



**PEMANFAATAN LIMBAH ABU SEKAM DAN
ZEOLIT ALAM UNTUK PENINGKATAN
PERTUMBUHAN TANAMAN PADI**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

**Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat untuk
Menyelesaikan Pendidikan Program Strata Satu
Program Studi Agronomi Jurusan Budidaya Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Jember**

Oleh

Yustina Engelen

NIM. 011510101169

Asal :	Hadiah Pemberian	Klass 633.18
Terima di :		ENG
No. induk :		'P
Pengkatalog :		

5

e-18

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS PERTANIAN**

Oktober 2005

KARYA ILMIAH TERTULIS BERJUDUL

**PEMANFAATAN LIMBAH ABU SEKAM DAN
ZEOLIT ALAM UNTUK PENINGKATAN
PERTUMBUHAN TANAMAN PADI**

Oleh

Yustina Engalien
NIM. 011510101169

Dipersiapkan dan disusun dibawah bimbingan:

**Pembimbing Utama : Ir. Sundahri, PGDip.Agr.Sc., M.P.
NIP. 132 049 485**

**Pembimbing Anggota : Ir. Irwan Sadiman, M.P.
NIP. 131 287 089**

KARYA ILMIAH TERTULIS BERJUDUL

**PEMANFAATAN LIMBAH ABU SEKAM DAN
ZEOLIT ALAM UNTUK PENINGKATAN
PERTUMBUHAN TANAMAN PADI**

Dipersiapkan dan disusun oleh
Yustina Engalien
NIM. 011510101169

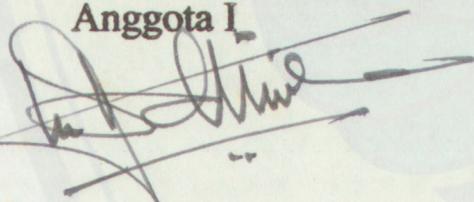
Telah diuji pada
26 September 2005
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

TIM PENGUJI
Ketua



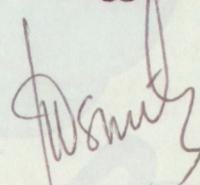
Ir. Sundahri, PGDip.Agr.Sc., M.P.
NIP. 132 049 485

Anggota I



Ir. Irwan Sadiman, M.P.
NIP. 131 287 089

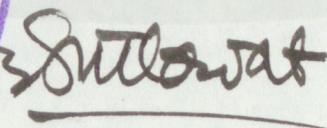
Anggota II



Ir. Parawita Dewanti, M.P.
NIP. 131 877 581



Mengesahkan
Dekan



Prof. Dr. Ir. Endang Budi Trisusilowati, M.S.
NIP. 130 531 982

Yustina Engeliën. 011510101169. Pemanfaatan Limbah Abu Sekam dan Zeolit Alam untuk Peningkatan Pertumbuhan Tanaman Padi. Bimbingan : Ir. Sundahri, PGDip.Agr.Sc., M.P. (DPU). Ir. Irwan Sadiman, M.P. (DPA). Jurusan Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Ringkasan

Lahan subur semakin berkurang, dikarenakan banyaknya lahan subur beralih fungsi menjadi lahan industri, perumahan, jalan dan sebagainya. Adanya pengurangan lahan ini memaksa kita untuk mempelajari dan memanfaatkan lahan kritis. Lahan kritis mempunyai ciri-ciri pH masam, kahat unsur hara serta efisiensi pemupukan menjadi berkurang. Zeolit dan abu sekam adalah alternatif yang dipakai untuk memulihkan keadaan tersebut. Zeolit berfungsi untuk meningkatkan efisiensi pemupukan pada lahan kritis dengan memperlambat pelepasan unsur sedangkan abu sekam (sumber silikon) berfungsi meminimalisasi efek negatif keracunan tanaman logam berat, selain itu juga silikon dapat menekan kerusakan yang disebabkan oleh hama.

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk menentukan dosis kombinasi antara pemberian limbah abu sekam padi dan zeolit yang terbaik terhadap pertumbuhan tanaman padi pada tanah kritis.

Penelitian ini dilakukan di lahan Agronomi Fakultas Pertanian–Universitas Jember, keseluruhan penelitian ini menelan waktu tiga bulan (30 Juni-10 September 2004). Bahan yang digunakan meliputi padi varietas Towuti, tanah, pupuk ZA, SP-36 dan KCl. Alat yang digunakan adalah ember, timbangan, busur, mistar, spektrometer, *leaf area meter* dan oven. Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan dua faktor, yaitu zeolit dan abu sekam. Zeolit terdiri dari tiga level, yaitu kontrol, zeolit 50 g dan zeolit 100 g. Abu sekam juga terdiri dari tiga level, yaitu kontrol, abu sekam 6% dan abu sekam 12%. Kombinasi perlakuan diulang tiga kali. Parameter yang diamati adalah sudut daun, jumlah anakan, tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, luas daun, panjang akar, persentase tanaman terserang hama, bobot kering akar dan bobot kering brangkasan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) Pemberian zeolit 100 g dan abu sekam 6% (Z2A1) memberikan hasil yang terbaik hanya pada parameter sudut daun, (2) Zeolit 100 g (Z2) memberikan hasil yang terbaik pada parameter tinggi tanaman dan panjang akar, (3) Abu sekam 0%(A0) memberikan hasil yang terbaik pada parameter bobot kering akar dan brangkasan, abu sekam 6% (A1) memberikan hasil yang terbaik pada parameter sudut daun dan panjang akar, sedangkan abu sekam 12% (A2) memberikan hasil yang terbaik pada parameter persentase tanaman terserang hama. Saran yang diberikan pada penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan aplikasi zeolit di lahan sawah, sehingga peran zeolit lebih optimal dan abu sekam sebaiknya diaplikasikan pada dosis yang tidak terlalu tinggi berkisar antara 0%-6% dalam media tanam.

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas kasih-Nya, Karya Ilmiah Tertulis dengan Judul **“Pemanfaatan Limbah Abu Sekam dan Zeolit Alam untuk Peningkatan Pertumbuhan Tanaman Padi”**, dapat Penulis selesaikan dengan baik. Penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini bertujuan guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Program Strata Satu Program Studi Agronomi Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember. Keberhasilan dan terselesaikannya penulisan ini tidak terlepas dari berbagai pihak yang telah mendukung, karena itu Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tuaku tercinta, yang selalu memberikan doa, kasih, nasehat dan semangat setiap waktu. serta adikku “Rian” buat semangatnya.
2. Prof. Dr. Ir. Endang Budi Trisusilowati, M.S. serta Dr. Ir. Sri Hartatik, M.S., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember dan Ketua Jurusan Budidaya Pertanian yang telah memberikan ijin pelaksanaan penelitian sekaligus sebagai dosen wali.
3. Ir. Sundahri, PGDip.Agr.Sc., M.P., selaku Dosen Pembimbing Utama, Ir. Irwan Sadiman, M.P., selaku Dosen Pembimbing Anggota I, serta Ir. Parawita Dewanti, M.P., selaku Dosen Pembimbing Anggota II, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan kritikan demi kesempurnaan penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.
4. Rekan-rekanku sepelayanan di UKKMK Pertanian-UNEJ, Estrin, Ata’, Diah, Ivo, Ita’, Firka, Jeppy, Yuni, Yanti, Debora, Sandy, Edi, Erik dan adik-adikku angkatan 2005, atas semangatnya melayani Tuhan; *jerih payah kalian tidak pernah sia-sia.....*
5. Teman-temanku KTB Mbak Dian, Emy, Jeany, Dwi, Estrin dan adik KTBku “Tyas” kalian selalu memberiku semangat, doa dan perhatian serta kebersamaannya yang begitu indah.
6. Kakak-kakakku di PERKANTAS, Mas Yohan, Mas Sigit, Mas Puguh, Mas Wawan, Mas Eben, Mas Tommy, Mbak Bayu dan rekan-rekanku

di PERMAKER, Emy, Jeany, Estrin, Dwi, Feny, Devi, Yoga, Peri, Ane serta teman-temanku semuanya yang tidak bisa aku sebutkan satu persatu terima kasih untuk teguran, nasehat, doa dan kasih, bersama kalian aku semakin diperlengkapi.

7. Teman-teman Kalimantan I/51: Ida, Mbak Ning, Dewi dan Mas Titus atas canda tawa kalian.
8. Patner kerjaku, "Anita", atas kerjasamanya dan teman-temanku Denox, Tini, Maya, Lia, "Bang Ajo" dan sahabatku J.Y. Hindarianto serta teman-temanku Agro 2001, terima kasih untuk setiap kebersamaan kita.

Penulis berharap semoga Karya Ilmiah Tertulis ini bermanfaat bagi generasi Fakultas Pertanian UNEJ berikutnya, petani dan semua pembaca. Amin.

Jember, Oktober 2005

Penulis

DAFTAR ISI

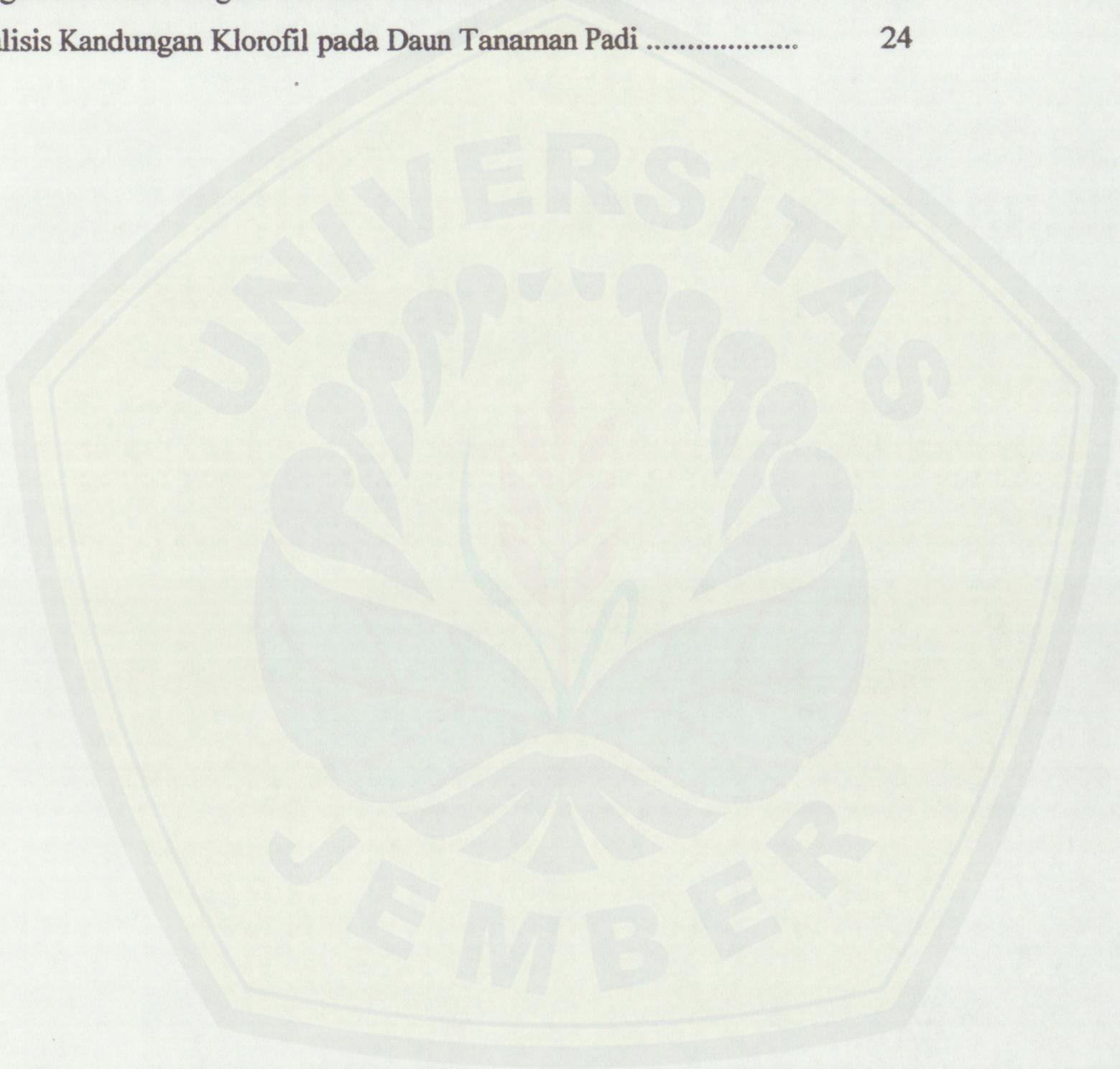
	Halaman
RINGKASAN	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Botani	5
2.2 Varietas Padi.....	7
2.3 Lahan Subur Pertanian Semakin Berkurang	8
2.4 Peran Zeolit dalam Meningkatkan Kesuburan Tanah.....	10
2.5 Peran Abu Sekam dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman	13
2.6 Hipotesis.....	15
III. BAHAN DAN METODE	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.2 Bahan dan Alat	16
3.2.1 Bahan	16
3.2.2 Alat	16
3.3 Metode Penelitian	16
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	17
3.4.1 Persiapan Penanaman	17
3.4.2 Persiapan Media Tanam	18
3.4.3 Penanaman	18
3.4.4 Pemeliharaan.....	19
3.5 Parameter Pengamatan.....	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian.....	21
4.2 Pembahasan.....	22
4.2.1 Zeolit	22
(1) Tinggi Tanaman dan Panjang Akar	22
(2) Kandungan Klorofil.....	23
4.2.2 Abu Sekam	24
(1) Sudut Daun	24
(2) Panjang Akar dan Bobot Kering Akar	26
(3) Serangan Hama	28

(4) Luas Daun, Panjang Daun, Jumlah Anakan dan Lebar Daun.....	29
(5) Bobot Kering Brangkasan	29
4.2.3 Interaksi Zeolit dan Abu Sekam pada Parameter Sudut Daun	30
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	39



DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	Struktur Penguasaan Tanah Pertanian di Indonesia	8
2.	Luas Lahan Kritis yang Berada di Jawa dan Bali Meliputi Daerah Dalam dan Luar Kawasan Hutan	9
3.	Rangkuman Sidik Ragam Semua Parameter Penelitian	21
4.	Analisis Kandungan Klorofil pada Daun Tanaman Padi	24

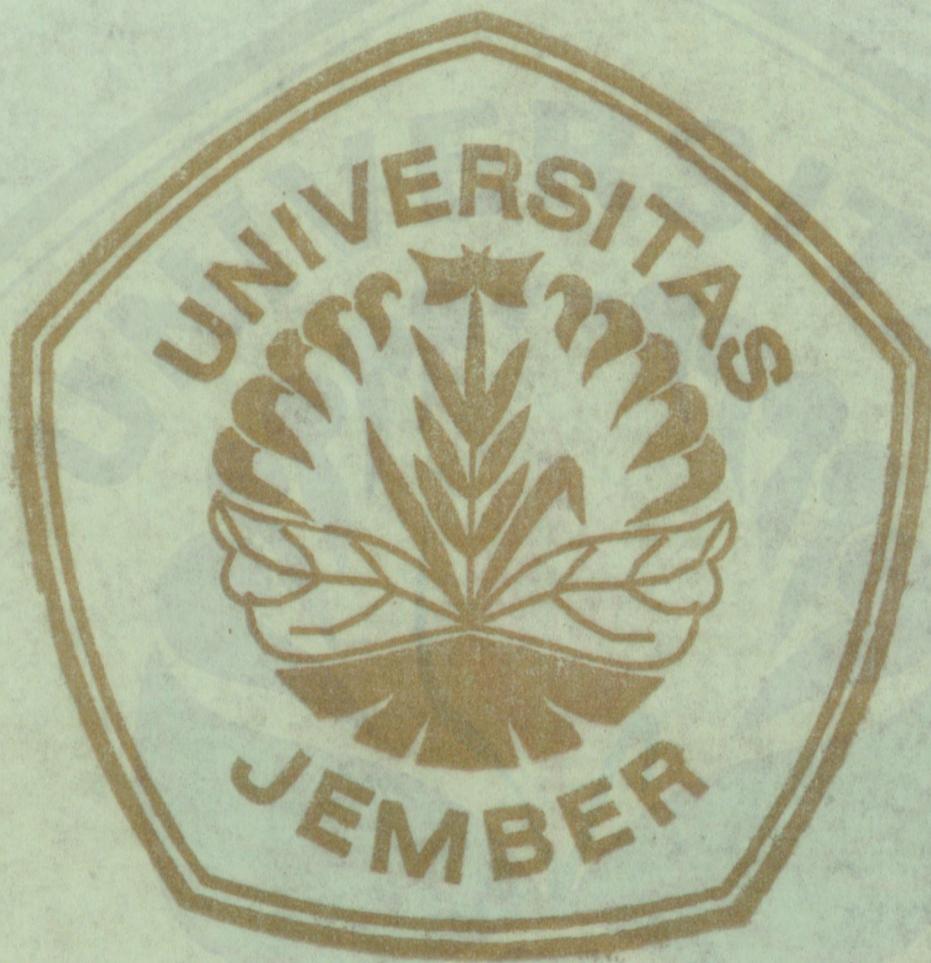


DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
1.	Gambar Pola Pertumbuhan Tanaman Padi	6
2.	Gambar kondisi Zeolit	12
3.	Gambar Pengaruh Zeolit terhadap Tinggi Tanaman	22
4.	Gambar Pengaruh Zeolit terhadap Panjang Akar.....	23
5.	Gambar Pengaruh Abu Sekam terhadap Sudut Daun	25
6.	Gambar Pengaruh Abu Sekam terhadap Panjang Akar.....	26
7.	Gambar Pengaruh Abu Sekam terhadap Bobot Kering Akar.	27
8.	Gambar Pengaruh Abu Sekam terhadap Bobot Kering Akar % Tanaman Terserang Hama	28
9.	Gambar Pengaruh Abu Sekam terhadap Bobot Brangkasan	29
10.	Gambar Interaksi Zeolit Dengan Abu Sekam.....	31

