



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

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

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

PENGARUH KOMPOS ALANG-ALANG TERHADAP BEBERAPA PADI BERAS MERAH (*Oryza sativa* L) SUMATERA BARAT PADA TANAH KAYA Fe

TESIS



**NOVIA YOSRINI
07201001**

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG 2009**

**Pengaruh Kompos Alang-Alang terhadap Beberapa Padi Beras Merah Lokal
(*Oryza sativa* L) Sumatera Barat pada Tanah Kaya Fe**

Oleh :

Novia Yosrini

(Di bawah Bimbingan Aswaldi Anwar dan Irfan Suliansyah)

RINGKASAN

Salah satu usaha yang dilakukan untuk meningkatkan produksi padi nasional khususnya wilayah di luar Jawa adalah pencetakan sawah baru di daerah-daerah pengembangan yang berpotensi irigasi. Namun, berbagai persoalan muncul pada sawah-sawah bukaan baru tersebut, terutama masalah keracunan besi (Fe) dan defisiensi hara fosfor (P).

Jika pada tanah sawah yang sudah lama dikelola tidak terjadi lagi kenaikan hasil (*leveling off*), maka pada sawah bukaan baru (2 – 5 tahun) lebih terfokus pada gangguan kelarutan besi yang sangat tinggi (gangguan serapan hara di akar). Ketersediaan hara dalam tanah ikut memperparah situasi yang diakibatkan oleh tingginya kelarutan besi tersebut. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah keracunan Fe adalah dengan mengendalikan Fe larut melalui pengelolaan air, penambahan bahan organik dan pemakaian varietas yang toleran.

Pemberian bahan organik dalam mengatasi masalah keracunan Fe pada tanah sawah ternyata memberikan hasil yang cukup memuaskan, karena proses dekomposisi bahan organik akan menghasilkan asam-asam organik yang mempunyai muatan negatif pada gugus fungsionalnya (karboksil dan hidroksil) dan dapat menyebabkan terikatnya kation-kation logam seperti Fe, membentuk

senyawa khelat atau kompleks logam organik, sehingga aktivitas logam dalam tanah dapat berkurang. Pemberian bahan organik yaitu 20 ton ha⁻¹ atau setara dengan peningkatan bahan organik tanah sebesar 1% pada luasan 1 hektar dengan ketebalan tanah 0,2 m dan berat jenis rata-rata 1 ton m⁻³.

Salah satu bahan organik yang dapat dimanfaatkan untuk pengendalian Fe terlarut adalah kompos alang-alang. Kompos alang-alang merupakan biomassa dengan kandungan hara di dalamnya dapat dimanfaatkan bagi pertumbuhan tanaman bila dikembalikan lagi ke dalam tanah sebagai sumber bahan organik.

Ada beberapa komponen dalam peningkatan produksi, salah satu komponen utamanya adalah pembentukan varietas unggul baru yang memiliki potensi hasil tinggi, tahan terhadap cekaman biotik dan abiotik, bermutu tinggi dan rasa dapat diterima konsumen.

Pemanfaatan berbagai jenis padi beras merah lokal Sumatera Barat, perlu diupayakan semaksimal mungkin, agar padi lokal ini tetap dapat bersaing dengan padi hibrida baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Untuk mencegah terjadinya erosi genetik yang mengakibatkan semakin berkurangnya sumber genetik maka perlu dilakukan pelestarian terhadap plasma nutfah padi yang masih tersisa, baik secara *in situ* maupun *ex situ* serta memanfaatkannya untuk merakit dan menghasilkan varietas unggul baru.

Pelestarian *in situ* bersifat pasif, dapat terlaksana hanya dengan mengamankan tempat tumbuh alamiah suatu jenis. Sementara pelestarian *ex situ* bersifat aktif, yaitu dengan cara memindahkan suatu jenis ke suatu lingkungan atau tempat pemeliharaan baru di luar habitat alamiahnya. Dalam hal ini, tempat

pelestarian dapat berupa kebun koleksi, penyimpanan benih, kultur jaringan, kultur serbuk sari, atau kultur bagian tanaman yang lainnya

Berbagai permasalahan akan timbul jika padi lokal ini ditanam pada tanah yang bermasalah dengan Fe. Perlu dipilih kultivar/varietas yang toleran terhadap Fe^{+2} . Disamping itu perlu pula bahan organik yang mampu menetralkan gangguan logam seperti Fe^{+2} , sehingga dapat mempermudah tanaman dalam menyerap unsur hara. Penelitian terhadap padi-padi unggul nasional yang tahan terhadap tanah-tanah bermasalah dengan Fe telah banyak dilakukan, namun masih sedikit penelitian terhadap padi-padi lokal.

Di Indonesia padi yang berasnya berwarna merah (padi beras merah) kurang mendapat perhatian dibandingkan dengan padi yang berasnya berwarna putih (padi beras putih), padahal beras merah mengandung gizi tinggi. Keunggulannya terletak pada kadar kalori dan seratnya yang cukup tinggi, dapat mencegah berbagai macam penyakit seperti diabetes. Kurang populernya beras merah ditengah masyarakat, karena produktivitasnya masih kalah dibandingkan dengan padi unggul seperti IR- 64 dan jenis padi unggul terbaru lainnya.

Padi beras merah di daerah Sumatera Barat keberadaanya sulit untuk ditemukan karena masyarakatnya jarang yang membudidayakan padi beras merah. Agar padi beras merah dapat dipertahankan keberadaanya maka perlu adanya upaya-upaya pelestarian plasma nutfah yang ada sehingga bisa berkembang dengan baik. Di dalam plasma nutfah terkandung sifat-sifat yang diperlukan untuk pembentukan atau perbaikan sifat varietas unggul yang diinginkan. Lokasi atau tempat penanamannya membutuhkan tempat yang cocok agar padi beras merah lokal ini dapat tumbuh dengan baik. Perlu dilakukan suatu usaha agar padi lokal

tersebut dapat tumbuh dengan baik pada tanah-tanah yang kadar Fe nya cukup tinggi.

Beberapa genotipe padi memiliki adaptasi yang baik pada lahan keracunan Fe, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber toleransi terhadap keracunan Fe. Namun, hasil padi akan menurun drastis bila ditanam pada lahan sawah berkadar Fe tinggi seperti jenis tanah Ultisol. Sifat fisik dan kimia tanah Ultisol ini yang kurang mendukung, tidak jarang pula terjadi keracunan Fe dengan daya hasil yang rendah yaitu 1,0 – 2,5 ton ha⁻¹ bahkan gagal panen. Dilaporkan bahwa penurunan hasil padi pada lahan keracunan Fe mencapai 70% untuk varietas peka dan 30% untuk varietas toleran.

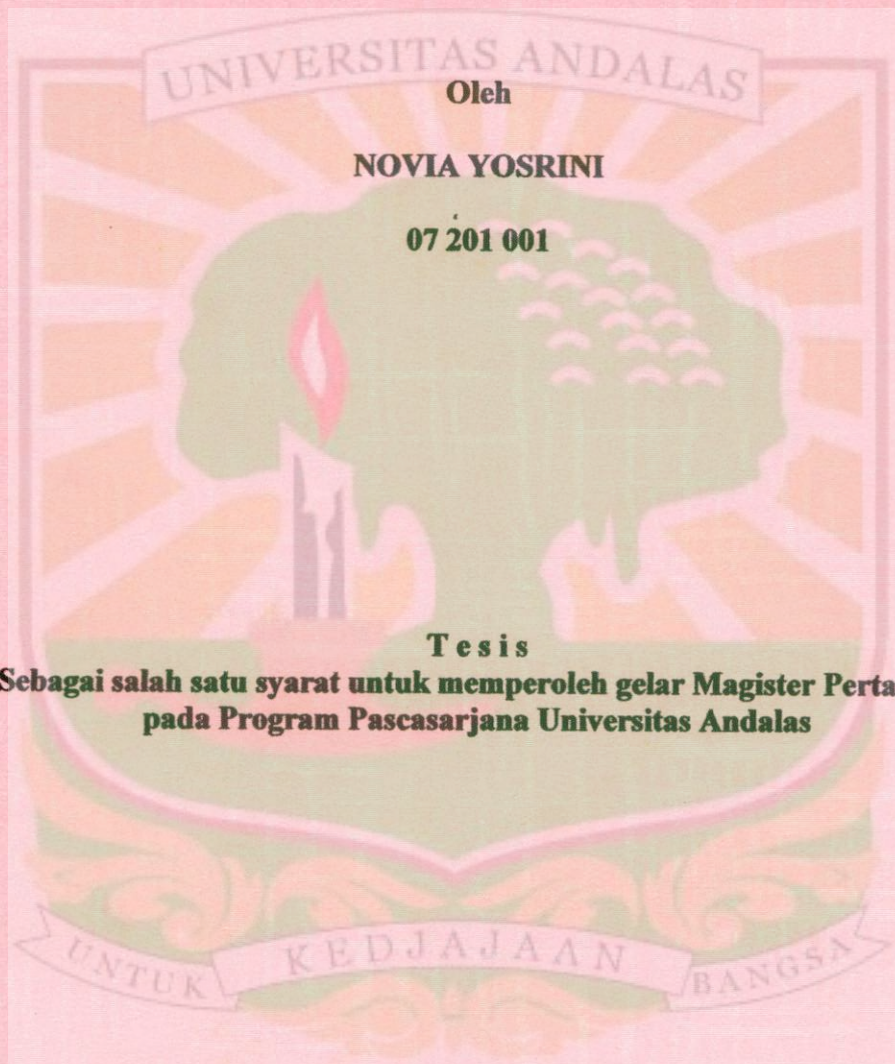
Tujuan penelitian ini adalah untuk : a) Mempelajari pengaruh pemberian kompos alang-alang yang dapat menurunkan kadar/konsentrasi Fe terlarut di dalam tanah; b) Mendapatkan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat yang toleran terhadap Fe.

Percobaan ini dilakukan di rumah kaca berupa percobaan pot, faktorial 15 x 2, dimana faktor pertama adalah 15 kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat dan faktor kedua adalah dosis kompos alang-alang (0 t ha⁻¹ = tercekam Fe dan 20 t ha⁻¹ = tidak tercekam Fe) dengan 2 ulangan. Percobaan dibagi atas 2 seri. Seri I: pengamatan vegetatif, meliputi penampilan tanaman yang keracunan Fe, tinggi tanaman (cm), jumlah anakan per pot (batang), berat kering akar dan tajuk (g), bobot relatif tanaman (%), analisis tanaman berupa kandungan Fe pada akar dan tajuk (ppm) serta kandungan P akar dan tajuk (ppm), Efisiensi Penggunaan P (EPP), Efisiensi Serapan P (ESP) dan kandungan klorofil daun. Seri II:

pengamatan generatif, meliputi jumlah anakan produktif per pot (batang), berat 100 biji (g) dan hasil GKG (g) per pot.

Dari percobaan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa : a) Pemberian kompos alang-alang 20 t ha⁻¹ dapat mengurangi kadar/konsentrasi Fe dalam tanah dari 900 ppm menjadi 700 ppm; b) Kultivar BM Talang Babungo dapat digolongkan sebagai kultivar yang toleran terhadap cekaman Fe (Fe tajuk 279,43 ppm), Kultivar BM Surian, BM Perbatasan, BM Kekuningan, BHt Sariak Alam Tigo, BM jorong Mudiak, dikategorikan sebagai kultivar yang agak toleran Fe (Fe tajuk berkisar 333,08 – 337,33 ppm), Kultivar Padi Telur, BM Siarang, BM Gn. Pasir, BHt Solok dan Padi Ladang Merah adalah kultivar yang tidak toleran Fe (Fe tajuk berkisar 337,80 – 346,58 ppm), Kultivar BM Pido Manggih dan BM Sungai Abu, tergolong kultivar yang peka (Fe tajuk 358,74 dan 365,02 ppm), dan Kultivar BM Sikarjuik dan BM Teluk Embun, tergolong kultivar yang sangat peka (Fe tajuk 434,86 dan 456,11 ppm).

**PENGARUH KOMPOS ALANG-ALANG TERHADAP BEBERAPA PADI
BERAS MERAH LOKAL (*Oryza sativa* L) SUMATERA BARAT
PADA TANAH KAYA Fe**



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ANDALAS
2009**



[Handwritten signature]

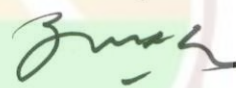
[Handwritten signature]

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

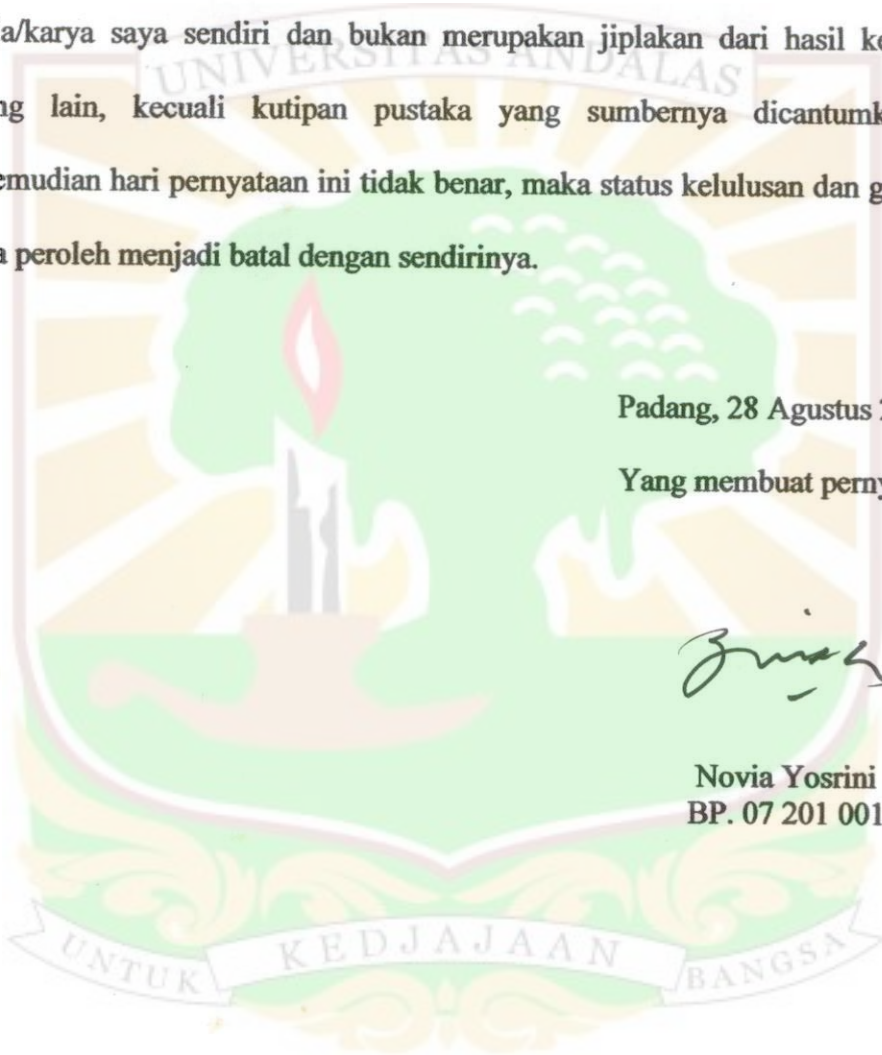
Dengan ini saya menyatakan bahwa isi Tesis yang ditulis dengan judul **“Pengaruh Kompos Alang-Alang Terhadap Beberapa Padi Beras Merah Lokal (*Oryza sativa* L) Sumatera Barat pada Tanah Kaya Fe”** adalah hasil kerja/karya saya sendiri dan bukan merupakan jiplakan dari hasil kerja/karya orang lain, kecuali kutipan pustaka yang sumbernya dicantumkan. Jika dikemudian hari pernyataan ini tidak benar, maka status kelulusan dan gelar yang saya peroleh menjadi batal dengan sendirinya.

Padang, 28 Agustus 2009

Yang membuat pernyataan



Novia Yosrini
BP. 07 201 001



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Padang pada tanggal 4 Nopember 1968, merupakan anak ke empat dari lima bersaudara dari pasangan Bapak M. Nazir Halim (alm) dan Ibu Maiyar (almh). Menamatkan Sekolah Dasar Pertiwi II Padang pada tahun 1982, Sekolah Menengah Pertama 1 Padang pada tahun 1985, dan Sekolah Menengah Atas 1 Padang pada tahun 1988. Pada tahun 1988 penulis melanjutkan pendidikan di Fakultas Pertanian Universitas Andalas dan menyelesaikannya tahun 1993. Akhir tahun 1993 sampai akhir tahun 1994, penulis bekerja sebagai Research Assistant IRRI, Sitiung, Sumatera Barat. Tahun 1995 sampai 1996, menjadi tenaga honorer di Direktorat Perbenihan, Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dan Hortikultura, Deptan, Jakarta, tahun 1997 menjadi CPNS dan Maret 1998 diangkat menjadi Pegawai Negeri Sipil (PNS). Pada tahun 2000, penulis dipindahkan ke Direktorat Tanaman Sayuran dan Biofarmaka, Direktorat Jenderal Hortikultura, Deptan, Jakarta, sampai sekarang. Beberapa tahun bekerja sebagai PNS, penulis menikah dengan Irvan Gunadhi, ST.

Pada tahun 2007 penulis mendapat kesempatan untuk melanjutkan pendidikan di Jurusan Agronomi Program Pascasarjana Universitas Andalas Padang. Kesempatan sekolah ini diperoleh dari dana bantuan Departemen Pertanian.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang menganugerahi *spirit* kepada penulis untuk dapat menyelesaikan penulisan tesis ini. Terima kasih kepada : Bapak Prof. Dr. Ir. Aswaldi Anwar, MS., dan Bapak Prof. Dr. Ir. H. Irfan Suliansyah, MS., masing-masing sebagai Ketua dan Anggota Komisi Pembimbing yang telah menyetujui dan memberikan arahan serta membuka cakrawala pemikiran penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

Ucapan terima kasih juga penulis tujukan kepada Bapak Dr. Ir. Teguh Budi Prasetyo, MS, yang telah memberikan banyak ilmu untuk kesempurnaan tesis ini; Ibu Dr. Ir. Hj. Etti Swasti, MS, Ibu Dr. Ir. Irawati Chaniago, M.Rur,Sc dan Ibu Dr. Ir. Novry Nelly, MS, selain memberikan banyak ilmu juga sebagai tempat berbagi yang baik bagi penulis.

Ucapan yang sama penulis tujukan kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Novirman Jamarun, MSc, sebagai Direktur Program Pasca Sarjana Universitas Andalas, serta Bapak Prof. Dr. Ir. Zulfadly Syarif, MP sebagai Ketua Program Studi Agronomi yang telah memberikan kemudahan bagi penulis dalam penyelesaian tesis ini.

Terima kasih juga kepada teman-teman seperjuangan : Ir. Buhaira, Purnadi, SP, Lily Syukriani, SP dan Melia Aktrinisia, SP, teman-teman lain yang juga ikut membantu penulis terutama Bapak Hamdani, STP, MP, Dewi Rezki, SP, Rina Alfina, SP, Kiki Amelia, SP, Bapak Ir. Soemarsono, Yefriwati, SP dan Damanhuri, SP, serta adik-adik dari S1 utamanya Sepli, Mira, Dodi, dan Ival. Terakhir dan paling utama, terima kasih untuk kedua orangtua penulis.

Tesis ini sebenarnya hasil serutan dari serangkaian fakta dan data fenomena alam dan karya manusia, yang terbaca dan teranalisis oleh penulis, tidak murni hasil karya sendiri. Sepatutnya penulis berterima kasih pada semua pihak yang karyanya termaktub dalam tesis ini. Akhirnya sudah tentu tesis ini bukan hasil karya yang sempurna, sehingga tidak tertutup kemungkinan banyak hal yang perlu disempurnakan, karena itu, kritik dan saran membangun sangat diperlukan.

Padang, 28 Agustus 2009

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi dan Perumusan Masalah	5
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	7
1.4. Manfaat Penelitian	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Masalah Tanah Sawah	8
2.2. Pengaruh Keracunan Besi (Fe) pada Tanaman Padi.....	9
2.3. Padi Beras Merah.....	13
2.4. Plasma Nutfah Padi.....	17
2.5. Peranan Kompos Alang-Alang sebagai Sumber Bahan Organik	19
III. BAHAN DAN METODE	24
3.1. Waktu dan tempat	24
3.2. Bahan dan Alat.....	24
3.3. Metode Penelitian	24
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1. Analisis Tanah dan Kompos	33
4.2. Penampilan Tanaman yang Keracunan Fe.....	35
4.3. Tinggi Tanaman (cm)	38
4.4. Jumlah Anakan per Pot (batang).....	42
4.5. Berat Kering Akar dan Tajuk (g).....	43
4.6. Bobot Relatif Tanaman (%).....	46
4.7. Analisis Jaringan Tanaman.....	48

4.8. Efisiensi Penggunaan P (EPP) ($\text{g}^2 \text{BKT mg}^{-1} \text{P}$).....	53
4.9. Efisiensi Serapan P (ESP) ($\text{mg P g}^{-1} \text{BK Akar}$)	55
4.10. Kandungan Klorofil Daun.....	57
4.11. Jumlah Anakan Produktif per Pot (batang).....	59
4.12. Berat 100 Butir Gabah (g).....	60
4.13. Hasil (g pot^{-1})	63
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	70
5.1. Kesimpulan	70
5.2. Saran	70
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN	76



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil analisis tanah dan kompos	33
2. Penampilan tanaman berdasarkan skala gejala tanaman yang keracunan Fe	36
3. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap tinggi tanaman (cm)	39
4. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap jumlah anakan per pot (batang)	42
5. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap berat kering akar dan tajuk (g).....	44
6. Bobot relatif kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat	46
7. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap kandungan Fe akar dan tajuk tanaman	48
8. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap kandungan P akar dan tajuk tanaman	52
9. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap Efisiensi Penggunaan P (EPP) (g^2 BKT mg^{-1} P)	54
10. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap Efisiensi Serapan P (ESP) (mg P g^{-1} BK akar) (Data ditransformasi ke $V(Y + 0,5)$)	55
11. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap kandungan klorofil daun.....	57
12. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap jumlah anakan produktif (batang)	59
13. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap berat 100 butir gabah	61
14. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap hasil GKG	63

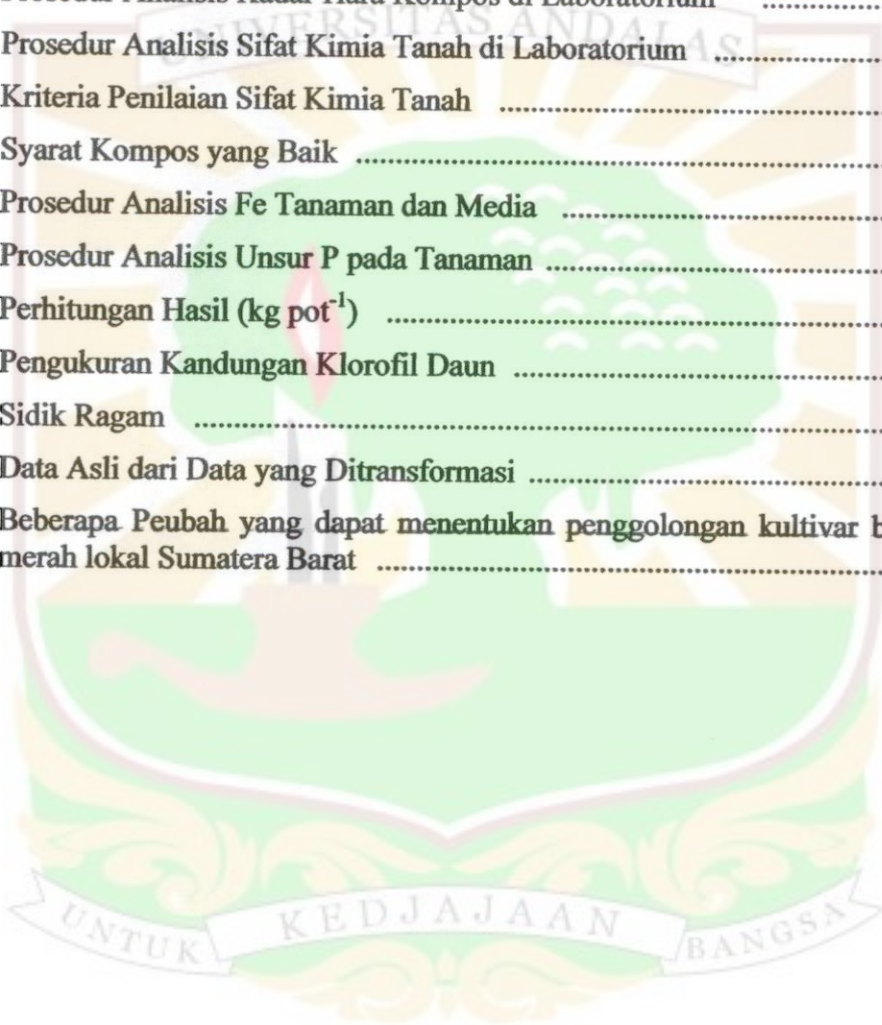
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Hipotesis pengikatan logam Al^{+3} , Fe^{+3} dan Fe^{+2} oleh asam humat menurut De Conink (1980) dalam Herviyanti (2007)	23
2. Penampilan gejala tanaman yang keracunan Fe, (a) skala 2, (b) skala 3, (c) skala 5, (d) skala 7, (e) skala 9.....	37
3. Tinggi tanaman kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat, tanpa kompos setelah 2 bulan penanaman	40
4. Tinggi tanaman kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat, diberi kompos 20 t ha^{-1} setelah 2 bulan penanaman	41
5. Penampilan biji dari masing-masing kultivar beras merah lokal Sumatera Barat yang digunakan	62
6. Fase generatif kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat dalam keadaan tercekam Fe dan tidak tercekam Fe	65
7. Hasil Gabah Kering Giling (GKG) per pot kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat	68



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Denah penempatan Satuan Percobaan di Rumah Kaca	76
2. Pembuatan Kompos Alang-Alang dan Perhitungan Kompos pot^{-1}	77
3. Prosedur Analisis Kadar Hara Kompos di Laboratorium	78
4. Prosedur Analisis Sifat Kimia Tanah di Laboratorium	80
5a. Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah	83
5b. Syarat Kompos yang Baik	83
6a. Prosedur Analisis Fe Tanaman dan Media	84
6b. Prosedur Analisis Unsur P pada Tanaman	86
7. Perhitungan Hasil (kg pot^{-1})	87
8. Pengukuran Kandungan Klorofil Daun	88
9. Sidik Ragam	90
10. Data Asli dari Data yang Ditransformasi	95
11. Beberapa Peubah yang dapat menentukan penggolongan kultivar beras merah lokal Sumatera Barat	96



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beras merupakan makanan pokok hampir seluruh penduduk Indonesia dengan konsumsi sekitar 140 – 150 kg beras kapita⁻¹ tahun⁻¹. Kebutuhan terhadap beras akan selalu meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk. Produksi padi nasional pada tahun 2008 sebesar 60,33 juta ton gabah kering giling (GKG) setara dengan 38 juta ton beras (Badan Pusat Statistik, 2009). Dengan laju pertambahan penduduk sekitar 1,49%, maka jumlah penduduk Indonesia di tahun 2025 berkisar 296 juta jiwa maka kebutuhan beras menjadi sekitar 41,5 juta ton.

