_1R_1$	$Z_2B_1R_1$
$Z_0B_2R_1$	$Z_1B_2R_1$	$Z_2B_2R_1$
$Z_0B_3R_1$	$Z_1B_3R_1$	$Z_2B_3R_1$

Pot yang telah diberi perlakuan kemudian diinkubasikan selama 2 minggu dalam kondisi kadar air kapasitas lapang. Setelah masa inkubasi selesai, dilakukan penanaman rumput Vetiver (*Vetiveria zizanioides*).

Penanaman dan Pemeliharaan

Penanaman

Bibit rumput Vetiver ditanam dalam pot yang telah diberi perlakuan dengan jarak tanam yang digunakan adalah 20 cm x 20 cm. Setiap lubang tanam diisi dengan 3 tunas rumput Vetiver.

Pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan meliputi: penyiangan dan penyiraman. Penyiangan dilakukan terhadap gulma-gulma yang tumbuh secara mekanis. Penyiangan dilaksanakan 2 minggu sekali. Penyiraman dilaksanakan 2 hari sekali sampai mencapai kapasitas lapang.

Pengamatan

a. Rumput Vetiver

Pengamatan terhadap rumput dilakukan pada akhir masa percobaan (minggu pertama bulan Februari) dengan menimbang berat basah tanaman.

b. Tanah

Pengamatan tanah dilakukan terhadap sifat fisik dan kimia tanah. Sifat fisik yang diamati meliputi permeabilitas dan bobot isi, sedangkan sifat kimia yang meliputi Amonium, Fosfor, Kalium, dan C-organik. Pengamatan dilakukan pada akhir percobaan dengan menggunakan contoh tanah utuh dan contoh tanah terganggu.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Faktorial Acak Kelompok dengan 2 ulangan. Sebagai faktor pertama adalah zeolit yang terdiri dari 3 taraf yaitu Z_0 (0 ton/ha), Z_1 (5 ton/ha), dan Z_3 (10 ton/ha). Sedangkan faktor kedua adalah bahan organik yang berasal dari kotoran sapi yang terdiri dari 4 taraf yaitu B_0 (0 ton/ha), B_1 (20 ton/ha), B_2 (40 ton/ha), dan B_3 (60 ton/ha). Pada penelitian ini rumput Vetiver dianggap sebagai kelompok (dengan atau tanpa rumput), sehingga jumlah keseluruhan adalah $3 \times 4 \times 2 \times 2 = 48$ unit.

Model matematika dari rancangan di atas adalah:

$$Y_{ijk} = U + Z_i + B_j + K_k + (ZB)_{ij} + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = respon pada perlakuan zeolit ke-i, bahan organik ke-j, kelompok ke-k

U = rata-rata umum

Z_i = pengaruh perlakuan zeolit ke-i

B_j = pengaruh perlakuan bahan organik ke-j

K_k = pengaruh kelompok atau blok ke-k

$(ZB)_{ij}$ = pengaruh interaksi antara zeolit dan bahan organik pada zeolit ke-i dan bahan organik ke-j

E_{ijk} = pengaruh acak pada perlakuan zeolit ke-i, bahan organik ke-j, kelompok ke-k

Untuk mengetahui pengaruh interaksi pemberian zeolit, pemberian bahan organik dan penanaman rumput vetiver terhadap perbaikan sifat fisik dan kimia tanah dilakukan uji statistik, sedangkan uji lanjutannya menggunakan Uji Tukey taraf 5%.





HASIL DAN PEMBAHASAN

Bobot Isi

Analisa statistik menunjukkan bahwa pemberian zeolit, pemberian kotoran sapi, maupun penanaman rumput berpengaruh nyata terhadap bobot isi tanah, sedangkan interaksinya tidak berpengaruh terhadap bobot isi tanah (Tabel 1 dan Tabel Lampiran 4).

Tabel 1. Pengaruh Zeolit dan Kotoran Sapi terhadap Bobot Isi Tanah.

Zeolit (ton/ha)	Kotoran Sapi (ton/ha)				Rataan
	0	20	40	60	
	----- g/cm ³ -----				
0	1,35	1,30	1,22	1,12	1,25a
5	1,32	1,26	1,20	1,09	1,22a
10	1,23	1,20	1,08	1,02	1,13b
Rataan	1,30a	1,25b	1,17c	1,08d	

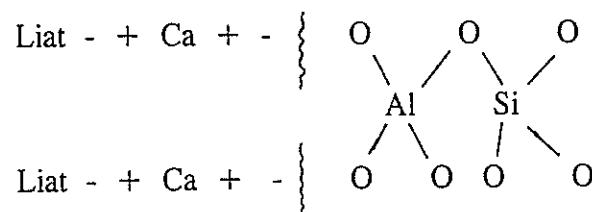
Ket : Angka pada baris atau kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan uji Tukey ($P < 0,05$)
 Beda nyata minimum untuk perlakuan Zeolit: 0,03
 Beda nyata minimum untuk perlakuan Kotoran Sapi: 0,04

Pemberian zeolit pada takaran 10 ton/ha sangat nyata menurunkan bobot isi tanah dibandingkan dengan pada takaran 5 ton/ha maupun tanpa pemberian zeolit. Antara takaran zeolit 5 ton/ha dengan 0 ton/ha tidak terdapat perbedaan yang nyata dalam menurunkan bobot isi tanah. Penurunan nilai bobot isi tanah akibat pemberian zeolit pada takaran 5 ton/ha dan 10 ton/ha masing-masing sebesar 2,4% dan 9,6%, bila dibandingkan dengan tanpa pemberian zeolit.

Pemberian kotoran sapi pada takaran 60 ton/ha sangat nyata menurunkan bobot isi tanah dibandingkan dengan takaran kotoran sapi 40 ton/ha, 20 ton/ha maupun 0 ton/ha. Antara takaran kotoran sapi 40 ton/ha, 20 ton/ha maupun 0 ton/ha terdapat

perbedaan yang nyata dalam menurunkan bobot isi tanah. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa penurunan bobot isi tanah terjadi dengan semakin meningkatnya takaran kotoran sapi yang diberikan. Besarnya penurunan nilai bobot isi tanah berturut-turut pada takaran kotoran sapi 20 ton/ha, 40 ton/ha, dan 60 ton/ha masing-masing sebesar 3,8%, 10%, dan 16,9%, bila dibandingkan dengan tanpa pemberian kotoran sapi.

Menurunnya bobot isi tanah akibat penambahan zeolit berkaitan dengan peningkatan ketersediaan kation-kation tanah khususnya ion Ca. Peningkatan takaran zeolit yang diberikan sebesar 5 ton/ha dan 10 ton/ha mampu meningkatkan Ca-dapat ditukar masing-masing sebesar 19,830 me/100 g dan 22,595 me/100 g, bila dibandingkan dengan tanpa pemberian zeolit yang hanya sebesar 19,775 me/100 g. Ion Ca yang menjadi lebih tersedia dapat merangsang pembentukan agregat dalam tanah, dimana ion Ca yang dibebaskan dari rongga-rongga kristal zeolit tersebut dapat menjadi perantara dalam pengikatan antara muatan negatif partikel liat dengan muatan negatif mineral zeolit. Pengikatan melalui perantaraan kation antara mineral zeolit dan partikel liat dapat digambarkan sebagai berikut:

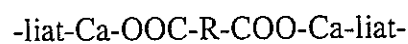


Disamping itu kandungan Fe_2O_3 yang dikandung mineral zeolit juga dapat dilepaskan, yang selanjutnya dapat menjadi penyemen agregat yang tidak stabil menjadi agregat yang stabil. Lebih lanjut dijelaskan oleh Baver *et al.* (1972) bahwa flokulasi dapat terjadi karena pengaruh kation-kation sebagai perantara pengikatan butir. Dalam hal ini kation trivalen dan divalen lebih efektif dalam pemampatan lapisan ganda, dimana tebal lapisan ganda tersebut merupakan suatu fungsi dari valensi, konsentrasi, konstanta dielektrik, dan temperatur larutan. Tebal lapisan ganda akan



menurun apabila valensinya atau temperaturnya naik. Pemampatan lapisan ganda listrik ini akan memudahkan terjadinya flokulasi, dimana flokulasi merupakan faktor penting dalam agregasi tanah (Hillel, 1972). Selain ion Ca dan Fe_2O_3 yang dapat menjadi agen penyemen, adanya kekuatan pemadatan karena aktivitas penyiraman juga dapat menyebabkan partikel-partikel yang terflokulasi tadi membentuk agregat yang lebih mantap, yang akhirnya akan meningkatkan indeks stabilitas agregat dan menurunkan bobot isi tanah. Hal ini dapat dilihat dari perbandingan peningkatan indeks stabilitas agregat tanah (tanpa perlakuan) setelah 4 bulan yaitu sebesar 45, berdasarkan hasil penelitian Dewi (1995) pada bahan tanah yang sama (Tabel Lampiran 1).

Menurunnya bobot isi tanah akibat penambahan kotoran sapi, berkaitan dengan fungsi kotoran sapi sebagai sumber energi bagi kegiatan mikro-organisme tanah. Meningkatnya aktivitas mikro-organisme tanah akibat adanya kotoran sapi menghasilkan senyawa-senyawa sintetik berupa asam-asam organik dan anorganik. Kotoran sapi yang diberikan ke dalam tanah melalui senyawa organik yang dikandungnya dengan perantaraan ion kalsium dapat membentuk ikatan kimia dengan partikel liat di dalam tanah. Ikatan ini dapat digambarkan sebagai berikut:



Hal ini sesuai dengan pendapat Joffe (1949) bahwa ion kalsium sangat efektif sebagai agen koagulasi koloid-koloid organik. Kalsium dapat berikatan dengan bahan organik membentuk Ca-humat dan senyawa-senyawa organo mineral yang tidak larut sehingga sukar dilapuk oleh jasad mikro. Akibat dari proses flokulasi tersebut maka terbentuk agregat-agregat tanah yang lebih stabil dengan demikian akan tercipta ruang-ruang pori tanah yang semakin baik pula, yang pada akhirnya dapat menurunkan bobot isi tanah.

Menurunnya bobot isi tanah akibat penanaman rumput Vetiver (*Vetiveria zizanioides*), berkaitan dengan adanya sistem perakaran tanaman tersebut. Jaringan akar yang secara terus menerus menembus tanah, cenderung mempersatukan agregat tanah serta akar-akar yang telah mati dapat merangsang aktivitas mikroba dalam tanah yang kemudian menghasilkan perekat humik. Adanya bahan penyemen ini melalui pengikatan dengan partikel-partikel liat mampu menciptakan kondisi struktur tanah menjadi lebih sarang, yang akhirnya akan menyebabkan meningkatnya jumlah ruang pori tanah, dengan demikian bobot isi tanah akan menurun. Prosentase penurunan bobot isi tanah dengan adanya penanaman rumput Vetiver sebesar 8%, bila dibandingkan dengan tanpa penanaman rumput Vetiver (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh penanaman rumput Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) terhadap Bobot Isi Tanah

Zeolit (ton/ha)	Kotoran Sapi (ton/ha)	g/cm ³	
		R ₀	R ₁
0	0	1,40	1,31
	20	1,35	1,25
	40	1,32	1,12
	60	1,15	1,09
5	0	1,36	1,29
	20	1,30	1,23
	40	1,25	1,15
	60	1,11	1,07
10	0	1,30	1,17
	20	1,24	1,12
	40	1,11	1,06
	60	1,06	0,99
Rataan		1,25a	1,15a

Ket : Angka pada baris atau kolom yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Tukey ($P < 0,05$)
 Beda nyata minimum untuk perlakuan rumput Vetiver: 0,02
 R₀ = Tanpa Tanaman rumput Vetiver
 R₁ = Dengan Tanaman rumput Vetiver

Interaksi zeolit dengan kotoran sapi yang diberikan sebagai bahan organik tidak berpengaruh terhadap bobot isi tanah. Hal ini diduga karena senyawa-senyawa organik yang berasal dari kotoran sapi mengisi rongga-rongga zeolit, sehingga peranannya dalam pengikatan butir-butir tanah berkurang. Disamping itu senyawa-senyawa organik yang mengisi rongga-rongga zeolit akan menghambat pelepasan ion Ca dan Mg yang terdapat pada zeolit; dimana ion-ion ini berperan dalam proses agregasi tanah.

Permeabilitas

Analisa statistik menunjukkan bahwa pemberian zeolit, pemberian kotoran sapi, maupun penanaman rumput berpengaruh nyata terhadap permeabilitas tanah, sedangkan interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap permeabilitas tanah (Tabel 3 dan Tabel Lampiran 5).

Tabel 3. Pengaruh Zeolit dan Kotoran Sapi terhadap Permeabilitas Tanah

Zeolit (ton/ha)	Kotoran Sapi (ton/ha)				Rataan
	0	20	40	60	
	----- cm/jam -----				
0	1,93	2,68	3,16	3,33	2,77b
5	3,10	3,51	3,88	3,79	3,57a
10	3,23	3,80	4,50	4,78	4,08a
Rataan	2,75b	3,33ab	3,84a	3,97a	

Ket : Angka pada baris atau kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan uji Tukey ($P < 0,05$)
 Beda nyata minimum untuk perlakuan Zeolit: 0,63
 Beda nyata minimum untuk perlakuan Kotoran Sapi: 0,81

Pemberian zeolit pada takaran 5 ton/ha dan 10 ton/ha sangat nyata meningkatkan permeabilitas tanah bila dibandingkan dengan tanpa pemberian zeolit. Sedangkan antara takaran zeolit 5 ton/ha dengan 10 ton/ha tidak terdapat perbedaan yang nyata dalam meningkatkan permeabilitas tanah. Namun secara umum dapat dikata-

kan bahwa nilai permeabilitas tanah semakin meningkat akibat peningkatan takaran zeolit yang diberikan. Prosentase peningkatan nilai permeabilitas tanah pada takaran zeolit 5 ton/ha dan 10 ton/ha masing-masing sebesar 29% dan 47%.

Pemberian kotoran sapi sangat nyata meningkatkan permeabilitas tanah pada takaran 40 ton/ha dan 60 ton/ha, bila dibandingkan dengan tanpa pemberian kotoran sapi. Antara takaran zeolit 40 ton/ha dengan 60 ton/ha tidak terdapat perbedaan yang nyata dalam meningkatkan permeabilitas tanah. Begitu pula pada takaran 20 ton/ha tidak terdapat perbedaan yang nyata dalam meningkatkan permeabilitas tanah bila dibandingkan dengan tanpa pemberian kotoran sapi. Secara umum dapat dikatakan bahwa nilai permeabilitas tanah semakin meningkat dengan semakin meningkatnya takaran kotoran sapi yang diberikan. Prosentase peningkatan nilai permeabilitas tanah pada takaran 20 ton/ha, 40 ton/ha, dan 60 ton/ha masing-masing sebesar 21%, 40%, dan 44%.

