

**RESPONS TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.)  
TERHADAP BERBAGAI IMBANGAN PUPUK ANORGANIK, ORGANIK  
DAN HAYATI PADA *System of Rice Intensification* (SRI)  
DI TANAH OXISOL TUNTANG**

TESIS

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Guna Memperoleh Derajat Magister Pertanian  
Pada Program Studi Agronomi



Oleh :

**Rustanti Hari Purwani**

**S610809011**

**PROGRAM STUDI AGRONOMI  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET**

**SURAKARTA**  
*commit to user*  
**2012**

**RESPON TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.) TERHADAP BERBAGAI  
IMBANGAN PUPUK ANORGANIK, ORGANIK DAN HAYATI PADA  
*System of Rice Intensification* (SRI) DI TANAH OXISOL TUNTANG**

Oleh  
**Rustanti Hari Purwani**  
**S610809011**

Telah disetujui oleh Tim Pembimbing

Kedudukan Pembimbing	Nama	Tandatangan	Tanggal
Pembimbing I	<u>Prof. Dr. Agr. Sc. Ir. Vita Ratri Cahyani, M. P.</u> NIP 19661205 199010 2 001		
Pembimbing II	<u>Prof. Dr. Ir. Mth. Sri Budiastuti, M. Si.</u> NIP 19591205 198503 2 001		

Mengetahui

Ketua Program Studi Agronomi, PPs UNS

Prof. Dr. Ir. Supriyono, M. S.  
NIP 19590711 198403 1 002

**RESPON TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.) TERHADAP BERBAGAI  
IMBANGAN PUPUK ANORGANIK, ORGANIK DAN HAYATI PADA  
*System of Rice Intensification* (SRI) DI TANAH OXISOL TUNTANG**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh

Rustanti Hari Purwani

S610809011

Telah Dipertahankan di Depan Tim Penguji

Pada Tanggal : 16 Mei 2012

Susunan Tim Penguji

Kedudukan Penguji	Nama	Tandatangan	Tanggal
Ketua	<u>Prof. Dr. Ir. Supriyono, M. S.</u> NIP 19590711 198403 1 002		
Sekretaris	<u>Dr. Ir. Subagiya, M. P.</u> NIP 19610227 198803 1 004		
Anggota	<u>Prof. Dr. Agr. Sc. Ir. Vita Ratri Cahyani, M. P.</u> NIP 19661205 199010 2 001		
	<u>Prof. Dr. Ir. Mth. Sri Budiastuti, M. Si.</u> NIP 19591205 198503 2 001		

Mengetahui

Direktur Program Pascasarjana

Ketua Program Studi Agronomi

Prof. Dr. Ir. Ahmad Yunus, M. Si.  
NIP 19610717 198601 1 001

Prof. Dr. Ir. Supriyono, M. S.  
NIP 19590711 198403 1 002

*commit to user*

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rustanti Hari Purwani

NIM : S 610809011

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang berjudul: **Respon Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) terhadap Berbagai Imbangan Pupuk Anorganik, Organik dan Hayati pada *System of Rice Intesification* (SRI) di Tanah Oxisol Tuntang**, adalah betul-betul karya saya sendiri. Hal-hal yang bukan karya saya dalam tesis ini diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan tesis dan gelar yang saya peroleh dari tesis ini.