Sejak adanya swasembada beras tahun 1984, di Indonesia tidak lagi terlihat keseimbangan antara kebutuhan dengan produksi nasional. Bahkan pada tahun 1998 Indonesia pernah sebagai pengimpor beras terbesar di Asia Tenggara, yaitu sebesar 5,9 juta ton atau separuh dari produksi dunia yang ada di pasaran yaitu 12 juta ton (Sumodiningrat, 2001). Upaya yang dilakukan pemerintah antara lain adanya pengurangan volume impor, pada tahun 2006 menjadi sebesar 210 ribu ton (Deptan, 2006).

Tantangan yang sangat besar pengaruhnya terhadap penurunan produksi beras nasional adalah terjadinya alih fungsi lahan dari lahan-lahan subur dan atau sawah produktif menjadi pusat perkembangan sektor non pertanian, seperti perkotaan, industri dan pemukiman. Konsekuensinya adalah makin tajamnya penyusutan lahan pertanian produktif.

Salah satu usaha yang dilakukan untuk meningkatkan produksi padi nasional khususnya wilayah di luar Jawa adalah pencetakan sawah baru di daerah-daerah pengembangan yang berpotensi irigasi. Pembukaan sawah baru dari tahun

1981 hingga akhir 1999 tercatat seluas 3,2 juta ha dan tetap bertambah akibat pesatnya konversi oleh pembangunan hingga tahun 2003 (Irawan, 2005). Namun, berbagai persoalan muncul pada sawah-sawah bukaan baru tersebut, terutama masalah keracunan besi (Fe) dan defisiensi hara fosfor (P) (Djakamihardja, Satari dan Djakasutami, 1990 dan Tan, 1998).

Jika pada tanah sawah yang sudah lama dikelola tidak terjadi lagi kenaikan hasil (*leveling off*), maka pada sawah bukaan baru (2 – 5 tahun) lebih terfokus pada gangguan kelarutan besi yang sangat tinggi (gangguan serapan hara di akar). Ketersediaan hara dalam tanah ikut memperparah situasi yang diakibatkan oleh tingginya kelarutan besi tersebut. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah keracunan Fe adalah dengan mengendalikan Fe larut melalui pengelolaan air, penambahan bahan organik dan pemakaian varietas yang toleran (Ismunadji dan Rochan, 1988).

Pemberian bahan organik dalam mengatasi masalah keracunan Fe pada tanah sawah ternyata memberikan hasil yang cukup memuaskan, karena proses dekomposisi bahan organik akan menghasilkan asam-asam organik yang mempunyai muatan negatif pada gugus fungsionalnya (karboksil dan hidroksil) dan dapat menyebabkan terikatnya kation-kation logam seperti Fe, membentuk senyawa khelat atau kompleks logam organik, sehingga aktivitas logam dalam tanah dapat berkurang (Stevenson, 1983 dan Tan, 1998).

Keuntungan yang diperoleh dengan memanfaatkan bahan organik adalah:

- (1) mempengaruhi sifat fisika tanah, bahan organik membuat tanah menjadi gembur sehingga aerasi menjadi lebih baik serta tanah lebih mudah ditembus perakaran tanaman, (2) mempengaruhi sifat kimia tanah, dimana KTK dan ketersediaan hara meningkat dengan penggunaan bahan organik, (3)

mempengaruhi sifat biologi tanah, dimana bahan organik akan menambah energi yang diperlukan bagi kehidupan mikroorganisme tanah, (4) mempengaruhi kondisi sosial, dimana limbah perkotaan atau pemukiman dapat meningkatkan lapangan kerja melalui daur ulang yang menghasilkan pupuk organik sehingga akan meningkatkan pendapatan (Sutanto, 2006).

Rendahnya ketersediaan hara pada tanah sawah bukaan baru dapat ditingkatkan dengan pemberian bahan organik yang berimbang yaitu 20 ton ha⁻¹ atau setara dengan peningkatan bahan organik tanah sebesar 1% pada luasan 1 hektar dengan ketebalan tanah 0,2 m dan berat jenis rata-rata 1 ton m⁻³ (Agustamar, 2008).

Salah satu bahan organik yang dapat dimanfaatkan untuk pengendalian Fe terlarut adalah kompos alang-alang. Kompos alang-alang merupakan biomassa dengan kandungan hara di dalamnya dapat dimanfaatkan bagi pertumbuhan tanaman bila dikembalikan lagi ke dalam tanah sebagai sumber bahan organik. Akar dan daun alang-alang mengandung arundoin, fernenol, isoarborinol, silindrin, simiarenol, kampesterol, stigmasterol, β -sitosterol, skopoletin, skopolin, p-hidroksibenzaldehida, katekol, asam klorogenat, asam isoklorogenat, asam p-kumarat, asam neoklorogenat, asam asetat, asam oksalat, asam d-malat, asam sitrat, potassium (0,75% dari berat kering), sejumlah besar kalsium dan 5-hidroksitriptamin, juga ditemukan 5 macam turunan flavonoid (wikipedia.org).

Selain menggunakan bahan organik, juga dapat menggunakan kultivar yang toleran terhadap keracunan Fe. Penelitian terhadap padi-padi unggul nasional yang tahan terhadap tanah-tanah bermasalah dengan Fe telah banyak dilakukan, namun masih sedikit penelitian terhadap padi-padi lokal.

Berdasarkan morfologinya padi memiliki bentuk dan warna yang beragam, baik tanaman maupun berasnya. Di Indonesia padi yang berasnya berwarna merah (padi beras merah) kurang mendapat perhatian dibandingkan dengan padi yang berasnya berwarna putih (padi beras putih), padahal beras merah mengandung gizi tinggi. Keunggulannya terletak pada kadar kalori dan seratnya yang cukup tinggi, dapat mencegah berbagai macam penyakit seperti diabetes. Kurang populernya beras merah ditengah masyarakat, karena produktivitasnya masih kalah dibanding padi unggul jenis terbaru lainnya, seperti IR- 64. Satu hektar lahan pertanian dengan tingkat kesuburan sedang mampu menghasilkan beras merah sekitar tiga - empat ton, sedangkan padi jenis unggul mampu menghasilkan lima - enam ton (Werdiono, 2006).

Padi beras merah di daerah Sumatera Barat keberadaanya sulit untuk ditemukan karena masyarakatnya jarang yang membudidayakan padi beras merah. Agar padi beras merah dapat dipertahankan keberadaanya maka perlu adanya upaya-upaya pelestarian plasma nutfah yang ada sehingga bisa berkembang dengan baik. Di dalam plasma nutfah terkandung sifat-sifat yang diperlukan untuk pembentukan atau perbaikan sifat varietas unggul yang diinginkan. Lokasi atau tempat penanamannya membutuhkan tempat yang cocok agar padi beras merah lokal ini dapat tumbuh dengan baik.

Saat ini banyak kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat yang belum diberdayakan. Menurut Siwi dan Kartowinoto (1989), kultivar padi lokal ini merupakan aset yang sangat berharga apabila dikelola dengan baik. Sebaliknya keragaman plasma nutfah tersebut tidak akan memberikan manfaat apabila tidak dimanfaatkan secara optimal bagi kesejahteraan masyarakat (Balitbang Deptan, 2002). Banyak padi lokal yang ada merupakan salah satu sumber keanekaragaman

hayati yang sangat bermanfaat bagi pemuliaan tanaman, maka perlu dilakukan suatu usaha agar padi lokal tersebut dapat tumbuh pada tanah-tanah yang kadar Fe nya cukup tinggi.

Beberapa genotipe padi memiliki adaptasi yang baik pada lahan keracunan Fe, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber toleransi terhadap keracunan Fe. Penelitian yang dilakukan oleh Suhartini (2004), memilih varietas IR64 sebagai genotipe peka terhadap keracunan Fe, sedangkan varietas Batang Ombilin, Bengawan Solo sebagai genotipe toleran terhadap keracunan Fe.

Hasil padi menurun drastis bila ditanam pada lahan sawah berkadar Fe tinggi seperti jenis tanah Ultisol. Burbey, Taher dan Zaini (1990) menyatakan bahwa sifat fisik dan kimia tanah Ultisol ini yang kurang mendukung, tidak jarang pula terjadi keracunan Fe dengan daya hasil yang rendah yaitu 1,0 – 2,5 ton ha⁻¹ bahkan gagal panen. Virmani (1977) dalam Suhartini (2004) melaporkan penurunan hasil padi pada lahan keracunan Fe mencapai 70% untuk varietas peka dan 30% untuk varietas toleran.

1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Berkaitan dengan hal-hal yang dimukakan di atas, masalah yang diidentifikasi dirumuskan sebagai berikut :

- (1) bagaimanakah pertumbuhan dan hasil beras merah (BM) terhadap pemberian kompos alang-alang pada tanah yang kaya Fe
- (2) kultivar beras merah apa yang harus ditanam pada tanah sawah kaya Fe yang diberikompos alang-alang

Bahan organik dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah serta mempunyai kemampuan meningkatkan daya simpan air disamping sebagai

sumber hara. Rendahnya ketersediaan hara pada beberapa jenis tanah seperti ultisol, dapat ditingkatkan dengan pemberian bahan organik berimbang yaitu 20 t ha⁻¹ atau setara dengan peningkatan bahan organik tanah sebesar 1% pada luasan 1 hektar dengan ketebalan tanah 0,2 m dan berat jenis rata-rata 1 ton m⁻³.

Salah satu komponen utama dalam peningkatan produksi adalah pembentukan varietas unggul baru yang memiliki potensi hasil tinggi, tahan terhadap cekaman biotik dan abiotik, bermutu tinggi dan rasa dapat diterima konsumen. Pemanfaatan berbagai jenis padi beras merah lokal Sumatera Barat, perlu diupayakan semaksimal mungkin, agar padi lokal ini tetap dapat bersaing dengan padi hibrida baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Untuk mencegah terjadinya erosi genetik yang mengakibatkan semakin berkurangnya sumber genetik maka perlu dilakukan pelestarian terhadap plasma nutfah padi yang masih tersisa, baik secara *in situ* maupun *ex situ* serta memanfaatkannya untuk merakit dan menghasilkan varietas unggul baru. Pelestarian *in situ* bersifat pasif, dapat terlaksana hanya dengan mengamankan tempat tumbuh alamiah suatu jenis. Sementara pelestarian *ex situ* bersifat aktif, yaitu dengan cara memindahkan suatu jenis ke suatu lingkungan atau tempat pemeliharaan baru di luar habitat alamiahnya.

Berbagai permasalahan akan timbul jika padi lokal ini ditanam pada tanah yang bermasalah dengan Fe. Perlu dipilih kultivar/varietas yang toleran terhadap Fe⁺². Disamping itu perlu pula bahan organik yang mampu menetralkan gangguan logam seperti Fe⁺², sehingga dapat mempermudah tanaman dalam menyerap unsur hara.

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini untuk mempelajari dan memperbaiki tanah-tanah yang kaya Fe dengan jalan pemberian kompos alang-alang serta adanya kultivar yang toleran terhadap tanah-tanah yang bermasalah dengan Fe. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk :

- a. Mempelajari pengaruh pemberian kompos alang-alang yang dapat menurunkan kadar/konsentrasi Fe terlarut di dalam tanah
- b. Mendapatkan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat yang toleran terhadap Fe.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan positif pada perkembangan ilmu dan teknologi. Pada perkembangan ilmu, penelitian dapat memberikan sumbangan ilmu yaitu eksplorasi fisiologi mengenai variasi penampilan hasil tanaman beras merah berbeda kultivar pada lingkungan tanah sawah yang diberi kompos alang-alang. Berdasarkan hasil itu dapat disusun paket teknologi pengembangan pertanaman kultivar beras merah di lahan sawah yang kaya Fe.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Masalah Tanah Sawah

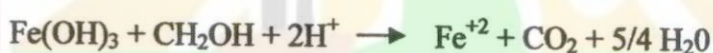
Sawah adalah lahan yang digenangi air selama digunakan untuk budidaya padi. Pengolahan tanah hingga menjadi lumpur mengakibatkan hancurnya agregat tanah dan akan merubah sifat fisik tanah (Sanchez, 1993). Menurunnya stabilitas agregat disebabkan oleh melemahnya fungsi pengikatan dari bahan organik yang kandungannya cepat merosot di daerah tropis (Hillel, 1996; Karama, 2000), disamping itu memicu proses reduksi dari oksida besi dan mangan (Ismunadji dan Roechan, 1988; Sanchez, 1993; Tan, 1993).

Jumlah oksigen pada tanah tergenang cepat merosot hingga mencapai 0 – 1 ppm pada kedalaman 5 cm. Pada kondisi ini konsumsi oksigen oleh reaksi reduksi-oksidasi dan mikrobiologis akan terhambat. Sebagai akibatnya, perubahan sifat fisik dan kimia tanah akan terjadi seperti menurunnya potensial reduksi oksidasi, naiknya pH dan meningkatkan kemampuan beberapa unsur seperti N, P, S, Fe dan Mn berperan dalam reaksi reduksi-oksidasi (Ismunadji dan Roechan, 1988).

Pada tanah sawah, P-anorganik lebih penting dari P-organik. Sebagian besar P terlarut yang diaplikasikan ke dalam tanah tergenang akan diikat oleh padatan tanah. Suatu proses fiksasi menyebabkan fosfat tidak larut dalam air dan relatif tidak tersedia bagi tanaman. Reaksi ini bisa saja dalam bentuk Al-P, Fe-P atau Ca-P, tergantung konsentrasi ion ini dalam tanah (Tan, 1993). Pada tanah yang digenangi, kemungkinan Fe-P dapat disimpan pada permukaan tanah (Buckman dan Brady, 1982; Ismunadji dan Roechan, 1988).

Pada tanah sawah bukaan baru apabila digenangi, akan menyebabkan meningkatnya ketersediaan Fe^{+2} dimana pada batas-batas tertentu dapat mempengaruhi serapan hara oleh akar tanaman. Dilaporkan oleh Balittan (1991) bahwa tanaman padi sawah bukaan baru di Lampung, Sumatera Selatan, Riau, Sumatera Barat dan Bengkulu sering mengalami kegagalan panen akibat kelarutan besi yang sangat tinggi.

Tanah sawah dalam keadaan reduktif atau tergenang akan terjadi perubahan ferri (Fe^{+3}) menjadi ferro (Fe^{+2}) atau reaksi reduksi dan diikuti oleh perubahan warna tanah dari coklat menjadi abu-abu. Terbentuknya Fe^{+2} sangat tinggi pada awal penggenangan yaitu sekitar 600 ppm. Kadar Fe tanaman padi dapat melebihi 300 ppm (titik kritis keracunan besi). Selain itu, draenase yang jelek sangat mempercepat keracunan Fe pada tanaman (Balittan, 1991). Persamaan berikut akan menggambarkan reduksi ion Fe^{+3} menjadi Fe^{+2} :



Dari persamaan diatas dapat dijelaskan bahwa reaksi ion H^+ dan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ juga ikut berperan, direduksi menjadi ion Fe^{+2} sehingga terjadi penurunan konsentrasi H^+ dalam larutan tanah. Penurunan H^+ akan menyebabkan pH tanah meningkat (Satari, Nar dan Sumarni, 1990).

2.2 Pengaruh Keracunan Besi (Fe) Terhadap Tanaman Padi

Unsur Fe merupakan hara mikro bagi tanaman dibutuhkan dalam jumlah kecil yang berfungsi untuk aktivator enzim, proses sintesis klorofil dan oksidasi reduksi dalam respirasi. Kekurangan Fe akan mengganggu mekanisme pembuatan klorofil dan bahan penyusun enzim-enzim dan protein tertentu (Brady, 1974 dalam Suhartini, 2004). Pada tanah-tanah masam, unsur mikro seperti Fe dapat

terlarut dan tersedia bagi tanaman dalam jumlah yang sering meracuni tanaman. Keracunan Fe dapat merusak jaringan fotosintesis karena Fe merupakan penyusun enzim yang berfungsi dalam pembentukan kloroplas (Price dan Hendry, 1991 dalam Marschner, 1995).

Besi (Fe) yang berlebihan dapat membentuk lapisan oksida Ferri pada permukaan akar, sehingga menghambat penyerapan hara, menurunkan daya oksidasi akar dan daya pencegahan Fe (Todung dan Yoshida, 1978). Tahapan keracunan besi pada tanaman padi menurut Ottow, Prade, Bertenbreiter dan Jacq (1989), terdiri dari 2 fase yaitu (1) fase 7 hari setelah penggenangan (stress pemindahan bibit), pada fase ini akar belum mampu mengoksidasi berlebihan ferro (Fe^{+2}) menjadi ferri (Fe^{+3}) selama penggenangan, artinya mekanisme excluding powernya belum berfungsi akibatnya ion ferro yang berlebihan akan banyak diserap oleh tanaman; (2) fase antara primordia dan berbunga yang disebabkan oleh tidak efektifnya mekanisme akar untuk menolak ferro akibat makin permeabilitasnya akar tanaman. Namun gejala keracunan Fe dapat terlihat pada setiap stadia pertumbuhan, dan sebaiknya dievaluasi pada fase anakan maksimum dan primordia (Breeman dan Moorman, 1978).

Menurut Breemen dan Moorman (1978) keracunan Fe pada tanaman padi dapat terjadi bilamana konsentrasi Fe^{+2} terlarut telah mencapai 300 ppm disertai status hara yang rendah atau tanaman menderita keracunan unsur-unsur lain seperti H_2S . Keracunan Fe pada konsentrasi Fe yang lebih rendah dari 300 ppm juga dapat terjadi pada daerah-daerah dengan air tanah yang dekat ke permukaan dan tanah-tanah yang telah mengalami pelapukan intensif disertai basa-basa yang rendah seperti tanah mineral masam. Selanjutnya Prasetyo, Herviyanti, Harianti,

Alif dan Tjandra (2008) menemukan bahwa keracunan Fe pada tanaman mulai terlihat pada konsentrasi Fe 128 ppm.

Tanaman padi yang keracunan Fe ditandai dengan daun berwarna orange atau bronzing, proses sintesis terhenti, tanaman menjadi kerdil, bagian akar menebal dan berwarna coklat kasar, pembungaan terhambat dan pendek. Pada kondisi parah batang dan daun menjadi busuk dan tanaman akhirnya mati (Ottow, *et al.*, 1989).

Keadaan kering atau oksidatif ketersediaan Fe larut (Fe^{+2}) sangat rendah dan bentuk Fe yang dominan adalah Fe^{+3} yang tidak larut. Melalui penggenangan kadar Fe akan meningkat secara tajam, bentuk Fe inilah yang meracuni tanaman, karena dapat diserap tanaman dalam jumlah yang tinggi (Ponnamperuma, 1972 dalam Sanchez, 1993).

Penggenangan yang terus menerus pada tanah sawah dan pH tanah yang rendah akan mendorong penyerapan Fe^{+2} oleh akar tanaman padi. Tanaman yang menyerap ion Fe^{+2} melebihi kebutuhannya akan menimbulkan gejala keracunan yang ditandai dengan timbulnya bercak-bercak merah coklat pada ujung daun dimulai dari daun yang paling tua (Satari *et al.*, 1990).

Tanaman padi mempunyai tingkat toleransi yang tinggi terhadap kelebihan Fe^{+2} dalam media sekitar perakaran, apabila akarnya mempunyai kemampuan untuk (1) mengoksidasi ion Fe^{+2} menjadi Fe^{+3} di daerah perakaran, kemampuan ini sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara dalam tanaman; (2) mengeluarkan Fe ke permukaan akar atau tidak menyerap sebagian Fe^{+3} , kemampuan ini dipengaruhi oleh respirasi, jika respirasi dihambat maka kemampuan oksidasi akan menurun dan (3) mengikat Fe dalam jaringan akar, sehingga dapat mencegah translokasi Fe yang berlebihan ke bagian atas tanaman.

Kemampuan ini dipengaruhi oleh salinitas tanah, karena NaCl yang tinggi dapat menjenuhi kemampuan akar dalam meneruskan ion Fe^{+2} ke bagian atas tanaman (Satari *et al.*, 1990).

Kenyataan menunjukkan bahwa keracunan Fe tidak berjalan secara sendiri, tetapi disebabkan oleh stress hara makro. Penelitian Burbey *et al.*, (1990) menyimpulkan bahwa disamping tingginya kelarutan Fe^{+2} , juga akibat rangsangan kekurangan hara. Analisis tanah di beberapa lokasi di Sumatera yang bereaksi sangat masam hingga masam memperlihatkan kandungan P-tersedia, K-dd, Ca-dd dan Mg-dd tanah umumnya berada di bawah batas kritis, serta Fe^{+2} berkisar antara 87 – 999 ppm. Hasil analisis tanaman yang keracunan besi di Riau dan Lampung menunjukkan bahwa 50% tanaman kahat K, 25% kahat P dan Zn, serta 12% kahat Ca dan Mg. Melemahnya kemampuan akar akibat kekurangan P, K, Ca, Mg dan Zn menyebabkan Fe^{+2} yang tersedia langsung banyak terserap ke dalam akar disamping yang berada disekitar akar tanaman padi menjadikan serapan hara tidak berimbang (Harahap *et al.*, 1988).

Mekanisme toleransi tanaman padi terhadap keracunan Fe tergantung pada kekuatan oksidasi akar tanaman, ion Fe^{+2} disekitar akar dapat teroksidasi menjadi Fe^{+3} , sehingga menjadi bentuk yang tidak tersedia bagi tanaman. Beberapa varietas padi memiliki toleransi yang berbeda terhadap kadar Fe tinggi. Hal ini disebabkan oleh perbedaan struktur akar yang erat kaitannya dengan pergerakan oksigen dari bagian atas tanaman ke bagian akar. Terdapat perbedaan antar varietas dalam ekskresi ion OH^- . Varietas yang akarnya lebih banyak mengeluarkan ion OH^- dan menaikkan pH lapisan akar akan menyerap sedikit ion Fe. Varietas yang demikian lebih tahan keracunan Fe. Sebaliknya, varietas yang

mengeluarkan ion OH^- sedikit, cenderung menurunkan pH tanah sehingga menyerap besi lebih banyak (Suhartini, 2004).

Gejala keracunan akibat kelebihan ion Fe^{+2} (Ferro) akan diperlihatkan pada jaringan daun. Menurut Komisi Nasional Plasma Nutfah (2003), tanaman padi yang mengalami keracunan besi dapat dibagi atas beberapa skala, yaitu : 1 = pertumbuhan dan anakan hampir normal; 2 = pertumbuhan dan anakan hampir normal, pada ujung daun-daun tua terdapat bintik-bintik coklat kemerahan atau oranye; 3 = pertumbuhan dan anakan hampir normal, daun-daun tua coklat kemerahan, ungu atau kuning oranye; 5 = pertumbuhan dan anakan terhambat, banyak daun berubah warna; 7 = pertumbuhan dan anakan berhenti, kebanyakan daun berubah warna dan mati; 9 = hampir semua tanaman mati atau merana. Ada beberapa varietas yang mampu mengakumulasi Fe^{+2} ke batang, sehingga konsentrasi Fe di daun tetap rendah. Selain itu terdapat varietas yang mampu tumbuh normal pada kondisi Fe dalam daun cukup tinggi (Troidenier, 1973 dalam Suhartini, 2004).

2.3 Padi Beras Merah

Beras banyak jenisnya, hampir setiap daerah memiliki jenis beras tersendiri. Beras di Jawa Tengah dan Jawa Barat berbeda. Di Jawa Barat dikenal beras dengan jenis Pandanwangi, Rojolele di Jawa Tengah, beras Arias di Pulau Sumatera, beras Pemangkat di Pontianak, dan lain-lain. Beras digolongkan menjadi 2 golongan, yakni beras dari padi bulu (karena kulit padinya yang berbulu) dan beras dari padi cere/cempa (kulit padi tak berbulu). Umumnya nasi hasil olahan dari padi bulu rasanya pulen, sedangkan padi cere menghasilkan nasi pera, meskipun ada juga jenis padi cere yang hasilnya pulen. Dari warna dan

teksturnya, ada tiga jenis beras yang dikenal secara umum, yaitu beras putih, beras merah dan beras ketan (Anonymous, 2007a).

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia/SNI (1987) beras merah adalah butir beras pecah kulit (setelah gabah dikupas) yang berwarna merah karena sifat varietas padi asalnya. Umumnya rasa beras ini lebih pera dari beras putih walaupun ada juga yang pulen, namun secara keseluruhan sulit dibedakan. Keunggulan beras ini ada pada kadar kalori dan serat yang lebih tinggi, hal inilah yang menyebabkan teksturnya terasa kasar dilidah setelah dimasak. Beras merah mungkin rasanya tidak se enak beras biasa. Namun, beras merah telah direkomendasikan bagi para penderita diabetes. Itu karena kadar glukosanya atau kadar gulanya tidak setinggi beras biasa (Anonymous, 2007a).

Di Indonesia telah dilepas lebih dari 180 varietas unggul padi, tetapi baru satu yang berasnya berwarna merah yaitu varietas bahbutong. Varietas yang dilepas itupun tidak berkembang, padahal beras merah bergizi tinggi dan kalau dikonsumsi secara teratur dapat mencegah berbagai penyakit (Suardi, 2005).

Penelitian di Cina menunjukkan, ekstrak larutan beras merah mengandung protein, asam lemak tidak jenuh, beta-sterol, camsterol, stigmasterol, isoflavones, saponin, Zn dan Fe, lovastatin, dan mevilonin-HMG-CoA. Unsur yang disebut terakhir adalah reduktase inhibitor yang dapat mengurangi sintesis kolesterol di hati. Menurut hasil analisis di Departemen Kesehatan RI, beras merah tumbuk mengandung protein 7,3%, besi 4,2% dan vitamin B1 0,34%. Bubur beras merah dicampur susu formula 30 cc adalah salah satu resep makanan bayi berumur 4-12 bulan. Banyak produk makanan bayi yang beredar di pasar, beberapa diantaranya menggunakan beras merah sebagai bahan baku utama. Bahkan ada produk makanan sehat yang bahan bakunya 100% tepung beras merah. Mengandung

karbohidrat, lemak, serat, asam folat, magnesium, niasin, fosfor, seng, besi, protein, vitamin A, B, C, dan B kompleks, tepung beras merah pecah kulit dapat mencegah penyakit, diantaranya kanker usus, batu ginjal, beri-beri, insomnia, sembelit, wasir, gula darah, dan kolesterol (Wikipedia, beras merah, 2008).

Warna merah pada beras terbentuk dari pigmen antosianin yang tidak hanya terdapat pada pericarp dan tegmen, tetapi juga bisa di setiap bagian gabah, bahkan pada kelopak daun. Nutrisi beras merah sebagian terletak di lapisan kulit luar (aleurone) yang mudah terkelupas pada saat penggilingan. Jika butiran dipenuhi oleh pigmen antosianin maka warna merah pada beras tidak akan hilang. Padi yang berkembang dipetani dewasa ini umumnya dari jenis *O. sativa*. Padi jenis *O. glaberrima* memiliki beberapa sifat yang tidak dipunyai oleh *O. sativa*, antara lain berasnya berwarna merah yang meliputi seluruh butiran, toleran kekeringan, dan berumur sangat genjah. Jenis padi ini sudah dibudidayakan di Afrika Barat sejak ribuan tahun lalu (Suardi, 2005).