Meningkatnya permeabilitas tanah sebagai akibat penambahan zeolit ke dalam tanah berkaitan dengan fungsi zeolit yang dapat menurunkan bobot isi tanah. Dengan semakin menurunnya bobot isi tanah berarti akan tercipta kondisi tanah yang lebih sarang yang menciptakan kondisi ruang pori yang lebih banyak, sehingga dengan demikian akan meningkatkan permeabilitas tanah.

Meningkatnya permeabilitas tanah sebagai akibat penambahan kotoran sapi berkaitan dengan fungsi kotoran sapi yang dapat merangsang proses pembentukan agregat-agregat di dalam tanah serta menciptakan kondisi ruang-ruang pori yang lebih banyak, sehingga menurunkan bobot isi tanah dan akan meningkatkan permeabilitas tanah.

Meningkatnya permeabilitas tanah sebagai akibat penanaman rumput juga berhubungan dengan kemampuan perakaran tanaman rumput dalam menciptakan struktur tanah yang lebih sarang. Dengan semakin lebatnya perakaran tanaman akibat peningkatan dosis kotoran sapi yang digunakan, akan menyebabkan ter-



bentuknya ruang-ruang pori makro yang lebih banyak. Sehingga dengan demikian akan meningkatkan permeabilitas tanah. Prosentase peningkatan nilai permeabilitas tanah dengan adanya penanaman rumput Vetiver sebesar 37% (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh Penanaman rumput Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) terhadap Permeabilitas Tanah

Zeolit (ton/ha)	Kotoran Sapi (ton/ha)	cm/jam	
		R ₀	R ₁
0	0	0,60	3,27
	20	1,77	3,60
	40	2,54	3,78
	60	2,86	3,80
5	0	2,48	3,72
	20	3,19	3,83
	40	3,70	4,06
	60	3,45	4,13
10	0	2,70	3,78
	20	3,27	4,34
	40	4,13	4,87
	60	4,53	5,04
Rataan		2,93a	4,02a

Ket : Angka pada baris atau kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan uji Tukey ($P < 0,05$)

Beda nyata minimum untuk perlakuan rumput Vetiver: 0,43

R₀ = Tanpa Tanaman rumput Vetiver

R₁ = Dengan Tanaman rumput Vetiver

Amonium (NH₄⁺) Tanah

Analisa statistik menunjukkan bahwa pemberian zeolit maupun kotoran sapi berpengaruh nyata terhadap NH₄⁺ tanah, sedangkan interaksi antara zeolit, kotoran sapi, dengan rumput tidak berpengaruh nyata (Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel Lampiran 6).

Tabel 5. Pengaruh Zeolit dan Kotoran Sapi terhadap NH_4^+ Tanah

Zeolit (ton/ha)	Kotoran Sapi (ton/ha)				Rataan
	0	20	40	60	
	ppm				
0	40,06	67,08	102,59	165,37	93,78b
5	46,69	85,49	121,09	159,44	103,18ab
10	55,96	96,90	117,73	184,77	113,84a
Rataan	47,57d	83,16c	113,81b	169,86a	

Ket : Angka pada baris atau kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan uji Tukey ($P < 0,05$)
 Beda nyata minimum untuk perlakuan Zeolit: 15,21
 Beda nyata minimum untuk perlakuan Kotoran Sapi: 19,40

Pemberian zeolit pada takaran 10 ton/ha sangat nyata meningkatkan NH_4^+ tanah, dibandingkan dengan tanpa pemberian zeolit. Sedangkan antara takaran zeolit 5 ton/ha dengan 10 ton/ha tidak berbeda nyata meningkatkan NH_4^+ tanah. Namun secara umum dapat dikatakan bahwa terdapat kecenderungan peningkatan kadar NH_4^+ tanah dengan semakin meningkatnya takaran zeolit yang digunakan. Prosentase peningkatan NH_4^+ tanah pada takaran zeolit 5 ton/ha dan 10 ton/ha masing-masing sebesar 10,02% dan 21,39%, bila dibandingkan dengan tanpa pemberian zeolit.

Pemberian kotoran sapi sangat nyata meningkatkan NH_4^+ dengan semakin meningkatnya takaran yang diberikan. Prosentase peningkatan NH_4^+ tanah pada takaran 20 ton/ha, 40 ton/ha, dan 60 ton/ha masing-masing sebesar 75%, 139%, dan 257%.

Peningkatan NH_4^+ tanah akibat peningkatan takaran zeolit yang digunakan berhubungan dengan semakin meningkatnya jumlah rongga-rongga pertukaran. Rongga-rongga tersebut memiliki diameter yang lebih besar dari diameter ion amonium sehingga ion amonium dapat masuk dan terjerap dalam rongga tersebut. Selain itu disebabkan juga oleh selektifitas zeolit dalam menjerap kation dengan urutan sebagai berikut : $\text{K} > \text{NH}_4^+ > \text{Na} > \text{Ca} > \text{Mg}$. Selanjutnya NH_4^+ yang

terjerap akan terhindar dari pencucian, sehingga dapat memperkaya kandungan NH_4^+ di dalam tanah. Disamping itu zeolit juga mampu menghambat konversi NH_4^+ menjadi NO_3^- (Mc.Kown, 1978 dalam Pirella, 1984).

Peningkatan NH_4^+ tanah akibat peningkatan takaran kotoran sapi yang digunakan berhubungan dengan semakin meningkatkan kemampuan kotoran sapi dalam mensuplay sebagian besar hara tanah melalui dekomposisi bahan organik kotoran sapi. Hal ini sesuai dengan pendapat Buckman dan Brady (1961) bahwa hasil dekomposisi bahan organik tersebut diantaranya senyawa nitrogen anorganik dalam bentuk NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ serta nitrogen dalam bentuk gas.

Tabel 6. Pengaruh Penanaman rumput Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) terhadap NH_4^+ Tanah

Zeolit (ton/ha)	Kotoran Sapi (ton/ha)	R_0	R_1
		ppm	
0	0	42,36	37,75
	20	75,56	58,60
	40	119,57	85,65
	60	212,76	117,99
5	0	57,00	36,37
	20	93,26	77,73
	40	130,57	111,62
	60	155,20	163,69
10	0	62,80	49,13
	20	109,47	84,32
	40	120,05	115,42
	60	206,41	163,12
Rataan		115,42a	91,78b

Ket : Angka pada baris atau kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan uji Tukey ($P < 0,05$)

Beda nyata minimum untuk perlakuan rumput Vetiver: 0,43

R_0 = Tanpa Tanaman rumput Vetiver

R_1 = Dengan Tanaman rumput Vetiver

Penanaman rumput Vetiver sangat nyata menurunkan NH_4^+ sebesar 20,48%.

Penurunan NH_4^+ tanah disebabkan tanaman dapat menggunakan nitrogen dalam bentuk NH_4^+ melalui proses mekanisme penyerapan unsur hara. Hal ini sesuai dengan pendapat Soepardi (1983) bahwa hampir semua tanaman muda dapat menggunakan bentuk NH_4^+ dengan mudah (Tabel 6).