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1.	Rangkuman Hasil Uji Duncan pada Perlakuan Zeolit dan Abu Sekam.....	39
2.	Kadar Unsur dan KTK Zeolit serta Hasil Analisis Tanah	40
3.	Rangkuman F-Hitung pada Semua Parameter Fase Reproduksi	41
4.	Rangkuman Hasil Uji Duncan pada Parameter Fase Reproduksi	42
5.	Data, Sidik Ragam dan Uji Duncan Parameter Tinggi Tanaman pada Faktor Tunggal Zeolit	43
6.	Data, Sidik Ragam dan Uji Duncan Parameter Panjang Akar pada Faktor Tunggal Zeolit.....	44
7.	Data, Sidik Ragam dan Uji Duncan Parameter Bobot Kering Akar pada Faktor Tunggal Zeolit.....	45
8.	Data, Sidik Ragam dan Uji Duncan Parameter Sudut Daun pada Faktor Tunggal Abu Sekam	46
9.	Data, Sidik Ragam dan Uji Duncan pada Interaksi Sudut Daun	47
10.	Data, Sidik Ragam dan Uji Duncan Parameter Panjang Akar pada Faktor Tunggal Abu Sekam.....	48
11.	Data, Sidik Ragam dan Uji Duncan Parameter Persentase Tanaman Terserang Hama pada Faktor Tunggal Abu Sekam..	49
12.	Data, Sidik Ragam dan Uji Duncan Parameter Bobot Kering Akar pada Faktor Tunggal Abu Sekam.....	50
13.	Data, Sidik Ragam dan Uji Duncan Parameter Bobot Kering Brangkasan pada Faktor Tunggal Abu Sekam.....	51
14.	Data Pengamatan dan Sidik Ragam Parameter Luas Daun	52
15.	Data Pengamatan dan Sidik Ragam Parameter Panjang Daun ...	53
16.	Data Pengamatan dan Sidik Ragam Parameter Jumlah Anakan.	54
17.	Data Pengamatan dan Sidik Ragam Parameter Lebar Daun.....	55
18.	Denah Penelitian.....	56



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Padi merupakan tanaman penghasil beras. Bahan pangan ini merupakan makanan pokok bagi sebagian besar penduduk Indonesia (AAK, 1990). Budidaya padi sawah merupakan salah satu warisan budaya nenek moyang sejak ribuan tahun yang lalu. Budaya tanam padi tersebut hingga kini masih terus dilakukan di Indonesia bahkan dikembangkan guna mendukung kecukupan pangan (Pitojo, 2000). Tetapi selama beberapa tahun terakhir ini, Indonesia merupakan salah satu produsen beras terbesar sekaligus negara pengimpor beras terbesar di dunia. Hal ini disebabkan produksi yang dihasilkan tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan konsumsi dalam negeri yang jumlah penduduknya melebihi 200 juta (Sukanto dkk., 2005). Berdasarkan data yang ada Indonesia pada tahun 2004 mampu memenuhi kebutuhan beras sebanyak 31.594.652 ton dengan jumlah konsumsi 24.840.531 ton/tahun, sehingga persediaan beras sisa sebanyak 6.754.122 ton dengan jumlah penduduk sebanyak 215.116 jiwa, tetapi kenyataan di pasar Indonesia sampai dengan Juli 2004 mengimpor sebesar 0,2 juta ton (Departemen Pertanian, 2005).

Mengingat bahwa pertambahan penduduk merupakan suatu hal yang tidak bisa ditolak maka kebutuhan akan beras pun harus diimbangi. Penduduk Indonesia pada tahun 2035 diperkirakan akan bertambah menjadi 2 kali lipat dari jumlahnya saat ini, menjadi \pm 400 juta jiwa. Apalagi konsumsi beras per kapitapun meningkat akibat telah meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya gizi sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk, pendidikan dan kesejahteraan masyarakat, terjadi pula peningkatan konsumsi/kapita untuk berbagai pangan. Akibatnya, dalam waktu 35 tahun yang akan datang Indonesia memerlukan tambahan ketersediaan pangan yang lebih dari 2 kali jumlah kebutuhan saat ini (Husodo, 2002).

Tingkat konsumsi beras per kapita penduduk Indonesia pada tahun 1984 baru mencapai 117 kg orang⁻¹ tahun⁻¹ dengan jumlah penduduk sebesar 158 juta. Pada saat sekarang, tingkat konsumsi sudah mencapai 132 kg orang⁻¹ tahun⁻¹

dengan jumlah penduduk sebesar 193 juta (Prasetyo, 2001). Kondisi ini sebenarnya sangat ironis karena sebagai negara agraris semestinya dapat berswasembada beras seperti pada tahun delapan puluhan (Sukamto dkk., 2005).

Pengurangan tanah-tanah potensial untuk pertanian terjadi karena lahan tersebut telah beralih fungsi menjadi lahan industri, perumahan, jalan dan sebagainya (Kelman dan Qualset, 1991). Diperkirakan pengurangan ini mencapai 30-35 ribu ha tahun⁻¹ (Suwardi, 2000). Adanya pengurangan ini memaksa kita untuk mempelajari dan memanfaatkan lahan-lahan marginal (kritis/kurang potensial) agar kebutuhan pangan terpenuhi (Kelman dan Qualset, 1991).

Lahan kritis biasanya memiliki ciri-ciri pH masam, kahat unsur hara seperti N, P, K, Ca dan Mg. Lahan pasang surut, tanah gambut yang pada umumnya kahat unsur hara mikro seperti Cu, Mn dan Zn, lahan tergenang (Raihan, 2001) dan lahan kering yang memiliki kemiringan yang tajam terutama di dataran tinggi merupakan contoh-contoh lahan marginal. Pada lahan seperti ini sering terjadi proses degradasi lahan, seperti erosi dan aliran permukaan (*run off*), serta penurunan kandungan bahan organik dan kandungan unsur hara dalam tanah (Santoso *et al.*, 2002); serta efisiensi pemupukan menjadi berkurang sehingga daya dukung terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman menurun.

Abu sekam dapat dimanfaatkan untuk menambah unsur hara bagi tanaman. Abu sekam mengandung beberapa unsur hara selain silikon, yaitu posphor 0,20%, kalium 1,21%, kalsium (me/100g) 0,26, dan magnesium (me/100g) 0,12 (Raihan dkk., 2005). Galves *et al.* (1987) menjelaskan bahwa silikon dapat pula berperan dalam meminimalisasi efek negatif keracunan tanaman akibat logam berat. Silikon memiliki banyak efek benefisial terhadap banyak tanaman meskipun tidak dianggap sebagai unsur esensial (Ma *et al.*, 1989).

Peran zeolit dalam penelitian ini diarahkan agar silikon alami yang diaplikasikan tidak mudah tercuci/hilang dari kompleks jerapan. Zeolit merupakan salah satu alternatif yang dapat dipakai untuk meningkatkan efisiensi pemupukan pada tanah-tanah kritis dengan memperlambat pelepasan unsur (*slowly released*) dan menyediakan air pada musim kemarau (Rachim dan Sastiono, 1995).

Pemakaian zeolit alam lebih dianjurkan, karena zeolit alami dapat melanjutkan fungsinya sebagai sumber air dan nutrisi di dalam tanah secara tidak terbatas (Nutri-Tech, 2003).

1.2 Perumusan Masalah

Kehilangan silikon seringkali terjadi di lingkungan tropis. Sebagai dampaknya, silikon merupakan faktor pembatas bagi tanaman *graminae* (padi) yang ditanam pada tanah tegalan dengan curah hujan tinggi, apalagi di lahan kritis. Untuk mendukung pertanian berwawasan lingkungan dan berkelanjutan, pasokan silikon eksogen lebih diutamakan berasal dari sumber silikon alami potensial seperti pertanian. Sebagai contoh abu sekam/jerami padi sisa, abu sekam padi merupakan sumber silikon karena tanaman tersebut sangat responsif terhadap pemberian silikon, sehingga kandungan di dalam tanaman sangat tinggi. Selain mengandung silikon, abu sekam juga mengandung posphor, kalium, kalsium dan magnesium. Pemberian abu sekam 0%, 6% dan 12% dari media tanam diharapkan mampu memasok unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Pemberian zeolit 0 g, 50 g dan 100 g diharapkan kehilangan silikon pada tanah kritis akan berkurang sehingga akan lebih memacu pertumbuhan tanaman padi.

1.3 Tujuan Penelitian

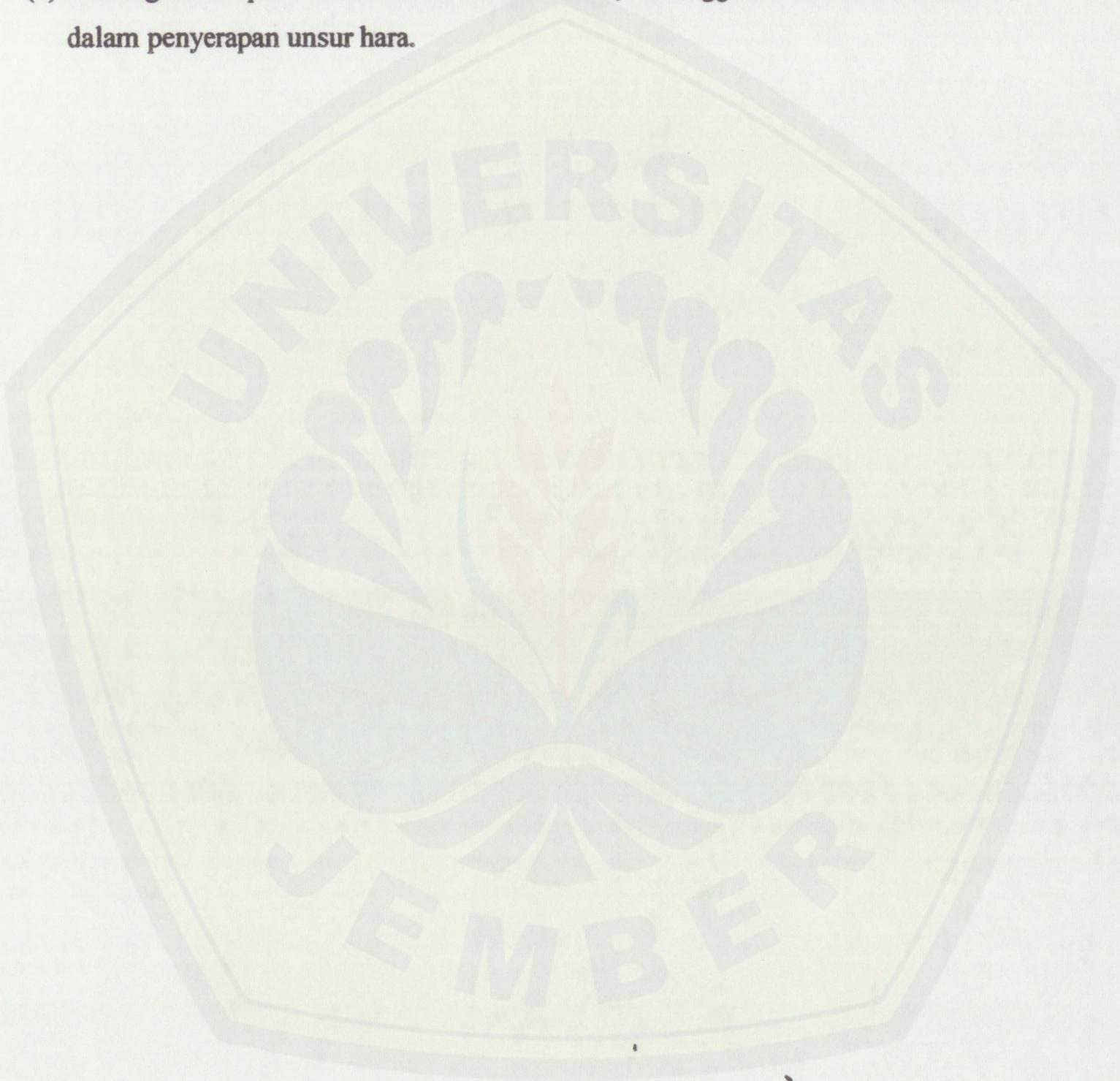
Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menentukan dosis kombinasi antara pemberian limbah sekam padi dan zeolit yang terbaik terhadap pertumbuhan tanaman padi.

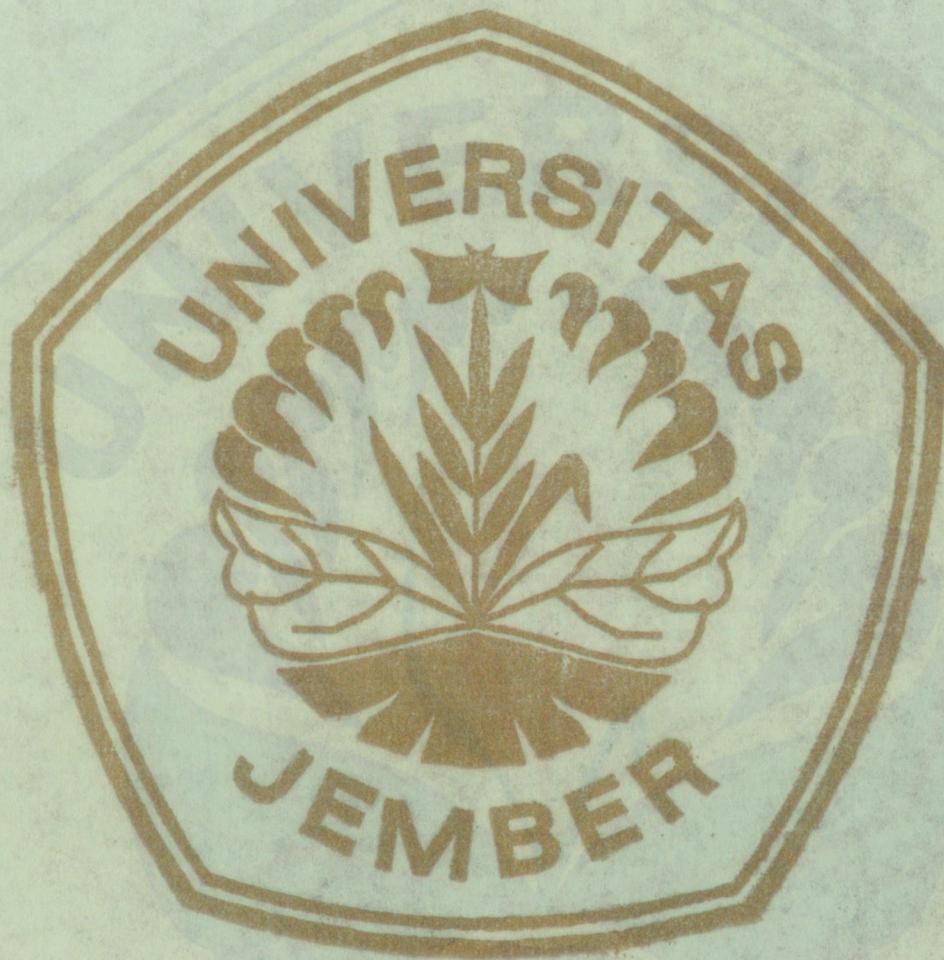
1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini nantinya diharapkan dapat:

- (1) Mengatasi kendala perluasan tanaman padi terutama pada tanah-tanah kritis.
- (2) Memberikan masukan kepada petani dan peneliti tentang kemungkinan pemanfaatan limbah pembakaran sekam padi sebagai sumber silikon untuk meningkatkan pertumbuhan padi.

- (3) Memanfaatkan limbah pembakaran sekam padi pada industri pembuatan batu bata menjadi pupuk silikon bernilai ekonomis.
- (4) Mengurangi pemakaian pestisida yang berdampak buruk terhadap ekosistem sekaligus mendukung sistem pertanian berkelanjutan melalui fungsi silikon yang dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit.
- (5) Meningkatkan pertukaran kation dalam tanah, sehingga membantu tanaman dalam penyerapan unsur hara.





UNIVERSITAS
JEMBER

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Botani

Padi merupakan famili *Gramineae*, sub-family *Oryzidae* dan genus *Oryzae*. *Oryza sativa* memiliki cabang-cabang sekunder yang lebih panjang dari malai daun ligula (Suparyono dan Setyono, 1993). AAK (1990) menegaskan bahwa padi termasuk golongan tanaman semusim atau tanaman muda yang biasanya berumur pendek, kurang dari satu tahun dan hanya satu kali berproduksi; setelah berproduksi akan mati atau dimatikan.