Pertimbangan konsumen ketika memilih pangan dalam hal ini beras disamping cita rasa adalah kandungan gizi dan aspek kesehatan. Beras merah telah lama dikenal dan dipercaya memiliki nilai-nilai kesehatan yang dapat memberikan rasa tenang dan damai. Warna merah pada beras adalah zat warna antosianin yang merupakan pigmen tanaman. Antosianin termasuk komponen flavonoid, yaitu turunan polifenol pada tumbuhan yang mempunyai kemampuan antioksidan dan anti kanker. Beras merah lebih kaya vitamin B kompleks terutama kandungan asam folatnya lebih tinggi dibanding beras putih. Hal ini membuat beras merah unggul dalam memperlambat proses berkurangnya daya ingat dan dapat menyingkirkan sumbatan pembuluh darah pemicu serangan stroke dan jantung koroner (Anonymous, 2007b).

Pengolahan beras merah umumnya ditumbuk atau pecah kulit, sehingga warna aleuron merah yang menjadi ciri khasnya masih melekat dan mudah dibedakan dari beras lain. Berbagai penelitian membuktikan bahwa lapisan aleuron ini kaya akan kandungan protein, vitamin, mineral, lemak dan serat yang penting bagi tubuh (Anonymous, 2008).

Serat tak hanya mengenyangkan, namun juga mencegah berbagai macam penyakit saluran pencernaan. Manfaat lain dari serat, yakni dapat meningkatkan perkembangan otak dan menurunkan kolesterol darah. Lemak dalam kulit ari kebanyakan merupakan lemak esensial, yang sangat dibutuhkan untuk perkembangan otak anak. Senyawa-senyawa dalam lemak kulit ari juga dapat menurunkan kolesterol darah, salah satu faktor resiko penyakit jantung. Disamping itu beras merah pun lebih unggul dalam hal kandungan vitamin dan mineral daripada beras putih (beras giling). Beras merah mengandung tiamin (vitamin B1) yang diperlukan untuk mencegah beri-beri pada bayi. Zat besinya juga lebih tinggi, sehingga dapat membantu bayi usia 6 bulan ke atas untuk memenuhi asupan zat besinya karena zat besi dari ASI sudah tidak lagi mencukupi kebutuhan tubuhnya (Anonymous, 2008).

Mineral lain yang unggul adalah kandungan selenium. Selenium merupakan elemen kelumit (trace element) yang merupakan bagian esensial dari enzim glutathion peroksidase. Enzim ini berperan sebagai katalisator dalam pemecahan peroksida menjadi ikatan yang tidak bersifat toksik. Peroksida apabila tidak dipecah dapat berubah menjadi radikal bebas yang mampu mengoksidasi asam lemak tidak jenuh dalam membran sel sehingga merusak membran tersebut. Hal ini menjadi penyebab kanker, dan penyakit degeneratif lainnya. Karena kemampuannya itulah, banyak pakar mengatakan selenium mempunyai potensi

untuk mencegah penyakit kanker dan penyakit degeneratif lainnya (Anonymous, 2008).

Kandungan karbohidrat beras merah lebih rendah daripada beras putih (78,9 g : 75,7 g), tetapi hasil analisis menunjukkan nilai energi yang dihasilkan beras merah justru diatas beras putih (349 kal : 353 kal). Protein beras merah lebih tinggi dari beras putih (6,8 g : 8,2 g), hal tersebut mungkin disebabkan kandungan tiaminnya yang lebih tinggi (0,12 mg : 0,31 mg). Dengan pemaparan diatas terbukti beras merah sangat baik untuk dikonsumsi oleh orang yang peduli akan hidup sehat (Anonymous, 2008).

2.4 Plasma Nutfah Padi

Plasma nutfah padi sangat penting artinya karena dapat memperbaiki sifat sebagai bahan tetua dalam perakitan varietas unggul baru dan pengembangan suatu kultivar lokal yang bermanfaat bagi pemuliaan tanaman. Keberadaan plasma nutfah padi sebagai sumber keragaman genetik tanaman perlu dievaluasi bagaimana reaksinya terhadap cekaman biotik dan abiotik maupun terhadap nilai nutrisinya (Suhartini, 2004).

Keunggulan suatu genotipe tanaman pada umumnya dinilai berdasarkan kemampuannya untuk memberikan penampilan. Berdasarkan kriteria dikenal lima (5) pendekatan kriteria untuk menentukan keunggulan suatu genotipe, yaitu : 1) kriteria seleksi berdasarkan karakter hasil, misalnya hasil biji, hasil buah, hasil pucuk daun, ukuran biji, ukuran buah dan jumlah pucuk daun, 2) kriteria seleksi berdasarkan karakter morfologi dan anatomi, misalnya tinggi tanaman, luas daun atau frekuensi stomata, 3) kriteria seleksi berdasarkan karakter fisiologi, misalnya kandungan klorofil, luas bukaan stomata atau kandungan gula buah, 4) kriteria

seleksi berdasarkan karakter biokimia misalnya aktifitas enzim nitrat reduktase, karakteristik isozim atau kendali genetik pembukaan stomata, 5) kriteria seleksi berdasarkan ideotipe tanaman yaitu pendugaan karakteristik tanaman ideal pada suatu lingkungan misalnya pendugaan sudut daun, frekuensi pembuluh atau tegakan batang (Rachmadi, 1999).

Metode seleksi adalah metode pemuliaan yang tertua dan merupakan dasar setiap perbaikan tanaman. Metode ini mudah dilakukan yaitu memilih genotipe yang unggul dan memisahkan dari genotipe yang tidak unggul dengan melihat penampilan fenotipe dan fisiologinya (Sutarso, Nandariyah dan Hartati, 1989). Hasil dari suatu varietas akan mengalami perubahan karena mengalami interaksi antara genotipe tanaman dengan lingkungan agroklimatnya. Keadaan ini jika dibiarkan terus menerus berlangsung secara alami yang tergantung pada toleransi dan kemampuan tanaman menyesuaikan diri pada lingkungannya masing-masing (Syarifudin, Sriwidodo dan Basir, 1989).

Menurut Soetjipto (1982) pengelolaan plasma nutfah padi lokal perlu dilakukan pengujian potensi, kegunaan dan mempertahankan kelestariannya. Genotipe-genotipe yang beragam perlu dilakukan penapisannya atau diuji toleransinya terhadap lingkungan biotik dan abiotik, sehingga genotipe-genotipe tersebut memberikan nilai guna dalam pemuliaan tanaman.

Metode skrining merupakan salah satu metode untuk mengetahui toleransi galur padi dari plasma nutfah padi lokal terhadap keracunan Fe, metode ini diharapkan dapat menggambarkan kondisi keracunan Fe pada tanah sawah bukaan baru dan merupakan salah satu cara untuk mengetahui toleransi tanaman terhadap cekaman abiotik (Suhartini, 2004). Genotipe-genotipe padi lokal yang beragam perlu diuji tingkat toleransinya terhadap keracunan Fe. Teknik skrining yang

dilakukan dengan memindahkan bibit yang telah berumur 2 minggu di pesemaian, gejala keracunan Fe akan terlihat pada saat tanaman berumur 4 minggu setelah pindah dari pesemaian. Kegiatan ini bertujuan untuk membentuk varietas yang dapat beradaptasi secara luas pada lokasi tertentu seperti pada lahan keracunan Fe (Harahap dan Silitonga, 1993).

Efisiensi penggunaan nitrogen dapat diklasifikasikan dengan menghitung nilai relatif berat gabah per pot pada kondisi tercekam Al dan nitrogen rendah. Kriteria tingkat ketenggangan galur terhadap cekaman Al dan efisien dalam penggunaan nitrogen yang dilakukan oleh Hairu (1997) dan berdasarkan pedoman Sakarung (1986) dapat diklasifikasikan sebagai berikut : 1) $> 95\%$ = sangat tenggang cekaman Al dan sangat efisien N, 2) $86-95\%$ = tenggang cekaman Al dan efisien N, 3) $76-85\%$ = agak tenggang cekaman Al dan kurang efisien N, 4) $66-75\%$ = agak peka Al dan tidak efisien N, 5) $56-65\%$ = peka, dan 6) $< 55\%$ = sangat peka. Klasifikasi ketenggangan tersebut dapat dianalogkan pada tanaman padi sawah yang mengalami cekaman besi (Fe).

2.5 Peranan Kompos Alang-Alang sebagai Sumber Bahan Organik

Alang-alang atau ilalang ialah sejenis rumput berdaun tajam, yang kerap menjadi gulma di lahan pertanian. Rumput ini juga dikenal dengan nama-nama daerah seperti alalang, halalang (Minang) lalang (Melayu, Medan, Bali), eurih (Sunda), rih (Batak), jih (Gayo), re (Sumbawa), rii, kii, ki (Flores), rie (Tanimbar), reya (Sulsel), eri, weri, weli (Ambon dan Seram), kusu-kusu (Menado, Ternate dan Tidore), nguusu (Halmahera), wusu, wutsu (Sumba) dan lain-lain. Nama ilmiahnya adalah *Imperata cylindrica*, dan ditempatkan dalam anak suku *Panicoideae*. Dalam bahasa Inggris dikenal sebagai *bladygrass*, *cogongrass*,

speargrass, silver-spike atau secara umum disebut satintail, mengacu pada malai bunganya yang berambut putih halus. Orang Belanda menamainya snijgras, karena sisi daunnya yang tajam melukai (Wikipedia, alang-alang, 2008).

Morfologi dari alang-alang adalah herba, rumput, merayap, tinggi 30-180 cm. Batang: rimpang, merayap di bawah tanah, batang tegak membentuk satu perbungaan, padat, pada buahnya berambut jarang. Daun: tunggal, pangkal saling menutup, helaian; berbentuk pita, ujung runcing tajam, tegak, kasar, berambut jarang, ukuran 12-80 cm. x 35-18 cm. Bunga: susunan majemuk bulir majemuk, agak menguncup, panjang 6-28 cm, setiap cabang memiliki 2 bulir, cabang 2,5-5 cm, tangkai bunga 1-3 mm, gluma 1; ujung bersilia, 3-6 urat, Lemma 1 (sekam); bulat telur melebar, silia pendek 1,5-2,5 mm. Lemma 2 (sekam); memanjang, runcing 0,5-2,5 mm. Palea (sekam); 0,75-2 mm. Benang sari: kepala sari 2,5-3,5 mm, putih kekuningan atau ungu. Putik: kepala putik berbentuk bulu ayam. Buah: tipe padi. Biji: berbentuk jorong, panjang 1 mm lebih. Waktu berbunga : Januari – Desember (Wikipedia, alang-alang, 2008).

Daerah distribusi alang-alang adalah di Jawa tumbuh pada ketinggian sampai dengan 2700 m dpl, pada daerah-daerah terbuka atau setengah tertutup, rawa-rawa, pada tanah dengan aerasi yang baik, pada daerah-daerah yang habis dibuka, di tepi sungai, ekstensif pada hutan sekunder, daerah bekas terbakar, sebagai gulma di perladangan, taman dan perkebunan. Tumbuhan ini dapat mempengaruhi tanaman kultivasi lain, karena kebutuhan natrium yang relatif tinggi (Purnomosidi, 2000).

Alang-alang dapat berbiak dengan cepat, dengan benih-benihnya yang tersebar cepat bersama angin, atau melalui rimpangnya yang lekas menembus tanah yang gembur. Berlawanan dengan anggapan umum, alang-alang tidak suka

tumbuh di tanah yang miskin, gersang atau berbatu-batu. Rumput ini senang dengan tanah-tanah yang cukup subur, banyak disinari matahari sampai agak teduh, dengan kondisi lembab atau kering. Di tanah-tanah yang becek atau terendam, atau yang senantiasa ternaungi, alang-alang pun tak mau tumbuh. Gulma ini dengan segera menguasai lahan bekas hutan yang rusak dan terbuka, bekas ladang, sawah yang mengering, tepi jalan dan lain-lain. Di tempat-tempat semacam itu alang-alang dapat tumbuh dominan dan menutupi areal yang luas (Purnomosidi, 2000).

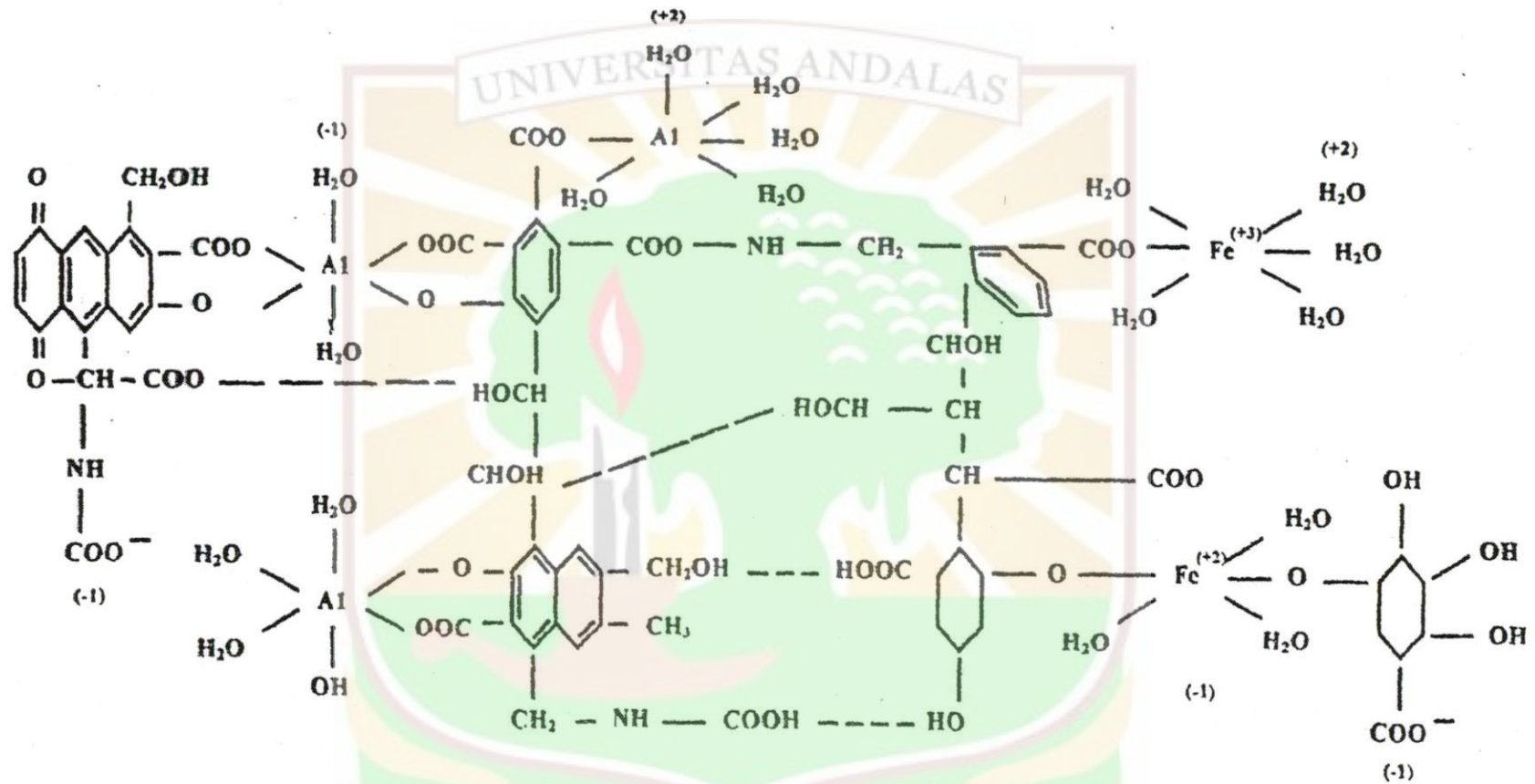
Dari hasil penelitian ditemukan pada akar alang-alang terdapat arundoin, fernenol, isoarborinol, silindrin, simiarenol, kampesterol, stigmasterol, β -sitosterol, skopoletin, skopolin, p-hidroksibenzaldehida, katekol, asam klorogenat, asam isoklorogenat, asam p-kumarat, asam neoklorogenat, asam asetat, asam oksalat, asam d-malat, asam sitrat, potassium (0,75% dari berat kering), sejumlah besar kalsium dan 5-hidroksitriptamin. Hasil penelitian lain menyebutkan bahwa pada akar dan daun ditemukan 5 macam turunan flavonoid yaitu turunan 3',4',7-trihidroksi flavon, 2',3'-dihidroksi kalkon dan 6-hidroksi flavanol. Suatu turunan flavonoid yang kemungkinan termasuk golongan flavon, flavonol tersubstitusi pada 3-OH, flavanon atau isoflavon terdapat pada fraksi ekstrak yang larut dalam etilasetat akar alang-alang. Pada fraksi ekstrak yang larut dalam air akar alang-alang ditemukan golongan senyawa flavon tanpa gugus OH bebas, flavon, flavonol tersubstitusi pada 3-OH, flavanon, atau isoflavon (Wikipedia, alang-alang, 2008).

Alang-alang yang telah menjadi kompos dapat menjadi sumber bahan organik karena kompos adalah bahan-bahan organik yang telah mengalami pelapukan. Bahan organik adalah kunci dari kesuburan tanah dan produktivitas

tanah serta mempunyai pengaruh terhadap kesuburan tanah. Sumber bahan organik ini dapat diambil dari jaringan tanaman berupa akar, batang, ranting, daun, bunga dan buah serta makhluk hidup lainnya (Hakim, Nyakpa, Lubis, Nugroho, Saul, Diha, Hong dan Bailey, 1986).

Bahan organik tidak dapat langsung digunakan oleh tanaman karena perbandingan C/N bahan tersebut relatif tinggi atau tidak sama dengan C/N tanah. Oleh karena itu dilakukan pengomposan dengan tujuan menurunkan C/N bahan organik (Yovita, 2001).

Penggunaan bahan organik dalam bentuk kompos akan menghasilkan asam-asam organik dan pada tahap dekomposisi lanjut akan menghasilkan asam-asam humat dan asam fulfat dengan gugus fungsional karboksil ($-\text{COOH}$) dan fenolik ($-\text{OH}$) yang dapat mengikat Fe dalam larutan tanah sehingga mengurangi penyerapan Fe oleh padi (Ahmad, 1990). Kemampuan asam humat dalam menurunkan konsentrasi Al dan Fe pada tanah jenis Ultisol didasarkan atas kemampuan asam humat dalam membentuk senyawa kompleks dengan logam-logam tersebut. Interaksi logam dengan fraksi humat sangat dipengaruhi oleh kekuatan jerapan logam yang terdapat di dalam tanah. Hipotesis peningkatan logam Al^{+3} , Fe^{+3} dan Fe^{+2} oleh asam humat di dalam tanah oleh De Coninck (1990) dalam Herviyanti (2007), dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hipotesis pengikatan logam Al^{+3} , Fe^{+3} dan Fe^{+2} oleh asam humat menurut De Conink (1980) dalam Herviyanti (2007)

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan tempat

Penelitian ini telah dilakukan di Rumah Kaca dan Laboratorium Kimia Tanah dan Laboratorium Fisiologi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas. Pelaksanaannya selama 7 (enam) bulan, dimulai bulan Desember 2008 sampai bulan Juni 2009.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat. Tanah sebagai media tanam, air, arang sekam sebagai media perkecambahan, aquades, dan kompos alang-alang. Alat yang digunakan adalah ember plastik (volume 10 kg), seedbad, handsprayer, pH meter, buffer pH (HCl dan NaOH), kertas label, spektrofotometer, timbangan analitik, oven, AAS dan alat tulis lainnya.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini berbentuk percobaan faktorial 15×2 dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 ulangan. Faktor pertama adalah kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat dan faktor ke-2 adalah dosis kompos alang-alang. Rincian perlakuan adalah sebagai berikut :

Perlakuan	Nama	Keterangan
Kultivar (K)		
K1	BM Surian	Beras merah, Kec. Surian, Lolo, Kab. Solok
K2	Padi ladang merah	Padi ladang merah, tanah garam, Kab. Solok
K3	BM Talang Babungo	Beras merah, Talang Babungo, Kec. Hiliran Gumanti, Kab. Solok
K4	BM Sungai Abu	Beras merah, Sungai Abu, Kec. Hiliran Gumanti, Kab. Solok
K5	BHt Sariak Alam Tigo	Beras hitam, Sariak Alam Tigo, Kec. Hiliran Gumanti, Kab. Solok
K6	BHt Solok	Beras hitam, Kab. Solok
K7	BM Gn.Pasir	Beras merah siarang, Gn. Pasir, Kec.Sangir, Kab. Solok Selatan
K8	BM Perbatasan	Siarang putih kekuningan, Perbatasan, Kec.Sangir, Kab. Solok Selatan
K9	BM Kekuningan	Siarang putih kekuningan, Gn. Pasir, Kab. Solok Selatan
K10	BM Pido Manggih	Beras merah, Pido Manggih, Nagari Muaro Kiawai, Pasaman Barat
K11	BM Siarang	Beras hitam siarang, Kab. Solok Selatan
K12	Padi Telur	Padi telur, Kab. Pasaman Timur
K13	BM Sikarjuik	Beras merah (Sikarjuik), Jorong SP3 Alin, Nagari Muaro Kiawai, Kec. Gn. Tuleh, Kab. Pasaman Barat
K14	BM Jorong Mudiak	Beras merah, Jorong Mudiak Simpang, Nagari Bancah Laweh, Kec. Sukamenanti, Kab. Pasaman
K15	BM Teluk Embun	Beras merah teluk embun, Nagari Cubadak, Kec. Duo Koto, Pasaman
Kompos Alangt-Alang (A)		
A0	Tanpa Kompos	Tercekam Fe
A1	Kompos 20 t ha ⁻¹	Tidak tercekam Fe

Keterangan : BM = beras merah, BHt = beras hitam

Dengan demikian terdapat 60 unit percobaan (ember). Unit percobaan (60 ember) dipersiapkan untuk pengamatan sampai masa vegetatif (seri I), dan sekaligus dipersiapkan lagi 60 unit percobaan untuk pengamatan sampai panen (seri II). Denah penempatan unit percobaan seperti pada Lampiran 1.

Model matematika yang digunakan adalah :

$$Y_{ijk} = \mu + K_i + A_j + (KA)_{ij} + G_{ijk}$$

Dimana :

- Y_{ijk} : Nilai interaksi faktor kultivar padi beras merah lokal taraf ke-i dengan faktor dosis kompos alang-alang taraf ke-j pada ulangan ke-k
- μ : Nilai tengah umum
- K_i : Pengaruh faktor kultivar padi beras merah lokal
- A_j : Pengaruh faktor dosis kompos alang-alang
- $(KA)_{ij}$: Pengaruh interaksi faktor kultivar padi beras merah lokal taraf ke-i dengan faktor dosis kompos alang-alang taraf ke-j dan ulangan ke-k
- G_{ijk} : Pengaruh galat faktor kultivar padi beras merah lokal taraf ke-i dengan faktor dosis kompos alang-alang taraf ke-j dan ulangan ke-k

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan menggunakan sidik ragam (uji F) RAL dan apabila berbeda nyata dilanjutkan dengan uji DNMRT taraf 5%.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persemaian

Benih disemaikan dalam seedbed (baki plastik) yang telah berisi komposisi tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 1 : 1 setebal 5 cm. Benih yang sudah direndam selama 1 malam dan dilanjutkan dengan pemeraman 1 malam, ditabur ke media semai pada kerapatan 3 biji per cm^2 . Bibit padi yang sudah berumur 12 hari atau sudah memiliki 2 helai daun penuh (2 *phyllochron* menurut Uphoff, 2002) siap untuk di tanam ke dalam pot.

3.4.2 Media Tanam

Tanah yang digunakan adalah tanah jenis ultisol yang telah dikeringanginkan kemudian dihaluskan dan diayak, ditimbang 10 kg untuk masing-masing pot percobaan. Analisis tanah awal dilakukan untuk mengetahui kandungan Fe tanah setelah diinkubasi selama 2 minggu dalam kondisi lumpur.

3.4.3 Kompos Alang-Alang

Kompos alang-alang yang telah dipersiapkan dimasukkan ke dalam pot-pot percobaan sesuai dengan perlakuan yang telah dikoreksi ke berat kering kompos. Waktu pemberian kompos pada saat tanah sudah dilumpurkan selama 1 minggu, diaduk rata dan dibiarkan (diinkubasi) lagi selama 1 minggu agar kompos menyatu dengan tanah, baru dilakukan penanaman. Pemberian kompos alang-alang didasarkan atas jenis bahan yang siap pakai yaitu sebanyak 20 t ha⁻¹ dengan asumsi terjadi penambahan amelioran tanah sebesar 1% masa tanah seluas 1 ha sedalam 20 cm dengan berat jenis tanah rata-rata = 1, yaitu seperti perhitungan berikut :

$$\begin{aligned} \text{BO (t/ha)} &= (1/100) (100 \text{ m} \times 100 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}) (1 \text{ t/m}^3) \text{ per hektar} \\ &= 20 \text{ m}^3 \times 1 \text{ t/m}^3 \text{ per hektar} \\ &= 20 \text{ t ha}^{-1} \end{aligned}$$

Penakaran kompos alang-alang untuk ukuran pot adalah 175 g pot.⁻¹

Angka ini diperoleh dari :

Kompos yang digunakan adalah 20 t ha⁻¹ = 20.000 kg ha⁻¹

Berat tanah = 10 kg pot⁻¹

Berat tanah per hektar = 2 x 10⁶ kg

Maka : $(10/2 \times 10^6) \times 20.000 = 100 \text{ g pot}^{-1}$

Karena Kadar Air (KA) kompos diperoleh 75%, maka Koreksi Kadar Air (KKA) kompos adalah $1,75 (0,75 + 1)$, sehingga berat kompos yang dikoreksi ke berat keringnya adalah : $100 \text{ g} \times 1,75 = 175 \text{ g}$.

Cara pembuatan kompos alang-alang dapat dilihat pada Lampiran 2. Sebelum kompos dimasukkan ke dalam pot, dilakukan analisis Kadar Air (KA), unsur N, P, K. Cara analisis kompos alang-alang dapat dilihat pada Lampiran 3.

3.4.4 Penanaman

Penanaman dilakukan setelah bibit berumur 14 hari. Bibit yang seragam dicabut secara hati-hati dari persemaian kemudian ditanam pada media tanam sebanyak 3 bibit per pot.

3.4.5 Pemeliharaan

Pemeliharaan meliputi menjaga volume air tetap seperti semula (tinggi genangan 5 cm) dengan menambahkan air apabila sudah mulai kelihatan berkurang (ditandai dengan ajir) selama fase vegetatif. Ketika memasuki fase generatif, air yang tergenang mulai dikurangi. Pencegahan hama dan penyakit tanaman juga dilakukan dengan menyemprotkan pestisida.