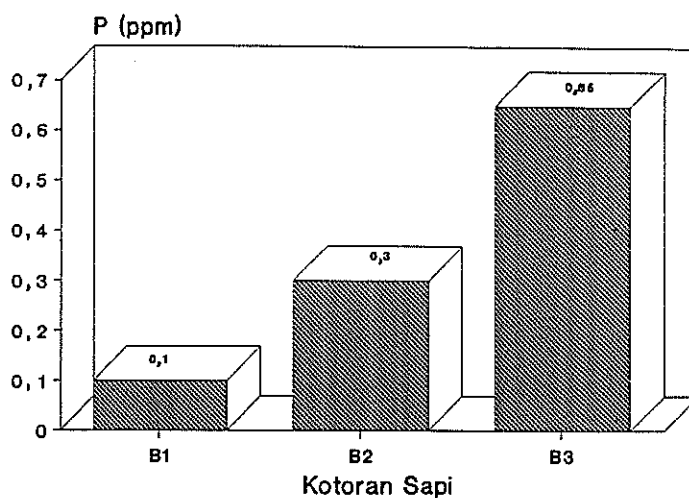
Fosfor Tanah

Analisa statistik menunjukkan bahwa pemberian kotoran sapi berpengaruh nyata meningkatkan P-tanah, sedangkan pemberian zeolit maupun rumput, serta interaksinya tidak berpengaruh nyata meningkatkan P-tanah (Gambar 2 dan Tabel Lampiran 7).

Uji lanjut Tukey menunjukkan bahwa takaran kotoran sapi 20 ton/ha, 40 ton/ha, maupun 60 ton/ha nyata meningkatkan P-tanah. Takaran kotoran sapi 60 ton/ha sangat nyata meningkatkan P-tanah yaitu menjadi 0,650 ppm. Dibandingkan dengan takaran 20 ton/ha yang hanya meningkatkan P-tanah menjadi 0,100 ppm, takaran 40 ton/ha lebih nyata meningkatkan P-tanah menjadi 0,300 ppm.

Peningkatan P-tanah dengan meningkatnya takaran kotoran sapi yang digunakan disebabkan adanya asam-asam organik hasil dekomposisi yang dapat meningkatkan P tanah melalui pembentukan senyawa kompleks fosfohumik yang lebih mudah diserap oleh tanaman, pertukaran anion fosfat oleh anion organik, dan terbungkusnya partikel seskuioksida oleh humus membentuk pelindung sehingga mengurangi kemampuannya memfiksasi fosfat (Tisdale, Nelson, dan Beaton, 1985). Peningkatan P-tanah dengan meningkatnya takaran kotoran sapi yang digunakan disajikan dalam Gambar 2.





Gambar 2. Pengaruh Pemberian Kotoran Sapi terhadap P-tanah

Kalium Tanah

Analisa statistik menunjukkan bahwa pemberian zeolit maupun kotoran sapi berpengaruh nyata terhadap kandungan kalium di dalam tanah, sedangkan penanaman rumput serta interaksi antara zeolit-kotoran sapi-rumput tidak berpengaruh nyata terhadap kalium di dalam tanah (Tabel 7 dan Tabel Lampiran 8).

Tabel 7. Pengaruh Zeolit dan Kotoran Sapi terhadap Kalium Tanah

Zeolit (ton/ha)	Kotoran Sapi (ton/ha)				Rataan
	0	20	40	60	
	----- me/100 g -----				
0	0,355	0,363	0,490	0,525	0,433b
5	0,398	0,480	0,550	0,685	0,529b
10	0,470	0,590	0,780	0,790	0,658a
Rataan	0,408c	0,478bc	0,608ab	0,667a	

Ket : Angka pada baris atau kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan uji Tukey ($P < 0,05$)
 Beda nyata minimum untuk perlakuan Zeolit: 0,12
 Beda nyata minimum untuk perlakuan Kotoran Sapi: 0,15

Pemberian zeolit pada takaran 10 ton/ha sangat nyata meningkatkan kalium tanah dibandingkan dengan takaran zeolit 5 ton/ha maupun tanpa penambahan zeolit. Sedangkan pada takaran 5 ton/ha dengan tanpa penambahan zeolit tidak terdapat perbedaan yang nyata. Prosentase peningkatan K tanah pada takaran zeolit 5 ton/ha dan 10 ton/ha masing-masing sebesar 23% dan 53%, bila dibandingkan dengan tanpa pemberian zeolit.

Pemberian kotoran sapi pada takaran 0 ton/ha, 20 ton/ha, maupun 40 ton/ha tidak berbeda nyata dalam meningkatkan kalium tanah. Sedangkan pemberian kotoran sapi pada takaran 60 ton/ha sangat nyata meningkatkan kalium tanah bila dibandingkan dengan takaran 0 ton/ha maupun 20 ton/ha. Prosentase peningkatan kalium tanah pada takaran kotoran sapi 20 ton/ha, 40 ton/ha, dan 60 ton/ha masing-masing sebesar 17%, 49%, dan 63%.

Peningkatan kalium tanah dengan semakin meningkatnya takaran zeolit yang digunakan disebabkan peningkatan jumlah rongga-rongga pertukaran zeolit, dimana rongga-rongga tersebut memiliki diameter yang lebih besar dari diameter ion kalium. Hal ini menyebabkan ion kalium yang terjerap dalam rongga pertukaran zeolit mudah dilepaskan, sehingga meningkatkan jumlah kalium di dalam tanah.

Peningkatan takaran kotoran sapi yang digunakan akan meningkatkan kalium dalam tanah. Hal ini terjadi karena kotoran sapi yang diberikan ke dalam tanah mengandung unsur kalium, yang dengan terjadinya mineralisasi akan menyebabkan meningkatnya kalium dapat dipertukarkan dalam tanah. Disamping itu, humus yang terbentuk dapat meningkatkan ketersediaan kalium dalam tanah karena gugus karboksil yang dimilikinya dapat menahan kalium sehingga berada dalam bentuk yang tersedia bagi tanaman.

C-Organik

Analisa statistik menunjukkan bahwa pemberian kotoran sapi maupun penanaman rumput berpengaruh nyata terhadap C-organik tanah; sedangkan pemberian zeolit maupun interaksi antara kotoran sapi-zeolit-rumput tidak berpengaruh nyata terhadap C-organik tanah (Tabel 8 dan Tabel Lampiran 9).

Peningkatan takaran kotoran sapi yang digunakan akan meningkatkan C-organik tanah. Prosentase peningkatan C-organik pada takaran 20 ton/ha, 40 ton/ha dan 60 ton/ha masing-masing sebesar 53%, 153% dan 189% bila dibandingkan dengan tanpa pemberian kotoran sapi.

Tabel 8. Pengaruh Kotoran Sapi dan Rumput terhadap C-organik tanah

Rumput	Kotoran Sapi (ton/ha)				Rataan
	0	20	40	60	
R ₀	1,23	1,86	2,79	3,16	2,27a
R ₁	1,18	1,82	2,70	3,04	2,18b
Rataan	1,21d	1,84c	2,74b	3,10a	

Ket : Angka pada baris atau kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan uji Tukey ($P < 0,05$)
 Beda nyata minimum untuk perlakuan rumput: 0,08
 Beda nyata minimum untuk perlakuan Kotoran Sapi: 0,15
 R₀ = Tanpa Tanaman rumput Vetiver
 R₁ = Dengan Tanaman rumput Vetiver

Peningkatan C-organik tanah dengan semakin meningkatnya takaran kotoran sapi yang digunakan berhubungan dengan proses penguraian kotoran sapi sebagai bahan organik. Menurut Buckman dan Brady (1961), kotoran sapi yang diberikan ke dalam tanah mengalami dekomposisi yang berakhir dengan mineralisasi dan terbentuknya bahan yang relatif resisten yaitu humus. Humus yang tersusun dari selulosa, lignin, dan protein mempunyai kandungan C-organik umumnya sebesar

58%, sehingga dapat dipahami bahwa pemberian kotoran sapi akan meningkatkan jumlah humus dalam tanah yang juga berarti meningkatkan C-organik tanah.