Tanaman padi termasuk golongan tanaman setahun atau semusim. Bentuk batangnya bulat dan berongga, daunnya memanjang seperti pita yang berdiri pada ruas-ruas batang dan mempunyai sebuah malai yang terdapat pada ujung batang. Terdapat empat fase dalam pertumbuhan padi sejak dari bibit hingga panen, yaitu fase: vegetatif cepat, vegetatif lambat, reproduksi dan pemasakan.

(1) Fase vegetatif cepat

Fase ini dimulai dari pertumbuhan bibit sampai jumlah anakan maksimum. Selama fase ini jumlah anakan, berat jerami terus bertambah, dan tinggi tanaman maksimum yang dapat digolongkan menjadi: sangat rendah (kurang dari 70 cm), rendah (71-100 cm), sedang (101-130 cm) dan sangat tinggi (lebih dari 160 cm). Pada tahap ini jumlah anakan bertambah dengan cepat. Jumlah anakan maksimum biasanya dicapai pada minggu keenam atau ketujuh setelah tanam. Jumlah anakan maksimum per batang dapat digolongkan: sangat rendah (kurang dari 5 batang), rendah (5-8 batang), tinggi (13-16 batang) dan sangat tinggi (lebih dari 16 batang).

(2) Fase vegetatif-lambat

Mulai dari saat jumlah anakan maksimum sampai keluarnya premordial (bakal malai) disebut fase vegetatif lambat. Premordial biasanya keluar pada umur 50 hari setelah tanam untuk PB5, dan hal ini penting untuk memulai pemupukan Nitrogen kedua atau ketiga. Pada fase ini beberapa anakan mati dengan demikian

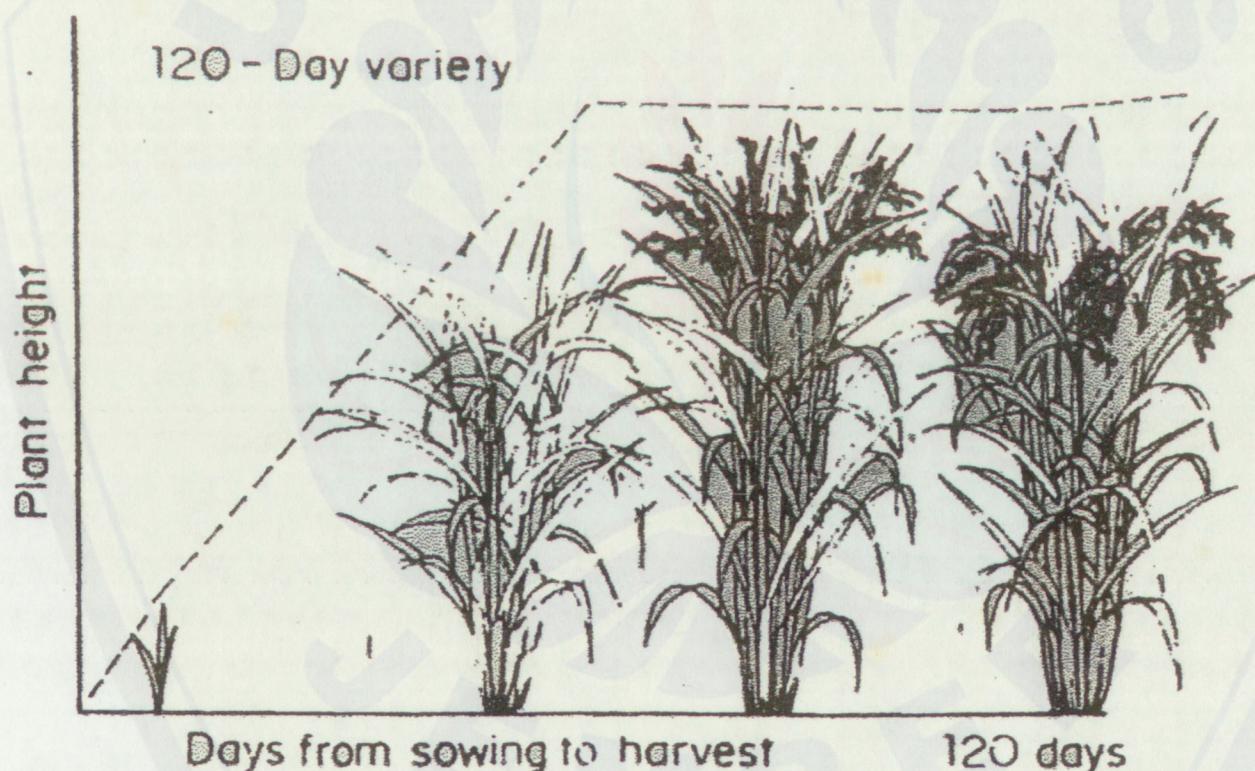
jumlah anakan menjadi berkurang. Tinggi tanaman dan berat jerami terus bertambah, tetapi tidak secepat pada fase vegetatif aktif.

(3) Fase reproduksi

Fase ini dimulai dari fase keluarnya premordia sampai malai berbunga. Pada tahap ini tinggi dan berat jerami bertambah dengan cepat.

(4) Fase pemasakan

Fase ini dimulai keluarnya bunga sampai saat panen. Berat malai bertambah dengan cepat, sedang berat jerami menurun pada fase ini (Moedradjad, 1977). Pertumbuhan tanaman padi terus meningkat seiring dengan pertumbuhannya dan pada akhirnya mencapai titik tertentu, sehingga pertumbuhan konstan atau fase vegetatif akan berhenti, ketika fase generatif mulai (Gambar 1) (Luh, 1991).



Gambar 1. Pola Pertumbuhan Tanaman Padi

Sanchez (1993) menyatakan bahwa padi dapat tumbuh dalam keadaan tergenang karena kemampuannya mengoksidasi lingkungan perakarannya sendiri. Oksigen didifusikan dari daun melalui anakan padi dan batang ke akar melewati lakuna (rongga antar sel) atau saluran dalam jaringan korteks. Daya mengoksidasi

lebih besar pada tahap awal pertumbuhan, dan daya ini bertambah dengan meningkatnya pancaran cahaya matahari dan menurun jika tanaman kahat akan nitrogen, fosfor atau kalium, tetapi tidak kahat akan kalsium, magnesium dan silika. Sukri (1991) menambahkan bahwa padi memiliki jaringan aerenkim yang berfungsi sebagai penyalur udara dari daun ke akar. Oleh karena itu, padi cocok untuk ekosistem sawah dan berkurangnya ketersediaan air dapat mengurangi produksi padi. Syarat lain adalah padi atau khususnya gogo dapat tumbuh baik pada daerah dengan kelembaban atau curah hujan rendah asal cukup air.

2.2 Varietas Padi

Terdapat tiga jenis *Oryza sativa* yaitu *indica*, *japonica* dan *javanica*. Tipe padi ini muncul karena proses domestikasi dan seleksi padi liar menurut alam sekitarnya dan karena itu disebut ras ekogeografis. Diantara ketiga jenis tersebut jenis *indica* (cere) yang banyak ditanam di daerah tropis. Jenis *indica* (cere) meliputi ketan (*Oryza sativa glutinosa*). Ciri-ciri tipe ini adalah tanamannya tinggi dan anakannya banyak. Padi ini toleransi terhadap suhu rendah, responsif terhadap pemupukan dosis rendah, toleran terhadap kekeringan, dan tahan terhadap hama dan penyakit (Suparyono dan Setyono, 1993).

Varietas padi yang ditanam dalam penelitian ini adalah varietas towuti.utih atau hitam (AAK, 1990). Varietas towuti tergolong padi *indica* (cere). Morfologi padi ini adalah daun lebar-sempit berwarna hijau muda, mempunyai anakan banyak dibanding dengan ras *Japonica* (Sinika) dan *Javanica* (Bulu) dan batang sedang-tinggi (Sukri, 1991). Martoutomo dkk. (2003) menambahkan, umur varietas tersebut 115-125 hari. Bentuk tanaman tegak dengan tinggi 95-100 cm. Jumlah anakan produktif sekitar 13-15 malai. Varietas ini tahan terhadap hama wereng coklat biotipe 2 dan 3, juga tahan terhadap penyakit hawar daun strain III dan IV serta *Blast*. Varietas Towuti ini cocok ditanam di lahan sawah maupun lahan kering pada musim penghujan.

2.3 Lahan Subur Pertanian Semakin Berkurang

Kebutuhan beras semakin meningkat karena jumlah penduduk bertambah dan terjadi pergeseran menu dari non-beras ke beras. Keadaan tersebut mendorong pemerintah untuk mencari terobosan baru guna meningkatkan produksi pangan yang bersifat masal dan integral (Pitojo, 2000). Pitojo (2000) juga menegaskan bahwa permasalahan dalam meningkatkan produksi yang menjadi tantangan antara lain semakin banyak lahan pertanian yang beralih fungsi, menurunnya minat tenaga kerja produktif di sektor pertanian dan bertambahnya jumlah penduduk.

Husodo (2002) menyatakan, terdapat beberapa permasalahan mendasar yang perlu memperoleh penanganan serius dalam upaya membangun kemandirian di bidang pangan, yaitu semakin mengecilnya rata-rata penguasaan lahan pertanian per KK petani, dari 0,93 hektar pada tahun 1983, menjadi 0,83 hektar pada tahun 1993 semakin bertambahnya jumlah rumah tangga petani (RTP) yang menguasai lahan di bawah 0,5 hektar. Pada tahun 1983, jumlah petani gurem 9,53 juta RTP, dan sepuluh tahun kemudian (1993) meningkat menjadi 10,94 juta RTP, dimana 74% di antaranya berada di Pulau Jawa (Tabel 1).

Tabel 1. Struktur Penguasaan Tanah Pertanian di Indonesia (1993)

No	Kelompok Luasan Penguasaan (ha)	Rumah Tangga Petani		
		%	% Kumulatif	% LuasTanah yang dikuasai
1	Tunakisma atau petani kurang 0,1	43	43	13
2	0,1 - 0,49	27	70	18
3	0,5 - 0,99	14	84	
4	>1,0	16	100	69

Sumber : Sensus Pertanian Indonesia (1993)

Selanjutnya Husodo menegaskan bahwa semakin mengecilnya rata-rata penguasaan lahan pertanian oleh RTP tersebut disebabkan oleh terjadinya fragmentasi kepemilikan, bertambahnya jumlah petani dan karena alih fungsi lahan dari pertanian ke non pertanian. Berdasarkan data BPN (Badan Pertanahan

Nasional) telah terjadi alih fungsi lahan pertanian ke penggunaan non pertanian di Pulau Jawa untuk permukiman dan industri antara tahun 1994 - 1999, seluas 81.176 hektar terdiri dari permukiman seluas 33.429 hektar dan industri seluas 47,747 hektar. Alih fungsi tanah pertanian tersebut yang terluas di Jawa Barat (79,41 %), Jawa Timur (17,01 %), Jawa Tengah (2,69 %), cukup kecil dan Daerah Istimewa Yogyakarta (0,89 %).

Sebanyak 610.596 hektar sawah di Indonesia berubah fungsi menjadi pemukiman dan kegiatan usaha hanya dalam waktu tiga tahun, antara tahun 2001-2003 (Kompas, 2004). Jika ini terus dibiarkan, Indonesia akan kekurangan pangan. Pernyataan tersebut dikuatkan oleh Bandung Raya (2004) bahwa setiap tahun lahan sawah cenderung mengalami pengurangan rata-rata 500 hektar. Seperti data tahun 2000 tercatat seluas 57.866 hektar lahan sawah berkurang, sedangkan pada tahun 2003 menurun menjadi 56.106 hektar atau dalam kurun waktu 3 tahun lahan produktif berkurang seluas 1.760 hektar.

Lahan marginal (pasir) di negara kita berkembang di bawah suhu dan curah hujan relatif tinggi. Pelapukan tanah ini tergolong lanjut sehingga cadangan makanan dan ketersediaan hara menurun secara tajam. Di lain pihak karena muatan negatif tergolong rendah, ikatan dengan kation menjadi lemah sehingga mudah tercuci. Hal ini menyebabkan efisiensi penggunaan pupuk menjadi rendah (Dewi *et al.*, 2004). Whitten dkk. (1999) menyatakan bahwa luas lahan kritis yang berada di Jawa dan Bali meliputi daerah dalam dan luar kawasan hutan pada tahun 1990 menunjukkan luas yang begitu besar, seperti Tabel 2.

Tabel 2. Luas Lahan Kritis yang Berada di Jawa dan Bali Meliputi Daerah dalam dan Luar Kawasan Hutan

Daerah	Di dalam (ha)	Di luar (ha)	Total (ha)
Jawa Barat	84.700	488.000	572.000
Jawa Tengah	0	316.300	316.300
Yogyakarta	3.600	24.900	28.300
Jawa Timur	0	359.500	359.500
Bali	9.400	74.400	83.800

Sumber: Direktorat Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan (tanpa tahun)

2.4 Peran zeolit dalam Meningkatkan Kesuburan Tanah

Zeolit merupakan mineral yang terdiri dari kristal aluminosilikat terhidrasi yang mengandung kation alkali (H, Li, Na, K, Rb, Cs dan Fr) atau alkali tanah (Be, Mg, Ca, Sr, Ba dan Ra) dalam kerangka tiga dimensi. Kerangka dasar struktur zeolit terdiri dari unit-unit tetrahedral AlO_4 dan SiO_4 yang saling berhubungan melalui atom O dan di dalam struktur tersebut Si^{4+} dapat diganti dengan Al^{3+} (Sutarti dan Rachmawati, 1994).

Secara kimia kandungan zeolit yang utama adalah 62,75 % SiO_2 ; 12,71 % Al_2O_3 ; 1,28 % K_2O ; 3,39 % CaO ; 1,29 % Na_2O ; 5,58 % MnO ; 2,01% Fe_2O_3 ; 0,58 % MgO ; 30% Klinoptilolit; 49 % Mordenit, sedangkan nilai Kapasitas Pertukaran Kation (KPK) antara 80-120 me/100 g. Nilai ini tergolong tinggi untuk penilaian tingkat kesuburan tanah. Nilai KPK akan menentukan kemampuan bahan tersebut untuk menyimpan pupuk yang diberikan sebelum diserap tanaman (Suara Merdeka, 2004).

Sifat-sifat zeolit secara langsung berasal dari karakteristik tertentu dari struktur kristalnya sehingga memiliki luas permukaan yang cukup besar (Hasanah dkk., 1998). Sebagai mineral yang memiliki fungsi multiguna, zeolit mempunyai sifat-sifat (fungsi) penting sebagai berikut: dapat mengurangi konsentrasi logam-logam berat dalam larutan seperti Pb, Cu, Cd dan Zn; sebagai *carrier* pupuk N yang digunakan pada tanah-tanah berpasir; dapat memperbaiki sifat kimia tanah seperti menurunkan kemasaman, menyimpan dan melepaskan kation dan anion; sebagai penyerap senyawa-senyawa toksik seperti SO_2 , CO_3 dan H_2S (Rachim dan Sastiono, 1995); dapat mengabsorpsi dan menyaring molekul; serta berfungsi dalam dehidrasi dan rehidrasi (Situmorang dan Sutandi, 1995).

Berdasarkan proses pembentukannya, zeolit dapat digolongkan menjadi dua kelompok yaitu zeolit alam dan zeolit buatan. Zeolit alam merupakan mineral alam yang terbentuk dari proses sedimentasi yang terjadi karena alterasi dari abu vulkanik, sedangkan zeolit buatan direkayasa oleh manusia melalui proses kimia. Pada umumnya debu-debu vulkanik ini mengandung ion silika, jatuh ke air membentuk sedimen yang berlangsung kontinyu (Budianta, 1999).