3.4.6 Pengamatan

3.4.6.1 Pertumbuhan dan Analisis Hara (Seri I)

a. Penampilan Tanaman yang Keracunan Fe

Penampilan tanaman yang keracunan Fe dilihat pada saat tanaman memasuki fase vegetatif maksimum (± 8 minggu setelah tanam) dan saat menjelang panen, dengan memperhatikan fenotip tanaman. Pengamatan gejala keracunan Fe diamati berdasarkan anjuran Breeman dan Moorman (1978), mengatakan bahwa gejala keracunan Fe dapat terlihat pada setiap stadia pertumbuhan, namun sebaiknya dievaluasi pada fase anakan maksimum dan

primordia. Pengamatan dikelompokkan ke dalam skala gejala tanaman yang keracunan Fe, yaitu : 1 = pertumbuhan dan anakan hampir normal; 2 = pertumbuhan dan anakan hampir normal, pada ujung daun-daun tua terdapat bintik-bintik coklat kemerahan atau oranye; 3 = pertumbuhan dan anakan hampir normal, daun-daun tua coklat kemerahan, ungu atau kuning oranye; 5 = pertumbuhan dan anakan terhambat, banyak daun berubah warna; 7 = pertumbuhan dan anakan berhenti, kebanyakan daun berubah warna dan mati; 9 = hampir semua tanaman mati atau merana (Komisi Nasional Plasma Nutfah, 2003).

b. Tinggi tanaman (cm)

Tinggi tanaman diukur mulai pada minggu ke-2 setelah tanam, dilakukan setiap 2 minggu sekali sampai tanaman memasuki masa vegetatif maksimum (± 8 minggu). Pengukuran dimulai dari ajir sampai daun terpanjang. Analisis statistik dilakukan terhadap pengamatan terakhir dari tinggi tanaman.

c. Jumlah anakan per pot (batang)

Jumlah anakan per rumpun dihitung berdasarkan jumlah semua batang pada akhir fase anakan (awal fase pembungaan) atau ± 8 minggu setelah tanam.

d. Berat kering akar (g)

Berat kering akar tanaman diambil dari semua bagian akar lalu dioven pada suhu 60°C selama 2×24 jam sampai beratnya tetap lalu ditimbang sebagai berat kering akar. Pengukuran berat kering akar dilakukan setelah tanaman memasuki masa vegetatif maksimum (± 8 minggu setelah tanam).

e. Berat kering tajuk (g)

Berat kering tajuk tanaman diambil dari semua bagian tajuk lalu dioven pada suhu 60°C selama 2×24 jam sampai beratnya tetap lalu ditimbang sebagai

berat kering tajuk. Pengukuran berat kering tajuk dilakukan setelah tanaman memasuki masa vegetatif maksimum (± 8 minggu setelah tanam).

f. Bobot Relatif Tanaman (%)

Bobot relatif tanaman dihitung dengan rumus :

$$\frac{\text{BK tanaman tercekam (A0)}}{\text{BK tanaman tidak tercekam (A1)}} \times 100 \%$$

Penghitungan bobot relatif tanaman dimaksudkan agar kultivar yang diuji dapat dikelompokkan ke dalam beberapa kelompok sesuai dengan kriteria tingkat ketenggangannya yang dikeluarkan oleh Sakarung (1986), yaitu : 1) $> 95\%$ = sangat tenggang cekaman Al dan sangat efisien N, 2) $86-95\%$ = tenggang cekaman Al dan efisien N, 3) $76-85\%$ = agak tenggang cekaman Al dan kurang efisien N, 4) $66-75\%$ = agak peka Al dan tidak efisien N, 5) $56-65\%$ = peka, dan 6) $< 55\%$ = sangat peka. Klasifikasi ketenggangan tersebut dapat dianalogkan pada tanaman padi sawah yang mengalami cekaman besi (Fe).

g. Kandungan Klorofil Daun ($\text{mg klorofil g}^{-1}$ berat segar daun)

Pengukuran kandungan klorofil daun dengan menggunakan alat Spektrofotometer. Pengukurannya dilakukan setelah tanaman memasuki masa vegetatif maksimum (± 8 minggu setelah tanam), dengan mengambil 3 helai daun yaitu daun muda diambil daun pucuk, daun ke-3 dari pucuk dan daun ke-5 dari pucuk. Cara pengukuran kandungan klorofil dapat dilihat pada Lampiran 6. Hasil yang didapat memberikan informasi tentang karakter fisiologis yang menunjukkan bahwa keberadaan besi (Fe) mempengaruhi tingkat klorofil daun karena Fe dibutuhkan dalam pembentukan ultrastruktur kloroplas.

h. Analisis Unsur

h.1 Analisis Fe

Kadar Fe yang diukur adalah kadar Fe tanaman dan kadar Fe tanah, analisis tersebut meliputi :

- a. Analisis ferro (Fe^{+2}) akar tanaman dengan menggunakan metode ekstraksi 1,5% 1 -10 Orthopenanthorolin ($\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2$) (Ryan dan Rashid,1999)
- b. Analisis Fe total daun tanaman dengan menggunakan metode ekstraksi 50% HClO_4 (Ryan dan Rashid, 1999)
- c. Analisis ferro (Fe^{+2}) pada tanah dengan menggunakan metode ekstraksi 1 M Na Asetat pH 2,8 (Hidayat, 1978). Prosedur masing-masing analisis dapat dilihat pada Lampiran 5

Untuk analisis Fe tanah dilakukan pada awal percobaan (sebelum tanam) dan 2 bulan setelah tanam.

h.2 Analisis P

Kadar P diukur dengan menggunakan berat kering tajuk dan akar tanaman pada akhir percobaan berdasarkan metode Yoshida *et al.*, (1976) dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nm (Lampiran 3), dimana nilai Efisiensi Penggunaan P (EPP) dan Efisiensi Serapan P (ESP) berpedoman pada Swasti. (2004) sebagai berikut :

1. Efisiensi Penggunaan P (EPP)

Nilai Efisiensi Penggunaan P (EPP) berdasarkan total bobot kering tanaman per konsentrasi P jaringan tanaman dari kultivar yang diuji. Nilai EPP memberikan kontribusi yang besar terhadap pembentukan bahan kering tanaman.

Nilai EPP dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$\text{EPP} = \text{berat kering total (g)/konsentrasi P jaringan}$$

2. Efisiensi Serapan (ESP)

Efisiensi Serapan P (ESP) yang menyatakan jumlah P total jaringan tanaman per berat kering akar kultivar padi beras merah yang diuji dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{ESP} = \text{miligram P jaringan/gram bobot kering akar}$$

3.4.6.2 Pengamatan Fase Generatif (Seri II)

a. Jumlah Anakan Produktif per Rumpun (batang)

Jumlah anakan produktif per rumpun adalah semua anakan yang berhasil mengeluarkan malai dan dihitung 10 hari menjelang panen.

b. Berat 100 butir gabah (g)

Gabah bernas pada kadar air yang dikonversikan ke KA 14% diaduk merata dan secara acak diambil 100 butir dari rumpun lalu ditimbang dengan timbangan analitik.

c. Hasil (g pot^{-1})

Hasil diukur pada kadar air yang dikonversikan ke KA 14% (gabah kering giling, GKG) dengan jalan melanjutkan pengeringan gabah bernas pada suhu 60 – 70°C dalam oven selama 24 jam lalu ditimbang. Perhitungan hasil dapat dilihat pada Lampiran 5.

pH tanah

Pengukuran pH tanah dilakukan pada awal dan akhir penelitian dengan menggunakan alat pH meter.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Tanah dan Kompos

Tanah yang digunakan adalah jenis Ultisol. Analisis tanah dilakukan dua kali, yaitu pada awal penelitian (2 minggu setelah penggenangan) dan 8 minggu setelah tanam. Untuk analisis kompos, dilakukan pada awal penelitian. Hasil analisis tanah dan kompos, dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil analisis tanah dan kompos

Jenis Analisis	Satuan	Nominal/Kriteria*)	
		Sebelum Percobaan	Setelah 2 bulan
Tanah			
- pH		4,50 sm	4,90 m
- Bahan Organik	%	3,63 r	
- C-Organik	%	1,52 r	
- P-tersedia	ppm	22,50 s	12,74 r
- Fe-tersedia	ppm	550 st	900 st
Kompos Alang-alang			
- pH		6,20	
- Bahan Organik	%	86	
- C-Organik	%	49,43	
- P	%	0,3	
- N-total	%	1,4	
- K	%	0,1	
Tanah + Kompos			
- pH			5,60 am
- P-tersedia	ppm		11,04 r
- Fe-tersedia	ppm		700 st

Keterangan : m = masam; am = agak masam; sm = sangat masam; st = sangat tinggi; s = sedang; dan r = rendah

*) kriteria sifat kimia tanah dan syarat kompos yang baik dapat dilihat pada Lampiran 5a dan 5b

Dari tabel diatas, menunjukkan bahwa tanah ini mempunyai tingkat kesuburan yang rendah. Ciri ini ditunjukkan oleh bahan organik dan C-organik tanah yang rendah, diperparah oleh pH tanah masam dan Fe-tersedia (Fe^{+2}) yang

sangat tinggi. Rendahnya bahan organik menunjukkan bahwa tanah ini memerlukan asupan bahan organik yang bisa diperoleh dengan menambahkan bahan organik seperti kompos.

Setelah dua bulan percobaan, hasil analisis tanah menunjukkan adanya peningkatan kandungan Fe^{+2} , pada tanah tanpa kompos sebesar 900 ppm dan pada tanah + kompos sebesar 700 ppm. Meningkatnya kadar Fe^{+2} dalam larutan tanah disebabkan karena penggenangan tanah yang terus menerus sehingga terjadinya perubahan oksidasi menjadi reduksi yang mengakibatkan tereduksinya $\text{Fe}(\text{OH})_3$ menjadi $\text{Fe}(\text{OH})_2$ yang larut. Menurut Herviyanti (2007), kadar Fe^{+2} pada tanah tergenang akan terus meningkat sampai minggu ke-12 penggenangan dan setelah minggu ke-12, baru terjadi penurunan. Hal ini disebabkan juga oleh semakin lama tanah digenangi maka semakin rendah nilai potensial redoksnya (Eh). Penurunan nilai Eh ini karena terjadinya proses reduksi di dalam tanah, dimana terjadi peralihan dekomposisi bahan organik tanah dari kondisi aerob menjadi anaerob oleh mikroorganisme tanah. Menurut Sanchez (1993), mikroorganisme aerob pada saat tanah digenangi akan memanfaatkan O_2 yang tersisa dalam pori-pori tanah dan mati setelah tanah terus menerus digenangi. Dekomposisi bahan organik kemudian dilanjutkan oleh mikroorganisme anaerob yang menggunakan hasil penguraian bahan organik sebagai penerima elektron dalam pernapasannya.

Peningkatan kandungan Fe^{+2} pada tanah yang diberi kompos alang-alang, tidak secepat peningkatan Fe^{+2} pada tanah tanpa kompos. Hal ini disebabkan oleh bahan organik yang ada pada kompos mampu mengurangi kadar/konsentrasi Fe dalam tanah melalui reaksi antara Fe^{+2} dengan gugus fungsional dari asam humat yang terdapat dalam bahan organik, membentuk organo-logam dan pengkhelatan. Dinyatakan oleh Prasetyo *et al* (2008) bahwa adanya bahan organik yang

menghasilkan asam-asam humat, akan terjadi peningkatan gugus fungsional asam karboksilat sehingga dapat membentuk senyawa kompleks melalui gugus fungsional-COOH dengan Fe^{+2} dalam jumlah yang banyak. Akibatnya Fe^{+2} yang tersedia akan berkurang. Tan (1995) menyatakan bahwa pengkhelatan menyebabkan fosfat anorganik yang tidak larut menjadi lebih larut. Asam humat mempunyai afinitas yang tinggi terhadap Al, Fe dan Ca, akibatnya asam humat akan bersaing atas unsur-unsur tersebut dengan senyawa fosfat melalui pembentukan kompleks, sehingga ion P terbebas ke dalam larutan tanah. Pada tanah yang digenangi, kemungkinan Fe-P dapat disimpan pada permukaan tanah (Buckman dan Brady, 1982; Ismunadji dan Roechan, 1988).

4.2 Penampilan Tanaman yang Keracunan Fe

Penampilan tanaman yang keracunan Fe diamati pada saat anakan maksimum (± 8 minggu setelah tanam) dan pada saat primordia. Pengamatan dikelompokkan ke dalam skala gejala tanaman yang keracunan Fe, yaitu : 1 = pertumbuhan dan anakan hampir normal; 2 = pertumbuhan dan anakan hampir normal, pada ujung daun-daun tua terdapat bintik-bintik coklat kemerahan atau oranye; 3 = pertumbuhan dan anakan hampir normal, daun-daun tua coklat kemerahan, ungu atau kuning oranye; 5 = pertumbuhan dan anakan terhambat, banyak daun berubah warna; 7 = pertumbuhan dan anakan berhenti, kebanyakan daun berubah warna dan mati; 9 = hampir semua tanaman mati atau merana (Komisi Nasional Plasma Nutfah, 2003). Hasil pengamatan dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

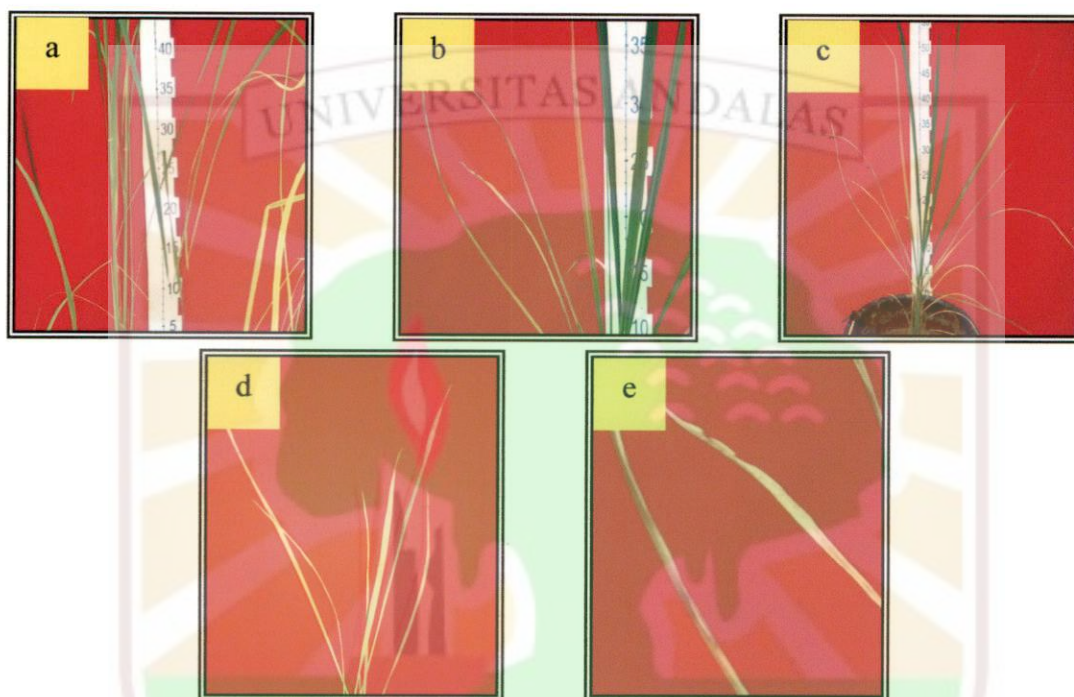
Tabel 2. Penampilan tanaman berdasarkan skala gejala tanaman yang keracunan Fe

Kultivar	Skala			
	0 t ha ⁻¹		Kompos 20 t ha ⁻¹	
	8 minggu ST	Primordia	8 minggu ST	Primordia
BM Surian	7	7	3	3
Padi ladang merah	7	7	3	3
BM Talang Babungo	3	3	2	2
BM Sungai Abu	7	7	5	5
BHt Sariak Alam Tigo	5	5	3	3
BHt Solok	3	3	3	3
BM Gn.Pasir	5	5	5	5
BM Perbatasan	3	3	2	2
BM Kekuningan	3	3	2	2
BM Pido Manggih	7	7	5	5
BM Siarang	3	3	3	3
Padi Telur	7	7	5	5
BM Sikarujuik	9	9	9	9
BM Jorong Mudiak	5	5	3	3
BM Teluk Embun	9	9	9	9

Keterangan : 1 = pertumbuhan dan anakan hampir normal; 2 = pertumbuhan dan anakan hampir normal, pada ujung daun-daun tua terdapat bintik-bintik coklat kemerahan atau oranye; 3 = pertumbuhan dan anakan hampir normal, daun-daun tua coklat kemerahan, ungu atau kuning oranye; 5 = pertumbuhan dan anakan terhambat, banyak daun berubah warna; 7 = pertumbuhan dan anakan berhenti, kebanyakan daun berubah warna dan mati; 9 = hampir semua tanaman mati atau merana (Komisi Nasional Plasma Nutfah, 2003).

Bila diamati secara visual dapat dikatakan bahwa kultivar BM Talang Babungo mempunyai kemampuan adaptasi (toleran) yang jauh lebih bagus dibanding kultivar lainnya, jika ditanam pada tanah yang mengalami cekaman Fe. Kultivar lainnya yang dapat dikategorikan sebagai kultivar agak toleran adalah BM Perbatasan dan BM kekuningan. Kultivar yang tidak toleran terhadap cekaman Fe adalah BM Sikarujuik dan BM Teluk Embun, ditandai oleh pertumbuhannya yang merana, daun-daun tua berwarna coklat kemerahan atau kuning oranye dimulai dari ujung-ujung daun, satu persatu daun mulai mati bahkan tanaman mengalami kematian sebelum memasuki fase generatif. Hal ini mungkin disebabkan oleh akar-akar kultivar ini, tidak mampu menahan Fe^{+2} yang direduksi dari Fe^{+3} akibat tanah tergenang, sehingga Fe^{+2} diserap akar tanaman

terus kebagian atas dan meracuni tanaman yang ditunjukkan oleh adanya gejala keracunan Fe pada bagian atas tanaman. Gejala tanaman yang keracunan Fe, jika diskalakan menurut skala yang dikeluarkan oleh Komisi Nasional Plasma Nutfah (2003), dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Penampilan gejala tanaman yang keracunan Fe, (a). skala 2, (b). skala 3, (c). skala 5, (d). skala 7, (e). skala 9

Tahapan keracunan Fe pada padi menurut Ottow *et al* (1989) terdiri atas dua fase. Pertama, fase 7 hari setelah penggenangan (stress pemindahan bibit). Pada fase ini akar belum mampu mengoksidasi kelebihan Fe^{+2} menjadi Fe^{+3} selama penggenangan. Artinya, kekuatan meniadakannya belum berfungsi, akibatnya ion Fe^{+2} yang berlebihan akan diserap oleh tanaman. Kedua, fase antara primordia dan berbunga yang disebabkan oleh tidak efektifnya mekanisme akar untuk menolak Fe^{+2} akibat makin permeabilitasnya akar tanaman. Namun, gejala keracunan Fe dapat terlihat pada setiap stadia pertumbuhan dan sebaiknya

dievaluasi pada fase anakan maksimum dan primordia (Breemen and Moorman, 1978). Ditambahkan oleh Albano, Miller and Halbrooks (1996) Becker, Angel and Asch (2008), gejala umum keracunan besi pada padi sangat terlihat pada daun, dimana daun bercak-bercak kuning sampai oranye, dikenal dengan istilah bronzing, dimulai dari jaringan yang muda.

4.3 Tinggi Tanaman (cm)

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diterapkan pada suatu tanaman, biasanya tinggi tanaman menjadi indikator umum, karena lebih mudah dilihat secara visual. Hasil analisis ragam (Lampiran 9) menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara dosis kompos alang-alang (diasumsikan tanaman berada dalam keadaan tercekam dan tidak tercekam Fe) dengan kultivar yang digunakan. Pengaruh nyata diperlihatkan oleh penggunaan dengan/tanpa kompos, begitu juga respon dari 15 kultivar tersebut menunjukkan respon yang berbeda-beda terhadap tinggi tanaman. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar beras merah lokal Sumatera Barat yang digunakan terhadap tinggi tanaman, dapat dilihat pada Tabel 3.

Pada Tabel 3, terlihat bahwa respon kultivar beras merah lokal Sumatera Barat yang digunakan berbeda-beda terhadap tinggi tanaman. Perbedaan respon dari kultivar yang digunakan terhadap tinggi tanaman karena adanya pengaruh cekaman Fe yang dibarengi oleh sifat genetis dari kultivar itu sendiri. Seperti halnya kultivar BM Perbatasan dan BM Kekuningan, secara visual mempunyai tinggi tanaman yang tidak terlalu tinggi dibanding kultivar lainnya, namun hal ini bukanlah disebabkan karena adanya cekaman Fe sehingga pertumbuhannya kurang berkembang, namun lebih kepada sifat genetis kultivar itu sendiri, ditandai

oleh pertumbuhan batang yang cukup kokoh dan tidak banyak daun-daun yang mengalami gejala keracunan Fe.

Tabel 3. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap tinggi tanaman (cm)

Kultivar	Tinggi tanaman (cm)		Rerata Kultivar	
	0 t ha ⁻¹	20 t ha ⁻¹		
BM Surian	92,00	120,00	106,00	ab
Padi Ladang Merah	63,00	109,00	86,00	abcd
BM Talang Babungo	87,00	135,50	111,25	a
BM Sungai Abu	87,00	125,00	106,00	ab
BHt Sariak Alang Tigo	104,00	115,50	109,75	ab
BHt Solok	101,50	117,50	109,50	ab
BM Gn.Pasir	75,00	86,50	80,75	bcd
BM Perbatasan	57,50	78,00	67,75	cde
BM Kekuningan	61,00	84,00	72,50	cd
BM Pido Manggih	56,00	75,50	65,75	cde
BM Siarang	76,50	106,00	91,25	abc
Padi Telur	55,50	78,50	67,00	cde
BM Sikarujuk	34,00	44,00	39,00	c
BM Jorong Mudiak	55,50	90,00	72,75	cd
BM Teluk Embun	54,00	67,50	60,75	de
Rerata kompos alang-alang	70,63	95,50		
	A	B		

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang sama dan angka-angka pada baris yang sama diikuti oleh huruf besar yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT 5%

Pemberian kompos alang-alang 20 t ha⁻¹, memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman, dimana tanaman yang diberi kompos alang-alang, pertumbuhan vegetatifnya jauh lebih baik, batang lebih kokoh daripada tanpa pemberian kompos alang-alang. Pada tanah tanpa kompos, seperti terlihat pada hasil analisis tanah (Tabel 1), konsentrasi Fe dalam tanah melalui pengkomplekan lebih tinggi daripada tanah yang diberi kompos, sehingga tanaman mengalami keracunan Fe yang cukup parah, pertumbuhan tanaman terhambat, terbatasnya perkembangan akar. Kenyataan menunjukkan bahwa keracunan Fe tidak berjalan dengan sendirinya tetapi disebabkan oleh stress hara makro. Dalam hal ini, Fe⁺² yang terbentuk, akan mengikat unsur P sehingga akar tidak mampu menyerap P

yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Burbey, Safei, Taher dan Zaini (1983), dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa terhambatnya pertumbuhan tanaman, disamping tingginya kelarutan Fe^{+2} juga akibat rangsangan kekurangan hara.



Gambar 3. Tinggi padi beras merah lokal Sumatera Barat, tanpa diberi kompos (A0 = dalam keadaan tercekam Fe) setelah 2 bulan penanaman

Keterangan : K1 = BM Surian, K2 = Padi Ladang Merah, K3 = BM Talang babungo, K4 = BM Sungai Abu, K5 = BHt Sariak Alang Tigo, K6 = BHt Solok, K7 = BM Gn. Pasir, K8 = BM Perbatasan, K9 = BM kekuningan, K10 = BM Pido Manggih, K11 = BM Siarang, K12 = Padi Telur, K13 = BM Sikarjuik, K14 = BM Jorong Mudiak, K15 = BM Teluk Embun



Gambar 4. Tinggi padi beras merah lokal Sumatera Barat yang diberi kompos 20 t ha^{-1} (A1 = dalam keadaan tidak tercekam Fe) setelah 2 bulan penanaman

Keterangan : K1 = BM Surian, K2 = Padi Ladang Merah, K3 = BM Talang babungo, K4 = BM Sungai Abu, K5 = BHt Sariak Alang Tigo, K6 = BHt Solok, K7 = BM Gn. Pasir, K8 = BM Perbatasan, K9 = BM kekuningan, K10 = BM Pido Manggih, K11 = BM Siarang, K12 = Padi Telur, K13 = BM Sikarujuik, K14 = BM Jorong Mudiak, K15 = BM Teluk Embun

4.4 Jumlah Anakan per Pot (batang)

Berdasarkan hasil sidik ragam (Lampiran 9) pengaruh interaksi antara perlakuan dosis kompos alang-alang dan kultivar beras merah lokal Sumatera Barat berbeda nyata terhadap jumlah anakan per pot. Pengaruh interaksi antara perlakuan dosis kompos alang-alang dengan kultivar beras merah lokal Sumatera Barat terhadap jumlah anakan per pot, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap jumlah anakan per pot

Kultivar	Jumlah anakan per pot (batang)			
	0 t ha ⁻¹		20 t ha ⁻¹	
BM Surian	4,00	d	6,00	ef
	A		B	
Padi Ladang Merah	4,00	d	5,50	fg
	A		B	
BM Talang Babungo	4,50	bcd	7,50	bc
	A		B	
BM Sungai Abu	4,50	bcd	5,00	g
	A		B	
BHt Sariak Alang Tigo	5,50	ab	7,00	cd
	A		B	
BHt Solok	5,00	abcd	6,00	ef
	A		B	
BM Gn. Pasir	4,50	bcd	6,00	ef
	A		B	
BM Perbatasan	4,50	bcd	6,50	de
	A		B	
BM Kekuningan	4,50	bcd	8,50	a
	A		B	
BM Pido Manggih	4,50	bcd	6,00	e
	A		B	
BM Siarang	4,50	bcd	6,00	ef
	A		B	
Padi Telur	4,00	d	8,00	ab
	A		B	
BM Sikarujuk	3,00	e	3,00	h
	A		A	
BM Jorong Mudiak	4,50	cd	7,50	bc
	A		B	
BM Teluk Embun	3,00	e	3,00	h
	A		A	

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang sama dan angka-angka pada baris yang sama diikuti oleh huruf besar yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT 5%

Dari Tabel 4, terlihat bahwa masing-masing kultivar memberikan respon yang berbeda-beda dengan adanya kompos alang-alang terhadap jumlah anakan per pot. Respon kultivar dalam keadaan tidak tercekam Fe (kompos alang-alang 20 t ha^{-1}), memperlihatkan respon yang jauh lebih baik terhadap jumlah anakan maksimum. Hal ini disebabkan karena kultivar toleran, mempunyai kemampuan yang cukup baik dalam mengalirkan unsur hara yang diserap akar tanaman ke bagian atas tanaman, seperti hara yang dibutuhkan untuk pembentukan anakan.

Cekaman Fe dapat menghambat perkembangan pembentukan anakan sehingga pada saat tanaman mengalami cekaman Fe pembentukan anakan lebih sedikit daripada yang tidak mengalami cekaman Fe kecuali kultivar BM Sikarujuk dan BM Teluk Embun, jumlah anakan yang terbentuk adalah sama saat mengalami cekaman dan tidak mengalami cekaman Fe. Meskipun Fe^{+2} yang terbentuk pada keadaan tidak tercekam Fe lebih sedikit dibanding keadaan yang mengalami cekaman, karena kultivar ini tergolong kultivar yang tidak toleran Fe maka dalam keadaan tidak tercekam Fe, tetap tidak mampu membentuk anakan lebih banyak.