Peningkatan C-organik dalam tanah berarti juga meningkatkan bahan organik tanah.

Penurunan C-organik tanah dengan adanya penanaman rumput Vetiver disebabkan oleh penyerapan senyawa karbon hasil pelapukan oleh akar tanaman dalam bentuk garam-garam yang mudah larut. Hal ini sesuai dengan pendapat Buckman dan Brady (1961) bahwa dekomposisi bahan organik akan menghasilkan karbon dalam bentuk CO_2 , CO_3^{2-} , HCO_3^- , CH_4 , CS^- serta elemen karbon, sedangkan unsur-unsur lain lain seperti nitrogen, fosfor, dan belerang akan dibebaskan melalui proses mineralisasi. Sebagian CO_2 yang dihasilkan akan bereaksi di dalam tanah membentuk asam-asam karbonat, Ca-, Mg- dan K-karbonat atau bikarbonat. Garam-garam tersebut mudah larut dan mudah hilang dalam air drainase atau diserap oleh tanaman. Prosentase penurunan C-organik tanah dengan adanya penanaman rumput Vetiver sebesar 3,5%.

Berat Basah Tanaman

Analisa statistik menunjukkan bahwa pemberian bahan organik berpengaruh sangat nyata terhadap berat basah tanaman, sedangkan pemberian zeolit serta interaksi antara zeolit dengan kotoran sapi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap berat basah tanaman (Tabel 9 dan Tabel Lampiran 10).

Berdasarkan uji lanjut Tukey menunjukkan bahwa pemberian kotoran sapi berpengaruh sangat nyata terhadap berat basah tanaman. Pemberian kotoran sapi pada takaran 20 ton/ha, 40 ton/ha, maupun 60 ton/ha nyata meningkatkan berat basah tanaman. Prosentase peningkatan berat basah tanaman pada takaran kotoran sapi 20 ton/ha, 40 ton/ha, dan 60 ton/ha masing-masing sebesar 43%, 73%, dan 126% bila dibandingkan dengan tanpa pemberian kotoran sapi.

Tabel 9. Pengaruh Zeolit dan Kotoran Sapi terhadap Berat Basah Tanaman

Zeolit (ton/ha)	Kotoran Sapi (ton/ha)				Rataan
	0	20	40	60	
	----- gram -----				
0	111,00	182,00	241,75	332,00	216,69a
5	152,00	196,50	247,00	313,50	227,25a
10	166,00	237,00	254,00	324,50	245,37a
Rataan	143,00b	205,17ab	247,58ab	323,33a	

Ket : Angka pada baris atau kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan uji Tukey ($P < 0,05$)
 Beda nyata minimum untuk perlakuan Zeolit: 60,08
 Beda nyata minimum untuk perlakuan Kotoran Sapi: 77,31

Peningkatan berat basah tanaman disebabkan adanya perbaikan sifat fisik dan kimia tanah yang sangat mendukung pertumbuhan tanaman. Penggunaan kotoran sapi sebagai bahan organik dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara di dalam tanah. Hal ini terjadi karena kotoran sapi yang diberikan ke dalam tanah akan mengalami dekomposisi sehingga terbentuk asam-asam organik maupun anorganik yang menyebabkan daya larut unsur-unsur lain, seperti kalsium, fosfor, dan kalium menjadi lebih tinggi, sehingga lebih tersedia bagi tanaman (Tisdale *et al.*, 1985), disamping itu dekomposisi bahan organik juga membebaskan unsur-unsur nitrogen, beberapa persenyawaan karbon organik, serta unsur-unsur mikro diantaranya sulfur. Ketersediaan unsur-unsur tersebut dalam tanah mempengaruhi serapan unsur hara oleh akar tanaman. Senyawa fosfor dalam tanaman diantaranya berfungsi dalam hal perkembangan akar dan daun, sedangkan kalium dalam tanaman diantaranya berfungsi dalam hal merangsang pertumbuhan akar. Selanjutnya, senyawa nitrogen bagi tanaman berperan pada proses fisiologi, merangsang pertumbuhan tanaman dan memberikan warna hijau daun serta merupakan pengatur dari penggunaan unsur kalium, fosfor, dan penyusun lainnya (Brady, 1974). Selain dipengaruhi oleh perbaikan sifat kimia akibat penambahan kotoran sapi, perbaikan sifat fisik tanah pun

terjadi akibat pemberian kotoran sapi. Sifat fisik tanah berperan dalam mendukung perkembangan perakaran tanaman terutama kemudahan perakaran tanaman dalam menyerap unsur hara. Pemberian kotoran sapi akan meningkatkan proses agregasi tanah. Hal ini sesuai dengan pendapat Sanchez (1976) bahwa bahan organik yang terdekomposisi akan merangsang granulasi sehingga menurunkan bobot isi tanah. Menurut Sinukaban dan Rahman (1982), bobot isi tanah yang rendah mencerminkan tekstur dan struktur tanah yang menciptakan banyak ruang pori. Dengan demikian mendukung perkembangan perakaran tanaman terutama kemudahan penetrasi perakaran tanaman dalam menyerap unsur hara.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pemberian kotoran sapi sebagai perlakuan tunggal pada takaran 60 ton/ha menunjukkan pengaruh yang lebih baik pada peningkatan permeabilitas tanah, penurunan bobot isi tanah, serta peningkatan amonium, fosfor, C-organik, kalium tanah, dan berat basah tanaman rumput Vetiver.

Pemberian zeolit sebagai perlakuan tunggal pada takaran 10 ton/ha menunjukkan pengaruh yang lebih baik pada penurunan bobot isi tanah, peningkatan permeabilitas tanah, serta peningkatan amonium, kalium tanah, dan berat basah tanaman rumput Vetiver.

Pemberian kotoran sapi yang diinteraksikan dengan pemberian zeolit berpengaruh meningkatkan berat basah tanaman rumput Vetiver, dibandingkan bila hanya diberikan sebagai perlakuan tunggal. Peningkatan berat basah tanaman rumput Vetiver sebanding dengan semakin meningkatnya takaran masing-masing perlakuan yang digunakan.

Penanaman tanaman penutup tanah menunjukkan pengaruh yang lebih baik pada peningkatan permeabilitas dan penurunan bobot isi. Namun penanaman rumput Vetiver sebagai tanaman penutup tanah berpengaruh menurunkan amonium, fosfor, kalium dan C-organik tanah.

Interaksi antara ketiga jenis perlakuan yaitu zeolit, kotoran sapi, dan penanaman rumput Vetiver memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap perbaikan sifat fisik dan kimia tanah.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah bekas tambang pasir silika dianjurkan penambahan zeolit pada takaran 10 ton/ha dan diinteraksikan dengan pemberian kotoran sapi pada takaran antara 20 ton/ha sampai 40 ton/ha, serta diperlukan penanaman tanaman penutup tanah yang mampu memanfaatkan unsur-unsur hara yang ada di dalam tanah tersebut.



DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, M. 1977. Introduction to Soil Microbiology. 3rded. Willey Eastern Limited. New Delhi.
- Arsyad, S. 1989. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press. Bogor.
- Astiana dan Wiradinata. 1989. Peranan Zeolit dalam Peningkatan Produksi Pertanian. Makalah disampaikan pada Seminar Hasil-hasil Penelitian IPB, yang dibiayai oleh Ditbinlitmas. Bogor.
- Baver, L.D, W.H. Gardner, W.R. Gardner. 1972. Soil Physics. 4thed. Willey Eastern Ltd, New Delhi-Bangalore-Bombay.
- Brady, N.C. 1974. The Nature and Properties of Soils. 8thed. Mc Millan Publishing Co., New York. Collier Mac Millan Publisher. London.
- Buckman, H.O and N.C. Brady. 1961. The Nature and Properties of Soil. 6th ed. The Mc Millan Co. New York.
- Dixon, J.B and S.B. Weed. 1989. Minerals in Soil Environments. 2nd ed. Soil Science of America. USA.
- Dewi, Hartni. 1995. Penggunaan Tanaman Penutup Tanah dan Pupuk TSP dalam Usaha Rehabilitasi Sifat Fisik dan Kimia Tanah Bekas Penambangan Bahan Baku Semen (Pasir Silika), Cibinong. Skripsi, Jurusan Tanah, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Epstein, E. 1972. Mineral Nutrient of Plant: Principle and Perspective. John Wiley and Son. Inc. New York.
- Foth, H.D and L.M. Turk. 1972. Fundamentals of Soil Science. 5thed. Wiley Eastern Privated Ltd. New Delhi.
- Gottardi, G. 1988. Mineralogy and Crystal Chemistry of Zeolites *In* D. Kallo and H.S. Sherry. Occurance, Properties and Utilization of Natural Zeolites. Akademiai Kiado. Budapest.
- Grimshaw, R.G. 1988. Insitu Soil and Moisture Conservation Using Contour Methods Backed by Vetiver Grass Hedge Barriers. World Bank Paper. Presented at The The Asian Development Bank, 21 - 25 November 1988.
- Hadad, M. 1991. Prosiding forum komunikasi ilmiah pengembangan atsiri di Sumatera Bukit Tinggi - 31 Agustus 1991. Balitro. Bogor.
- Hamzah, Z. 1975. Ilmu Tanah Hutan. Proyek Peningkatan/Pengembangan Perguruan Tinggi. IPB. Bogor.
- Hardjowigeno, S. 1985. Klasifikasi Tanah, Survei Tanah, dan Evaluasi Kemampuan Lahan. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian. IPB. Bogor.
- Hesse, P.R. 1984. Potential of Organic Materials or Soils Improvement *In* Organic Matter and Rice. IRRI. Los Banos, Laguna. Philippines.
- Hillel, D. 1972. Optimizing The Soil Physical Environment toward Greater Crop Yield. Academic Press. A Subsidiary of How Court Brace Jovanovich, Pub. New York-Toronto-Sydney-San Fransisco.

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

- Joffe, J.S. 1949. *Pedology Second Edition*. Pedology Publ. New Bruswick, New Jersey.
- Konnonova, M.M. 1966. *Soil Organic Matter. Its Nature, Its Role in Soil Formation and in Soil Fertility*. 2nd ed. Pergamon Press, Oxford. London.
- Kussow, W.R. 1971. *Introduction to Soil Chemistry Soil Fertility Project*. Departemen Ilmu-ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, IPB. Bogor.
- Leiwakabessy. 1988. *Kesuburan Tanah*. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian. IPB. Bogor.
- Ming, D.W. and F.A. Mumpton. 1989. *Zeolite in Soil* In B. Dixon and S.B. Weed. *Minerals in Soil Environments*. 2nd ed. Soil Science of America. USA.
- Rogers, T.H and J.E. Giddens. 1957. *Green Manure and Cover Crops*. In Alfred Stefferud. *Soil The 1957 Yearbook of Agriculture*. The United States Gov. Print. Orint. Off. USDA. Washington DC. p252 - 257.
- Sanchez, P. 1976. *Properties and Management of Soils in The Tropics*. John Willey and Sons, Publ. New York.
- Sarief, S.E. 1986. *Pengaruh Pengapuran, Zeolit dan Efek Residu terhadap Sifat Tanah Podsolik, Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedele dan Jagung*. Skripsi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjajaran. Bandung.
- Sinukaban, N. dan L.M. Rachman. 1982. *Fisika Tanah*. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian. IPB. Bogor.
- Sitorus, S.R.P., O. Haridjaja, K.R. Brata. 1982. *Penuntun Praktikum Fisika Tanah*. Departemen Ilmu Tanah. IPB. Bogor.
- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Departemen Ilmu-ilmu Tanah, Fakultas Pertanian. IPB. Bogor.
- Suyartono. 1986. *Peranan Kapur dan Zeolit dalam Pertanian*. Direktorat Jenderal Pertambangan Umum. Pusat Pengembangan Teknologi Mineral. Bandung.
- Stallings, J.H. 1959. *Soil Conservation*. Prentice Hall Inc, Engelwood Cliffs. New York. 575p.
- Tan, K.H. 1982. *Principles of Soil Chemistry*. Marcel Dekker. New York.
- Thompson, L.M. and F.R. Troeh. 1975. *Soil and Soil Fertility*. Mc Graw Publishing Co. Ltd. New York.
- Tisdale et al. 1985. *Soil Fertility and Fertilizers*. 4thed. Collier Mc Millan Publ. Co. Inc. New York - London.
- Tsistsivili, G.W. 1988. *Perspective of Natural Zeolite Aplication* In D. Kallo and H.S. Sherry. *Occurance, Properties and Utilization of Natural Zeolites*. Akademiai Kiado. Budapest.
- Uehara, G. and G. Gillman. 1981. *The Mineralogy, Chemictry and Physic of Tropical Soil with Variable Charge Clays*. West-view Press. Colorado.



Tabel Lampiran 1. Hasil Analisis Sifat-sifat Kimia dan Fisik Tanah Bekas Tambang Pasir Silika PT. Indocement - Cibinong

Jenis Analisa	Nilai	Metode
pH H ₂ O	7,30	pH meter
pH KCl	6,50	pH meter
C-organik (%)	1,11	Walkley & Black
N-total (%)	0,08	Kjedhal
P-tersedia (ppm)	0,20	Bray-1 Olsen
Basa Dapat Ditukar (me/100 g)		
Ca	30,24	N NH ₄ OAc pH 7.0
Mg	9,49	N NH ₄ OAc pH 7.0
K	0,35	N NH ₄ OAc pH 7.0
Na	1,22	N NH ₄ OAc pH 7.0
Total	41,30	N NH ₄ OAc pH 7.0
KTK	23,10	N NH ₄ OAc pH 7.0
Al (me/100 g)	tu	N KCl Titirasi HCl
H (me/100 g)	0,12	N KCl Titirasi HCl
Tekstur (%)		
Pasir	13,38	Pipet
Debu	58,05	Pipet
Liat	28,57	Pipet
Permeabilitas (cm/jam)	0,24	De Boodt
Bobot Isi (g/cm ³)	1,40	Ring sample
ISA (di lapang)	40,00	Pengayakan basah dan pengayakan kering
ISA (setelah 4 bulan)	45,00	Pengayakan basah dan pengayakan kering

Tabel Lampiran 2. Hasil Analisa Pupuk Kandang Kotoran Sapi

Komposisi Unsur	Kadar (%)	Metode
N	0,91	Kjeldhal
C	18,18	Pengabuan kering
P	0,38	Pengabuan kering
K	0,54	Pengabuan kering
Ca	1,36	Pengabuan kering



Tabel Lampiran 3. Analisa Kandungan Oksida Unsur, Komposisi Mineralogis dan KTK Zeolit Bayah (Astiana dan Wiradinata, 1989)