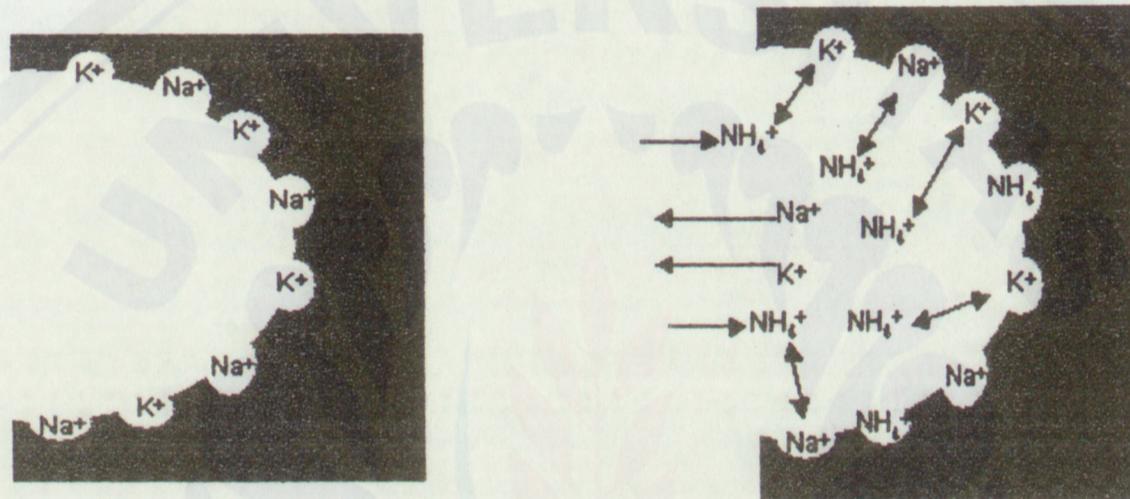
Zeolit yang ditemukan di beberapa daerah di Indonesia pada umumnya berasal dari klinopillilit dan modernit. Kadar airnya cukup tinggi berkisar 10-20% berat. Air ini mengisi lubang kristal, sebagian terikat dengan kuat, sementara sisanya terikat kuat pada kerangka alumino silikat (Suganal *et al.*, 1991). Zeolit alam Indonesia mempunyai kapasitas adsorpsi dan tukar ion relatif besar sesuai hasil survey Pusat Pengembangan Teknologi Mineral (PPTM) Bandung (Poerwadi *et al.*, 1998). Zeolit merupakan salah satu alternatif yang dapat dipakai untuk meningkatkan efisiensi pemupukan pada tanah-tanah kritis dengan memperlambat pelepasan unsur (Rachim dan Sastiono, 1995). Situmorang dan Sutandi (1995) menambahkan, zeolit dapat dipakai sebagai pengontrol yang efektif di dalam pembebasan ion-ion, N_2 dan K dari pupuk yang diberikan. Akibat kemampuannya dalam menyerap ataupun mempertahankan kation maka akan dapat mengurangi kehilangan hara di dalam tanah karena proses pencucian. Dengan demikian sifat kimia tanah akan dapat diperbaiki. Selain itu, zeolit diduga dapat pula memperbaiki sifat fisik tanah karena tanah yang diberi mineral tersebut strukturnya menjadi lebih remah. Hasanah (1998) menambahkan bahwa zeolit dikenal sebagai adsorben yang selektif dan mempunyai efektivitas adsorpsi yang tinggi.

Lebih jauh, menurut Andrianus *et al.* (2002), zeolit dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit. Berdasarkan hasil penelitiannya, aplikasi 64,41 g zeolit/kg medium tanam dapat mengantisipasi serangan penyakit *Helopeltis spp.* pada bibit kakao. Sundahri (2005) menambahkan bahwa pemberian zeolit 100g/kg berpengaruh nyata pada pertumbuhan tanaman tomat, seperti pada berat basah daun, luas daun, diameter batang, berat kering brangkasan dan persentase kematian akibat serangan penyakit fusarium dapat ditekan.

Situmorang dan Sutandi (1995) menambahkan bahwa pemberian zeolit jenis klinoptitotit 40 ton/acre bersama pupuk urea pada lahan padi sawah dapat meningkatkan ketersediaan nitrogen sebesar 63%. Penelitian lain yang telah dilakukan oleh Pandi *et al.* (1999) menunjukkan bahwa dengan pemberian zeolit

dan fosfat alam secara nyata meningkatkan rata-rata jumlah anakan, berat kering akar, berat tajuk dan jumlah malai padiumur 60 HST pada lahan gambut.

Zeolit merupakan salah satu penukar kation yang mempunyai KTK tinggi yakni 200-300 me/100 g (Situmorang dan Sutandi, 1995). Lebih jauh Winarso *et al.* (2001) menyatakan bahwa pemberian zeolit dari beberapa sumber deposit yang berbeda dapat meningkatkan muatan negatif tanah yang ditunjukkan dengan peningkatan KTK tanah secara linear. Dengan kata lain, terjadi peningkatan basa-basa dapat ditukar tanah dengan urutan tertinggi hingga terendah sebagai berikut: Ca, K dan Na; sedangkan Mg relatif tetap (tidak mengalami peningkatan).



Gambar 2. Sebelah kiri menunjukkan keadaan zeolit awal Ion Natrium (Na) dan Kalium (K) siap ditukarkan dengan ion yang lainnya. Sebelah kanan menunjukkan pembebasan Na dan K yang akan ditukar dengan ion NH⁺.

Jumlah ion NH₄⁺, yang banyak mampu mendesak Na⁺ dengan K⁺, sehingga zeolit dipenuhi oleh ion NH₄⁺, (www.wetwebmedia.com/Zeolite_Eilters.htm). Kadar NH₄⁺ dalam zeolit dapat menaikkan daya tukar ion yang diperlukan dalam pertanian (Sutarti dan Racmawati, 1994). Pikiran Rakyat (2002) menambahkan bahwa zeolit mengurangi (biaya) pemakaian pupuk kimia sebanyak 30%, namun meningkatkan produksi pertanian besar 25%. Namun, kontribusi zeolit bukan hanya itu, zeolit bisa mengatasi dan mengurangi pencemaran udara dan air secara efektif dan murah.

2.5 Peran Abu Sekam (Silikon) dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman

Jerami padi sebagai sisa panen sering dikembalikan dalam budi daya padi di lahan kering. Selain itu, petani sering menggunakan abu atau abu sekam yang dimasukkan ke dalam lubang-lubang tanam pada saat tanam. Hal ini dapat mencegah terjadinya kekurangan unsur K bagi tanaman (Noor, 1996). Sumber Si yang potensial untuk menambahkan kadar Si di dalam tanah, khususnya pada tanah-tanah yang telah tua, adalah abu sekam, terak baja, abu terbang dan sebagainya (Winarso, 1999). Winarso (1999) menambahkan bahwa pembakaran sekam secara terbuka seperti di sawah-sawah dan tempat penggilingan padi dapat dihasilkan abu sekam yang mengandung 85-90% Si dan karbon 10-15%. Abu sekam padi sisa pembakaran batu bata merupakan sumber silikon, selain N, P, K, Ca, Mg dan Zn (Riwanodja dan Adisarwanto, 2001). Abu sekam dan jerami padi, tebu dan alang-alang merupakan sumber silikon karena kandungan silikon dalam tanaman tersebut sangat tinggi (Elawad *et al.*, 1982a-b).

Silikon terlarut di dalam tanaman tingkat tinggi pada umumnya dijumpai dalam bentuk *monosilicic acid*; akan tetapi silikon dalam bentuk yang sangat larut ditemukan pada jaringan xylem tanaman padi hingga mencapai konsentrasi 650 ppm. Dalam larutan ini, silikon kemungkinan berada dalam bentuk polimer molekul rendah atau sebagai *organo-silicon carrier complex* (Kaufman *et al.*, 1981). Jones (1998) menambahkan bahwa silikon dapat mempertinggi pertumbuhan dan kenampakan padi. Tanpa Si, tanaman padi menjadi lemas dengan mudah dan kekakuan batang berkurang. Oleh karena itu, pemeliharaan padi harus menggunakan Si pada konsentrasi yang cukup untuk menjamin pertumbuhan padi. Hodson dan Sangster (1989) menyatakan bahwa bentuk silika (*opaline silica*) ditemukan dalam ruang interseluler pada jaringan akar tanaman *gramineae* (sereal dan rumput-rumputan). Beberapa tanaman menyimpan silikon dalam jumlah besar ketika tumbuh dalam kondisi alamiah, seperti padi 5-20%, barley dan gandum 2-4% serta *horstail* 16%. Bentuk silikon dalam tanaman gandum tidak berbentuk kristal. Pada tanaman padi, diperkirakan 90-95% silikon berbentuk *silica gel*, 0,5-8,0% sebagai asam silikat dan 0,0-3,3%

dalam bentuk asam silikat koloid. *Silica gel* tidak mobil dan berbentuk padat (Lewin dan Reimann, 1969). Konsentrasi silikon dalam larutan tanah berkisar 30-40 mg SiO₂ liter⁻¹ dalam bentuk *monosilicic acid* (Si(OH)₄) dengan konsentrasi berkisar 2 mM (Jones dan Handreck, 1967). Konsentrasi ini cenderung menjadi lebih rendah ketika pH tanah mencapai 7 (Yamauchi dan Winslow, 1989). Fox dkk. (1967) dalam Sanchez (1992) menyatakan bahwa tingkat gawat atau kritis penggunaan silikon adalah 0,9 ppm dalam ekstrak air.

Banyak penemuan menunjukkan bahwa silikon berkontribusi dalam peningkatan pertumbuhan tanaman. Winarso (1999) menambahkan bahwa fungsi Si pada tanaman adalah dapat meningkatkan daya tahan tanaman terhadap stres air, sangat prospektif untuk pemanfaatannya pada budidaya tanaman di lahan kering, dimana air merupakan masalah utama. Sanchez (1992) melaporkan bahwa pada tanah sawah penggunaan silikon dapat menaikkan hasil panen karena daunnya lebih tegak dan ketenggangan yang lebih besar terhadap serangan hama dan penyakit. Selanjutnya Sanchez (1993) menambahkan bahwa tanggapan hasil tebu terhadap penggunaan silika menunjukkan berat kering yang lebih banyak dan kandungan gula yang lebih tinggi, ukuran batang yang lebih besar, daun hijau yang lebih panjang dan gejala bintik-bintik daun dapat ditekan. Gejala kekurangan silikon sangat bervariasi di dalam tanaman ketika silikon berada pada konsentrasi rendah atau media pertumbuhan tanaman tidak mengandung silikon (Lewin dan Reimann, 1969). Martanto (2001) menyatakan bahwa pemberian abu sekam sebanyak 6% dari media berpengaruh paling baik terhadap intensitas serangan penyakit layu dan juga berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman.

Silikon dapat mengurangi efek negatif keracunan logam berat pada tanaman. Silikon dapat mengurangi keracunan mangan dan aluminium dalam tanaman sorgum (Galvez *et al.*, 1987). Dalam penelitian Ma dan Takahashi (1990), silikon dapat mengurangi keracunan Fe dan Mn pada tanaman padi. Selanjutnya Jones dan Handreck (1967) mengatakan bahwa pengurangan serapan Mn dan Fe oleh silikon disebabkan peningkatan oksidasi pada akar tanaman padi. Miyake dan Takahashi (1983) mengatakan bahwa perubahan pH tanah yang meningkat karena terjadi akumulasi logam berat pada permukaan akar.

Galvez *et al.* (1987) mengatakan bahwa silikon berperan secara tidak langsung pada pengurangan jumlah serapan Mn, dimana Mn^{+2} dioksidasi menjadi Mn^{+4} yang tidak tersedia bagi tanaman. Jones dan Handrek (1967) melaporkan bahwa penyerapan silikon dalam tanah berhubungan dengan kandungan Fe dan Al-oksida dalam tanah. Rasio Si/Al atau Si/Fe yang tinggi di dalam ekstrak tanah berkorelasi positif dengan serapan silikon pada tanaman padi (kandungan silikon meningkat). Lebih jauh Elawad *et al.* (1982b) melaporkan bahwa kekurangan silikon menyebabkan bercak pada daun tebu karena keracunan Fe, Al, Mn dan Zn dalam larutan tanah.

2.6 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Terdapat pengaruh interaksi antara zeolit dan limbah abu sekam terhadap pertumbuhan tanaman padi.
2. Aplikasi zeolit 50 g (Z2) berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman padi.
3. Aplikasi abu sekam 6 % (A2) dapat memacu pertumbuhan tanaman padi.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Percobaan ini akan dilakukan di jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, dengan ketinggian tempat +89 m. Pelaksanaan penelitian ini secara keseluruhan memakan waktu 3 (empat) bulan mulai 30 Juni sampai 10 September 2004.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan meliputi benih padi varietas Towuti, tanah kritis, pupuk yang digunakan ZA, SP36 dan KCl.

3.2.2 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ember dengan diameter 28 cm dan tinggi 23 cm, sprayer, timbangan, sekop, busur, mistar, spektrometer tipe Spectronic 21D *made in USA*, leaf area meter tipe CL-202 Area Meter *made in USA* dan rol meter.

3.3 Metode Penelitian

Percobaan dirancang secara faktorial dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Perlakuan terdiri atas 2 (dua) faktor, yaitu zeolit dan abu sekam padi. Zeolit terdiri atas 3 (tiga) level, yaitu kontrol (Z0), zeolit 50 g/kg (Z1) dan 100 g/kg (Z2) media tanam (Sundahri, 2005). Faktor kedua adalah abu sekam sebagai sumber silikon alami, terdiri atas 3 (tiga) level, yaitu kontrol (A0), 6% (A1) dan 12% (A2) abu sekam padi dalam media tanam (Martanto, 2001). Kombinasi perlakuan diulang sebanyak tiga kali dengan model matematik percobaan dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + A_j + Z_k + A_j Z_k + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan:

Y_{ijk} = parameter yang diukur

μ = rata-rata umum

B_i = pengaruh blok ke-i

A_j = pengaruh perlakuan abu sekam ke-j

Z_k = efek perlakuan zeolit ke-j

A_jZ_k = efek kombinasi antara perlakuan abu sekam ke-j dan zeolit ke-k

ϵ_{ijk} = efek unit percobaan karena perlakuan ke-i dan ke-j serta kombinasinya.

Data yang diperoleh sebagai akibat perlakuan diuji dengan Analisis Varian. Perbedaan di antara rata-rata perlakuan dianalisis dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kepercayaan 95%. Pengolahan data dan/atau penampilan gambar menggunakan program SPSS versi 11 dan Microsoft Excel 2000.

3.4 Pelaksanaan Penelitian**3.4.1 Persiapan Penanaman****(1) Perendaman Benih**

Benih padi direndam untuk memisahkan benih yang ringan dengan yang berat. Benih bernas akan tenggelam sedangkan benih yang ringan akan terapung. Benih yang sudah terpilih direndam di dalam air selama 24 jam. Benih yang sudah terendam (sehari semalam) itu akan membengkak dan bakal lembaganya tumbuh berupa putih pada ujungnya.

(2) Pemeraman Benih

Benih yang sudah direndam 24 jam diangkat dan diletakkan dalam keranjang. Benih dibasahi dan disimpan pada tempat yang teduh selama 48 jam (2 hari 2 malam).

(3) Persiapan Media untuk Penyemaian

Tanah bekas tanaman tomat pada penelitian sebelumnya dikeluarkan dari dalam polibag dan diaduk rata kemudian ditimbang sesuai dengan perlakuan setelah itu dimasukkan dalam ember. Media yang digunakan mempunyai perbandingan tanah: pasir = 2:3.

(4) Penaburan Benih

Benih yang sudah diperam 48 jam diangkat. Sebelum benih disebar, air dalam ember dikurangi sehingga permukaan tanah persemaian bebas dari genangan air dan dipupuk dengan Sp36, KCl, dan ZA secukupnya. Benih ditanamkan ke dalam lumpur dengan menekan-nekan tangan sampai tertutup tipis oleh lumpur.

(5) Pemeliharaan Persemaian.

Hari pertama sampai hari kelima, permukaan air dipertahankan sedikit di bawah permukaan tanah, agar persemaian sekedar cukup basah. Selanjutnya air tergenang sampai bibit akan dipindahkan. Pada umur 17 hari, dilakukan pemupukan KCl, SP 36 dan ZA dengan perbandingan dosis 1:2:1. Bibit siap dipindahkan pada umur 20 hari.

3.4.2 Persiapan Media Tanam

Persiapan yang dilakukan sama dengan persiapan untuk media penyemaian, tetapi pada persiapan media tanam lebih banyak, yaitu 8 kg dibandingkan dengan persiapan media untuk penyemaian. Tanah yang berada di ember ditambah zeolit dan abu sekam sesuai dengan perlakuan, yaitu:

- Zeolit 0g kg⁻¹ (Z0)
- Zeolit 50g kg⁻¹ (Z1)
- Zeolit 100g kg⁻¹ (Z2)
- Abu Sekam 0% (0% Si) (A0)
- Abu sekam 6% (5,58% Si) (A1)
- Abu Sekam 12% (11,16% Si) (A2)

3.4.3 Penanaman

Sebelum ditanam, media digenangi sampai tanah dalam keadaan macak-macak atau tidak terlalu basah. Pada saat mencabut bibit, media digenangi air terlebih dahulu, untuk menghindari kerusakan akar pada waktu pencabutan. Bibit dicabut secara hati-hati agar akarnya tidak terputus. Bibit

kemudian ditanam pada media yang sudah disiapkan sesuai dengan perlakuan dan setiap ember ditanami 6 batang.

3.4.4 Pemeliharaan

(1) Penjarangan

Penjarangan dilakukan dengan mencabut empat tanaman yang pertumbuhannya kurang baik, sedangkan yang lainnya dipelihara. Ini dilakukan pada semua perlakuan.

(2) Pengairan

Pengairan dilakukan setiap hari sampai tanaman tergenang, yaitu permukaan air minimal 2 cm di atas permukaan tanah (media) atau berbeda-beda tingginya sesuai dengan umur tanaman.