4.5 Berat Kering Akar dan Tajuk (g)

Berdasarkan hasil sidik ragam (Lampiran 7) pengaruh interaksi antara perlakuan dosis kompos alang-alang dan kultivar beras merah lokal Sumatera Barat berbeda nyata terhadap berat kering akar dan tajuk. Pengaruh interaksi antara perlakuan dosis kompos alang-alang dan kultivar beras merah lokal Sumatera Barat dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap berat kering akar dan tajuk

Kultivar)	Berat kering akar dan tajuk (g)							
	Akar (g)				Tajuk (g)			
	0 t ha ⁻¹		20 t ha ⁻¹		0 t ha ⁻¹		20 t ha ⁻¹	
BM Surian	7,33	b	13,90	b	5,93	fg	8,77	d
	A		B		A		B	
Padi Ladang Merah	0,83	e	2,79	gh	0,77	fg	4,45	f
	A		B		A		B	
BM Talang Babungo	16,05	a	25,59	a	24,14	cd	39,17	a
	A		B		A		B	
BM Sungai Abu	1,66	e	5,66	fgh	2,47	bc	5,93	ef
	A		B		A		B	
BHt Sariak Alang Tigo	7,32	b	8,43	c	4,21	a	6,67	e
	A		B		A		B	
BHt Solok	2,11	de	3,10	ef	2,13	fg	4,71	ef
	A		B		A		B	
BM Gn. Pasir	1,13	e	1,55	fgh	1,27	b	1,61	g
	A		A		A		A	
BM Perbatasan	4,33	cd	6,74	cde	7,36	de	10,90	c
	A		B		A		B	
BM Kekuningan	2,36	de	4,82	d	8,42	fg	16,75	b
	A		B		A		B	
BM Pido Manggih	0,30	e	0,87	gh	0,79	fg	2,31	g
	A		A		A		B	
BM Siarang	1,07	e	2,92	f	1,64	fg	4,02	f
	A		B		A		B	
Padi Telur	0,29	e	0,44	gh	0,77	g	1,27	g
	A		A		A		A	
BM Sikarjuik	0,07	e	0,17	h	0,15	fg	0,53	g
	A		A		A		A	
BM Jorong Mudiak	5,27	bc	7,51	cd	4,33	ef	5,63	ef
	A		B		A		B	
BM Teluk Embun	0,21	e	0,52	gh	0,77	de	2,19	g
	A		A		A		B	

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang sama dan angka-angka pada baris yang sama diikuti oleh huruf besar yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT 5%

Dari Tabel 5 terlihat bahwa masing-masing kultivar memberikan respon yang berbeda-beda dengan adanya kompos alang-alang terhadap berat kering akar dan tajuk. Kultivar BM Talang Babungo mempunyai berat kering akar dan tajuk yang berbeda nyata dengan kultivar lainnya, dimana mempunyai berat kering akar dan tajuk yang jauh lebih berat dibanding kultivar lainnya. Hal ini karena kultivar BM Talang Babungo dapat dikategorikan ke dalam kultivar yang toleran

berdasarkan bobot kering tanaman. Kulivar toleran mempunyai akar yang mampu menahan Fe^{+2} sehingga tidak banyak diserap oleh tanaman, pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik sehingga akan menghasilkan bobot kering tanaman yang juga lebih berat. Respon kultivar dalam keadaan tidak tercekam Fe, memperlihatkan respon yang jauh lebih baik dibanding dalam keadaan tercekam Fe terhadap berat kering akar dan tajuk.

Pengaruh utama dari keracunan Fe menurut Sahrawat (2000) adalah berkurangnya pertumbuhan tanaman, khususnya berat tanaman dan mengurangi cadangan makanan bagi tanaman. Hasil penelitian Yardha dan Yusuf (1993) menyatakan bahwa berkurangnya bobot kering tanaman disebabkan karena Fe yang berlebihan akan menghambat penyerapan unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang pada akhirnya akan mengurangi bobot kering tanaman.

Bahan kering yang dihasilkan dalam keadaan tercekam Fe lebih rendah dibanding yang tidak mengalami cekaman Fe. Adanya bahan organik yang terdapat pada keadaan yang tidak tercekam, mampu mengurangi serapan Fe^{+2} di akar sehingga tanaman dapat tumbuh dan berkembang lebih baik, hasil akhirnya akan menghasilkan bobot kering tanaman yang jauh lebih baik pula. Proses perkembangan tanaman ini juga dikendalikan oleh sinyal internal yang bergantung pada kecukupan suplai hara dari akar tanaman, dengan demikian ketersediaan unsur hara menjadi pembatas utama untuk pertumbuhan dan hasil pada kebanyakan lingkungan yang miskin hara. Menurut Marschner (1995) keracunan tanaman baik Al maupun Fe akan menghambat pertumbuhan melalui penghambatan pasokan hara, air dan sitokinin dari akar karena buruknya penetrasi akar atau kondisi hidrolik akar rendah. Suatu tanaman dikatakan efisien apabila

mampu menunjukkan pertumbuhan dan membentuk bahan kering yang lebih baik dari tanaman lain jika ditumbuhkan pada kondisi kekurangan hara.

4.6 Bobot Relatif Tanaman (%)

Berdasarkan berat kering tanaman yang tercekam dan tidak tercekam, maka dapat ditentukan bobot relatif tanaman dan berdasarkan bobot relatif ini tanaman dapat dikelompokkan ke dalam kriteria ketenggangan tanaman, yang dikeluarkan oleh Sakarung (1986), sehingga tanaman dapat dikelompokkan berdasarkan tingkat toleransinya terhadap cekaman Fe. Bobot relatif dari kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Bobot relatif kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat

Kultivar	Bobot relatif akar(%)	*	Bobot relatif tajuk (%)	*	Bobot relatif tanaman (%)	*
BM Surian	52,73	6	67,61	4	58,49	5
Padi ladang merah	29,54	6	17,26	6	22,00	6
BM Talang Babungo	62,72	5	61,62	5	62,06	5
BM Sungai Abu	29,39	6	41,71	6	35,69	6
BHt Sariak Alam Tigo	86,77	2	63,17	5	76,35	3
BHt Solok	68,17	4	45,28	6	54,36	6
BM Gn.Pasir	73,18	4	78,97	3	76,13	3
BM Perbatasan	64,22	5	67,56	4	66,28	4
BM Kekuningan	48,91	6	50,25	6	49,95	6
BM Pido Manggih	34,67	6	34,20	6	34,33	6
BM Siarang	36,61	6	40,86	6	39,01	6
Padi Telur	64,41	5	60,31	5	61,37	5
BM Sikarjuik	40,20	6	28,44	6	31,35	6
BM Jorong Mudiak	70,15	4	76,90	3	73,04	4
BM Teluk Embun	40,58	6	34,97	6	36,04	6

*) 1) > 95% = sangat tenggang cekaman Al dan sangat efisien N, 2) 86-95% = tenggang cekaman Al dan efisien N, 3) 76-85% = agak tenggang cekaman Al dan kurang efisien N, 4) 66-75% = agak peka Al dan tidak efisien N, 5) 56-65% = peka, dan 6) < 55% = sangat peka. Klasifikasi ketenggangan tersebut dapat dianalogkan pada tanaman padi sawah yang mengalami cekaman besi (Fe).

Dari Tabel 6 terlihat bahwa respon masing-masing kultivar beras merah lokal yang digunakan memperlihatkan respon yang berbeda-beda terhadap berat kering tanaman yang dihasilkan, meskipun tanaman dapat dikelompokkan ke

dalam tingkat toleransinya terhadap cekaman Fe. Kultivar BHt Sariak Alam Tigo dan BM Gn. Pasir, tergolong kultivar agak tenggang, sedangkan kultivar BM Perbatasan dan BM Jorong Mudiak tergolong kultivar agak peka. Ada beberapa kultivar seperti kultivar BM Talang Babungo, secara visual memperlihatkan penampilan tanaman yang paling bagus dibanding kultivar lainnya, namun berdasarkan berat kering tanaman, kultivar ini tergolong tanaman yang peka. Diduga akar kultivar ini mampu menahan Fe^{+2} yang terbentuk dan tidak atau sedikit yang diteruskan ke bagian atas tanaman. Begitu juga dengan Kultivar BM Surian, pada akar berkriteria sangat peka, pada tajuk berkriteria agak peka dan pada BK tanaman berkriteria peka. Terlihat bahwa akar BM Surian mampu menahan Fe^{+2} yang tereduksi dari Fe^{+3} akibat penggenangan tanah, sehingga akar masih mampu mendistribusikan zat-zat hara yang diserap ke bagian atas tanaman. Kultivar Padi ladang Merah, BM Sungai Abu, BHt Solok, BM Kekuningan, BM Pido Manggih, BM Siarang, BM Sikarujuik dan BM Teluk Embun berkriteria 6, tetapi responnya berbeda-beda terhadap kemampuan akar itu sendiri dalam menahan Fe^{+2} yang terbentuk agar tidak didistribusikan ke bagian atas tanaman. Diduga bahwa bobot relatif kultivar Padi Ladang Merah yang kecil ini, masih mampu menahan/menolak Fe^{+2} yang terbentuk akibat reduksi Fe^{+3} sehingga Fe^{+2} tidak terlalu banyak yang diserap oleh tanaman. Kultivar BM Sungai Abu dan BM Pido Manggih, baru memperlihatkan responnya setelah tanaman memasuki fase generatif ditandai oleh tanaman yang tidak menghasilkan malai (lihat Tabel 8). Dikatakan oleh Breemen dan Moorman (1978) bahwa gejala keracunan Fe dapat terlihat pada setiap stadia pertumbuhan. Kultivar BM Sikarujuik dan BM Teluk Embun mengalami kematian sebelum memasuki fase generatif. Diduga bahwa akar kedua kultivar ini mempunyai sifat yang tidak mampu menahan/menolak

Fe⁺² sehingga banyak diserap oleh tanaman akibatnya tanaman mengalami keracunan Fe yang cukup parah.

4.7 Analisis Jaringan Tanaman

4.7.1 Kandungan Fe (ppm) pada Akar dan Tajuk

Berdasarkan hasil sidik ragam (Lampiran 9) pengaruh interaksi antara perlakuan dosis kompos alang-alang, berbeda tidak nyata terhadap kandungan Fe akar dan tajuk dari 15 kultivar beras merah lokal Sumatera Barat yang digunakan. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar beras merah lokal Sumatera Barat terhadap kandungan Fe akar dan tajuk, dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap kandungan Fe akar dan tajuk tanaman

Kultivar	Fe Akar (ppm)		Rerata Kultivar	Fe Tajuk (ppm)		Rerata Kultivar
	0 t ha ⁻¹	20 t ha ⁻¹		0 t ha ⁻¹	20 t ha ⁻¹	
BM Surian	480,63	397,53	439,08 bc	341,64	324,52	333,08 c
Padi ladang merah	418,02	385,58	401,80 c	362,08	331,08	346,58 bc
BM Talang Babungo	475,33	367,02	421,18 bc	302,14	256,71	279,43 d
BM Sungai Abu	510,71	510,21	510,46 b	381,14	348,89	365,02 b
BHt Sariak Alam Tigo	460,70	347,58	404,14 c	342,77	327,64	335,21 c
BHt Solok	474,64	386,46	430,55 bc	343,39	333,64	338,52 bc
BM Gn.Pasir	448,08	374,83	411,46 c	356,08	332,58	344,33 bc
BM Perbatasan	530,14	430,14	480,14 bc	340,83	326,89	333,86 c
BM Kekuningan	549,09	416,52	482,80 bc	339,27	329,83	334,55 c
BM Pido Manggih	518,52	460,71	489,61 bc	375,58	341,89	358,74 b
BM Siarang	523,83	454,89	489,36 bc	344,14	335,89	340,02 bc
Padi Telur	524,83	394,14	459,49 bc	341,89	333,71	337,80 bc
BM Sikarjuik	629,64	588,52	609,08 a	453,27	416,46	434,86 a
BM Jorong Mudiak	512,71	403,89	458,30 bc	339,64	335,02	337,33 c
BM Teluk Embun	655,89	568,52	612,21 a	459,33	452,89	456,11 a
Rerata Kompos	514,19	432,44		361,55	341,85	
	A	B		A	B	

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang sama dan angka-angka pada baris yang sama diikuti oleh huruf besar yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT 5%

Dari Tabel 7, terlihat bahwa kultivar BM Sikarjuik dan BM Teluk Embun memiliki kandungan Fe yang tinggi baik pada jaringan akar maupun tajuk. Dapat

dikatakan bahwa kultivar ini tergolong kultivar yang tidak toleran terhadap Fe, dimana Fe yang ada pada jaringan akar tidak mampu ditahan oleh akar sehingga Fe^{+2} yang terbentuk diserap oleh tanaman, ditandai oleh tanaman mengalami keracunan Fe yang cukup hebat dan hanya mampu bertahan sampai fase vegetatif dan setelah itu mati.

Kultivar BM Talang Babungo, mempunyai kandungan Fe jaringan akar yang cukup tinggi, namun pada tajuk kandungan Fe-nya paling rendah dibanding kultivar lain. Hal ini disebabkan karena akar BM Talang Babungo mampu menahan Fe yang ada pada akar sehingga Fe tidak banyak diserap oleh tanaman. Sifat dari akar tanaman yang toleran Fe adalah mampu menahan, menolak dan mengeliminir Fe yang ada pada akar. Seperti yang dikemukakan oleh Satari *et al.* (1990) bahwa tanaman padi mempunyai tingkat toleransi yang tinggi terhadap kelebihan Fe^{+2} dalam media sekitar perakaran, apabila akarnya mempunyai kemampuan untuk (1) mengoksidasi ion Fe^{+2} menjadi Fe^{+3} di daerah perakaran, kemampuan ini sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara dalam tanaman; (2) mengeluarkan Fe kepermukaan akar atau tidak menyerap sebagian Fe^{+3} , kemampuan ini dipengaruhi oleh respirasi, jika respirasi dihambat maka kemampuan oksidasi akan menurun dan (3) mengikat Fe dalam jaringan akar, sehingga dapat mencegah translokasi Fe yang berlebihan ke bagian atas tanaman. Kemampuan ini dipengaruhi oleh salinitas tanah, karena NaCl yang tinggi dapat menjenuhi kemampuan akar dalam meneruskan ion Fe^{+2} ke bagian atas tanaman.

Kandungan Fe pada akar juga disebabkan oleh meningkatnya kandungan Fe^{+2} tanah akibat penggenangan. Todano dan Yoshida (1978) menyatakan bahwa pada saat konsentrasi Fe dalam larutan tinggi, kandungan Fe akar tanaman meningkat sebanding dengan peningkatan penyerapan air dan jumlah total Fe

yang diserap tanaman. Selanjutnya Breemen dan Moormann (1978) melaporkan bahwa Fe^{+2} yang tinggi pada zona perakaran mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman padi, pertumbuhan tanaman bisa diperlambat pada konsentrasi Fe^{+2} dalam zona perakaran yang lebih rendah dari faktor yang menyebabkan gejala bronzing (coklat kemerahan) pada daun yang bervariasi dari konsentrasi rendah 30 ppm sampai konsentrasi tinggi seperti 500 ppm.

Kandungan Fe^{+2} pada tajuk jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan kandungan Fe^{+2} pada akar pada semua kultivar yang digunakan. Dapat dikatakan bahwa secara umum akar tanaman padi mempunyai kemampuan menahan Fe dan sedikit mentranslokasikan ke bagian atas tanaman. Seberapa besar kemampuan akar dapat menahan Fe, tergantung kepada kultivar masing-masing. Akar kultivar yang toleran Fe akan mempunyai kemampuan yang jauh lebih kuat menahan Fe dibanding akar kultivar yang tidak toleran (Silveira, Oliveira, Sperotto, Espindola, Amaral, Dias, Cunha and Fett, 2007). Makarim, Sudarman dan Supriadi (1989) mengatakan bahwa mekanisme toleransi tanaman padi terhadap keracunan Fe tergantung pada kekuatan oksidasi akar tanaman, ion Fe^{+2} disekitar akar dapat teroksidasi menjadi Fe^{+3} , sehingga menjadi bentuk yang tidak tersedia bagi tanaman. Ditambahkan oleh Suhartini (2004) bahwa beberapa varietas padi memiliki toleransi yang berbeda terhadap kadar Fe tinggi. Hal ini disebabkan oleh perbedaan struktur akar yang erat kaitannya dengan pergerakan oksigen dari bagian atas tanaman ke bagian akar. Terdapat perbedaan antar varietas dalam ekskresi ion OH^- . Varietas yang akarnya lebih banyak mengeluarkan ion OH^- dan menaikkan pH lapisan akar akan menyerap sedikit ion Fe. Varietas yang demikian lebih tahan keracunan Fe. Sebaliknya, varietas yang mengeluarkan ion OH^- sedikit, cenderung menurunkan pH tanah sehingga menyerap Fe lebih banyak.

Pada Tabel 7 diketahui bahwa kultivar BM Perbatasan, BM Kekuningan dan BM Jorong Mudiak mempunyai kandungan Fe batang yang cukup tinggi, namun secara visual tanaman ini terlihat cukup bagus (lihat Tabel 2). Dapat dikatakan bahwa kultivar ini dapat tumbuh normal pada kondisi Fe tajuk cukup tinggi. Seperti dinyatakan oleh Troidenier (1973) dalam Suhartini (2004) bahwa akan terdapat varietas-varietas yang mampu tumbuh normal pada kondisi Fe dalam daun cukup tinggi. Kandungan Fe tajuk yang berkisar antara 300 – 450 ppm ini, sudah dapat menimbulkan gejala keracunan besi bagi tanaman, bahkan kultivar yang tidak toleran akan mengalami kematian. *Asian Crops and Micronutrient Toxicity* (2001) menyatakan bahwa batang tanaman yang mengalami keracunan besi, maka pada batangnya akan ditemukan kandungan besi sebesar 300 – 500 ppm dan gejala keracunan akan terlihat pada daun.

Kandungan Fe tanaman yang diberi kompos alang-alang 20 t ha⁻¹ lebih rendah daripada tanpa kompos alang-alang. Hal ini disebabkan oleh bahan organik yang ada pada kompos mampu mengurangi kadar/konsentrasi Fe dalam tanah melalui reaksi antara Fe⁺² dengan gugus fungsional dari asam humat yang terdapat dalam bahan organik, membentuk organo-logam dan pengkkelatan.

4.7.2 Kandungan P (ppm) pada Akar dan Tajuk

Berdasarkan hasil sidik ragam (Lampiran 9) terdapat pengaruh interaksi antara perlakuan dosis kompos alang-alang dengan kultivar beras merah lokal Sumatera Barat untuk kandungan P pada akar, sedangkan pada kandungan P tajuk tidak ada interaksi. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar beras merah lokal Sumatera Barat, dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap kandungan P akar dan tajuk tanaman

Kultivar	P Akar (ppm)		P Tajuk (ppm)		Rerata Kultivar
	0 t ha ⁻¹	20 t ha ⁻¹	0 t ha ⁻¹	20 t ha ⁻¹	
BM Surian	228,68 ef A	262,48 bc B	253,70	293,48	273,59 abc
Padi ladang merah	225,28 f A	245,28 de B	247,51	274,28	260,89 c
BM Talang Babungo	250,17 bcd A	276,67 a B	283,27	301,37	292,32 ab
BM Sungai Abu	59,36 g A	75,36 g B	74,88	82,98	78,93 d
BHt Sariak Alam Tigo	254,10 ab A	254,42 c B	270,60	281,45	276,02 abc
BHt Solok	257,94 ab A	270,94 a B	288,44	295,59	292,01 ab
BM Gn.Pasir	245,78 cd A	241,36 e B	274,67	274,36	274,51 abc
BM Perbatasan	263,35 a A	270,68 ab B	290,35	302,70	298,02 a
BM Kekuningan	262,33 a A	273,54 a B	290,58	297,38	293,98 ab
BM Pido Manggih	57,44 g A	85,69 f B	77,91	81,19	79,55 d
BM Siarang	247,05 cd A	254,31 c B	272,95	279,31	276,13 abc
Padi Telur	235,08 e A	244,46 d B	258,18	271,96	265,06 bc
BM Sikarujuik	17,84 h A	17,00 h A	30,34	38,00	34,17 e
BM Jorong Mudiak	244,22 d A	260,55 c B	266,67	281,05	273,86 abc
BM Teluk Embun	13,09 i A	18,51 h B	33,19	46,01	39,60 e
Rerata Kompos			214,21	226,94	
Alang-Alang			A	B	

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang sama dan angka-angka pada baris yang sama diikuti oleh huruf besar yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT 5%

Pada Tabel 8, terlihat bahwa masing-masing kultivar memberikan respon yang berbeda-beda dalam keadaan tercekam dan tidak tercekam Fe terhadap kandungan P akar dan respon kultivar dalam keadaan tidak tercekam jauh lebih baik dibanding dalam keadaan tercekam Fe. Seperti kultivar BM Kekuningan, BM Perbatasan, BHt Solok, BM Talang Babungo dan BHt Sariak Alam Tigo adalah kultivar yang memberikan respon cukup bagus terhadap kandungan P akar dengan

adanya kompos alang-alang. Untuk kandungan P tajuk, tidak ada interaksi antara kultivar dengan dosis kompos alang-alang. Namun demikian, masing-masing kultivar memberikan respon yang berbeda-beda terhadap kandungan P tajuk dan kandungan P tajuk dalam keadaan tidak tercekam lebih tinggi daripada dalam keadaan tercekam.

Tingginya kandungan P tanaman dalam keadaan tidak tercekam karena adanya asupan unsur hara yang berasal dari kompos alang-alang, yang dapat mengurangi konsentrasi Fe dalam tanah melalui pengkomplekan. Pengikatan P oleh Fe akan berkurang sehingga P menjadi tersedia dan dapat diserap oleh tanaman. Disamping itu, dengan berkurangnya kadar Fe^{+2} tanah akan memberikan peluang bagi akar untuk berkembang lebih baik, sehingga jumlah P yang dapat diserap tanaman menjadi lebih banyak. Dijelaskan oleh Hakim *et al* (1986) bahwa akar yang tumbuh sehat akan mampu menyerap unsur P dalam jumlah yang lebih banyak.

4.8 Efisiensi Penggunaan P (EPP) (g^2 BKT mg^{-1} P)

Berdasarkan hasil sidik ragam (Lampiran 9) pengaruh interaksi antara perlakuan dosis kompos alang-alang dan kultivar beras merah lokal Sumatera Barat berbeda tidak nyata terhadap EPP. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar beras merah lokal Sumatera Barat terhadap EPP, dapat dilihat pada Tabel 9 dibawah ini.

Pada Tabel 9, terlihat bahwa masing-masing kultivar memberikan respon yang berbeda-beda terhadap nilai EPP, kultivar BM Talang Babungo berbeda nyata dengan kultivar lainnya. Dalam keadaan tidak tercekam, nilai EPP jauh lebih besar dibanding dalam keadaan tercekam. Dapat dikatakan bahwa kultivar

yang memiliki nilai EPP besar adalah kultivar yang efisien dalam penggunaan P. Kriteria EPP ini lebih tepat digunakan untuk membedakan galur efisien dan tidak efisien (Swasti, 2004).

Tabel 9. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap Efisiensi Penggunaan P ($\text{g}^2 \text{BKT mg}^{-1} \text{P}$)

Kultivar	EPP		Rerata Kultivar
	0 t ha ⁻¹	20 t ha ⁻¹	
BM Surian	27,63	40,71	34,17 bc
Padi Ladang Merah	3,44	13,90	8,67 def
BM Talang Babungo	75,46	112,00	93,73 a
BM Sungai Abu	31,19	73,32	52,25 b
BHt Sariak Alang Tigo	22,18	28,13	25,16 cdef
BHt Solok	7,76	13,78	10,77 cdef
BM Gn.Pasir	4,60	6,09	5,35 ef
BM Perbatasan	21,12	30,73	25,93 cdef
BM Kekuningan	19,49	37,78	28,64 bcde
BM Pido Manggih	8,06	18,68	13,37 cdef
BM Siarang	5,22	12,98	9,10 def
Padi Telur	2,13	3,30	2,72 f
BM Sikarjuik	4,56	13,04	8,80 cdef
BM Jorong Mudiak	18,77	24,25	21,51 cdef
BM Teluk Embun	20,49	41,46	30,97 bcd
	18,14	31,34	
Rerata Kompos Alang-Alang	A	B	

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang sama dan angka-angka pada baris yang sama diikuti oleh huruf besar yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT 5%

Nilai EPP memiliki kecenderungan yang sama dengan nilai BKT, dimana kultivar yang memiliki EPP tinggi akan memiliki BKT yang tinggi pula, dengan demikian nilai EPP memberikan kontribusi yang besar terhadap pembentukan bahan kering tanaman (Swasti, 2004). Tanaman dikatakan efisien apabila dapat menggunakan P internal secara baik untuk menghasilkan bahan kering (Marchner, 1995; Gahoonia dan Nielsen, 1996; Rao *et al.*, 1999; Dobermann dan Fairhurst, 2000 dalam Swasti, 2004).

4.9 Efisiensi Serapan P (ESP) (mg P g^{-1} BK Akar)

Berdasarkan hasil sidik ragam (Lampiran 9) pengaruh interaksi antara perlakuan dosis kompos alang-alang (diasumsikan bahwa tanaman berada dalam keadaan tercekam dan tidak tercekam Fe) dan kultivar beras merah lokal Sumatera Barat berbeda tidak nyata terhadap ESP. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar beras merah lokal Sumatera Barat, dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap Efisiensi Serapan P (mg P g^{-1} BK akar) (Data ditransformasi ke $\sqrt{Y + 0,5}$ *)

Kultivar	ESP		Rerata Kultivar
	0 t ha ⁻¹	20 t ha ⁻¹	
BM Surian	0,73	0,72	0,73 bc
Padi Ladang Merah	0,89	0,78	0,84 bc
BM Talang Babungo	0,71	0,71	0,71 c
BM Sungai Abu	0,72	0,72	0,72 bc
BHt Sariak Alang Tigo	0,73	0,73	0,73 bc
BHt Solok	0,79	0,77	0,78 bc
BM Gn.Pasir	0,86	0,82	0,84 bc
BM Perbatasan	0,75	0,75	0,75 bc
BM Kekuningan	0,79	0,74	0,74 bc
BM Pido Manggih	0,86	0,78	0,82 b
BM Siarang	0,86	0,76	0,81 bc
Padi Telur	1,20	1,06	1,13 a
BM Sikarjuik	0,92	0,81	0,86 bc
BM Jorong Mudiak	0,74	0,73	0,74 bc
BM Teluk Embun	0,78	0,76	0,77 bc
Rerata Kompos Alang-Alang	0,82	0,78	
	A	B	

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang sama dan angka-angka pada baris yang sama diikuti oleh huruf besar yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT 5%

*) data asli dapat dilihat pada Lampiran

Pada Tabel 10, diketahui bahwa kultivar Padi Telur berbeda nyata dengan kultivar lainnya terhadap nilai ESP. Nilai ESP terkecil terdapat pada kultivar BM Talang Babungo dengan nilai ESP sebesar $0,71 \text{ mg P g}^{-1}$ BK akar. Nilai ESP masing-masing kultivar dalam keadaan tidak tercekam Fe lebih kecil dibanding dalam keadaan tercekam. Semakin kecil nilai ESP, maka dapat dikatakan bahwa kultivar itu semakin efisien dalam menyerap P. Hal ini bisa terjadi karena berat

kering akar sebagai faktor pembagi pada kultivar yang mengalami cekaman jauh lebih kecil dibanding kultivar yang tidak mengalami cekaman. Nilai ESP lebih dipengaruhi oleh karakteristik akar, dimana kultivar yang tidak mengalami cekaman dan kultivar yang toleran biasanya menunjukkan perkembangan akar yang jauh lebih baik sehingga faktor pembagi dalam perhitungan ESP lebih besar yang menyebabkan nilai ESP menjadi lebih kecil.