Jenis Analisa	Kadar
Oksida Unsur (%)	
SiO ₂	67,86
Fe ₂ O ₃	1,95
Al ₂ O ₃	14,74
CaO	1,79
MgO	0,44
K ₂ O	3,38
Na ₂ O	1,38
MnO ₂	0,67
TiO ₂	0,49
Komposisi Mineralogis (%)	
Klinoptilolit	53,10
Mordenit	27,05
Henlandit	
Plagioklas	
Kwarsa	
Kristobalit	
Montmorilonit	
KTK	
KTK (me/100g)	154,00

Tabel Lampiran 4. Hasil Analisa Sidik Ragam Bobot Isi Tanah

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hit	Pr>F
Ulangan	1	0,0012	0,0012	1,12	0,3005
Perlakuan					
Zeolit	2	0,1080	0,0540	50,49	0,0001
Bahan Organik	3	0,3603	0,1201	112,29	0,0001
Z*B	6	0,0042	0,0007	0,66	0,6840
Rumput	1	0,0954	0,0954	89,20	0,0001
Z*R	2	0,0042	0,0021	1,94	0,1662
B*R	3	0,0065	0,0022	2,02	0,1387
Z*B*R	6	0,0097	0,0016	1,52	0,2165
Galat	23	0,0246	0,0011		
Total	47	0,6141			

Koefisien Keragaman: 2,7282

Tabel Lampiran 5. Hasil Analisa Sidik Ragam Permeabilitas Tanah

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hit	Pr>F
Ulangan	1	0,4389	0,4389	0,85	0,3648
Perlakuan					
Zeolit	2	13,8370	6,9185	13,47	0,0001
Bahan Organik	3	11,0278	3,6759	7,16	0,0015
Z*B	6	1,0057	0,1676	0,33	0,9162
Rumput	1	14,0942	14,0942	27,45	0,0001
Z*R	2	2,1199	1,0599	2,06	0,1498
B*R	3	1,7463	0,5821	1,13	0,3562
Z*B*R	6	0,6514	0,1086	0,21	0,9695
Galat	23	11,8096	0,5136		
Total	47	56,7307			

Koefisien Keragaman: 20,6341

Tabel Lampiran 6. Hasil Analisa Sidik Ragam Amonium (NH_4^+) Tanah

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hit	Pr>F
Ulangan	1	158,4500	158,4500	0,54	0,4710
Perlakuan					
Zeolit	2	3225,2470	1612,6240	5,47	0,0114
Bahan Organik	3	96627,1440	32209,0480	109,19	0,0001
Z*B	6	1277,2350	212,8730	0,72	0,6364
Rumput	1	6702,1770	6702,1770	22,72	0,0001
Z*R	2	1364,7750	682,3870	2,31	0,1215
B*R	3	1607,0710	535,6900	1,82	0,1724
Z*B*R	6	4577,4910	762,9150	2,59	0,0460
Galat	23	6784,4100	294,9700		
Total	47	122324,0000			

Koefisien Keragaman: 16,5782

Tabel Lampiran 7. Hasil Analisa Sidik Ragam Fosfor Tanah

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hit	Pr>F
Ulangan	1	0,00036	0,00036	0,01	0,9066
Perlakuan					
Zeolit	2	0,12009	0,0600	2,40	0,1293
Bahan Organik	2	0,53236	0,2662	10,66	0,0018
Z*B	3	0,10300	0,0343	1,37	0,2942
Rumput	1	0,04251	0,0425	1,70	0,2146
Z*R	2	0,05500	0,0275	1,10	0,3616
B*R	2	0,01167	0,0058	0,23	0,7949
Z*B*R	1	0,04000	0,0400	1,60	0,2279
Galat	13	0,32464	0,0249		
Total	27	1,24107			

Koefisien Keragaman: 49,7164

Tabel Lampiran 8. Hasil Analisa Sidik Ragam Kalium Tanah

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hit	Pr>F
Ulangan	1	0,01333	0,01333	0,72	0,4044
Perlakuan					
Zeolit	2	0,40546	0,20273	10,97	0,0005
Bahan Organik	2	0,50612	0,16871	9,13	0,0004
Z*B	3	0,05287	0,00881	0,48	0,8185
Rumput	1	0,01470	0,01470	0,80	0,3817
Z*R	2	0,00121	0,00061	0,03	0,9678
B*R	2	0,00695	0,00232	0,13	0,9441
Z*B*R	1	0,01839	0,00306	0,17	0,9834
Galat	13	0,42497	0,01848		
Total	27	1,44400			

Koefisien Keragaman: 25,1721

Tabel Lampiran 9. Hasil Analisa Sidik Ragam C-Organik Tanah

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hit	Pr>F
Ulangan	1	0,045019	0,045019	2,71	0,1132
Perlakuan					
Zeolit	2	0,058304	0,029152	1,76	0,1951
Bahan Organik	3	26,529290	8,843097	532,67	0,0001
Z*B	6	0,044529	0,007422	0,45	0,8395
Rumput	1	0,076002	0,076002	4,58	0,0432
Z*R	2	0,000004	0,000002	0,00	0,9999
B*R	3	0,008190	0,002730	0,16	0,9192
Z*B*R	6	0,006229	0,001038	0,06	0,9988
Galat	23	0,381831	0,016601		
Total	47	27,149398			

Koefisien Keragaman: 5,7903

Tabel Lampiran 10. Hasil Analisa Sidik Ragam Berat Basah Tanaman

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hit	Pr>F
Ulangan	1	5118,76	5118,76	2,59	0,1361
Perlakuan					
Zeolit	2	3368,15	1684,76	0,89	0,4534
Bahan Organik	3	103234,61	34411,54	17,38	0,0002
Z*B	6	3647,60	607,93	0,31	0,9203
Galat	11	21774,86	1979,53		
Total	23	137143,99			

Koefisien Keragaman: 19,3636

Tabel Lampiran 11. Kriteria Permeabilitas Tanah Menurut Umland dan O'Neal (1951 dalam Sitorus, et. al. 1983)

Kelas	Permeabilitas (cm/jam)
Sangat lambat	< 0,125
Lambat	0,125 - 0,500
Agak lambat	0,500 - 20,000
Sedang	2,000 - 6,250
Agak sedang	6,250 - 12,500
Cepat	12,500 - 25,000
Sangat cepat	> 25,000

Tabel Lampiran 12. Kriteria Penilaian Data Analisis Sifat Kimia Tanah (PPT, 1983 dalam Hardjowigeno, 1992)

Sifat Tanah	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi	
C (%)	<1,00	1,00-2,00	2,01-3,00	3,01-5,00	> 5,00	
N (%)	<0,10	0,10-0,20	0,21-0,50	0,51-0,75	> 0,75	
C/N	< 5	5-10	11-15	16-25	> 25	
P ₂ O ₅ HCl (mg/100g)	<10	10-20	21-40	41-60	> 60	
P ₂ O ₅ Bray-1 (ppm)	<10	10-15	16-25	26-35	> 35	
K ₂ O HCl 25% (mg/100g)	<10	10-20	21-40	41-60	> 60	
KTk (me/100g)	< 5	5-16	17-24	25-40	> 40	
Basa-basa dapat ditukar (me/100g) :						
K	< 0,1	0,1-0,2	0,3-0,5	0,6-1,0	> 1	
Ca	< 2	2-5	6-10	11-20	> 20	
Mg	< 0,4	0,4-1,0	1,1-2,0	2,1-8,0	> 8,0	
Na	< 0,1	0,1-0,3	0,4-0,7	0,8-1	> 1	
Kej Basa (%)	< 20	20-35	36-50	51-70	> 70	
Kej Al (%)	< 10	10-20	21-30	31-60	> 60	
Reaksi Tanah:	Sangat Masam	Masam	Agak Masam	Netral	Agak Alkalis	Alkalis
pH (H ₂ O)	<4,5	4,5-5,5	5,6-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5	>8,5