(3) Pemupukan

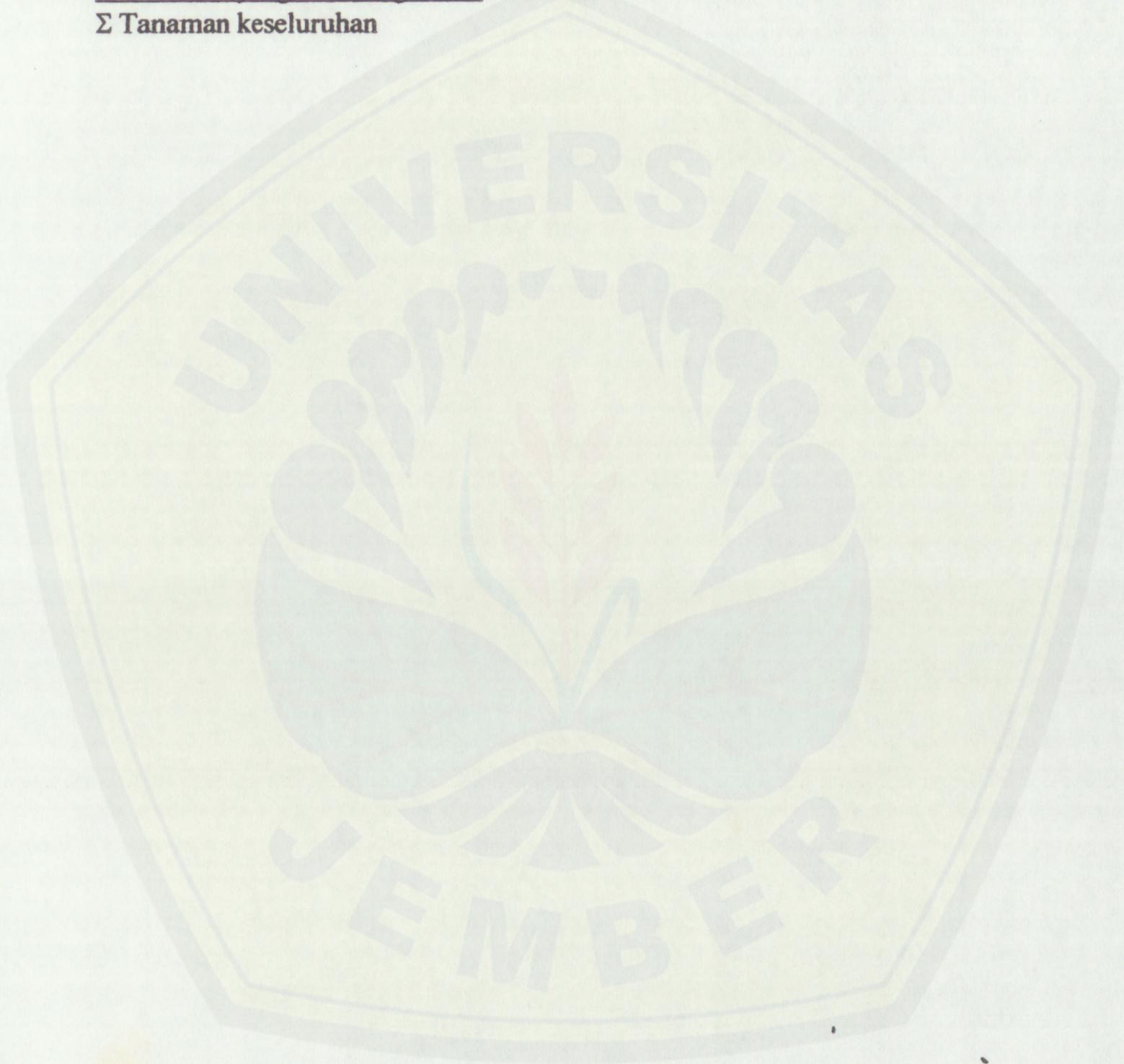
Pupuk ZA diberikan sebanyak 3 kali, 20% waktu tanam, 50% waktu anakan maksimum dan 30% waktu muncul primordial. Pupuk SP-36 diberikan sebagai pupuk dasar, yaitu satu kali sebelum tanam, sedangkan pupuk KCl diberikan sebanyak 2 kali. Pemupukan pertama diberikan 50% pada saat tanam dan sisanya 50% diberikan menjelang malai keluar.

3.4.5 Parameter Pengamatan

Parameter percobaan meliputi:

- (1) Sudut daun ($^{\circ}$), diukur antara batang utama dengan daun yang pertumbuhannya maksimal.
- (2) Klorofil daun (ppm), diukur dengan spektrometer.
- (3) Luas daun (cm^2), diukur dengan *Leaf Area Meter* (tiga daun terbaik dalam satu tanaman).
- (4) Tinggi tanaman (cm), diukur dari permukaan tanah sampai tanaman yang tertinggi (satu tanaman dipilih yang tertinggi).
- (5) Jumlah anakan.
- (6) Panjang akar (cm), penghitungannya dilakukan dengan akumulasi data.
- (7) Bobot kering akar (g).

- (8) Bobot kering brangkasan (batang + daun+ akar) (g).
- (9) Panjang daun (cm).
- (10) Lebar daun (cm), diukur pada bagian daun yang terlebar. Setiap tanaman dipilih tiga daun terlebar.
- (11) Persentase tanaman terserang hama (%) =
- $$\frac{\Sigma \text{Tanaman yang terserang hama}}{\Sigma \text{Tanaman keseluruhan}} \times 100\%$$



VI. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian pertumbuhan tanaman padi (*Oryza Sativa*) menunjukkan adanya pengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman dan panjang akar pada pemberian zeolit, sedangkan pada pemberian abu sekam, parameter yang menunjukkan berbeda nyata adalah sudut daun, panjang akar, persentase tanaman terserang hama, bobot kering akar dan bobot brangkasan. Interaksi antara perlakuan zeolit dan abu sekam hanya berpengaruh pada parameter sudut daun. Hasil analisis sidik ragam terhadap seluruh tingkat keberhasilan pemberian zeolit dan abu sekam terhadap pertumbuhan tanaman padi disajikan pada dalam Tabel 3.

Tabel 3. Rangkuman sidik ragam (F-Hitung) semua parameter penelitian

Parameter	F-Hitung							
	Blok		Zeolit		Abu Sekam		Interaksi	
1	0,033	ns	2,844	ns	9,299	**	3,144	*
2	0,385	ns	0,694	ns	0,830	ns	1,368	ns
3	1,269	ns	3,678	*	2,708	ns	2,267	ns
4	1,507	ns	0,078	ns	0,453	ns	0,911	ns
5	7,137	**	1,259	ns	1,381	ns	0,989	ns
6	0,133	ns	0,687	ns	0,196	ns	0,803	ns
7	4,728	*	6,133	*	5,054	*	0,840	ns
8	0,543	ns	1,055	ns	4,893	*	1,935	ns
9	4,827	*	2,708	ns	12,639	**	0,584	ns
10	9,456	**	0,880	ns	3,926	*	0,924	ns

Keterangan:

ns : tidak berbeda nyata

* : berbeda nyata

** : berbeda sangat nyata

Parameter:

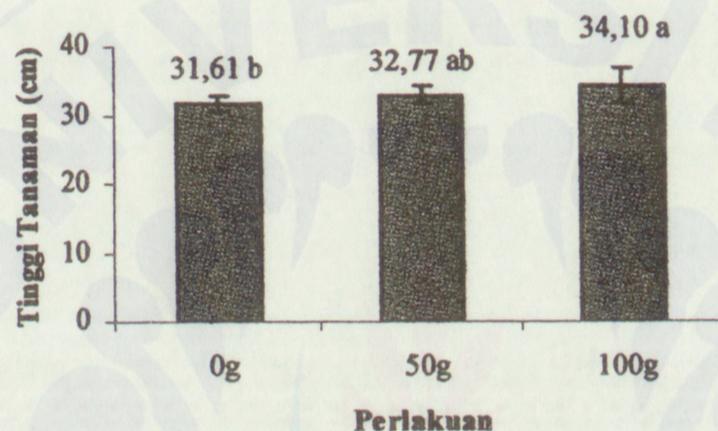
- | | |
|------------------------|--|
| 1. Sudut daun (°) | 7. Panjang akar (cm) |
| 2. Jumlah anakan | 8. Persentase tanaman terserang hama (%) |
| 3. Tinggi tanaman (cm) | 9. Bobot kering akar (g) |
| 4. Panjang daun (cm) | 10. Bobot brangkasan (g) |
| 5. Lebar daun (cm) | |
| 6. Luas daun (cm) | |

4.2 Pembahasan

4.2.1 Zeolit

(1) Tinggi Tanaman dan Panjang Akar

Zeolit mempengaruhi fase vegetatif, terutama pada parameter tinggi tanaman dan panjang akar. Pemberian zeolit ini berpengaruh nyata pada tinggi padi umur 1 bulan, karena pada umur ini padi diduga mengalami pertumbuhan yang maksimal. Gambar 3 menunjukkan bahwa pemberian zeolit 100 g (Z2) memberikan berpengaruh paling tinggi diantara perlakuan yang lain, yaitu lebih tinggi 4,1% daripada pemberian zeolit 50 g (Z1) dan 7,8% daripada kontrol (Z0).

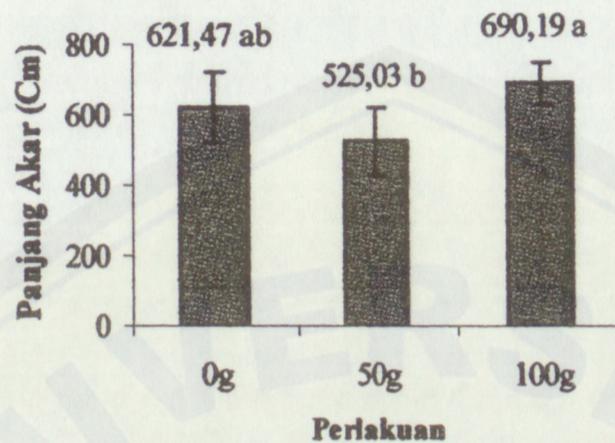


Gambar 3. Pengaruh Zeolit terhadap Tinggi Tanaman

Zeolit mampu memasok unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman padi. Zeolit berperan sebagai pelepas lambat unsur hara yang ada, seperti nitrogen, sehingga unsur tersebut dapat tersedia bagi tanaman sesuai dengan kebutuhannya. Unsur nitrogen yang cukup akan memacu serapan nitrogen oleh akar sehingga dapat memacu pembentukan senyawa-senyawa yang diperlukan untuk pertumbuhan. Gambar 4 menunjukkan bahwa rata-rata akar terpanjang terdapat pada perlakuan zeolit 100 g (Z2), yaitu 690,19 cm, dimana dengan pemberian lebih panjang zeolit 100 g ini dapat meningkatkan panjang 31,5 % daripada perlakuan zeolit 50 g (Z1) dan 11,1 % dari kontrol (Z0), tetapi parameter berat kering akar tidak berbeda nyata.

Nitrogen berperan sebagai bahan penting penyusun amino, amida, nukleotida, dan nucleoprotein, serta esensial untuk pembelahan sel, pembesaran

sel dalam pertumbuhan tanaman (Gardner, 1991). Aktivitas sel ini juga berkembang ke arah vertikal yang menyebabkan tanaman bertambah tinggi. Mariam dalam Wulandari (2004) menyatakan bahwa pemberian zeolit dapat meningkatkan tinggi tanaman padi dan tanaman kedelai.



Gambar 4. Pengaruh Zeolit terhadap Panjang Akar

Tinggi tanaman tidak lepas dari faktor unsur hara yang tersedia, karena kontak antara ion-ion nutrisi dengan akar akan menyebabkan serapan unsur hara ke dalam tanaman akan optimal dan pada akhirnya tanaman dapat tumbuh dengan normal. Pada hasil penelitian ini, zeolit berpengaruh nyata terhadap panjang akar (Gambar 4). Ini berkaitan dengan peran zeolit yang dapat meningkatkan muatan negatif tanah yang ditunjukkan dengan KTKtanah $118,62 \text{ me.}100\text{g}^{-1}$. Dengan kata lain, terjadi peningkatan basa-basa dan kemampuan tukar kation pada tanah, akan mempengaruhi pertumbuhan akar, dimana akar lebih aktif menyerap unsur hara yang ada (Lampiran 2).

(2) Kandungan Klorofil

Peningkatan kandungan klorofil sejalan dengan meningkatnya pemberian zeolit, ini dikarenakan zeolit mampu mengikat unsur hara yang dibutuhkan tanaman, selain itu juga karena zeolit mampu meningkatkan tukar kation pada tanah, sehingga dapat membantu akar untuk menyerap Mg secara optimal. Mg merupakan unsur pembentuk klorofil, yang selalu ada tanpa dipengaruhi keasaman tanah, lain lagi seperti unsur seperti Ca, K dan Na, ketersediaan unsur ini tidak stabil, karena dipengaruhi peningkatan basa.

Tabel 4. Analisis kandungan klorofil pada daun tanaman padi

NO.	Perlakuan	Rata-Rata Klorofil ($\mu\text{g/g}$)
1.	Zeolit 0 g (Z0)	256,62
2.	Zeolit 50 g (Z1)	265,25
3.	Zeolit 100 g (Z2)	301,22
4.	Abu Sekam 0% (A0)	289,58
5.	Abu Sekam 6% (A1)	285,68
6.	Abu Sekam 12% (A2)	247,83

Klorofil terlihat lebih banyak pada perlakuan abu sekam kontrol (A0). Hal ini disebabkan unsur N yang tidak dapat maksimal diserap oleh tanaman pada kadar silikon yang sangat tinggi, begitu juga dengan unsur Mg. Tidak maksimalnya penyerapan N ataupun Mg ini dikarenakan Si yang ada pada media sangat banyak $\pm 93\%$, sehingga tanaman akan kesulitan menyerap unsur lainnya atau banyaknya suplai unsur tertentu akan mengurangi penyerapan unsur lainnya. Jones (1998) menyatakan bahwa kekurangan Mg dapat menyebabkan tingginya konsentrasi kation NH_4^+ , K^+ atau Ca^{2+} di perakaran dan kation Mg^{2+} adalah pesaing paling lemah diantara semua kation.

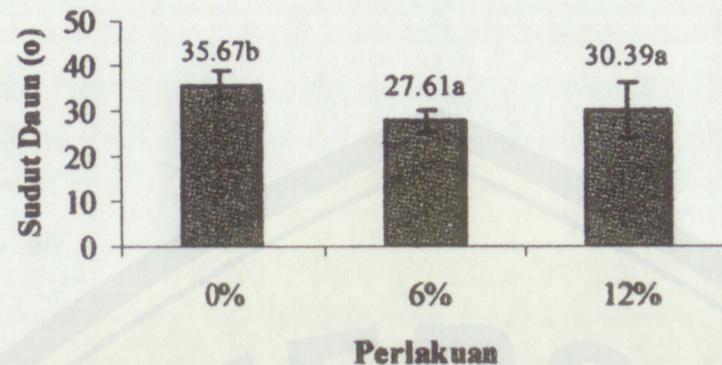
4.2.2 Abu Sekam

Pertumbuhan vegetatif tanaman padi pada penelitian ini dapat dilihat dari dua parameter utama, yaitu tinggi tanaman dan bobot kering brangkasan. Sedangkan parameter yang mendukung lainnya adalah sudut daun, lebar daun, luas daun, panjang daun, panjang akar, bobot kering akar, jumlah anakan dan persentase tanaman terserang hama. Abu sekam hanya berpengaruh nyata pada parameter sudut daun, panjang akar, persentase tanaman terserang hama, bobot kering akar dan bobot brangkasan.

(1) Sudut Daun

Hasil penelitian menunjukkan bahwa abu sekam 6% (A1) cenderung mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman padi. Penelitian terdahulu menyatakan aplikasi abu sekam 6 % berkorelasi positif terhadap pertumbuhan tanaman (Martanto, 2001). Gambar 5. menunjukkan bahwa pemberian abu sekam

6% (A1) dapat memperkecil sudut daun sebesar 10,1% daripada pemberian abu sekam 12% (A2), dan 29,2% dari media yang tidak menggunakan abu sekam (A0).



Gambar 5. Pengaruh Abu Sekam terhadap Sudut Daun

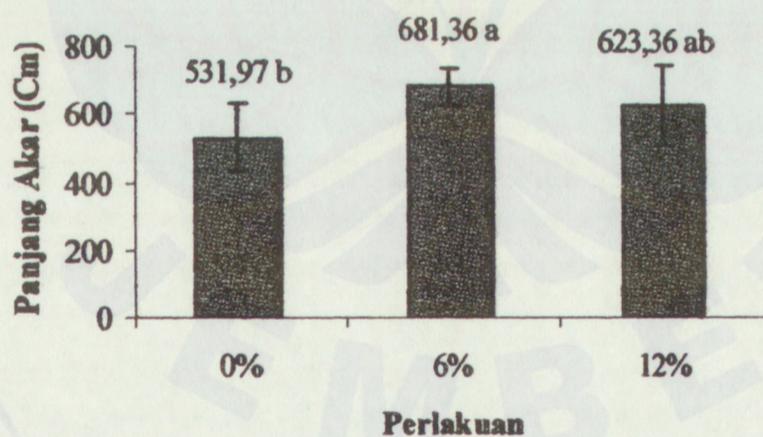
Abu sekam (sumber silikon) pada prinsipnya dapat memperkecil sudut daun, karena adanya silikon menegakkan daun padi. Modifikasi pengaruh silika pada ketegakan daun dapat menjadi keuntungan, ketika tanaman padi tumbuh pada populasi dimana cahaya yang diperoleh sedikit untuk fotosintesis (Yoshida *et al.*, 1969). Tegaknya daun ini berkorelasi positif dengan efisiensi dapat penerimaan cahaya. Penerimaan cahaya berkaitan dengan proses fotosintesis, dimana hasil fotosintesis ini akan digunakan untuk proses respirasi. Sedangkan respirasi berkaitan dengan cadangan energi yang dapat dilepaskan ke molekul-molekul lain, sehingga molekul tersebut berenergi dan menjadi lebih aktif. Pada akhirnya hal ini akan mengarah ke pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Hasil fotosintesis tersebut selain digunakan untuk pertumbuhan vegetatif juga digunakan untuk pertumbuhan generatif, hal ini seperti yang dinyatakan Rahmawati (2005) bahwa hasil fotosintesis digunakan tanaman untuk meningkatkan laju pemunculan bunga dan pengisian biji, yang pada akhirnya dapat meningkatkan produksi padi.