ESP yang tinggi tidak diikuti oleh BK tanaman yang tinggi pula. Dikatakan oleh Swasti (2004) bahwa efisiensi penggunaan P ini lebih mencerminkan kepada kemampuan tanaman dalam memanfaatkan P internal baik melalui translokasi maupun retranslokasi untuk menghasilkan bahan kering tanaman ketika tanaman mengalami kekurangan hara.

Ada beberapa parameter yang saling mempengaruhi untuk dapat mengetahui tingkat toleransi kultivar beras merah lokal Sumatera Barat terhadap keracunan Fe akibat penggenangan tanah, yaitu berat kering akar dan tajuk, kandungan Fe akar dan tajuk, kandungan P akar dan tajuk, EPP dan ESP. Pada umumnya berat kering tanaman yang tinggi, akan mengandung Fe akar dan tajuk yang rendah, P akar dan tajuk yang tinggi, EPP tinggi dan ESP yang rendah (lihat Lampiran 10). Parameter yang sangat saling mempengaruhi adalah berat kering akar tanaman, EPP dan ESP. Kultivar yang memiliki berat kering tanaman yang lebih berat akan mempunyai nilai EPP yang besar pula dan mempunyai nilai ESP yang kecil. Hal ini terjadikarena berat kering akar berbanding positif dengan EPP dan berbanding terbalik dengan ESP. Namun, kemampuan tanaman dalam membentuk berat kering ini, juga tidak terlepas dari sifat genetis masing-masing kultivar.

4.10 Kandungan Klorofil Daun (mg klorofil g⁻¹ berat segar daun)

Berdasarkan hasil sidik ragam (Lampiran 9) pengaruh interaksi antara perlakuan dosis kompos alang-alang dan kultivar beras merah lokal Sumatera Barat berbeda tidak nyata terhadap kandungan klorofil daun. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar beras merah lokal Sumatera Barat dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap kandungan klorofil daun

Kultivar	Kandungan Klorofil Daun		Rerata Kultivar	
	0 t ha ⁻¹	20 t ha ⁻¹		
BM Surian	0,47	0,78	0,63	ab
Padi Ladang Merah	0,43	0,45	0,44	ab
BM Talang Babungo	0,66	0,93	0,79	a
BM Sungai Abu	0,52	0,52	0,52	ab
BHt Sariak Alang Tigo	0,70	0,81	0,76	a
BHt Solok	0,68	0,65	0,67	ab
BM Gn.Pasir	0,56	0,74	0,65	ab
BM Perbatasan	0,71	0,71	0,71	ab
BM Kekuningan	0,33	0,69	0,51	ab
BM Pido Manggih	0,55	0,39	0,47	ab
BM Siarang	0,49	0,57	0,53	ab
Padi Telur	0,47	0,60	0,54	ab
BM Sikarjuik	0,22	0,46	0,34	b
BM Jorong Mudiak	0,65	0,74	0,69	ab
BM Teluk Embun	0,25	0,52	0,38	ab
Rerata kompos alang-alang	0,51	0,64		
	A	B		

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang sama dan angka-angka pada baris yang sama diikuti oleh huruf besar yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT 5%

* data asli dapat di lihat pada Lampiran

Kandungan klorofil kultivar BM Talang Babungo dan BHt Sariak Alam Tigo berbeda nyata dengan BM Sikarjuik dan berbeda tidak nyata dengan kultivar lainnya. Hal ini terjadi karena proses metabolisme yang cukup baik di dalam kultivar BM Talang Babungo dan BHt Sariak Alam Tigo sehingga proses pembentukan klorofilpun berjalan dengan baik. Tanaman yang mengalami cekaman Fe (tanpa kompos), memperlihatkan kandungan klorofil yang berbeda nyata dengan tanaman yang tidak tercekam (kompos 20 t ha⁻¹). Hal ini karena

adanya transportasi hara yang cukup baik pada tanaman yang tidak tercekam Fe, dimana bahan organik yang terdapat dalam kompos dapat mengurangi kadar/konsentrasi Fe dalam tanah melalui pengkomplekan, sehingga melepaskan unsur P yang dapat diserap oleh akar tanaman. Metabolisme tanaman berjalan dengan baik termasuk pembentukan klorofil daun. Apabila klorofil pada daun cukup banyak, maka proses fotosintesis akan berlangsung dengan baik pula.

Salah satu peranan penting hara tanaman adalah mempengaruhi laju penuaan terutama pada daun. Umur daun menurut Gardner, Pierce dan Mitchell (1991) mempengaruhi laju fotosintesis dimana proses penuaan menyebabkan kelambatan proses fotosintesis tanaman. Masukan hara mineral yang cukup memungkinkan daun muda maupun daun tua dapat memenuhi kebutuhannya. Namun pada saat kandungan hara terbatas, maka hara lebih sering didistribusikan ke daun yang muda, hal ini jelas akan mengurangi laju fotosintesis pada daun yang lebih tua.

Kandungan hara yang berkurang mempengaruhi fotosintesis terutama dengan cara mempengaruhi komponen-komponen tanaman yang berperan dalam fotosintesis. Misalnya klorofil mengandung nitrogen dan magnesium, maka bila persediaan hara jumlahnya terbatas, klorofil mungkin tidak terbentuk. Molekul pelopor untuk sintesis klorofil juga meliputi besi, sehingga bila unsur besi tidak ada, maka klorofil tidak dapat disintesis (Amrullah, 2000). Price dan Henry (1991) *cit* Marchner (1995) juga menyatakan bahwa keracunan besi dapat merusak jaringan fotosintesis karena besi merupakan penyusun enzim yang berfungsi dalam pembentukan kloroplas.

4.11 Jumlah Anakan Produktif per Pot (batang)

Berdasarkan hasil sidik ragam (Lampiran 9) pengaruh interaksi antara perlakuan dosis kompos alang-alang dan kultivar beras merah lokal Sumatera Barat berbeda nyata terhadap jumlah anakan produktif. Pengaruh interaksi antara perlakuan dosis kompos alang-alang dengan kultivar beras merah lokal Sumatera Barat terhadap jumlah anakan produktif dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap jumlah anakan produktif (batang)

Kultivar	Jumlah anakan produktif per pot (batang)			
	0 t ha ⁻¹		20 t ha ⁻¹	
BM Surian	3,00	a	5,00	cde
	A		B	
Padi Ladang Merah	3,00	a	4,50	de
	A		B	
BM Talang Babungo	4,00	a	7,00	ab
	A		B	
BM Sungai Abu	0,00	b	0,00	f
	A		A	
BHt Sariak Alang Tigo	400	a	5,50	cd
	A		B	
BHt Solok	350	a	4,50	de
	A		B	
BM Gn. Pasir	3,50	a	4,00	e
	A		A	
BM Perbatasan	4,00	a	6,00	bc
	A		B	
BM Kekuningan	3,50	a	7,00	ab
	A		B	
BM Pido Manggih	0,00	b	0,00	f
	A		A	
BM Siarang	3,50	a	4,00	e
	A		A	
Padi Telur	3,00	a	5,50	cd
	A		B	
BM Jorong Mudiak	3,50	a	5,50	cd
	A		B	

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang sama dan angka-angka pada baris yang sama diikuti oleh huruf besar yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT 5%

Dari Tabel 12, terlihat bahwa masing-masing kultivar memberikan respon yang berbeda tidak nyata dalam keadaan tercekam Fe kecuali kultivar BM Sungai

Abu dan BM Pido Manggih yang berbeda nyata dengan kultivar lainnya. Dalam keadaan tidak tercekam Fe, masing-masing kultivar memberikan respon yang berbeda-beda. Respon kultivar dalam keadaan tidak tercekam Fe (kompos alang-alang 20 t ha⁻¹), memperlihatkan respon yang jauh lebih baik terhadap jumlah anakan produktif. Kultivar BM Talang Babungo dan BM Kuningan dalam keadaan tidak tercekam memberikan respon yang bagus dibanding kultivar lainnya. Untuk kultivar BM Sungai Abu dan BM Pido Manggih, baik dalam keadaan tercekam Fe maupun tidak tercekam Fe, tidak menghasilkan anakan produktif. Hal ini diduga karena kandungan Fe⁺² yang cukup tinggi pada akar dan tajuk (Tabel 7), menghambat organ reproduktif sehingga tidak menghasilkan malai.

Gejala keracunan Fe dapat terlihat pada setiap stadia pertumbuhan. Pada saat vegetatif, terlihat daun bercak-bercak coklat oranye yang dimulai pada daun yang tua dan bahkan ada yang mati sebelum memasuki fase generatif (kultivar BM Sikarujuk dan BM Teluk Embun), setelah memasuki fase generatif, pembentukan anakan produktif sedikit atau terhambat sehingga tidak mengeluarkan malai sama sekali (kultivar BM Sungai Abu dan BM Pido Manggih). Dikatakan oleh Suhartini (2004) bahwa toleransi tanaman padi terhadap keracunan Fe dipengaruhi oleh kondisi hara tanaman, iklim dan fase pertumbuhan.

4.12 Berat 100 Butir Gabah (g)

Berdasarkan hasil sidik ragam (Lampiran 9) pengaruh interaksi antara perlakuan dosis kompos alang-alang dan kultivar beras merah lokal Sumatera Barat berbeda nyata terhadap berat 100 butir gabah. Pengaruh interaksi antara

perlakuan dosis kompos alang-alang dengan kultivar beras merah lokal Sumatera Barat terhadap berat 100 butir gabah dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap berat 100 butir gabah

Kultivar	Berat 100 butir GKG per pot (g)			
	0 t ha ⁻¹		20 t ha ⁻¹	
BM Surian	1,92 A	f	2,11 B	e
Padi Ladang Merah	2,81 A	b	3,09 B	b
BM Talang Babungo	2,37 A	c	2,63 B	c
BM Sungai Abu	0,00 A	g	0,00 B	f
BHt Sariak Alang Tigo	3,08 A	a	3,23 B	a
BHt Solok	3,05 A	a	3,31 B	a
BM Gn. Pasir	2,26 A	d	2,51 B	d
BM Perbatasan	2,42 A	c	2,58 B	cd
BM Kekuningan	2,04 A	e	2,16 B	e
BM Pido Manggih	0,00 A	g	0,00 B	f
BM Siarang	2,84 A	b	3,22 B	a
Padi Telur	1,95 A	ef	2,38 B	d
BM Jorong Mudiak	2,35 A	cd	2,54 A	cd

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang sama dan angka-angka pada baris yang sama diikuti oleh huruf besar yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT 5%

Dari Tabel 13, terlihat bahwa sebagian besar kultivar yang digunakan berbeda nyata baik dalam keadaan tercekam maupun tidak terhadap berat 100 biji. Perbedaan berat biji antar kultivar ini lebih ditentukan oleh ukuran biji dari masing-masing kultivar. Kultivar yang mempunyai ukuran biji yang lebih besar, akan mempunyai berat 100 biji yang lebih berat pula (lihat Gambar 5).



Gambar 5. Penampilan biji dari masing-masing kultivar beras merah lokal Sumatera Barat yang digunakan

Keterangan : 1 = BM Surian, 2 = Padi Ladang Merah, 3 = BM Talang babungo, 5 = BHt Sariak Alang Tigo, 6 = BHt Solok, 7 = BM Gn. Pasir, 8 = BM Perbatasan, 9 = BM kekuningan, 11 = BM Siarang, 12 = Padi Telur, 14 = BM Jorong Mudiak

Berat 100 biji dalam keadaan tercekam lebih ringan dibanding dalam keadaan tidak tercekam, hal ini karena penyerapan unsur hara berlangsung lebih baik dengan adanya bahan organik. Pertumbuhan tanaman (aspek fisiologis) yang membaik akan berdampak kepada organ reproduksi tanaman dimana akan terjadi peningkatan yang selaras dengan aktifitas fisiologis tersebut. Biji bernas sangat erat kaitannya dengan kecukupan hara terutama kadar P di daun sebagai sumber bahan energi pada proses metabolisme sel yang pada akhirnya berkaitan dengan pengisian biji hingga menjadi biji bernas (Agustamar, 2007). Disamping itu, hara yang diserap tanaman setelah memasuki fase generatif akan lebih banyak ditransportasikan ke pembentukan biji dan buah. Dinyatakan oleh Gardner *et al* (1991), untuk tanaman semusim, pada saat inisiasi biji, biji menjadi daerah pemanfaatan yang dominan, dimana sebagian besar hasil asimilasi yang baru terbentuk maupun yang tersimpan digunakan untuk meningkatkan berat biji.

4.13 Hasil (g pot⁻¹)

Berdasarkan hasil sidik ragam (Lampiran 9) pengaruh interaksi antara perlakuan dosis kompos alang-alang dan kultivar beras merah lokal Sumatera Barat berbeda tidak nyata terhadap hasil Gabah Kering Giling (GKG). Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar beras merah lokal Sumatera Barat terhadap GKG dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap GKG

Kultivar	Hasil GKG per pot (g)		Rerata Pengaruh Kultivar	
	0 t ha ⁻¹	20 t ha ⁻¹		
BM Surian	22,10	23,94	23,02	cd
Padi Ladang Merah	18,94	21,31	20,12	d
BM Talang Babungo	28,93	30,93	29,93	a
BM Sungai Abu	0,00	0,00	0,00	e
BHt Sariak Alang Tigo	26,81	27,58	27,19	abc
BHt Solok	25,51	25,83	25,67	abc
BM Gn.Pasir	23,68	26,21	24,95	abcd
BM Perbatasan	27,50	28,49	28,00	abc
BM Kekuningan	27,60	28,23	27,91	abc
BM Pido Manggih	0,00	0,00	0,00	e
BM Siarang	24,06	26,40	25,23	abc
Padi Telur	23,81	25,80	24,80	bcd
BM Jorong Mudiak	25,77	30,32	28,05	ab
Rerata kompos	21,13	22,70		
alang-alang	A	B		

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang sama dan angka-angka pada baris yang sama diikuti oleh huruf besar yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMR 5%

Pada Tabel 14, terlihat bahwa respon kultivar beras merah lokal Sumatera Barat yang digunakan berbeda-beda terhadap hasil GKG. Kultivar BM Talang Babungo berbeda tidak nyata dengan BHt Sariak Alam Tigo, BHt Solok, BM Gn. Pasir, BM Perbatasan, BM Kekuningan, BM Siarang dan BM Jorong Mudiak. Dalam keadaan tidak tercekam, masing-masing kultivar memberikan respon yang berbeda dengan keadaan yang tercekam Fe terhadap hasil GKG, dimana hasil GKG tanaman dalam keadaan tidak tercekam Fe jauh lebih baik dibanding dalam

keadaan tercekam Fe. Dalam keadaan tidak tercekam, tanaman memperoleh unsur hara yang cukup dimana P tanah tidak terikat dengan Fe sehingga menjadi tersedia bagi tanaman. P-tersedia tanah berkorelasi positif dengan hasil, sedangkan kompos diketahui merupakan bahan penyumbang P bagi tanaman. Menurut Wignarajah (1995), P dalam tanaman berperan sebagai sumber energi berupa *adenosin triphosphat* (ATP) yang mampu meningkatkan hasil asimilasi berupa fotosintat dan lebih jauh akan mendorong terus menerus pemenuhan sink saat terjadi inisiasi biji. Dampak yang nyata adalah benih yang dihasilkan lebih bernaas dan berbobot.

Berat GKG tanaman yang diberi kompos lebih tinggi daripada tanpa kompos (Tabel 14). Hal ini diduga karena banyaknya berat kering tanaman yang dihasilkan dengan adanya kompos akan menghasilkan jumlah daun yang lebih banyak sehingga memungkinkan proses fotointesis berjalan lebih baik. Dengan demikian pengisian biji akan berlangsung lebih sempurna, jumlah anakan produktif yang lebih dan berat 100 biji yang lebih berat. Adanya peningkatan jumlah anakan produktif berarti jumlah malai yang menghasilkan bulir-bulir padi juga lebih bagus sehingga berat gabah akan meningkat.

Hasil GKG pot^{-1} terbesar diperoleh pada kultivar BM Talang Babungo dalam keadaan tidak tercekam Fe. Namun hasil ini jika dibandingkan dengan produksi beras rata-rata nasional sebesar 4,6 ton ha⁻¹ (BPS, 2009) masih jauh dibawahnya yaitu berkisar 3,3 ton ha⁻¹. Hasil padi menurun hingga 90% pada lahan sawah berkadar Fe tinggi jenis Podzolik Merah Kuning (Suhartini, 2004). Virmani (1977) dalam Suhartini (2004) melaporkan penurunan hasil padi pada lahan keracunan besi mencapai 70% untuk varietas peka dan 30% untuk varietas toleran.



Keterangan : K1 = Kultivar BM Surian; K2 = Kultivar padi ladang merah, A0 = tanpa kompos (tercekam Fe); A1 = 20 t ha⁻¹ (tidak tercekam Fe)



Keterangan : K3 = Kultivar BM Talang babungo; K4 = Kultivar BM Sungai abu; A0 = tanpa kompos (tercekam Fe); A1 = 20 t ha⁻¹ (tidak tercekam Fe)



Keterangan : K5 = Kultivar BHt Sariak alang tigo; K6 = Kultivar BHt Solok; A0 = tanpa kompos (tercekam Fe); A1 = 20 t ha⁻¹ (tidak tercekam Fe)



Keterangan : K7 = Kultivar BHt Gn. Pasir; K8 = Kultivar BM Perbatasan; A0 = tanpa kompos (tercekam Fe); A1 = 20 t ha⁻¹ (tidak tercekam Fe)



Keterangan : K9 = Kultivar BM kekuningan; K10 = Kultivar BM Pido manggih; A0 = tanpa kompos (tercekam Fe); A1 = 20 t ha⁻¹ (tidak tercekam Fe)

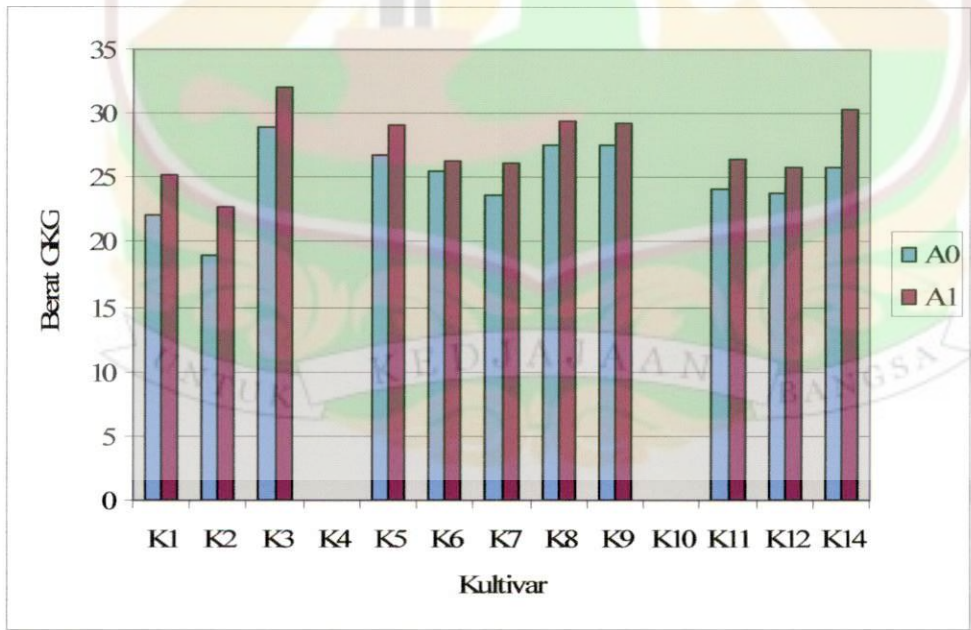


Keterangan : K11 = Kultivar BM siarang; K12 = Kultivar Padi telurs; A0 = tanpa kompos (tercekam Fe); A1 = 20 t ha⁻¹ (tidak tercekam Fe)



Keterangan : K14 = Kultivar BM Jorong mudiak; A0 = tanpa kompos (tercekam Fe); A1 = 20 t ha⁻¹ (tidak tercekam Fe)

Gambar 6. Fase generatif dari kultivar padi merah lokal Sumatera Barat dalam keadaan tercekam Fe dan tidak tercekam Fe



Gambar 7. Hasil gabah kering giling (GKG) per pot dari kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat.

Keterangan : K1 = BM Surian, K2 = Padi Ladang Merah, K3 = BM Talang babungo, K5 = BHt Sariak Alang Tigo, K6 = BHt Solok, K7 = BM Gn. Pasir, K8 = BM Perbatasan, K9 = BM kekuningan, K11 = BM Siarang, K12 = Padi Telur, K14 = BM Jorong Mudiak. A0 = tanpa kompos, A1 = kompos 20 t ha⁻¹

Dari grafik di atas, terlihat bahwa pemberian kompos alang-alang 20 t ha^{-1} memperlihatkan hasil GKG yang lebih besar (sebesar 22,70 g) jika dibandingkan dengan tanpa pemberian kompos alang-alang (sebesar 21,13 g) untuk semua kultivar yang digunakan. Hal ini karena pengkomplekan asam-asam humat yang ada dalam kompos mampu mengurangi konsentrasi Fe dalam tanah sehingga dapat menyediakan hara yang lebih banyak bagi tanaman.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- a. Pemberian kompos alang-alang 20 t ha⁻¹ dapat mengurangi kadar/konsentrasi Fe dalam tanah dari 900 ppm menjadi 700 ppm
- b. Kultivar BM Talang Babungo dapat digolongkan sebagai kultivar yang toleran terhadap cekaman Fe (Fe tajuk 279,43 ppm), Kultivar BM Surian, BM Perbatasan, BM Kekuningan, BHt Sariak Alam Tigo, BM jorong Mudiak, dikategorikan sebagai kultivar yang agak toleran Fe (Fe tajuk berkisar 333,08 – 337,33 ppm), Kultivar Padi Telur, BM Siarang, BM Gn. Pasir, BHt Solok dan Padi Ladang Merah adalah kultivar yang tidak toleran Fe (Fe tajuk berkisar 337,80 – 346,58 ppm), Kultivar BM Pido Manggih dan BM Sungai Abu, tergolong kultivar yang peka (Fe tajuk 358,74 dan 365,02 ppm), dan Kultivar BM Sikarujuk dan BM Teluk Embun, tergolong kultivar yang sangat peka (Fe tajuk 434,86 dan 456,11 ppm).

5.2 Saran

Perlu dilakukan uji lanjut di tingkat lapang tentang ketahanan berbagai kultivar beras merah lokal Sumatera Barat terhadap Fe dan cekaman abiotik lainnya dengan mengkombinasikan antara penggunaan bahan organik dan pemberian air selang seling (*intermitten*).

DAFTAR PUSTAKA

- Albano, J.P., William B. Miller and M.C. Halbrooks. 1996. Iron toxicity stress causes bronze speckle, a specific physiological disorder of Marigold (*Tagetes erecta* L.). *Journal Amer.Soc.Hort.Sci* 121 (3) 430 – 437. Colombia
- Agustamar. 2008. Prospek penerapan metode SRI (The System of Rice Intensification) pada sawah bukaan baru. Disertasi. Universitas Andalas. 209 hal.
- Anonimous. 2007a. Pertanian: Budidaya padi merah organik tak akan massal. *Kompas*, Jum'at, 10 Agustus 2007.
- _____. 2007b. Varietas unggul hibrida baru. *SINAR TANI* Edisi 2 – 8 Mei 2007.
- _____. 2008. Beras Merah. <http://www.gasolpertanianorganik.blogspot.com>. (Download 6 November 2008).
- Asian Crops and Micronutrient Toxicity. 2001. Standart system evaluation of rice. 58 hal.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 1993. Padi Buku 2. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. 12 hal.
- BPTP. 1995. Analisis sumber pertumbuhan produksi padi wilayah Sumatera. Balitbang Pertanian. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sukarami. Edisi Khusus No. 2.
- Balitbang Deptan. 2002. Pedoman pembentukan komisi daerah dan pengelolaan plasma nutfah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Deptan.
- Balittan. 1991. Keracunan besi pada padi sawah. *Buletin Teknik Sukarami*, No. 5. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Balai Penelitian Tanaman Pangan. Sukarami. 12 hal.
- Becker, M., K. Engel, and F. Asch. 2008. Adaptation mechanism in rice cultivars of different origin to iron toxic condition. *Competition for resources in a changing word: New Drive for Rural Development*. Univ of Bonn. Germany.
- Badan Pusat Statistik. 2009. Produksi padi, jagung dan kedelai (angka tetap tahun 2008 dan angka ramalan tahun 2009). *Berita Resmi Statistik*. No.41/07/Th.XII, 1 Juli 2009.