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tabel Lampiran 13. Hasil Analisa Akhir Sifat-sifat Fisik (Permeabilitas, Bobot Isi), Kimia (N-Total, NH_4^+ , K-dd, P-tersedia, C-org) Tanah dan Berat Basah Tanaman

Perlakuan	Ulangan	Permeabilitas (cm/jam)		Bobot Isi (g/cm^3)		N-total (%)		NH_4^+ (ppm)	
		R_0	R_1	R_0	R_1	R_0	R_1	R_0	R_1
Z0B0	1	0,44	2,64	1,41	1,28	0,09	0,05	44,51	39,84
	2	0,73	3,90	1,39	1,33	0,07	0,04	40,22	35,65
Z0B1	1	1,88	3,51	1,28	1,26	0,18	0,11	85,25	60,84
	2	1,66	3,68	1,42	1,23	0,14	0,06	65,86	56,36
Z0B2	1	3,06	3,56	1,33	1,13	0,20	0,19	98,86	86,84
	2	2,01	3,99	1,30	1,10	0,28	0,15	140,22	84,46
Z0B3	1	2,24	3,56	1,14	1,10	0,42	0,22	214,66	105,70
	2	3,47	4,04	1,15	1,08	0,44	0,27	210,86	130,28
Z1B0	1	2,48	2,68	1,39	1,34	0,08	0,06	43,90	30,22
	2	2,48	4,75	1,33	1,23	0,14	0,09	70,10	42,52
Z1B1	1	2,93	3,55	1,30	1,25	0,21	0,14	100,10	80,90
	2	3,45	4,10	1,29	1,21	0,17	0,13	86,42	74,56
Z1B2	1	3,16	3,98	1,26	1,16	0,23	0,18	115,46	90,78
	2	4,23	4,13	1,23	1,14	0,32	0,22	145,68	132,46
Z1B3	1	3,45	3,86	1,12	1,07	0,39	0,32	190,84	161,08
	2	3,45	4,39	1,09	1,06	0,40	0,33	166,30	119,56
Z2B0	1	3,19	4,06	1,29	1,16	0,12	0,09	60,39	46,72
	2	2,19	3,49	1,30	1,17	0,13	0,10	65,21	51,54
Z2B1	1	3,25	3,19	1,25	1,19	0,23	0,17	118,30	90,44
	2	3,28	5,48	1,24	1,12	0,19	0,15	100,65	78,21
Z2B2	1	5,18	5,45	1,10	1,05	0,25	0,20	125,66	100,36
	2	3,08	4,28	1,12	1,06	0,33	0,26	114,44	130,48
Z2B3	1	4,97	4,78	1,05	0,98	0,40	0,33	200,30	150,82
	2	4,08	5,30	1,06	1,00	0,43	0,35	212,52	175,42

Perlakuan	Ulangan	K-dd (me/100 g)		P-tersedia (ppm)		C-org (%)		Berat Basah Tanaman (g)
		R_0	R_1	R_0	R_1	R_0	R_1	
Z0B0	1	0,33	0,30	tu	tu	1,22	1,20	125,00
	2	0,43	0,36	tu	tu	1,05	1,03	97,00
Z0B1	1	0,32	0,31	0,10	0,10	1,64	1,58	178,00
	2	0,45	0,37	0,10	0,10	2,03	1,98	186,00
Z0B2	1	0,39	0,37	0,30	0,10	2,78	2,65	187,50
	2	0,59	0,51	0,50	0,30	2,76	2,67	296,00
Z0B3	1	0,53	0,49	0,60	0,50	3,15	3,08	325,00
	2	0,57	0,51	0,80	0,70	3,22	3,02	339,00
Z1B0	1	0,33	0,32	tu	tu	1,22	1,20	147,00
	2	0,48	0,46	tu	tu	1,38	1,19	157,00
Z1B1	1	0,59	0,56	0,30	tu	1,72	1,69	256,00
	2	0,40	0,37	0,10	tu	2,04	1,95	137,00
Z1B2	1	0,63	0,60	0,40	tu	2,73	2,68	260,00
	2	0,52	0,47	0,20	tu	2,74	2,66	260,00
Z1B3	1	0,87	0,77	0,50	0,10	3,20	3,10	349,00
	2	0,65	0,45	0,60	0,30	2,98	2,90	278,00
Z2B0	1	0,41	0,31	tu	tu	1,31	1,28	170,00
	2	0,65	0,51	tu	tu	1,24	1,19	162,00
Z2B1	1	0,71	0,71	tu	tu	1,84	1,79	279,00
	2	0,53	0,41	tu	tu	1,98	1,93	195,00
Z2B2	1	0,97	0,89	0,40	0,10	2,73	2,63	308,00
	2	0,65	0,61	0,20	0,10	2,99	2,89	200,00
Z2B3	1	0,86	0,79	0,60	0,30	3,19	3,06	348,00
	2	0,80	0,71	0,40	0,10	3,22	3,10	301,00

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tabel Lampiran 13. Hasil Analisa Akhir Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), dan KTK Tanah

Perlakuan	Ca (me/100 g)		Mg (me/100 g)		KTK (me/100 g)	
	R ₀	R ₁	R ₀	R ₁	R ₀	R ₁
Z0B0	20,06	19,49	10,03	9,62	59,50	52,20
Z0B1	26,24	23,03	10,47	10,32	62,80	62,10
Z0B2	26,35	24,88	10,72	10,68	63,10	61,50
Z0B3	26,35	25,48	10,92	10,83	64,10	63,72
Z1B0	20,17	19,49	9,87	9,67	61,20	56,20
Z1B1	24,25	23,03	10,39	10,28	61,80	60,13
Z1B2	24,78	24,43	10,75	10,43	62,10	60,50
Z1B3	26,97	26,07	10,52	10,48	67,10	65,10
Z2B0	23,35	21,84	10,26	10,15	58,80	57,80
Z2B1	25,43	24,09	10,46	10,36	61,20	60,20
Z2B2	25,48	24,23	10,73	10,65	61,50	60,20
Z2B3	27,69	25,55	10,87	10,77	62,10	60,20

Tabel Lampiran 14. Rataan Hasil Analisa Serapan Hara Daun *Vetiveria zizanioides*

Perlakuan	K (%)	Na (%)	Ca (%)	Mg (%)	P (%)	NH ₄ ⁺ (ppm)
Z0B0	2,10	0,39	0,15	0,09	0,08	127,68
Z0B1	2,48	0,42	0,16	0,13	0,10	191,51
Z0B2	2,63	0,45	0,19	0,11	0,13	319,20
Z0B3	2,88	0,50	0,24	0,10	0,13	574,56
Z1B0	3,53	0,49	0,11	0,08	0,09	255,36
Z1B1	2,55	0,45	0,12	0,10	0,12	319,21
Z1B2	2,99	0,46	0,17	0,11	0,17	345,40
Z1B3	3,21	0,53	0,20	0,12	0,17	446,88
Z2B0	3,33	0,45	0,15	0,11	0,12	259,36
Z2B1	2,58	0,45	0,17	0,13	0,12	350,26
Z2B2	2,73	0,46	0,19	0,12	0,14	383,04
Z2B3	3,18	0,55	0,19	0,10	0,17	510,72