Ditunjukkan oleh Tanaka dan Kawano dalam (Yoshida *et al.*, 1969) menyatakan bahwa membukanya daun kedua dari atas adalah mempunyai korelasi yang baik dengan koefisien cahaya pepadaman pada sebuah populasi padi. Daun yang tidak mengandung silikon cenderung membuka atau *overlapping* antara daun satu dengan yang lain atau sudut daun yang semakin mendekati 90°

sudut seperti ini sebenarnya kurang menguntungkan ditinjau dari segi efektivitas penerimaan cahaya matahari yang dapat digunakan dalam proses fotosintesis, respirasi dan transpirasi apabila tidak didukung daya serap akar yang baik terhadap air dan unsur hara dan ketersediaan air dan unsur hara yang memadai. Menurut Suyono (1993), intensitas cahaya matahari optimum yang dibutuhkan tanaman (edamame) ($0,3-0,8 \text{ kal.cm}^{-2}.\text{menit}^{-1}$) agar dapat berfotosintesis maksimum adalah pada pukul 10.00 WIB. Setelah itu terjadi penurunan laju proses fotosintesis karena stomata menutup untuk mengurangi laju transpirasi.

(2) Panjang Akar dan Bobot Kering Akar

Sepanjang masa pertumbuhan vegetatif, akar merupakan daerah pemanfaatan yang kompetitif dalam hasil asimilasi. *Gadner et al*, (1991) menyatakan bahwa beberapa tanaman budidaya, seperti kebanyakan rumput, pada dasarnya tidak mengalami pertumbuhan batang selama perkembangan vegetatif, tetapi lebih ke arah perkembangan daun dan akar. Gambar 6. menunjukkan bahwa bahwa rata-rata akar terpanjang terdapat pada perlakuan abu sekam 6 % (A1), yaitu 681,36 cm. Pemberian abu sekam ini dapat meningkatkan panjang 9,3 % lebih panjang daripada perlakuan abu sekam 12 % (A2) dan 28,1 % dari kontrol (A0).

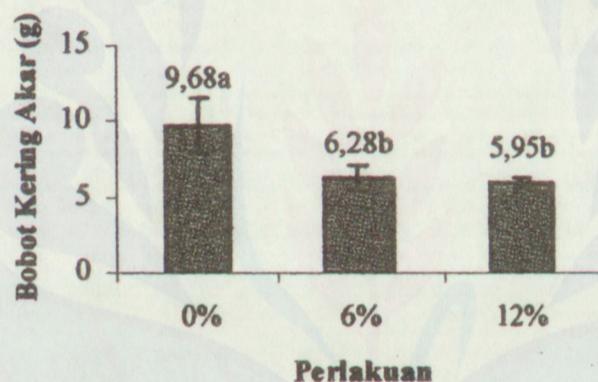


Gambar 6. Pengaruh Abu Sekam Terhadap Panjang Akar

Perlakuan abu sekam 6% lebih efektif digunakan untuk perpanjangan akar, karena media tersebut diduga menyediakan unsur-unsur hara yang dibutuhkan tanaman, seperti Si, N, P, K, Ca, Mg dan Zn sehingga dapat

digunakan secara efektif untuk kontak langsung antara ion-ion yang terdapat dalam tanah dengan akar. Panjang akar merupakan hasil perpanjangan sel-sel belakang meristem ujung Pemanjangan akar paling besar pada zona antara 5,0 dan 15,0 mm. Zona diferensiasi termasuk rambut akar, xilem, floem, lingkaran tepi, dan sel-sel terspesialisasi lainnya, nilai sekitar 15 sampai 25 mm dari ujung. Makin cepat pertumbuhan suatu akar, makin panjang zona diferensiasinya (Gardner *et al.*, 1991).

Pemberian silikon berkontribusi dalam peningkatan pertumbuhan tanaman. Bentuk silika (*opaline silica*) ditemukan dalam ruang interseluler pada jaringan akar tanaman *gramineae* (sereal dan rumput-rumputan). Si membantu akar untuk lebih berkembang, karena Si dapat mengatasi masalah dalam perkembangan akar, seperti pada tanah kering.



Gambar 7. Pengaruh Abu Sekam terhadap Bobot Kering Akar

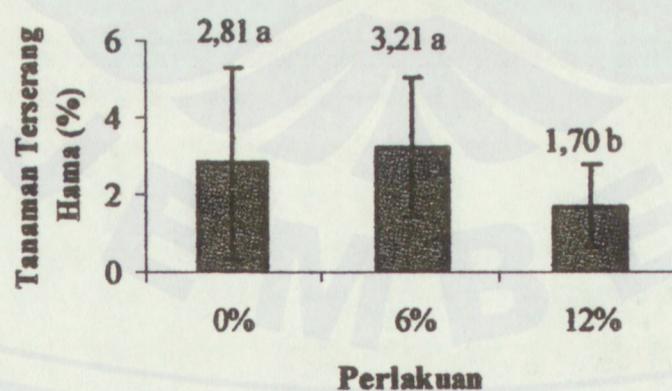
Bobot kering akar pada Gambar 7 menunjukkan bahwa bobot paling tinggi ditunjukkan pada perlakuan kontrol (A0). Pada perlakuan abu sekam 6 % (A1) bobot turun sebesar 54,1 %, dan perlakuan abu sekam 12 % (A2) 62,3 % daripada kontrol (A0), disebabkan Ca yang terdapat dalam abu sekam mengikat unsur P sehingga membentuk Ca-P, akhirnya pospat tidak tersedia untuk tanaman (Sutarti dan Rachmawati, 1994). Padahal kebutuhan P pada pertumbuhan vegetatif sangat diperlukan untuk merangsang pertumbuhan awal bibit tanaman dan akar (Novizan, 2001) selain itu, karena P merupakan bagian esensial dari berbagai gula fosfat yang berperan dalam fotosintesis, respirasi, dan berbagai proses

metabolisme lainnya. P juga merupakan bagian dari nukleotida (dalam RNA dan DNA) dan fosfolipida penyusun membran (Lakitan, 1993).

(3) Serangan Hama

Gambar 8 menunjukkan bahwa perlakuan abu sekam 12 % (A2) dapat menekan intensitas serangan hama yang relatif kecil, yaitu 1,70 % lebih rendah daripada perlakuan yang lain. Pada perlakuan A2 ini dapat mengurangi serangan hama 88,8% dibandingkan perlakuan abu sekam 6 % (A1) dan 65,3 % dari kontrol (A0). karena silikon selain berpengaruh terhadap ketegakan daun, juga berpengaruh terhadap kekerasan dinding sel, sehingga hama tidak mampu merusak jaringan tanaman.

Selain silikon, unsur lain yang mendukung kekerasan dinding sel adalah kalsium (CaO) dan kalium (K) yang juga dalam dalam abu sekam, Ca berfungsi sebagai penyusun dinding-dinding sel tanaman, pembelahan sel, dan untuk pertumbuhan (*elongation*) serta juga memperkuat sel-sel tanaman (Hardjawigeno, 1987). Adanya perpaduan Si dan Ca, tanaman akan lebih kuat dan tebal, karena keduanya mengarah pada pelapisan sel-sel dinding tanaman. Selain itu, Martanto (2001) menambahkan bahwa kalium dalam abu juga berperan penting dalam memperkecil tingkat keparahan penyakit, karena kalium merangsang perkembangan ketebalan lapisan luar epidermis.



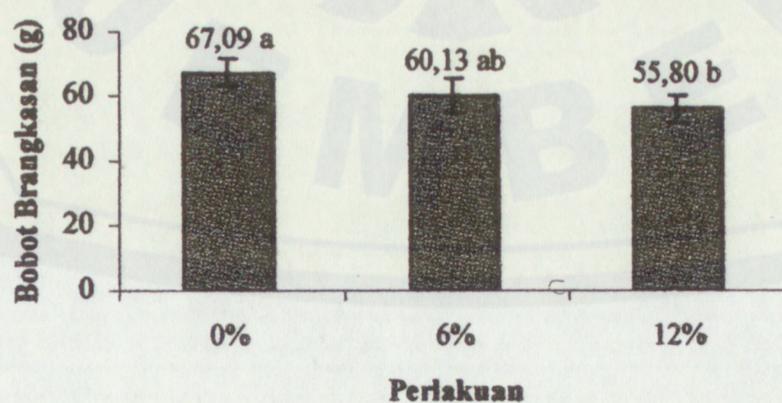
Gambar 8. Pengaruh Abu Sekam Terhadap % Tanaman Terserang Hama

(4) Luas Daun, Panjang Daun, Jumlah Anakan dan Lebar Daun

Silikon yang terdapat dalam abu sekam tidak terlalu berpengaruh terhadap panjang daun, luas daun, lebar daun dan jumlah anakan, hal ini dikarenakan unsur N hanya sedikit diserap tanaman. Unsur Nitrogen sulit diserap, jika silikon yang terdapat dalam tanah lebih banyak daripada unsur N itu sendiri. Yoshida *et al.* (1969) menyatakan bahwa silika sedikit mempengaruhi luas daun. Pengaruh silikon lebih terfokus pada pembentukan sudut daun, panjang akar, bobot kering akar, bobot kering brangkasan serta menekan rusaknya jaringan tanaman dari serangan hama. Selain itu, pengaruh perlakuan tidak nyata, karena berkaitan dengan genetik varietas.

(5) Bobot Kering Brangkasan

Secara statistika, bobot brangkasan tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan kontrol, yaitu sebesar 67,09 g. Perlakuan abu sekam 6 % (A1) menurunkan bobot brangkasan 11,6 % dan perlakuan abu sekam 12 % (A2) sebesar 20,2 % dibandingkan dengan kontrol (Gambar 9). Pengaruh A0 dan A1 sama terhadap bobot brangkasan, tetapi pada perlakuan A2 bobotnya sangat kecil dibanding kontrol dengan A1. Hal ini berkaitan dengan pemberian abu sekam yang semakin tinggi akan menghambat unsur hara yang lain seperti, N, Mg dan P. Mg dan N akan kalah bersaing dengan Si dan P akan diikat oleh Ca menjadi Ca-P yang tidak tersedia oleh tanaman. Padahal unsur tersebut sangat diperlukan untuk proses fisiologis, seperti fotosintesis.

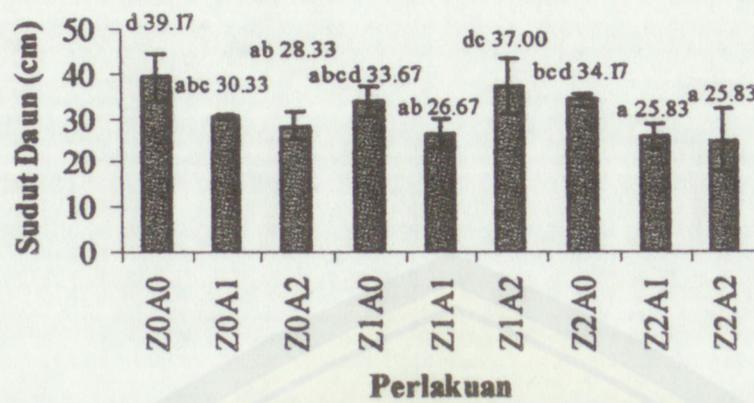


Gambar 9. Pengaruh Pemberian Abu Sekam terhadap Bobot Brangkasan

Fotosintesis mengubah energi cahaya menjadi energi kimia, antara lain NADPH dan ATP. Senyawa-senyawa ini kemudian digunakan untuk mereduksi CO₂ menjadi senyawa organik yang digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Misalnya untuk pembentukan cadangan makanan dan struktur tubuh, yaitu gula heksosa hasil dari fotosintesis berubah dari glukosa menjadi fruktosa atau bergabung membentuk sukrosa untuk ditraslokasikan ke sel-sel lain seperti meristem atau ke tempat pengubahan menjadi polisakarida sebagai cadangan makanan atau senyawa struktural. Pada akhirnya dapat meningkatkan berat kering tanaman (Gadner *et al.*, 1991). Komponen utama bahan kering adalah polisakarida, dan lignin pada dinding sel, ditambah komponen sitoplasma seperti protein, lipid, asam amino, dan asam organik serta unsur-unsur tertentu lainnya seperti kalium (Salisbury dan Ross, 1995). Ketika tanaman tidak optimal mendapat fotosintat maka pertumbuhan tanaman tidak akan maksimal dan pada akhirnya berat kering yang diperoleh juga tidak maksimal.

4.2.3 Interaksi Zeolit dan Abu Sekam pada Parameter Sudut Daun

Seperti ditunjukkan pada Gambar 10. yaitu interaksi abu sekam dan zeolit, dimana parameter sudut daun mempunyai korelasi negatif dengan pemberian abu sekam, semakin banyak abu sekam yang dimanfaatkan maka semakin kecil sudut daun yang dibentuk. Abu sekam yang merupakan sumber silikon dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk menegakkan daun padi atau mempunyai sudut kurang dari 90°. Ketersediaan silikon untuk tanaman tidak lepas dari peran zeolit yaitu dapat meningkatkan efisiensi pemupukan pada tanah-tanah kritis dengan memperlambat pelepasan unsur (*slowly released*), sehingga silikon tidak hilang dengan percuma. Selain itu, zeolit juga berperan meningkatkan KTK tanah untuk memaksimalkan serapan mineral guna mendukung kecilnya sudut daun tanaman tersebut. Perlakuan yang terbaik pada parameter ini adalah pemberian zeolit 100 g (Z2) dan abu sekam 6% (A1). Seperti telah dijelaskan sebelumnya, abu sekam 6% sangat efektif untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman apalagi didukung dengan zeolit yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman padi.



Gambar 10. Interaksi antara Zeolit dengan Abu Sekam terhadap Sudut Daun

Sudut yang lebih kecil ini akan memungkinkan tanaman menerima jauh lebih banyak cahaya yang menembus daun-daun di sebelah bawahnya. Pada akhirnya, proses fotosintesis akan lebih merata di seluruh bagian daun. Fotosintesis ini akan menghasilkan energi (ATP) yang dapat digunakan untuk aktivitas tanaman selanjutnya.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- (1) Pemberian zeolit 100 g dan abu sekam 6% (Z2A1) memberikan hasil yang terbaik hanya pada parameter sudut daun.
- (2) Zeolit 100 g (Z2) memberikan hasil yang terbaik pada parameter tinggi tanaman dan panjang akar.
- (3) Abu sekam 0%(A0) memberikan hasil yang terbaik pada parameter bobot kering akar dan brangkasan, abu sekam 6% (A1) memberikan hasil yang terbaik pada parameter sudut daun dan panjang akar, sedangkan abu sekam 12% (A2) memberikan hasil yang terbaik pada parameter persentase tanaman terserang hama.

5.2 Saran

- (1) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan aplikasi zeolit di lahan sawah, sehingga peran zeolit lebih optimal.
- (2) Abu sekam sebaiknya diaplikasikan pada dosis yang tidak terlalu tinggi berkisar antara 0%-6% dalam media tanam.

DAFTAR PUSTAKA



- AAK. 1990. *Budidaya Tanaman Padi*. Kanisius. Yogyakarta.
- Andrianus, S.H., E. Wagiana, Sulistyowati dan K.A. Wijaya. 2002. Biologi *Helopeltis* spp. pada Bibit Kakao yang Ditanam pada Berbagai Dosis Siilikat. Laporan Penelitian Pertanian UNEJ, Jember.
- Bandung Raya. 2002. *Pemakaian Zeolit Meningkat*. (online). <http://www.pikiran-rakyat.com/cetak.html>, diakses pada 17 April 2005.
- Budianta, D. 1999. Manfaat Pupuk Mineral Zeolit pada Kesuburan Tanah untuk Menunjang Produktivitas Tanaman Pangan. *Agrista* 30:30-34.
- Dewi, L.S.; D.A.S. Martha; H.I. Fajar dan Sundahri. 2004. *The use of zeolite to enhance fruit storage period and the production of tomato crop grown on marginal lands*. Fakultas Pertanian, Universitas Jember. Jember.
- Elawad, S.H.; G.J. Gascho and J.J. Street. 1982a. Response of sugarcane to silicate source and rate. 1 Growth and yield. *Agronomy Journal* 74: 481-3.
- Elawad, S.H.; G.J. Gascho and J.J. Street. 1982b. Response of sugarcane to silicate source and rate. 2. Leaf freckling and nutrient content. *Agronomy Journal* 74: 484-7.
- Fox, R.L.; J.A. Silva; O.R. Young; D.L. Pucknett and G.D. Sherman. 1967. Soil and Plant Silicon and Silicate Response to Sugar Cane. *Soil Sci. Sos. Amer. Proc.* 31:902-6. dalam Sanchez, P. A. 1992. *Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika 1*. ITB, Bogor.
- Galvez, L.; R.B. Clark; L.M. Gourleyn and J.W. Maranville. 1987. Silicon interactions with manganese and aluminium toxicity in sorghum. *Journal of Plant Nutrition* 10: 1139-47.
- Gardner, F.P; Brent P.R and L.R. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Jakarta. Universitas Indonesia.
- Google image. 2004. *Zeolit*. (online). [http:// www.Wetwebmedia.com/Zeolite_Eilters.htm](http://www.Wetwebmedia.com/Zeolite_Eilters.htm). diakses pada tanggal 25 Mei 2005.
- Departemen Pertanian. 2004. Data Base Pemasaran Internasional Beras. (Online). www.deptan.go.id. Diakses pada tanggal 6 Oktober 2005.
- Hardjowigeno, S. 1997. *Ilmu Tanah*. Mediyatama Sarana Perkasa. Jakarta.