- Breemen, N.V and F.R. Moormann. 1978. Iron toxic soils. *In Soil and Rice. The International Rice Research Institute. Los Banos, Laguna Philippines. P: 780 – 800*
- Burbey, Taher, H., Z. Zaini. 1990. Pengendalian keracunan besi (Fe) di lahan mineral masam. *Dalam Prosiding Pengelolaan sawah bukaan baru menunjang swasembada pangan dan program transmigrasi di Padang. Fakultas Pertanian Universitas Ekasakti dan Balittan Sukarami. Solok. Hal 370 – 373.*
- Deptan. 2006. Data Pusat Statistik berdasarkan ARAM II. Jakarta
- Djakamihardja, S. Satari dan S. Djakasutami. 1990. Produktivitas sawah-sawah bukaan baru (kasus di Jawa Barat). *Prosiding Pengelolaan sawah bukaan baru menunjang swasembada pangan dan program transmigrasi. 17 – 18 September 1990. Padang. 427 – 432.*
- Gardner, F.P., R.B. Pierce, dan R.L. Mitchell. 1991. Fisiologi tanaman budidaya. Terjemahan oleh Herawati Susilo, dari *Physiology of Crop Plants*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta. 428 hal.
- Hakim, N., dan Agustian. 2003. Gulma tithonia dan pemanfaatannya sebagai sumber bahan organik dan unsur hara untuk tanaman hortikultura. Laporan Penelitian Tahun I Hibah Bersaing. Proyek Peningkatan Penelitian Perguruan Tinggi DP3M Ditjen Dikti. Universitas Andalas. Padang.
- Harahap, Z., M. Ismunadji, J. Sujutno, A.M. Fagi, dan D. Damardjati. 1988. Perkembangan dan sumbangan penelitian untuk pelestarian swasembada beras. *Dalam Buku I, Risalah Simposium II, Penelitian Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.*
- Harahap, Z., dan T.S. Silitonga. 1993. Perbaikan varietas padi. *Dalam Padi Buku II. Badan Pengkajian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian Pangan. Bogor. Hal 335 – 375.*
- Hardjowigeno, S. 2003. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo. Jakarta. 286 hal.
- Herviyanti. 2007. Upaya pengendalian keracunan besi (Fe) dengan asam humat dan pengelolaan air untuk meningkatkan produktivitas tanah sawah bukaan baru. Disertasi. Universitas Andalas. Padang. 169 hal.
- Hillel, D. 1996. Introduction to soil physics. Diterjemahkan oleh Rubianto Hendro Santoso dkk, (Unsri-Palembang). Departement of Plant and Soil Science, University of Massachusetts, Armhest. Massachusetts. 335 hal.
- Irawan. 2005. Analisis ketersediaan beras nasional, suatu kajian simulasi pendekatan sistem dinamis. *Prosiding Multifungsi Pertanian dan Ketahanan Pangan, 12 Oktober dan 24 Desember 2004. Bogor, 107 – 130.*

- Ismunadji, M., dan S. Roechan. 1988. Hara mineral tanaman padi. *Dalam* padi Buku I. Balitbang Pertanian. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor. Hal 231 – 270.
- Karama, A.S. 2000. Pendayagunaan lahan untuk produksi tanaman pangan. Padi Buku I. *Prosiding* Seminar Nasional Reorientasi Pendayagunaan Sumberdaya Tanah, Iklim dan Pupuk. Bogor, 31 Oktober – 2 November 2000. Puslittanak, Balitbang Pertanian. Hal 1- 6.
- Komisi Nasional Plasma Nutfah. 2003. Panduan sistem karakteristik dan evaluasi tanaman padi. Balitbang, Deptan. 58 hal.
- Makari, K., O. Sudarman, dan H. Supriadi. 1989. Status hara tanaman padi berkeracunan Fe di daerah Batumarta, Sumatera Selatan. *Penelitian Pertanian* 9 (4):166 – 170.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants (Ed) Acad Press Sun Diego. 889p
- Ottow, J. C. G., K. Prade., W. Bertenbreiter and V. A. Jacq., 1989. Strategies to alleviate iron toxicity of wetland rice on acid sulphate soils. In Desturk, P, dan F. Ponnampuruma (eds). Rice production on acid soil of the tropics. *Proceeding of Fundamental Study*, Kandy, Sri Lanka. 26 - 30 June 1989. p. 205 – 211
- Prasetyo, T.B., Herviyanti., Alif, A., dan Tjandra, M.A. 2008. Upaya pengendalian keracunan besi (Fe) dengan asam humat dan pengelolaan air untuk meningkatkan produktivitas tanah sawah bukaan baru. *Artikel Ilmiah*. Universitas Andalas.
- Purnomosidi, 2000. Ekologi Padang Alang-Alang, bab 2. Download 10 November 2008.
- Rice Doctor. Download Juni 2009. 387 hal
- Ryan, J. G. Estefan and A. Rashid., 1999. Soil and plant analysis laboratory manual. 2nd Edition International Center for Agricultural Research in Dry Area (ICARDH) and National Agricultural Research Center. Islamabad. Pakistan (NARS). Pp 139-142.
- Sahrawat, K. L. 2000. Elemental composition of rice plant as affected by iron toxicity under field conditions. *Commun. Soil Sci. Plant anal*, 31 (17 & 18): 2819 – 2827.
- Sakarung, S. 1986. Screening upland rice for aluminium tolerance and blast diseases. In *Progress Report in Upland Rice Research*. P 271-281. IRRI Los Banos. Philipines.

- Sanchez, P. 1993. Sifat dan ciri pengelolaan tanah tropika. Jilid 2. Penerbit ITB Bandung. Hal 91 – 92.
- Satari, G., Nar. P. Sumarni. 1990. Masalah keracunan besi dan keragaman tanaman padi pada agroekosistem sawah. Dalam Prosiding pengelolaan sawah bukaan baru menunjang transmigrasi di Padang dan Balitan Sukarami. Solok. Hal 330 – 335.
- Silviera.V. C, A. P. Oliviera, L. A. Sperotto, L. S. Espindola, L. Amaral, J.F.Diaz, J. B. Cunha and J.P. Fett. 2007. Influence of iron on mineral status of two rice (*Oryza sativa*) cultivars. Brazilian Journal of Plant Physiology. Vol 19 no 2 Londrina Apr/June 2007.
- Siwi, B.H. dan S Kartowinoto. 1989. Plasma nutfah padi dalam Padi Buku II. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Soecipto, K. 1982. Pengadaan plasma nutfah padi. Pemuliaan Tanaman Padi Puslitbang Bogor.
- Standar Nasional Indonesia/SNI. 1987. Standar Mutu Gabah. SNI 0224- 1987 – 0. SPI – TAN/01/01/1983. UDC 633.18. Dewan Standarisasi Nasional.
- Stevenson, F.J., and A. Fitch. 1983. Kimia pengkompleksan ion logam dengan organik larutan tanah. Dalam Interaksi Mineral Tanah dengan Organik Alami dan Mikroba (Huang dan Schnitzer,Eds.). Gajah Mada University Press.Hal 41 - 90.
- Suardi, D.K. 2005. Padi Beras Merah: Pangan Bergizi yang Terabaikan? Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian. ISSN 0216-4427. Vol 27 No 4.
- Suhartini, T. 2004. Perbaikan varietas padi untuk lahan keracunan Fe. Buletin Plasma Nutfah. Vol: 10 (1). Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Sumodiningrat, G. 2001. Menuju Swasembada Pangan. Revolusi Hijau II. Introduksi Manajemen dalam Pertanian. Penerbit RBI, Jakarta.181 hal
- Susanto, U. 2004. Retrospek dan Prospek Peranan Pemuliaan Tanaman Padi Dalam Dinamika Perkembangan Zaman. Untungsus2004@yahoo.com. 12 hal.
- Sutanto, R. 2006. Penerapan Pertanian Organik Pemasarakatan dan Pengembangannya. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 219 halaman.
- Sutarso,N., Nardariyah dan Wartati. 1989. Metode Pemuliaan Tanaman. Universitas Sebelas Maret. Surabaya. 150 hal.

- Swasti, E. 2004. Fisiologi dan pewarisan sifat efisien fosfor pada padi gogo dalam keadaan tercekam aluminium. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. 119 hal.
- Syarifudin, Sriwidodo dan Basir. 1989. Daya hasil dan stabilitas hasil galur-galur harapan kacang tanah (*Arachis hypogea* (L) Merr). Jakarta. Hal 27 – 32.
- Tan, K.H. 1993. dasar-dasar kimia tanah. Terjemahan Didiék Hadjar Goenadi dari buku *Principles of Soil Chemistry*. Gadjah Mada University Press. 295 hal.
- Tan, K.H. 1998. *Principles of Soil Chemistry*. Third Edition Revised and Expanded Marcel Dekker, Inc. New York. 521 pp
- Todung dan Yoshida, S. 1978. Chemical change in submerged soils and their effect on rice growth. In *Soil and Rice*. The International Rice Research Institute, Los Banos Laguna Philippines: pp. 399-419
- Werdiono, D. 2006. Permintaan Naik, Beras Merah Dikembangkan Saat Ini Merupakan Komoditas Turun-temurun. Kompas. Rabu, 22 Februari 2006.
- Wikipedia. Alang-Alang. 2008. <http://www.wikipwedia.org/wiki/alang-alang>.10 November 2006.
- Wiknarajah, K. 1995. Mineral Nutrition of Plant. Mohammad Pessaraki (eds), *Handbook of Plant and Crop Physiology*. Marcel Dekker, Inc., New York. Hal 193-222.
- Yardha dan A.Yusuf. 1993. Toleransi tiga varietas padi sawah terhadap keacunan besi. *Buletin Pertanian*, volume 12. No 3: hal 23 -25

**Lampiran 1. Denah Penempatan Satuan Percobaan di Rumah Kaca
Faktorial dalam Rancangan Acak Lengkap**

K8A1	K2A0	K8A1	K2A0
K2A1	K3A0	K2A1	K3A0
K9A1	K3A1	K9A1	K3A1
K11A0	K5A0	K11A0	K5A0
K7A0	K5A1	K7A0	K5A1
K6A0	K4A1	K6A0	K4A1
K8A1	K11A0	K8A1	K11A0
K12A0	K8A0	K12A0	K8A0
K12A1	K11A1	K12A1	K11A1
K7A0	K1A0	K7A0	K1A0
K5A1	K3A1	K5A1	K3A1
K6A1	K4A1	K6A1	K4A1
K7A1	K2A0	K7A1	K2A0
K9A1	K1A0	K9A1	K1A0
K9A0	K4A0	K9A0	K4A0
K12A1	K4A0	K12A1	K4A0
K11A1	K1A1	K11A1	K1A1
K2A1	K5A0	K2A1	K5A0
K3A0	K7A1	K3A0	K7A1
K12A0	K6A0	K12A0	K6A0
K6A1	K1A1	K6A1	K1A1
K8A0	K9A0	K8A0	K9A0

Keterangan :

a = Pengamatan masa vegetatif

b = Pengamatan masa generatif

K = Kultivar

A = Kompos alang-alang

b

a

Lampiran 2. Pembuatan Kompos Alang-Alang dan Perhitungan Kompos Pot⁻¹

A. Pembuatan Kompos Alang-Alang

Bahan :

Tanaman alang-alang segar dipotong sepanjang 3 – 5 cm, plastik, pupuk kandang, EM4.

Cara Kerja :

Alang-alang segar dicincang sepanjang 3 – 5 cm, kemudian dicampur dengan pupuk kandang dengan perbandingan berat 2 : 1. Tambahkan EM4 (10 cc l⁻¹ air) untuk mempercepat pengomposan. Tutup dengan plastik. Dibolak balik dan diaduk setiap hari, lakukan selama 1 bulan. Seandainya bahan pengomposan kering, siram dengan air sampai bahan tersebut terlihat basah.

B. Perhitungan Kompos Pot⁻¹

1. Ditentukan terlebih dahulu Kadar Air (KA) kompos yang dihitung dalam persen

Caranya :

$$\% \text{ KA} = \frac{\text{BB} - \text{BK}}{\text{BK}} \times 100\%$$

Untuk mendapatkan BK, ditimbang 10 g kompos kemudian dioven pada suhu 105⁰C selama 1 x 24 jam. Dikeluarkan dari oven dan dinginkan dalam desikator. Ditimbang kembali.

2. Lakukan Koreksi Kadar Air (KKA), dengan rumus :

$$\text{KKA} = \% \text{ KA} + 1$$

3. Maka akan dapat dihitung, jumlah kompos yang digunakan pot⁻¹ (dikonversi ke berat kering kompos)

$$\frac{10 \text{ kg}}{2 \times 10^6 \text{ kg}} \times 20.000 \text{ kg} = 0,1 \text{ kg} = 100 \text{ g}$$

4. Sehingga berat kompos yang dimasukkan ke dalam pot/ember adalah :
100 g x KKA

Keterangan :

BB = berat basah

BK = berat kering

10 kg = berat tanah yang dimasukkan ke dalam pot

2 x 10⁶ kg = berat tanah dalam 1 ha

20 ton = 20.000 kg = kebutuhan kompos ha⁻¹

Lampiran 3. Prosedur Analisis Kadar Hara Kompos di Laboratorium

1. Pembuatan ekstrak kompos dengan metode destruksi basah $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$ *)

Metode : destruksi basah dengan $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$

Prosedur : Sebanyak 0,25 g contoh tanaman halus dimasukkan ke dalam labu kjedahl, kemudian diberi 2 butir karborandum dan 2,5 ml H_2SO_4 pekat, lalu dibiarkan selama 1 malam. Esok harinya dipanaskan selama 15 menit dengan api kecil (suhu rendah). Selanjutnya suhu dinaikkan secara perlahan-lahan sampai 105°C . Setelah 5 menit ditambahkan H_2O_2 30% sebanyak 3 tetes. Dalam selang waktu 10 menit, pemberian H_2O_2 yang sama diulangi hingga larutan menjadi jernih. Kemudian pemanasan dilanjutkan dengan suhu sekitar 250°C hingga cairan tinggal 2,5 ml. Setelah dingin diencerkan dengan air suling hingga volume 50 ml, kemudian dikocok dan disaring. Hasil saringan ini disebut sebagai destruksi pekat yang digunakan untuk penetapan kadar N tanaman. Sebanyak 5 ml destruksi pekat diencerkan dengan air suling hingga volume 50 ml. Larutan encer ini disebut sebagai destruksi encer yang dapat dipakai untuk penetapan kadar P, K dan Ca tanaman.

2. Penetapan kadar N kompos*)

Bahan : Destruksi pekat, NaOH 30%, asam borat 1%, Conway, asam sulfat 0,05N

Prosedur : sebanyak 20 ml destruksi pekat dimasukkan ke dalam labu destilasi 100 ml, selanjutnya ditambahkan 50 ml aquades dan 20 ml NaOH 30% dan dihubungkan dengan alat destilasi secara hati-hati. Sepuluh menit penyulingan, tetes I jatuh ditampung dengan 15 ml asam borat 1% yang telah diberi indikator Conway sebanyak 3 tetes (warna pink). Sulingan dihentikan setelah terjadi perubahan warna pink menjadi hijau. Hasil sulingan ini dititrasi dengan asam sulfat 0,05N sampai warna hijau jadi pink. Pekerjaan yang sama juga dilakukan terhadap blanko.

Perhitungan :

$\%N = \text{ml (contoh - blanko)} \times N \text{ H}_2\text{SO}_4 \times 14 \times (100/\text{mg sample}) \times \text{KKA kompos}$

3. Penetapan kadar P kompos*)

Pereaksi : Asam sulfat 5N, amonium molibdat 4%, K-antimoni tartrat, asam askorbat 0,1N, pereaksi campuran, asam sulfat 0,15N, larutan standar 500 ppm P dalam asam sulfat 0,15N, dan deret standar P dalam sulfat 0,15N.

Prosedur : Sebanyak 5 ml destruksi encer dipipet ke tabung film, ditambahkan 20 ml pereaksi campuran lalu dikocok dan biarkan selama 15 menit. Setelah 15 menit, larutan siap diukur pada Spektrometer dengan panjang gelombang 693 nm. Akan tetapi, pengerjaan deret standar lebih diutamakan untuk penyetelan alat dan kalibrasi pengukuran sampel tanaman. Sebanyak 100 ml standar 500 ppm P diencerkan dengan asam sulfat 0,15N hingga volume 1000 ml (standar menjadi 50 ppm P). Pipet sebanyak 0; 2,5; 5; 10; 15; 20; dan 25 ml standar 50 ppm P ke labu ukur 250 ml dan encerkan hingga tanda garis dengan asam sulfat 0,15N maka diperoleh deret standar 0; 0,5; 1; 2; 3; 4; dan 5 ppm P. Sebanyak 5 ml masing-masing standar dipipet ke tabung film dan ditambahkan dengan pereaksi campuran sebanyak 20 ml. Dikocok dan biarkan 15 menit, lalu diukur pada Spektrometer. Deret standar 0 ppm P digunakan untuk penyetel angka 100% T. Nilai transmittan dikonversikan menjadi

absorban dan deret standar P dibuat kurva linearnya sehingga kadar P (ppm) kurva dapat ditetapkan. Perlu diingat bahwa ppmP kurva perlu dikoreksi dengan blanko (diperoleh dari destruksi tanpa contoh tanaman).

Perhitungan :

$$\%P = 0,2 \times \text{ppm P dari kurva setelah dikoreksi blanko} \times \text{KKA}$$

4. Penetapan kadar K kompos*)

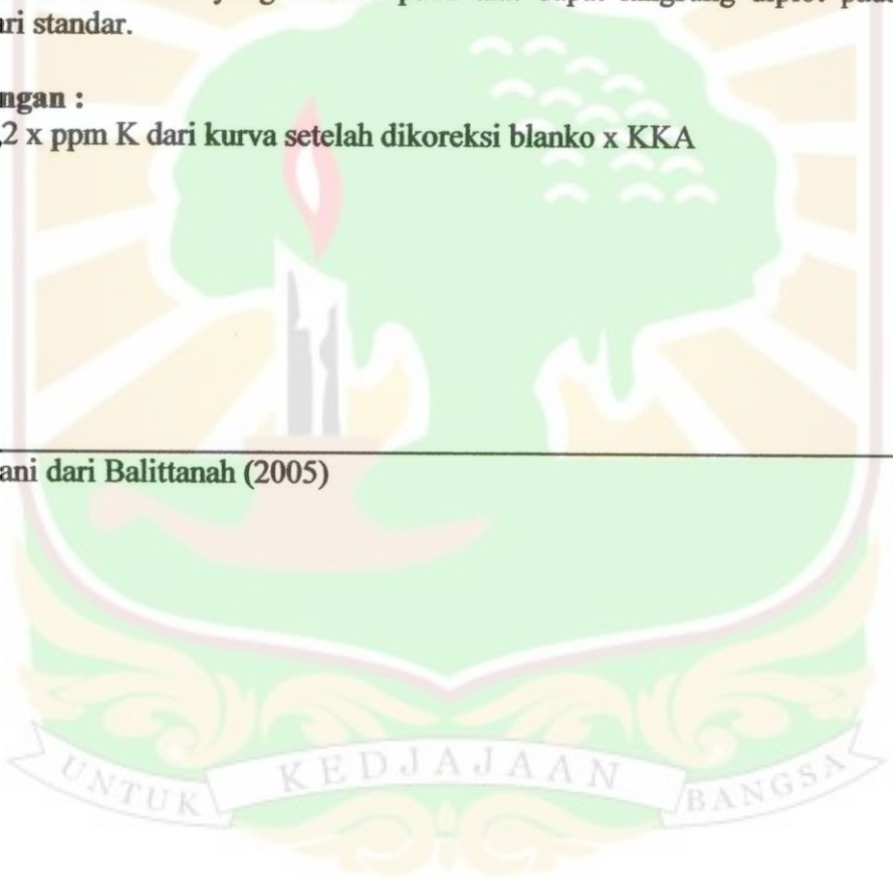
Pereaksi : larutan standar 500 ppm K, asam sulfat 0,15N

Prosedur : dipipetkan sebanyak 0; 2,5; 5; 10; 15; 20; dan 25 ml standar 50 ppm K ke dalam labu ukur 500 ml dan encerkan hingga tanda garis dengan asam sulfat 0,15N maka diperoleh deret standar 0; 2,5; 5; 10; 15; 20; dan 25 ppm K. Lebih kurang 10 ml dari deret standar ataupun dari destruksi encer tanaman diukur dengan Flamefotometer. Emisi yang terbaca pada alat dapat langsung diplot pada kurva linear dari standar.

Perhitungan :

$$\%K = 0,2 \times \text{ppm K dari kurva setelah dikoreksi blanko} \times \text{KKA}$$

*) Dipedomani dari Balittanah (2005)



Lampiran 4. Prosedur Analisis Sifat Kimia Tanah di Laboratorium

1. Penetapan C-Organik dengan metode Walkey dan Black*)

Bahan : $K_2Cr_2O_7$ 1N, H_2SO_4 pekat, $BaCl_2$ dan larutan sakarosa baku

Cara kerja : sebanyak 0,2 g sampel tanah halus dimasukkan ke dalam erlenmeyer, lalu ditambahkan 10 ml 1N $K_2Cr_2O_7$ dan 20 ml H_2SO_4 pekat. Kemudian digoyang-goyangkan hingga tercampur dan didiamkan selama 30 menit. Setelah itu, ditambahkan 100 ml $BaCl_2$ 0,5%. Prosedur yang sama juga dilakukan terhadap larutan sakarosa baku. Selanjutnya, baik untuk sampel maupun larutan standar baku didiamkan selama 1 malam. Dipindahkan larutan ke dalam tabung reaksi untuk kemudian dimasukkan ke dalam kuvet dan dilakukan pengukuran dengan Spektrophotometer pada panjang gelombang 645 μm . Kemudian dicatat transmittannya dan dikonversikan kembali ke absorban. Lalu dibuat kurva standar berdasarkan kepekatan C sakarosa standar dari 0 sampai 25 mg.

Perhitungan :

$$\text{C-Organik (\%)} = \frac{\text{mg C kurva}}{\text{mg sampel tanah}} \times 100\% \times \text{KKA}$$

$$\text{Bahan Organik (\%)} = \text{C-Organik (\%)} \times 1,724$$

2. Penetapan N-total tanah metode Kjedahl*)

Bahan : Asam sulfat pekat, asam borat 4%, larutan NaOH 50%, indikator Conway, larutan asam sulfat 0,05N, serbuk campuran selenium dan aquades.

Cara kerja : cara kerjanya terdiri dari 3 tahap.

Proses destruksi, sebanyak 0,5 g contoh tanah halus (0,2 mm) dimasukkan ke dalam labu Kjedahl. kemudian ditambahkan sebanyak 0,5 g katalisator campuran selenium dan 3 butir karborandum. Selanjutnya ditambahkan 5 ml asam sulfat pekat. Labu Kjedahl yang sudah berisi bahan di atas dipanaskan di ruang asam dengan tungku listrik. Mula-mula dengan api kecil dan dilanjutkan dengan api besar sehingga bahan tersebut berubah menjadi larutan jernih seperti putih susu (kurang lebih 30 menit). Pembakaran dilanjutkan selama 15 menit hingga lebih jernih dan didinginkan. Kemudian diencerkan dengan aquades hingga volume menjadi 50 ml.

Proses destilasi, labu Kjedahl beserta isinya yang sudah dingin pada proses destruksi ditambahkan 20 ml NaOH 40% (tidak digoyangkan) lalu dipasangkan ke alat destilasi dengan hati-hati dan pastikan tidak ada kebocoran di sambungan alat. Hasil destilasi ini ditampung dengan erlenmeyer (berskala minimal 40 ml) yang berisi 15 ml asam borat 4% yang sudah diberi indikator (3 tetes Conway) dengan warna pink. Tunggu listrik dipanaskan dengan api kecil dan dilanjutkan dengan api sedang hingga larutan pada Kjedahl mendidih. Pemanasan ini dihentikan sampai ada perubahan warna asam borat menjadi hijau dan dicukupkan volume menjadi 50 ml.

Proses titrasi, hasil destilasi dalam erlenmeyer yang berwarna hijau dititrasi dengan larutan 0,05N asam sulfat. Dengan hati-hati ditambahkan asam sulfat 0,05N (dalam buret) sambil erlenmeyer digoyang-goyang hingga terjadi perubahan warna dari hijau

ke pink. Volume (ml) asam sulfat terpakai dicatat sebagai dasar penetapan N-total tanah. Tiga proses di atas dilakukan juga terhadap blanko.

Perhitungan:

$$N\text{-total (\%)} = (T - B) \times NH_2SO_4 \times 0,014 \times 100/W \times KKA$$

Dimana : T = ml H_2SO_4 untuk meniter contoh tanah

B = ml H_2SO_4 untuk meniter blanko

N = normalitas H_2SO_4

W = berat contoh tanah (mg)

3. Penetapan P-tersedia dengan metode Bray II*)

Bahan : Larutan P-A (larutan Bray II), larutan P-B, larutan P-C dan aquades

Cara kerja : sebanyak 1,5 g contoh tanah dimasukkan ke dalam erlenmeyer 50 ml. Ditambahkan 15 ml larutan P-A dan sedikit karbon aktif bebas P. Kemudian dikocok selama 15 menit dengan mesin kocok dan disaring dengan kertas saring. Sebanyak 5 ml hasil saringan dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan sisanya dipakai untuk peneapan K-dd. Selanjutnya ditambahkan 5 ml larutan P-B dan 5 tetes larutan P-C. Supaya campuran ini homogen, biarkan selama 15 menit dan dilanjutkan dengan pengukuran kadar P pada Spektrophotometer dengan panjang gelombang 660 μm . Sebelum pengukuran sampel, terlebih dahulu diselesaikan standar P. Dilarutkan 0,2193 g KH_2PO_4 kering 40°C dengan 1 liter Bray II (P-A) (50 ppm). Dipipet sebanyak 0, 1, 2, 4, 6, 8 dan 10 ml larutan di atas ke labu ukur 50 ml dan ditambahkan dengan larutan P-A hingga garis, maka diperoleh deret standar P yaitu 0, 2, 4, 6, 8 dan 10 ppm. Lima ml masing-masing standar dipipet ke tabung reaksi + 5 ml P-B + 5 tetes P-C dan biarkan selama 15 menit, lalu diukur dengan Spektrophotometer sambil penyetulan alat dengan standar terendah dan tertinggi. Pembacaan transmittan pada alat dikonversikan lagi dengan angka absorbansi. Dengan menggunakan persamaan linear dari data pengukuran standar akan didapati ppm P kurva (P dalam larutan).

Perhitungan :

$$P\text{-tersedia (ppm)} = \frac{15}{1,5} \times P \text{ dalam larutan (ppm)} \times KKA$$

Catatan pereaksi :

Pereaksi P-A :

Larutan 0,1N HCl + 0,03N NH_4F (1,11 g NH_4F + 16,64 ml HCl 6N dalam 1 liter)

Pereaksi P-B :

- 3,8 g NH_4 -molibdat dalam 300 ml aquades panas 60°C
- 5 g H_3BO_3 pekat ditambahkan ke dalam amonium molibdat
- 75 ml HCl pekat ditambahkan ke dalam amonium molibdat, jadikan volumenya hingga 1 liter dengan aquades

Pereaksi P-C :

- 2,5 g 1-amino-2-naphtol-4-sulfonic acid, 5 g Na_2SO_3 dan 146 g $Na_2S_2O_5$ dijadikan serbuk halus
- Dilarutkan 8 g serbuk halus tersebut dalam 50 ml aquades dan biarkan 12 – 16 jam sebelum digunakan

4. Penetapan K-dd dengan Flamephotomeer*)

Bahan : 10 ml hasil saringan pada penetapan P Bray II, 0,1908 g KCl kering 105⁰C dan larutan Bray II (P-A)

Cara kerja : 0,1908 g KCl kering diencerkan dengan larutan Bray II hingga 1 liter, maka diperoleh larutan standar 100 ppm K. Larutan standar ini dipipet berturut-turut sebanyak 0; 2,5; 5; 10; 15; 20 dan 25 ml ke dalam erlenmeyer 250 ml. Cukupkan dengan larutan Bray II hingga tanda garis, maka akan diperoleh deret standar 0, 1, 2, 4, 6, 8 dan 10 ppm K. Selanjutnya, 10 ml masing-masing standar diukur dengan Flamephotometer sehingga diperoleh nilai standar. Dan pengukuran dilanjutkan dengan sampel yang ada. Dengan membuat kurva linear dari standar K dapat ditentukan kadar K (ppm) larutan sampel.