- Hasanah, U; M. Khunur dan B. Ismuyanto. 1998. Studi Kelayakan Zeolit Alam di Daerah Blitar Sebagai Adsorben untuk Alizarin Red. *Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Teknik (Engineering)* 10: 28.
- Husodo S Y. 2002. *Membangun Kemandirian Di Bidang Pangan: Suatu Kebutuhan Bagi Indonesia*. (online). <http://www.untag-sby.ac.id/jln-pangan.html>, diakses pada tanggal 17 April 2005.
- Hodson, M.J. and A. G. Sangster. 1989. X-ray microanalysis of the seminal root of *Sorghum bicolor* with particular reference to silicon. *Annals of Botany* 64: 659-67
- Jones, L.H.P. and K.A. Handreck. 1967. Silica in soils, plants and animals. *Advances in Agronomy* 19: 107-207.
- Jones, J.B. 1998. *Plant Nutrition Manual*. CRC Press. Florida.
- Kaufman, P.B.; P. Dayanandan; Y. Takeoka; W.C. Bigelow; J.D. Jones and R. Iler. 1981. Silica in shoots higher plants, pp. 409-449. In *Silicon and siliceous structures in biological systems*, ed. Simpson, T.L. and Volcani, B.E. Spring-Verlag, New York, 587 p.
- Kelman, W.M. and C.O. Qualset. 1991. Breeding for salinity-stressed environments: Recombinant inbred wheat lines under saline irrigation. *Crop Science* 31: 1436-1442.
- Kompas. 2004. *610.000 Hektar Sawah Beralih Fungsi*. (online). <http://www.kompas.com>, diakses pada tanggal 20 Februari 2005.
- Lakitan, B. 1993. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Luh, B. S. 1991. Rice Production volume I. Published by Van Nostrand Reinhold. New York.
- Lewin, J. and B.E.F. Reimann. 1969. Silicon and plant growth. *Annual Review of Plant Physiology* 20: 289-304.
- Ma, J.F.; K. Nishimura and E. Takahashi. 1989. Effect of silicon on the growth of rice plant at different growth stages. *Soil Science and Plant Nutrition* 35: 347-56.
- Ma, J.F. and E. Takahashi. 1990. Effect of silicon on the growth and phosphorus uptake of rice plants under different phosphorus supplies. *Plant and Soil* 126: 115-9.

- Mariam, S. 1991. Pengaruh Metode Aktivasi dan Zeolit pada Tanah Jenis Ultisol Terhadap pH, Kation-Kation Basa dapat Ditukar dan Hasil Kedelai. Bandung. Laporan Hasil Penelitian Universitas Padjajaran dalam Wulandari, W. I. 2004. *Peran Zeolit dalam Pertumbuhan dan Perkembangan Dua Varietas Tomat pada Kondisi Tergenang*. Skripsi. Tidak diterbitkan. Program Strata Satu, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jember.
- Martanto, E.A. 2001. Pengaruh Abu Sekam Terhadap Pertumbuhan Tanaman dan Intensitas Penyakit Layu Fusarium pada Tomat. *Jurnal Irian Agro*, 8(2).
- Martoutomo, H. 2003. *Peraturan Pembenihan Teknik Budidaya dan Deskripsi Varietas Padi, Kedelai dan Kacang Tanah*. Pemerintah Propinsi Jawa Timur Dinas Pertanian Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura, Surabaya.
- Moedradjad, AB. 1977. *Padi Palawija Sayur-Sayuran*. Departemen Pertanian Badan Pengendali Bimas. Jakarta.
- Miyake, Y. and E. Takahashi. 1986. Effect of silicon on the growth and fruit production of strawberry plants in a solution culture. *Soil Science and Plant Nutrition* 32: 321-6.
- Nutri-Tech. 2003. *Vulcanic Zeolite*. Pty Ltd. Queensland, Australia.
- Novrizan. 2001. *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Noor, M. 1996. *Padi Lahan Marjinal*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Okuda, A. and E. Takahashi. 1961. Studies on the physiological role of silicon in crop plants. Part 3. Effect of various amounts of silicon supply on the growth of rice plant and its nutrients uptake. *Journal of the Science of Soil and Manure, Japan. Abstract* 31: 39.
- Pandi, I.M.G. dan M.D. Mario. 2000. Pengaruh pemberian Zeolit dan Posfat Alam terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi di Tanah Gambut. *Prosiding Kongres Nasional VII HITI*. Bandung 2-4 November 1999: Himpunan Ilmu Tanah Indonesia (*Soil Science Society of Indonesia*).
- Pitojo, S. 2000. *Budidaya Padi Sawah Tabela*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Pikiran Rakyat. 2004. *Sawah Terancam Habis Terkikis Pemukiman*. (online). <http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/0904/11/0604.html>, diakses pada 17 April 2005.

- Poerwadi, B.; Pariadi; B. Kamulyan dan A. Ariseno. 1998. Pemanfaatan Zeolit Alam Indonesia sebagai Adsorben Limbah Cair dan Media Fluidisasi dalam Kolom Fluidisasi. *Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Teknik (Engineering)* 10:14-15.
- Prasetyo, Y. T. 2001. *Bertanam Padi Gogo Tanpa Olah Tanah*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rahmawati, A. D. 2005. *Pemanfaatan Limbah Abu Sekam dan Zeolit Alam untuk Peningkatan Produksi Tanaman Padi dan Mutu Benih*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Program Strata Satu, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jember.
- Rachim, A. dan A. Sastiono. 1995. Peran zeolit sebagai carrier pupuk untuk peningkatan ketersediaan fosfor, kalium dan tembaga pada podsolik bertekstur halus sampai kasar. *Prosiding seminar nasional hasil penelitian perguruan tinggi, 7-11 Januari 1995 di Sawangan, Bogor*.
- Raihan, S.; Hairunsyah; N. Aidi dan R. Yulia. 2000. *Peranan Beberapa Macam Bahan Organik dan Pupuk Kalium Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung di Lahan Kering*. Online. [http://www. Google.com](http://www.Google.com). diakses pada tanggal 27 April 2005.
- Raihan, S. 2001. Respon tanaman padi terhadap unsur mikro di lahan pasang surut. *Agrijurnal* 7: 26-32.
- Riwanodja dan T. Adisarwanto. 2001. Aplikasi bentuk dan takaran sekam padi pada kedelai. *Prosiding Seminar Sehari Ilmu Tanah*. Jember, 26 Agustus 2000. Jember.
- Saigusa, M.; A. Yamamoyo and K. Shibuya. 2000. Aplikasi Bentuk dan Takaran Sekam Padi pada Kedelai. *Prosiding Seminar Sehari Ilmu Tanah*. Jember, 26 Agustus 2000.
- Salisbury, F. B. dan C. W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid I*. ITB. Bandung.
- Sanchez, P. A. 1992. *Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika 1*. ITB, Bogor.
- Sanchez, P. A. 1993. *Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika 2*. ITB, Bogor.
- Santoso, D.; I.W. Suastika dan Maryam. 2002. Pengelolaan kesuburan tanah pada lahan kering berlereng dan lahan kering terdegradasi. *Prosiding Seminar Pengelolaan Lahan Kering Berlereng dan Terdegradasi*. Bogor, 9-10 Agustus 2001.

- Situmorang, R. dan A. Sutandi. 1995. Peran zeolit dan belerang untuk pertumbuhan, produksi dan mutu jahe (*Zingiber officinale* Rosc.). *Prosiding seminar nasional hasil penelitian perguruan tinggi, 7-11 Januari 1995* di Sawangan, Bogor.
- Suara Merdeka. 2004. Zeolit, Bahan Pembena Tanah. (online). <http://www.suaramerdeka.com/harian/0402/23/ragam3.htm>, diakses pada tanggal 30 April 2004.
- Sukri, M.Z. 1991. *Tanaman Padi*. Politeknik Pertanian Universitas Jember, Jember.
- Suganal; D,H. Marmer; A. Hakim; Rosidin dan Rahmanudin. 1991. Pemanfaatan Zeolit Bayah pada Pengelolaan Air Bungan Industri MSG di Driyorejo Kab. Gresik. *Laporan Pengembangan* no. 45. PPTM, Bandung.
- Sundahri, 2005. *Studi Aplikasi Zeolit pada Dua Varietas Tomat dalam Kondisi Tergenang*. Tesis. Program Pascasarjana. Fakultas Pertanian, Universitas Jember. Jember.
- Sukamto, D. W.; F. Zuhro; L. Suryaningsih dan Sundahri. 2005. *Pemanfaatan Abu Bara Limbah PLTU sebagai Sumber Silikon Potensial untuk Meningkatkan Produktivitas Padi Menuju Swasembada Beras*. Fakultas Pertanian, Universitas Jember. Jember.
- Suparyono dan A. Setyono. 1993. *Padi*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Sutarti, M. dan M. Rachmawati. 1994. *Zeolit tinjauan literatur*. Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah, LIPI, Jakarta.
- Suwardi. 2000. Prospek zeolit sebagai bahan untuk meningkatkan produksi pangan di Indonesia. *Prosiding Kongres Nasional VII Himpunan Ilmu Tanah Indonesia (HITI)*. Bandung, 2-4 November 1999.
- Suyono. 1993. *Kajian kebutuhan unsur hara makro bagi tanaman edamame (vegetable soybean) pada regosol yang disawahkan*. Jember: Universitas Jember.
- Winarso, S.; T.C. Setiawati; A. Mudjiharjati dan B. Sanyoto. 2001. Perubahan basa-basa dapat ditukar tanah dan air tercuci pada tanah yang diberi zeolit. *Agrijurnal* 7: 1-12.
- Whitten, T.; R. E. Soeriatmadja; dan S. A. Afiff. 1999. *Evolusi Jawa dan Bali Jilid II*. Prenhallindo, Jakarta.

Yamauchi, M. and M.D. Winslow. 1989. Effect of silica and magnesium on yield of upland rice in the humid tropics. *Plant and Soil* 113: 265-9.

Yoshida, S; S.A. Navasero dan E. A Ramirez. Effects of Silica and Nitrogen Supply on Some Leaf Characters of The Rice Plant. *Plant and Soil*.1969 : 49-55.



Lampiran 1

(a). Rangkuman hasil Uji Duncan pada perlakuan zeolit

Parameter	Sumber Keragaman		
	Z0	Z1	Z2
1	32,611 ± 5,76 a	32,444 ± 5,27 a	28,611 ± 3,04 a
2	1,045 ± 0,22 a	1,051 ± 0,07 a	1,179 ± 0,29 a
3	31,607 ± 1,20 b	32,774 ± 1,30 ab	34,097 ± 2,45 a
4	32,281 ± 1,00 a	32,598 ± 0,29 a	32,360 ± 1,14 a
5	1,523 ± 0,05 a	1,508 ± 0,02 a	1,557 ± 0,04 a
6	36,903 ± 0,14 a	36,187 ± 3,51 a	38,804 ± 1,44 a
7	621,472 ± 101,45 ab	525,028 ± 94,18 b	690,194 ± 59,29 a
8	3,881 ± 2,54 a	2,839 ± 1,66 a	2,675 ± 1,16 a
9	6,537 ± 1,65 b	7,000 ± 1,64 ab	8,376 ± 2,93 a
10	62,027 ± 8,46 a	57,949 ± 5,80 a	63,050 ± 6,17 a

Angka yang diikuti huruf yang sama secara horisontal menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf 5 % menurut uji Duncan.

(b). Rangkuman hasil Uji Duncan pada perlakuan abu sekam

Parameter	Perlakuan		
	A0	A1	A2
1	35,667 ± 3,04 b	27,611 ± 2,39 a	30,389 ± 5,86 a
2	1,052 ± 0,21 a	1,045 ± 0,17 a	1,164 ± 0,14 a
3	32,070 ± 0,69 a	34,049 ± 2,28 a	32,359 ± 2,18 a
4	32,623 ± 0,09 a	32,662 ± 0,69 a	31,954 ± 0,84 a
5	1,554 ± 0,06 a	1,502 ± 0,02 a	1,531 ± 0,03 a
6	36,472 ± 4,08 a	37,818 ± 0,86 a	37,603 ± 0,97 a
7	531,972 ± 97,81 b	681,361 ± 54,37 a	623,361 ± 117,43 ab
8	4,213 ± 2,49 b	3,614 ± 1,82 b	1,912 ± 1,05 a
9	9,682 ± 1,78 a	6,280 ± 0,80 b	5,950 ± 0,36 a
10	67,094 ± 4,32 a	60,133 ± 5,58 ab	55,798 ± 4,24 b

Angka yang diikuti huruf yang sama secara horisontal menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf 5 % menurut uji Duncan.

Keterangan parameter:

1. Sudut daun (°)
2. Jumlah anakan
3. Tinggi tanaman (Cm)
4. Panjang daun (Cm)
5. Lebar daun (Cm)
6. Luas daun (cm²)
7. Panjang akar (cm)
8. Persentase tanaman terserang hama (%)
9. Bobot kering akar (g)
10. Bobot kering brangkasan (g)

Lampiran 2

(a) Kadar Unsur dan KTK Zeolit

Amelioran	Kadar unsur dan KTK (me.100 g ⁻¹)				
	K (dd)	Ca (dd)	Mg (dd)	Na (dd)	KTK
Zeolit	274,79	155,39	20,26	4,95	118,62

(b) Hasil Analisis Tanah

Perlakuan	Unsur			
	Ca	Mg	Na	K
Z0	11.12	3.12	0.43	3.17
Z1	26.62	3.2	4.82	3.97
Z2	11.57	3.22	7.47	9.55

Keterangan:

Z0 : Zeolit 0 g

Z1 : Zeolit 50 g

Z2 : Zeolit 100 g

Lampiran 3.

Rangkuman Sidik Ragam (F-hitung) Semua Parameter Penelitian Fase Reproduksi

Parameter	F-Hitung		
	Zeolit	Abu Sekam	Interaksi
Bobot 1000 biji	0,43 ns	6,94 *	0,33 ns
Bobot Gabah Kering Giling per Rumpun	1,65 ns	6,36 *	0,16 ns
Bobot Gabah Kering per Rumpun	0,66 ns	3,29 ns	0,20 ns
Bobot Gabah Kering per Anakan	0,66 ns	5,60 *	1,55 ns
Jumlah Biji per Rumpun	0,46 ns	3,23 ns	0,34 ns
Jumlah Biji per Anakan	1,86 ns	5,15 *	0,74 ns
Laju Pemunculan Bunga	9,82 **	6,06 *	2,64 ns
Kecepatan Berkecambah	0,45 ns	0,95 ns	0,79 ns
Daya Bekecambah	0,42 ns	0,57 ns	0,49 ns
Indek Kecepatan Berkecambah	0,45 ns	0,81 ns	0,60 ns
Keserempakan Berkecambah	0,16 ns	0,30 ns	0,10 ns

Keterangan:

- ns : berbeda tidak nyata
 * : berbeda nyata
 ** : berbeda sangat nyata



Lampiran 5. Data Pengamatan, Sidik Ragam dan Uji Duncan Parameter Tinggi Tanaman pada Faktor Tunggal Zeolit

a. Data Parameter Tinggi Tanaman (cm)

Perlakuan	Blok			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
Z0A0	34,10	33,03	31,20	98,33	32,78
Z0A1	32,13	30,40	32,47	95	31,67
Z0A2	26,47	33,33	31,33	91,13	30,38
Z1A0	33,27	33,43	29,40	96,1	32,03
Z1A1	33,57	35,30	33,97	102,84	34,28
Z1A2	32,63	32,20	31,20	96,03	32,01
Z2A0	30,30	32,80	31,10	94,2	31,40
Z2A1	33,60	36,17	38,83	108,6	36,20
Z2A2	32,47	35,00	36,60	104,07	34,69

b. Sidik Ragam Parameter Tinggi Tanaman (cm)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	92,575	10	9,257	2,438	0,054
Intercept	29093,618	1	29093,618	7660,780	0,000
BLOK	9,637	2	4,819	1,269	0,308
ZEOLIT	27,936	2	13,968	3,678	0,049
ABU	20,567	2	10,283	2,708	0,097
ZEOLIT * ABU	34,435	4	8,609	2,267	0,107
Error	60,764	16	3,798		
Total	29246,957	27			
Corrected Total	153,338	26			

c. Uji Duncan Parameter Tinggi Tanaman (cm)

Zeolit	Subset		Notasi
	1	2	
Z0	31,6067		b
Z1	32,7744	32,7744	ab
Z2		34,0967	a

Lampiran 6. Data Pengamatan, Sidik Ragam dan Uji Duncan Parameter Panjang Akar pada Faktor Tunggal Zeolit

a. Data Parameter Panjang Akar (cm)

Perlakuan	Blok			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
Z0A0	526,00	472,50	591,50	1590	530,00
Z0A1	605,75	795,50	790,50	2191,75	730,58
Z0A2	648,75	711,00	451,75	1811,5	603,83
Z1A0	417,50	477,50	410,50	1305,5	435,17
Z1A1	692,25	766,50	410,25	1869	623,00
Z1A2	542,50	550,75	457,50	1550,75	516,92
Z2A0	646,50	833,25	412,50	1892,25	630,75
Z2A1	622,00	787,00	662,50	2071,5	690,50
Z2A2	788,25	781,75	678,00	2248	749,33

b. Sidik Ragam Parameter Panjang Akar (cm)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	355493,731	10	35549,373	3,519	0,012
Intercept	10120339,447	1	10120339,44	1001,846	0,000
BLOK	95518,699	2	47759,350	4,728	0,024
ZEOLIT	123912,907	2	61956,454	6,133	0,011
ABU	102098,907	2	51049,454	5,054	0,020
ZEOLIT * ABU	33963,218	4	8490,804	0,841	0,519
Error	161627,134	16	10101,696		
Total	10637460,313	27			
Corrected Total	517120,866	26			

c. Uji Duncan Parameter Panjang Akar (cm)

Zeolit	Subset		Notasi
	1	2	
Z1	525,0278		b
Z0	621,4722	621,4722	ab
Z2		690,1944	a

Lampiran 7. Data Pengamatan, Sidik Ragam dan Uji Duncan Parameter Bobot Kering Akar pada Faktor Tunggal Zeolit

a. Data Parameter Bobot Kering Akar (g)

Perlakuan	Blok			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
Z0A0	12,02	7,71	5,59	25,32	8,44
Z0A1	5,10	6,78	4,99	16,87	5,62
Z0A2	4,59	7,70	4,35	16,64	5,55
Z1A0	7,86	10,19	8,62	26,67	8,89
Z1A1	5,86	8,65	3,62	18,13	6,04
Z1A2	5,53	7,26	5,41	18,2	6,07
Z2A0	8,98	15,49	10,68	35,15	11,72
Z2A1	6,76	7,53	7,23	21,52	7,17
Z2A2	7,98	6,41	4,32	18,71	6,24

b. Sidik Ragam Parameter Bobot Kering Akar (g)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	129,746	10	12,975	4,268	0,005
Intercept	1440,436	1	1440,436	473,853	0,000
BLOK	29,345	2	14,673	4,827	0,023
ZEOLIT	16,465	2	8,233	2,708	0,097
ABU	76,840	2	38,420	12,639	0,001
ZEOLIT * ABU	7,095	4	1,774	0,584	0,679
Error	48,637	16	3,040		
Total	1618,820	27			
Corrected Total	178,384	26			

c. Uji Duncan Parameter Bobot Kering Akar (g)

Zeolit	Subset		Notasi
	1	2	
Z0	6,5367		b
Z1	7,0000	7,0000	ab
Z2		8,3756	a

Lampiran 8. Data Pengamatan, Sidik Ragam dan Uji Duncan Parameter Sudut Daun pada Faktor Tunggal Abu Sekam

a. Data Parameter Sudut Daun (°)

Perlakuan	Blok			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
Z0A0	37,5	35	45	117,5	39,17
Z0A1	31	30	30	91	30,33
Z0A2	30	30	25	85	28,33
Z1A0	37,5	32,5	31	101	33,67
Z1A1	25	25	30	80	26,67
Z1A2	41	40	30	111	37,00
Z2A0	32,5	35	35	102,5	34,17
Z2A1	27,5	27,5	22,5	77,5	25,83
Z2A2	20	27,5	30	77,5	25,83

b. Sidik Ragam Parameter Sudut Daun (°)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	598,389	10	59,839	3,693	0,010
Intercept	26320,333	1	26320,333	1624,225	0,000
BLOK	1,056	2	,528	,033	0,968
ZEOLIT	92,167	2	46,083	2,844	0,088
ABU	301,389	2	150,694	9,299	0,002
ZEOLIT * ABU	203,778	4	50,944	3,144	0,044
Error	259,278	16	16,205		
Total	27178,000	27			
Corrected Total	857,667	26			

c. Uji Duncan Parameter Sudut Daun (°)

Abu Sekam	Subset		Notasi
	1	2	
A1	27,6111		a
A2	30,3889		a
A0		35,6667	b

Lampiran 9. Data Pengamatan, Sidik Ragam dan Uji Duncan pada Interaksi Parameter Sudut Daun

a. Data Parameter Sudut Daun ($^{\circ}$)

Perlakuan	Blok			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
Z0A0	37,5	35	45	117,5	39,17
Z0A1	31	30	30	91	30,33
Z0A2	30	30	25	85	28,33
Z1A0	37,5	32,5	31	101	33,67
Z1A1	25	25	30	80	26,67
Z1A2	41	40	30	111	37,00
Z2A0	32,5	35	35	102,5	34,17
Z2A1	27,5	27,5	22,5	77,5	25,83
Z2A2	20	27,5	30	77,5	25,83

b. Sidik Ragam Parameter Sudut Daun ($^{\circ}$)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	598,389	10	59,839	3,693	0,010
Intercept	26320,333	1	26320,333	1624,225	0,000
BLOK	1,056	2	,528	,033	0,968
ZEOLIT	92,167	2	46,083	2,844	0,088
ABU	301,389	2	150,694	9,299	0,002
ZEOLIT * ABU	203,778	4	50,944	3,144	0,044
Error	259,278	16	16,205		
Total	27178,000	27			
Corrected Total	857,667	26			

c. Uji Duncan pada Interaksi Parameter Sudut Daun ($^{\circ}$)

Hasil Uji Duncan pada perlakuan ZxA		
Perlakuan	Rata-rata	Notasi
Z0A0	39.17	d
Z0A1	30.33	abc
Z0A2	28.33	ab
Z1A0	33.67	abcd
Z1A1	26.67	ab
Z1A2	37.00	dc
Z2A0	34.17	bcd
Z2A1	25.83	a
Z2A2	25.83	a

Lampiran 10. Data Pengamatan, Sidik Ragam dan Uji Duncan Parameter Panjang Akar pada Faktor Tunggal Abu Sekam

a. Data Parameter Panjang Akar (cm)

Perlakuan	Blok			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
Z0A0	526,00	472,50	591,50	1590	530,00
Z0A1	605,75	795,50	790,50	2191,75	730,58
Z0A2	648,75	711,00	451,75	1811,5	603,83
Z1A0	417,50	477,50	410,50	1305,5	435,17
Z1A1	692,25	766,50	410,25	1869	623,00
Z1A2	542,50	550,75	457,50	1550,75	516,92
Z2A0	646,50	833,25	412,50	1892,25	630,75
Z2A1	622,00	787,00	662,50	2071,5	690,50
Z2A2	788,25	781,75	678,00	2248	749,33

b. Sidik Ragam Parameter Panjang Akar (cm)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	355493,731	10	35549,373	3,519	0,012
Intercept	10120339,447	1	10120339,44	1001,846	0,000
			7		
BLOK	95518,699	2	47759,350	4,728	0,024
ZEOLIT	123912,907	2	61956,454	6,133	0,011
ABU	102098,907	2	51049,454	5,054	0,020
ZEOLIT * ABU	33963,218	4	8490,804	0,841	0,519
Error	161627,134	16	10101,696		
Total	10637460,313	27			
Corrected Total	517120,866	26			

c. Uji Duncan Parameter Panjang Akar (cm)

Abu Sekam	Subset		Notasi
	1	2	
A0	531,9722		b
A2	623,3611	623,3611	a
A1		681,3611	ab

Lampiran 11. Data Pengamatan, Sidik Ragam dan Uji Duncan Parameter Persentase Tanaman Terserang Hama pada Faktor Tunggal Abu Sekam

a. Data Parameter Persentase Tanaman Terserang Hama (%)

Perlakuan	Blok			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
Z0A0	48,48	45,16	35,00	128,64	42,88
Z0A1	32,26	57,58	51,43	141,27	47,09
Z0A2	18,97	22,50	20,00	61,47	20,49
Z1A0	18,42	17,95	17,95	54,32	18,11
Z1A1	32,61	22,86	36,67	92,14	30,71
Z1A2	33,33	25,00	23,33	81,66	27,22
Z2A0	44,44	21,05	45,83	111,32	37,11
Z2A1	23,91	25,64	14,29	63,84	21,28
Z2A2	31,91	23,53	20,45	75,89	25,30

b. Sidik Ragam Parameter Persentase Tanaman Terserang Hama

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	39,776	9	4,420	2,235	0,097
Intercept	209,617	1	209,617	106,002	0,000
BLOK	2,146	2	1,073	,543	0,595
ZEOLIT	4,173	2	2,086	1,055	0,378
ABU	19,352	2	9,676	4,893	0,028
ZEOLIT * ABU	11,480	3	3,827	1,935	0,178
Error	23,730	12	1,977		
Total	282,970	22			
Corrected Total	63,505	21			

c. Uji Duncan Parameter Persentase Tanaman Terserang Hama

Abu Sekam	Subset		Notasi
	1	2	
A2	1,9117		b
A1		3,6144	a
A0		4,2127	a

Lampiran 12. Data Pengamatan, Sidik Ragam dan Uji Duncan Parameter Bobot Kering Akar pada Faktor Tunggal Abu Sekam

a. Data Parameter Bobot Kering Akar (g)

Perlakuan	Blok			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
Z0A0	12,02	7,71	5,59	25,32	8,44
Z0A1	5,10	6,78	4,99	16,87	5,62
Z0A2	4,59	7,70	4,35	16,64	5,55
Z1A0	7,86	10,19	8,62	26,67	8,89
Z1A1	5,86	8,65	3,62	18,13	6,04
Z1A2	5,53	7,26	5,41	18,2	6,07
Z2A0	8,98	15,49	10,68	35,15	11,72
Z2A1	6,76	7,53	7,23	21,52	7,17
Z2A2	7,98	6,41	4,32	18,71	6,24

b. Sidik Ragam Parameter Bobot Kering Akar (g)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	129,746	10	12,975	4,268	0,005
Intercept	1440,436	1	1440,436	473,853	0,000
BLOK	29,345	2	14,673	4,827	0,023
ZEOLIT	16,465	2	8,233	2,708	0,097
ABU	76,840	2	38,420	12,639	0,001
ZEOLIT * ABU	7,095	4	1,774	0,584	0,679
Error	48,637	16	3,040		
Total	1618,820	27			
Corrected Total	178,384	26			

c. Uji Duncan Parameter Bobot Kering Akar (g)

Abu Sekam	Subset		Notasi
	1	2	
A2	5,9500		b
A1	6,2800		b
A0		9,6822	a

Lampiran 13. Data Pengamatan, Sidik Ragam dan Uji Duncan Parameter Bobot Kering Brangkasian pada Faktor Tunggal Abu Sekam

a. Data Parameter Bobot Brangkasian (g)

Perlakuan	Blok			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
Z0A0	85,80	70,77	57,43	214	71,33
Z0A1	52,91	69,13	42,36	164,4	54,80
Z0A2	65,39	64,15	50,30	179,84	59,95
Z1A0	60,94	66,15	60,99	188,08	62,69
Z1A1	69,41	67,45	42,17	179,03	59,68
Z1A2	49,00	58,11	47,32	154,43	51,48
Z2A0	57,38	91,73	52,66	201,77	67,26
Z2A1	70,65	70,48	56,64	197,77	65,92
Z2A2	64,02	54,14	49,75	167,91	55,97

b. Sidik Ragam Parameter Bobot Brangkasian (g)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2399,185	10	239,919	3,222	0,018
Intercept	100495,062	1	100495,062	1349,620	0,000
BLOK	1408,210	2	704,105	9,456	0,002
ZEOLIT	131,090	2	65,545	,880	0,434
ABU	584,606	2	292,303	3,926	0,041
ZEOLIT * ABU	275,278	4	68,820	,924	0,474
Error	1191,388	16	74,462		
Total	104085,635	27			
Corrected Total	3590,573	26			

c. Uji Duncan Parameter Bobot Brangkasian (g)

Abu Sekam	Subset		Notasi
	1	2	
A2	55,7978		b
A1	60,1333	60,1333	ab
A0		67,0944	a

Lampiran 14. Data Pengamatan dan Sidik Ragam Parameter Luas Daun

a. Data Parameter Luas Daun (cm)

Perlakuan	Blok			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
Z0A0	43,87	34,24	32,79	110,9	36,97
Z0A1	36,40	40,30	34,30	111	37,00
Z0A2	31,68	40,77	37,78	110,23	36,74
Z1A0	31,01	31,27	34,22	96,5	32,17
Z1A1	34,89	37,07	41,24	113,2	37,73
Z1A2	40,80	33,26	41,91	115,97	38,66
Z2A0	34,59	44,49	41,77	120,85	40,28
Z2A1	43,59	35,46	37,11	116,16	38,72
Z2A2	45,04	35,64	31,55	112,23	37,41

b. Sidik Ragam Parameter Luas Daun (cm)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	125,845	10	12,585	0,524	0,849
Intercept	37560,354	1	37560,354	1564,846	0,000
BLOK	6,388	2	3,194	0,133	0,876
ZEOLIT	32,964	2	16,482	0,687	0,517
ABU	9,408	2	4,704	0,196	0,824
ZEOLIT * ABU	77,086	4	19,271	0,803	0,541
Error	384,041	16	24,003		
Total	38070,241	27			
Corrected Total	509,886	26			

Lampiran 15. Data Pengamatan dan Sidik Ragam Parameter Panjang Daun

a. Data Parameter Panjang Daun (cm)

Perlakuan	Blok			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
Z0A0	33,85	31,50	30,33	95,68	31,89
Z0A1	35,12	31,72	33,40	100,24	33,41
Z0A2	33,75	31,47	29,39	94,61	31,54
Z1A0	32,62	31,35	33,08	97,05	32,35
Z1A1	32,84	31,44	33,29	97,57	32,52
Z1A2	32,23	31,88	34,65	98,76	32,92
Z2A0	31,67	36,12	33,09	100,88	33,63
Z2A1	32,67	31,93	31,55	96,15	32,05
Z2A2	34,43	31,53	28,26	94,22	31,41

b. Sidik Ragam Parameter Panjang Daun (cm)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	24,264	10	2,426	0,772	0,654
Intercept	28366,853	1	28366,853	9023,150	0,000
BLOK	9,476	2	4,738	1,507	0,251
ZEOLIT	0,488	2	0,244	0,078	0,926
ABU	2,850	2	1,425	0,453	0,643
ZEOLIT * ABU	11,450	4	2,863	0,911	0,481
Error	50,301	16	3,144		
Total	28441,417	27			
Corrected Total	74,564	26			

Lampiran 16. Data Pengamatan dan Sidik Ragam Parameter Jumlah Anakan

a. Data Parameter Jumlah Anakan

Perlakuan	Blok			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
Z0A0	33	31	40	104	34.67
Z0A1	31	33	35	99	33.00
Z0A2	58	40	40	138	46.00
Z1A0	38	39	39	116	38.67
Z1A1	46	35	30	111	37.00
Z1A2	33	52	30	115	38.33
Z2A0	36	38	24	98	32.67
Z2A1	46	39	42	127	42.33
Z2A2	47	34	44	125	41.67

b. Sidik Ragam Parameter Jumlah Anakan

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0,468	10	4,684E-02	0,958	0,514
Intercept	29,965	1	29,965	612,700	0,000
BLOK	3,767E-02	2	1,883E-02	0,385	0,687
ZEOLIT	6,787E-02	2	3,394E-02	0,694	0,515
ABU	8,118E-02	2	4,059E-02	0,830	0,455
ZEOLIT * ABU	0,268	4	6,690E-02	1,368	0,292
Error	0,734	15	4,891E-02		
Total	32,005	26			
Corrected Total	1,202	25			

Lampiran 17. Data Pengamatan dan Sidik Ragam Parameter Lebar Daun

a. Data Parameter Lebar Daun (cm)

Perlakuan	Blok			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
Z0A0	1,63	1,56	1,55	4,74	1,58
Z0A1	1,41	1,51	1,51	4,43	1,48
Z0A2	1,57	1,50	1,47	4,54	1,51
Z1A0	1,56	1,50	1,40	4,46	1,49
Z1A1	1,57	1,47	1,52	4,56	1,52
Z1A2	1,66	1,48	1,41	4,55	1,52
Z2A0	1,67	1,47	1,65	4,79	1,60
Z2A1	1,61	1,45	1,47	4,53	1,51
Z2A2	1,70	1,48	1,51	4,69	1,56

b. Sidik Ragam Parameter Lebar Daun (cm)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0,105	10	1,048E-02	2,351	0,062
Intercept	63,143	1	63,143	14160,001	0,000
BLOK	6,365E-02	2	3,183E-02	7,137	0,006
ZEOLIT	1,123E-02	2	5,615E-03	1,259	0,311
ABU	1,232E-02	2	6,159E-03	1,381	0,280
ZEOLIT * ABU	1,764E-02	4	4,409E-03	0,989	0,442
Error	7,135E-02	16	4,459E-03		
Total	63,319	27			
Corrected Total	0,176	26			

Lampiran 18. Denah Penelitian