Perhitungan :

$$K\text{-dd (ppm)} = \text{ppm K kurva} \times \frac{\text{volume ekstrak (ml)}}{\text{gram sampel tanah}} \times f_p \times KKA$$

$$K\text{-dd (me.100 g-1)} = \text{ppm K-dd} \times 0,002558$$

*) Dipedomani dari Hakim et al., (1984)

Lampiran 5a. Kriteria penilaian Sifat Kimia Tanah*)

Sifat Kimia Tanah	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
C/N rasio	< 0,5	5,0-10,0	11,0-15,0	16,0-25,0	> 25,0
C-Organik (%)	< 1,0	1,0-2,0	2,01-3,0	3,01-5,0	> 5,0
N-total (%)	< 0,1	0,1-0,2	0,21-0,5	0,51-0,75	> 0,75
P-tersedia (ppm)	< 10,0	10,0-15,0	16,0-25,0	26,0-35,0	> 35,0
K-dd (me.100 g ⁻¹)	< 0,1	0,1-0,3	0,4-0,5	0,6-1,0	> 1,0
Ca-dd (me.100 g ⁻¹)	< 2,0	2,0-5,0	6,0-10,0	10,0-20,0	> 20,0
Mg-dd (me.100 g ⁻¹)	< 0,3	0,4-1,0	1,1-3,0	3,1-8,0	> 8,0
Na-dd (me.100 g ⁻¹)	< 0,1	0,1-0,3	0,4-0,5	0,6-1,0	> 1,0
Al-dd (me.100 g ⁻¹)					
KTK (me.100 g ⁻¹)	< 5,0	5,0-16,0	17,0-24,0	25,0-40,0	> 40,0
Kejenuhan Al (%)	< 5,0	5,0-11,0	11,1-20,0	20,1-40,0	> 40,0
Kejenuhan Basa (%)	< 20	20-35	36-50	51-70	> 70
	Sangat Masam	Masam	Agak Masam	Netral	Agak Alkali
pH H ₂ O (1:1)	< 4,5	4,5-5,5	5,6-7,5	6,6-7,5	7,5-8,5

*) Staf Pusat Penelitian Tanah Bogor (1983, cit. Hardjowigeno, 2003)

Lampiran 5b. Syarat Kompos yang baik*)

Parameter	Satuan	Jumlah
pH	-	6,5 – 7,5
Bahan Organik	% Bahan Kering	> 70
N-total	% Bahan Kering	> 1,2
P	% Bahan Kering	> 0,2
K	% Bahan Kering	> 0,12
Ca	% Bahan Kering	> 0,97
C/N	% Bahan Kering	< 20

*) Standar Kualitas Pupuk Organik menurut PUSRI (2006)

Lampiran 6a : Prosedur Analisis Fe Tanaman dan Media

Analisis Ferro (Fe^{+2}) pada jaringan akar dan daun

Ekstraksi Fe^{+2} dengan 1,5% O-Phenanthroline

A. Alat

Spektrophotometer atau calorimeter, panjang gelombang 510 nm atau Atomic Absorbtion Spektrophotometer (AAS) panjang gelombang 510 nm.

B. Bahan

1. Larutan ekstraksi ($\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2$) 1,5% dalam Buffer HCl pH 3,0 tambahkan 15 g 1-10 O-Phenanthrolin dalam \pm 850 ml aquades, tambahkan HCl 1N dengan cara meneteskannya. Kocok larutan sampai O-Phenanthrolin terlarut. pH akhir larutan adalah 3,0. Cukupkan volume menjadi 1 L dengan aquades.
2. Larutan Standar
Siapkan pembuatan larutan standar dengan kandungan Fe 0; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 ppm Fe^{+2} dalam larutan ekstraksi

C. Cara Kerja

C.1 Ekstraksi

1. Dibersihkan dengan hati-hati jaringan tanaman segar untuk analisis Fe^{+2}
2. Ditimbang 2 g bahan tanaman segar, kemudian masukkan dalam erlemeyer 50 ml
3. Ditambahkan 20 ml larutan ekstraksi dan kocok lambat-lambat untuk memastikan bahwa seluruh jaringan tanaman masuk atau tercampur dalam larutan
4. Ditutup erlemeyer dengan parafilm dan biarkan selama 16 jam di ruangan dengan temperatur kamar
5. Disaring larutan dengan kertas saring Whatman No. 1

C.2 Pengukuran

1. Kandungan Fe^{+2} di dalam hasil saringan ditetapkan dengan Spektrofotometer dengan panjang gelombang 510 nm. Standar untuk Fe diusul dengan ekstrak tanaman.
2. Kandungan Fe^{+2} dalam jaringan tanaman dinyatakan dengan berat kering oven, setelah ditetapkan kelembaban dalam sampel lain dari jaringan tanaman.

C.3 Perhitungan

Untuk Fe^{+2} dalam jaringan tanaman :

$$\text{Fe}^{+2} (\text{ppm}) = \text{ppm Fe}^{+2} (\text{dari kurva kalibrasi}) \times \frac{A}{WT}$$

A = Total volume ekstrak (ml)

WT = Berat kering oven bahan tanaman (g)

Pengukuran Fe^{+2} dengan Metoda Ekstraksi 1 M Na Asetat pH 2,8

Bahan-bahan :

1. Larutan Buffer pH 2,8
Dilartukan 136,08 g Na Asetat aq 82,03 g Na Asetat anhidrous dalam 1 L aquades. Jadikan pH larutan 2,8 dengan HCl (80 – 83 ml)
2. Larutan Buffer pH 6,0

Dilarutkan 570 g Na asetat dalam 1 L air. Panaskan 20 – 30 menit, dan dinginkan 1 malam. Saring jika perlu dan ditambah 12 ml asetat glasial dan dijadikan 1 L dengan aquades.

3. α, α dipyridyl 0,2%
0,4 g α, α dipyridyl dalam 200 ml larutan asam asetat 10%
4. 100 ppm Fe
0,7022 g $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dalam 1 L air + 10 ml H_2SO_4 (1,5). Ambil 50 ml larutan, cukupkan 100 ml.

Prosedur :

1. Dua (2) g tanah basah dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 100 ml yang berisi 50 ml larutan Buffer pH 2,8
2. Dikocok dengan batang pengaduk, tutup dengan karet, biarkan selama 2 jam. Kocok dengan tangan selama 15 menit.
3. Disaring, pipet 2 – 5 ml, masukkan ke dalam labu ukur 50 ml + 5 ml larutan Buffer pH 6,0. Kocok dengan tangan.
4. Ditambahkan 3 ml α, α dipyridyl, cukupkan dengan aquades sampai 50 ml. Pada saat yang sama tentukan kelembabannya.
5. Ditentukan konsentrasi larutan sampel dan standar. Setelah 10 menit diukur dengan spektrofotometer panjang gelombang 525 μm .

Pembuatan Larutan Standar

Pipet 5 ml aliquot masukkan ke dalam tabung reaksi 50 ml + α, α dipyridyl, cukupkan dengan aquades.

Pengukuran Kelembaban :

10 g sampel tanah diletakkan pada kertas paraffin, cawan. Keringkan dalam oven sampai berat konstan (4 – 5 jam). Pindahkan sampel ke eksikator. Setelah 20 menit timbang kembali.

$$\% \text{ bobot} = \frac{\text{BK}}{10} \times 100\% = a\%$$

$$\text{Kelembaban} = 100 - a\% = b\%$$

Perhitungan Fe^{+2}

$$\text{mg } \text{Fe}^{+2}/100 \text{ g tanah kering} = \frac{5A \times 50 + M}{B \cdot 2 - M}$$

$$\text{mg}/100 \text{ g} = 10 \text{ mg}/1000 \text{ g} = 10 \text{ ppm}$$

Keterangan : A = ppm Fe dari kalibrasi kurva

M = kelembaban

B = ml aliquot (5 ml)

Perhitungan Fe total tanaman dengan metoda ekstraksi 50% HClO_4

A. Alat

Alat pendestruksi, labu kjedal, AAS atau flamwfotometer, balok berbentuk U, corong gelas.

B. Bahan

Asam sitrat – Asam Perchloric ($\text{HNO}_3 - \text{HClO}_4$) dengan perbandingan 2 : 1 dalam 1 L asam nitrit pekat ditambahkan 500 ml asam perchloric pekat.

C. Cara Kerja

1. Ditimbang 1 g tanaman yang telah dihaluskan dengan grinder. Masukkan ke dalam labu kjedal 100 ml
2. Ditambahkan 10 ml 2 : 1 campuran asam nitrit – perchloric biarkan semalam atau tereaksi sempurna
3. Tempatkan sedikit corong berbatang pendek dimulut tabung untuk mengalirkan asam
4. Setelah itu tempatkan tabung dalam pendestruksi dan naikan suhunya menjadi 150°C selama 1 jam
5. Tempatkan batang berbentuk U pada masing-masing labu untuk mengeluarkan uap
6. Tingkatkan temperatur lambat-lambat sampai asam nitrat hilang, dan pindahkan gelas berbentuk U
7. Tingkatkan suhu sampai 2350°C , lihat waktu
8. Dicatat waktu, kapan asap putih tebal dari asam perchloric pada tabung dan lanjutkan destruksi selama 30 menit atau lebih
9. Dipindahkan tabung, biarkan dingin beberapa menit dan tambahkan sedikit aquades dengan hati-hati melalui corong
10. Setelah uap memadat tambahkan sedikit air untuk mencuci dinding tabung dan corong
11. Cukupkan volume dengan aquades, campuran/aduk larutan masing-masing labu dan biarkan terganggu beberapa jam (2 – 3 jam)
12. Buat blanko (tanpa tanaman)
13. Ukur dengan AAS

Lampiran 6b. Prosedur Analisis Unsur P pada Tanaman

Prosedur analisis P dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Diambil 1ml ekstrak sampel masukkan ke dalam test tube 10 ml
2. Ditambahkan 2 ml HNO_3 2 N dan tera dalam tabung dengan aquades
3. Ke dalam tabung sampel atau standar tambahkan 1 ml larutan campuran Vanadat – Molibdat dan tera 10 ml dengan aquades
4. Dibiarkan sampel selama 20 menit
5. Diukur pada spektrofotometer dengan absoban 42 UV
6. Dibandingkan dengan absorban standar

Analisis P sampel

1. Larutan Molibdat dan Vanadat ; a. 25 g $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\text{H}_2\text{O}$ dalam 500 ml aquades;
b. 1,25 g NH_4NO_3 dalam 500 ml HNO_3 1 N kemudian dicampurkan dengan perbandingan (v/v = 1:1)
2. Disiapkan HNO_3 2 N larutan 10 ml HNO_3 , tera pada 80 ml dengan aquades
3. Disiapkan larutan standar P
Larutan 0,110 g KH_2PO_4 dalam aquades dan tera pada 1000 ml dari larutan 25 ppm P, disiapkan deret larutan standar P.

Lampiran 7. Perhitungan Hasil (kg pot-1)

Dihitung KA gabah bernas :

$$KA = \frac{BB - BK}{BK} \times 100\%$$

BK diperoleh dengan jalan menimbang 10 g gabah bernas, kemudian diovenkan pada suhu 105°C, selama 24 jam. Kemudian dikeluarkan dari oven, didinginkan dalam desikator dan ditimbang kembali. Pada kadar air 14%, maka berat kering gabah adalah :

$$BK = \frac{(100 - KA) \times BB}{(100 - 14)}$$



Lampiran 8. Pengukuran Kandungan Klorofil Daun (mg klorofil g⁻¹ bobot segar)

Pengukuran dilakukan dengan cara mengambil sampel daun tanaman sebanyak dua gram jaringan segar, kemudian dihancurkan hingga halus dan dicampur dengan aseton 80% secukupnya hingga homogen. Selanjutnya supernatan didekantasi dengan kertas saring ke labu ukur 100 ml, diambil 5 ml dan dimasukkan ke labu takar 50 ml, lalu diencerkan lagi dengan aseton hingga volumenya mencapai 50 ml (Mostowska, 1997).

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer pada panjang gelombang 652 nm dengan rumus :

$$Kl \text{ tot} = \frac{D_{652} \times 1000}{34,5} \times \frac{50}{100} \times \frac{100}{50} \times 0,5$$

Keterangan :

Kl tot = kandungan klorofil total (mg klorofil/g bobot segar)

D 652 = absorban pada panjang 652 nm

Cara lain (diambil dari Uni Upik-Labor tanah)

1. Untuk menentukan kadar klorofil pada daun tumbuhan yang umumnya berbeda-beda akan dilakukan menurut prosedur Arnon (1949), sediakan daun tumbuhan sebagai berikut :
 - a. Daun umur muda diambil daun pada pucuk
 - b. Daun setengah tua diambil daun nomor 3 dari pucuk
 - c. Daun dewasa diambil daun nomor 5 dari pucuk
2. Diambil 50 mg daun yang masih segar dan rajang (iris) kecil-kecil. Irisan kemudian diekstraksi dengan sedikit (2 ml) larutan Aseton 80% dengan menggunakan mortar. Setelah daun halus tambahkan lagi Aseton sehingga total volumenya menjadi 10 ml. Eksraksi (penggerusan) harus dilakukan dalam keadaan tanpa cahaya
3. Yakin bahwa semua pigmen klorofil dari daun telah keluar seluruhnya dan hal ini dapat dilihat dari ampasnya yang berwarna putih
4. Dipindahkan larutan ekstrak tersebut ke dalam tabung centrifuge, dan lakukan sentrifugasi pada kecepatan 2000 rpm, selama 15 menit
5. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 645 dan 663 nm dengan menggunakan spektrofotometer
6. Dihitung kandungan klorofil dengan menggunakan koefisien aksorpsi spesifik yang telah ditentukan oleh McKinney (1941) :

$$C_{\text{total}} = (20,2 \times D_{645} + 8,02 \times D_{663})/LFW$$

$$C_a = (12,7 \times D_{663} - 2,69 \times D_{645})/LFW$$

$$C_b = (22,9 \times D_{645} - 4,68 \times D_{663})/LFW$$

Keterangan :

- C_{total} = total klorofil (μg per mg bobot segar daun)
 C_a = klorofil a (μg per mg bobot segar daun)
 C_b = klorofil b (μg per mg bobot segar daun)
 D_{645} = absorbance reading at 645 nm
 D_{663} = absorbance reading at 663 nm
LFW = bobot segar sampel daun yang diekstraksi



Lampiran 9. Sidik Ragam

- a. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap tinggi tanaman (cm)

sk	db	JK	KT	F Hit	F-Tabel 5%
Kompos	1	9275,30	9275,27	77,51 *)	4,17
Kultivar	14	27153,70	1939,55	16,21 *)	2,04
Kompos X Kultivar	14	2142,70	153,05	1,81 ns)	2,04
Galat	30	3590,00	119,67		
Total	59	42161,70			

*) berbeda nyata

KK = 13,17 %

ns) berbeda tidak nyata

- b. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap jumlah anakan per pot (buah)

sk	db	JK	KT	F Hit	F-Tabel 5%
Kompos	1	48,60	48,60	132,55 *)	4,17
Kultivar	14	60,10	4,29	11,71 *)	2,04
Kompos X Kultivar	14	21,90	1,56	4,27 *)	2,04
Galat	30	11,00	0,37		
Total	59	141,60			

*) berbeda nyata

KK = 11,64 %

- c. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap berat kering akar (g)

sk	db	JK	KT	F Hit	F-Tabel 5%
Kompos	1	80,24	80,24	28,28 *)	4,17
Kultivar	14	1667,66	119,12	41,98 *)	2,04
Kompos X Kultivar	14	96,93	6,92	2,44 *)	2,04
Galat	30	85,13	2,84		
Total	59	1929,97			

*) berbeda nyata

KK = 37,35 %

- d. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap berat kering tajuk (g)

sk	db	JK	KT	F Hit	F-Tabel 5%
Kompos	1	164,97	164,97	104,39 *)	4,17
Kultivar	14	3455,02	246,79	156,16 *)	2,04
Kompos X Kultivar	14	201,26	14,38	9,10 *)	2,04
Galat	30	47,41	1,58		
Total	59	3868,66			

*) berbeda nyata

KK = 20,95 %

- e. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap kandungan klorofil daun (mg klorofil g⁻¹ bobot segar daun)

sk	db	JK	KT	F Hit	F-Tabel 5%
Kompos	1	0,23	0,23	9,45 *)	4,17
Kultivar	14	1,04	0,07	3,06 *)	2,04
Kompos X Kultivar	14	0,31	0,02	0,9 ns)	2,04
Galat	30	0,73	0,02		
Total	59	2,30			

*) berbeda nyata

KK = 27,13 %

ns) berbeda tidak nyata

- f. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap kandungan Fe akar (ppm)

sk	db	JK	KT	F Hit	F-Tabel 5%
Kompos	1	100242	100242	91,08 *)	4,17
Kultivar	14	238493	17035	15,48 *)	2,04
Kompos X Kultivar	14	19300	1379	1,25 ns)	2,04
Galat	30	33017	1101		
Total	59	391052			

*) berbeda nyata

KK = 7,01 %

ns) berbeda tidak nyata

- g. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap kandungan Fe tajuk (ppm)

sk	db	JK	KT	F Hit	F-Tabel 5%
Kompos	1	5823	5823,12	59,05 *)	4,17
Kultivar	14	101159	7225,63	73,27 *)	2,04
Kompos X Kultivar	14	2382	170,16	1,73 ns)	2,04
Galat	30	2959	98,62		
Total	59	112323			

*) berbeda nyata

KK = 2,82 %

ns) berbeda tidak nyata

- h. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap kandungan P akar (ppm)

sk	db	JK	KT	F Hit	F-Tabel 5%
Kompos	1	2394,90	2394,90	67,65 *)	4,17
Kultivar	14	534255,19	38161,08	1078,00 *)	2,04
Kompos X Kultivar	14	1709,03	122,07	3,45 *)	2,04
Galat	30	1061,99	35,40		
Total	59	539421,11			

*) berbeda nyata

KK = 3,02 %

- i. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap kandungan P tajuk (ppm)

sk	db	JK	KT	F Hit	F-Tabel 5%
Kompos	1	2429	2428,6	21,08 ns)	4,17
Kultivar	14	589657	42118,4	365,6 *)	2,04
Kompos X Kultivar	14	1385	99,0	0,86 ns)	2,04
Galat	30	3456	115,2		
Total	59	596928			

*) berbeda nyata

KK = 4,87 %

ns) berbeda tidak nyata

- j. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap EPP

Sk	db	JK	KT	F Hit	F-Tabel 5%
Kompos	1	2614,9	2614,87	35,75 *)	4,17
Kultivar	14	30459,6	2175,68	29,74 *)	2,04
Kompos X Kultivar	14	1992,6	142,33	1,95 ns)	2,04
Galat	30	2194,4	73,15		
Total	59	37261,4			

*) berbeda nyata

KK = 34,57 %

ns) berbeda tidak nyata

- k. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap ESP (data belum ditransformasi ke $\sqrt{Y + 0,5}$)

Sk	db	JK	KT	F Hit	F-Tabel 5%
Kompos	1	0,10	0,10	13,53 *)	4,17
Kultivar	14	2,04	0,15	19,18 *)	2,04
Kompos X Kultivar	14	0,13	0,009	1,19 ns)	2,04
Galat	30	0,23	0,008		
Total	59	2,50			

*) berbeda nyata

KK = 57,80 %

ns) berbeda tidak nyata

- l. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap ESP (data setelah ditransformasi ke $\sqrt{Y + 0,5}$)

Sk	db	JK	KT	F Hit	F-Tabel 5%
Kompos	1	0,03	0,03	20,08 *)	4,17
Kultivar	14	0,59	0,04	25,78 *)	2,04
Kompos X Kultivar	14	0,03	0,002	1,37 ns)	2,04
Galat	30	0,05	0,002		
Total	59	0,70			

*) berbeda nyata

KK = 5,05 %

ns) berbeda tidak nyata

m. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap jumlah anakan produktif (batang)

sk	db	JK	KT	F Hit	F-Tabel 5%
Kompos	1	30,77	30,77	114,29 *)	2,15
Kultivar	12	147,73	12,31	45,73 *)	4,23
Kompos X Kultivar	12	14,73	1,23	4,56 *)	2,15
Galat	26	7,00	0,27		
Total	51	200,23			

*) berbeda nyata

KK = 13,91 %

ns) berbeda tidak nyata

n. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap berat 100 butir gabah (g)

sk	db	JK	KT	F Hit	F-Tabel 5%
Kompos	1	0,56	0,56	218,02 *)	2,15
Kultivar	12	52,489	4,37	1715,02 *)	4,23
Kompos X Kultivar	12	0,20	0,02	6,47 *)	2,15
Galat	26	0,07	0,00		
Total	51	53,31			

*) berbeda nyata

KK = 2,31 %

ns) berbeda tidak nyata

o. Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap hasil GKG (g)

sk	db	JK	KT	F Hit	F-Tabel 5%
Kompos	1	31,83	31,83	9,56 *)	2,15
Kultivar	14	4841,08	403,42	121,19 *)	4,23
Kompos X Kultivar	14	19,82	1,65	3,33 ns)	2,15
Galat	30	86,55	3,33		
Total	59	4979,27			

*) berbeda nyata

KK = 8,33 %

ns) berbeda tidak nyata

Lampiran 10. Data Asli dari Data yang Ditransformasi

Pengaruh dosis kompos alang-alang dan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat terhadap ESP (data belum ditransformasi ke $\sqrt{Y + 0,5}$)

Kultivar	Kompos Alang-Alang ($t\ ha^{-1}$)		Rerata Kultivar
	A0	A1	
BM Surian	0,03	0,02	0,03 b
Padi Ladang Merah	0,29	0,11	0,20 b
BM Talang Babungo	0,01	0,01	0,01 b
BM Sungai Abu	0,02	0,02	0,02 b
BHt Sariak Alang Tigo	0,04	0,03	0,04 b
BHt Solok	0,13	0,09	0,11 b
BM Gn.Pasir	0,25	0,18	0,21 b
BM Perbatasan	0,06	0,04	0,05 b
BM Kekuningan	0,12	0,06	0,09 b
BM Pido Manggih	0,23	0,11	0,17 b
BM Siarang	0,24	0,08	0,16 b
Padi Telur	0,95	0,62	0,78 a
BM Sikarjuik	0,34	0,16	0,25 b
BM Jorong Mudiak	0,05	0,04	0,04 b
BM Surian	0,11	0,08	0,09 b
Rerata Kompos Alang-Alang	0,21 A	0,11 B	

Lampiran 19. Beberapa peubah yang dapat menentukan penggolongan kultivar padi beras merah lokal Sumatera Barat

Kultivar)	Berat kering akar dan tajuk (g)				Fe Akar (ppm)		Rerata Kultivar	Fe Tajuk (ppm)		Rerata Kultivar	P Akar (ppm)		P Tajuk (ppm)		Rerata Kultivar	EPP		Rerata Kultivar	ESP		Rerata Kultivar
	Akar (g)		Tajuk (g)		0 t ha ⁻¹	20 t ha ⁻¹		0 t ha ⁻¹	20 t ha ⁻¹		0 t ha ⁻¹	20 t ha ⁻¹	0 t ha ⁻¹	20 t ha ⁻¹		0 t ha ⁻¹	20 t ha ⁻¹		0 t ha ⁻¹	20 t ha ⁻¹	
	0 t ha ⁻¹	20 t ha ⁻¹	0 t ha ⁻¹	20 t ha ⁻¹																	
BM Surian	7,33 b	13,90 b	5,93 fg	8,77 d	480,63	397,53	439,08 bc	341,64	324,52	333,08 c	228,68 ef	262,48 bc	253,70	293,48	273,59 abc	27,63	40,71	34,17 bc	0,73	0,72	0,73 bc
Padi Ladang Merah	A	B	A	B																	
	0,83 e	2,79 gh	0,77 fg	4,45 f	418,02	385,58	401,80 c	362,08	331,08	346,58 bc	225,28 f	245,28 de	247,51	274,28	260,89 abed	3,44	13,90	8,67 def	0,89	0,78	0,84 bc
BM Talang Babungo	A	B	A	B																	
	16,05 a	25,59 a	24,14 cd	39,17 a	475,33	367,02	421,18 bc	302,14	256,71	279,43 d	250,17 bcd	276,67 a	283,27	301,37	292,32 ab	75,46	112,00	93,73 a	0,71	0,71	0,71 e
BM Sungai Abu	A	B	A	B																	
	1,66 e	5,66 fgh	2,47 bc	5,93 ef	510,71	510,21	510,46 b	381,14	348,89	365,02 b	59,36 g	75,36 g	74,88	82,98	78,93 bed	31,19	73,32	52,25 b	0,72	0,72	0,72 bc
BHt Sariak Alang Tigo	A	B	A	B																	
	7,32 b	8,43 c	4,21 a	6,67 e	460,70	347,58	404,14 c	342,77	327,64	335,21 c	254,10 ab	254,42 c	270,60	281,45	276,02 abc	22,18	28,13	25,16 cdef	0,73	0,73	0,73 bc
BHt Solok	A	B	A	B																	
	2,11 de	3,10 ef	2,13 fg	4,71 ef	474,64	386,46	430,55 bc	343,39	333,64	338,52 bc	257,94 ab	270,94 a	288,44	295,59	292,01 ab	7,76	13,78	10,77 cdef	0,79	0,77	0,78 bc
BM Gn. Pasir	A	B	A	B																	
	1,13 e	1,55 fgh	1,27 b	1,61 g	448,08	374,83	411,46 c	356,08	332,58	344,33 bc	245,78 ed	241,36 e	274,67	274,36	274,51 abc	4,60	6,09	5,35 ef	0,86	0,82	0,84 bc
BM Perbatasan	A	B	A	B																	
	4,33 cd	6,74 ode	7,36 de	10,90 c	530,14	430,14	480,14 bc	340,83	326,89	333,86 c	263,35 a	270,68 ab	290,35	605,70	448,02 a	21,12	24,22	22,67 cdef	0,75	0,75	0,75 bc
BM Kekuningan	A	B	A	B																	
	2,36 de	4,82 d	8,42 fg	16,75 b	549,09	416,52	482,80 bc	339,27	329,83	334,55 c	262,33 a	273,54 a	290,58	297,38	293,98 ab	19,49	37,78	28,64 bede	0,79	0,75	0,77 bc
BM Pido Manggih	A	B	A	B																	
	0,30 e	0,87 gh	0,79 fg	2,31 g	518,52	460,71	489,61 bc	375,58	341,89	358,74 b	57,44 g	85,69 f	177,91	81,19	129,55 bcd	6,06	18,68	12,37 cdef	0,96	0,78	0,87 b
BM Silarang	A	B	A	B																	
	1,07 e	2,92 f	1,64 fg	4,02 f	523,83	454,89	489,36 bc	344,14	335,89	340,02 bc	247,05 ed	254,31 c	272,95	279,31	276,13 abc	5,22	12,98	9,10 def	0,86	0,76	0,81 bc
Padi Telur	A	B	A	B																	
	0,29 e	0,44 gh	0,77 g	1,27 g	524,83	394,14	459,49 bc	341,89	333,71	337,80 bc	235,08 e	244,46 d	258,18	271,96	265,07 abed	2,13	3,30	2,72 f	1,20	1,06	1,13 a
BM Sikarujuik	A	B	A	B																	
	0,07 e	0,17 h	0,15 fg	0,53 g	629,64	588,52	609,08 a	453,27	416,46	434,86 a	17,84 h	17,00 h	30,34	38,00	34,17 d	4,56	13,04	8,80 cdef	0,92	0,81	0,86 bc
BM Jorong Mudiak	A	B	A	B																	
	5,27 bc	7,51 od	4,33 ef	5,63 ef	512,71	403,89	458,30 bc	339,64	335,02	337,33 c	244,22 d	260,55 c	266,67	281,05	273,86 abc	18,77	24,25	21,51 cdef	0,74	0,73	0,74 bc
BM Teluk Embun	A	B	A	B																	
	0,21 e	0,52 gh	0,77 de	2,19 g	655,89	568,52	612,21 a	459,33	452,89	456,11 a	13,09 i	18,51 h	33,19	46,01	39,60 ed	20,49	41,46	30,97 bod	0,78	0,76	0,77 bc
Rerata Kompos Alang-alang	A	B	A	B																	
					514,19	432,44			361,55	341,85			220,88	246,94		18,31	30,91		0,83	0,78	

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang sama dan angka-angka pada baris yang sama diikuti oleh huruf besar yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT 5%