Surakarta, Juni 2012

Yang membuat pernyataan,

Rustanti Hari Purwani

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat segala karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan tesis ini. Dalam penyusunan tesis ini tentunya tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Ahmad Yunus, M. Si., selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Prof. Dr. Supriyono, M. P., selaku Ketua Program Studi Agronomi Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta atas arahannya dalam penyelesaian studi penulis dan selaku Dosen Penguji atas saran dan masukannya dalam perbaikan penulisan tesis ini.
3. Dr. Ir. Subagiya, M. P., selaku Sekretaris Program Studi Agronomi Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta dan selaku Dosen Penguji atas saran dan masukannya dalam perbaikan tesis ini.
4. Prof. Dr. Agr. Sc. Ir. Vita Ratri Cahyani, M. P., selaku Pembimbing Utama, pemberi ide dan topik penelitian serta pendukung dana dari proyek penelitian. Terima kasih atas kesempatan yang diberikan untuk bergabung dalam kelompok penelitian ini. Terima kasih pula atas bimbingan dan arahan selama proses penelitian hingga selesainya penulisan tesis ini serta nasehat untuk selalu berusaha memberikan yang terbaik dalam mengerjakan tugas.
5. Prof. Dr. Ir. Mth. Sri Budiastuti, M. Si., selaku Pembimbing Pendamping atas bimbingan, masukan dan saran dalam menyelesaikan penulisan tesis ini. Terima kasih telah memberikan dukungan serta semangat pantang menyerah dalam menghadapi berbagai hal.
6. Pak Darsono dan Pak Yen atas kerjasamanya di Laboratorium Biologi Tanah dan Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah.
7. Keluarga tercinta (Papa, Mama dan Dhadek), atas dukungan moril dan materiil. Terima kasih atas segala doa, kasih sayang yang tiada henti, dorongan serta semangat bagi penulis.

*commit to user*

8. Tim SRI (Mbak Mia, Burhan, Ganis) yang luar biasa. Terima kasih atas kerjasama dan perjuangannya dalam menyelesaikan penelitian serta motivasi semangatnya kepada penulis. Tetap jaga kekompakan dan persahabatan meskipun sudah jauh.
9. Keluarga Besar Mahasiswa Jurusan Agronomi Pascasarjana 2009 atas dukungan, kerjasama dan kekompakannya.
10. Sahabat-sahabatku (Diah, Ningsih, Firman, Teh Sari dan Teh Santika), atas doa dan dukungannya kepada penulis. Terima kasih atas persahabatan yang indah ini, semoga selalu terjaga.
11. Teh Ida, Dian, Elok, Hesti, Fitri, Lulu, Citra, Kisi dan Elisa, atas dukungan dan semangatnya kepada penulis.
12. Seluruh civitas akademika Jurusan Agronomi Pascasarjana dan Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta khususnya staf dosen yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan dan staf administrasi yang telah membantu kelancaran selama masa perkuliahan.
13. Dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu dalam pembuatan tesis ini hingga selesai.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar dapat lebih baik di masa datang. Akhir kata, penulis berharap tesis ini bisa bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca umumnya.

Surakarta, Juni 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
ABSTRAK.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Perumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian.....	5
II. LANDASAN TEORI.....	6
A. Tinjauan Pustaka.....	6
1. Tanaman Padi.....	6
2. Tanah Oxisol Sebagai Alternatif Lahan Budidaya.....	8
3. Aplikasi Pemupukan pada Tanaman Padi.....	10
4. System of Rice Intensification.....	20
B. Kerangka Pemikiran.....	22
C. Hipotesis.....	23
D. Bagan Alir Penelitian.....	24

*commit to user*



III. METODOLOGI PENELITIAN.....	25
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	25
B. Alat dan Bahan Penelitian.....	25
C. Cara Kerja Penelitian.....	25
1. Rancangan Penelitian.....	25
2. Pelaksanaan Penelitian.....	27
3. Variabel Penelitian.....	33
4. Analisis Data.....	34
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
A. Karakteristik Tanah Awal dan Pupuk Organik yang Digunakan.....	35
B. Serangan Hama dan Penyakit.....	37
C. Pengaruh Penggunaan Pupuk Anorganik, Organik dan Hayati terhadap Pertumbuhan Tanaman.....	39
D. Pengaruh Penggunaan Pupuk Anorganik, Organik dan Hayati terhadap Hasil Tanaman.....	52
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
A. Kesimpulan.....	61
B. Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA.....	63
LAMPIRAN.....	70



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Analisis Statistik Respon Pertumbuhan Tanaman terhadap Berbagai Imbangan Pupuk Anorganik, Organik, dan Hayati .....	39
Tabel 2. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) Respon Pertumbuhan Tanaman terhadap Berbagai Imbangan Pupuk Anorganik, Organik, dan Hayati .....	40
Tabel 3. Analisis Statistik Respon Hasil Tanaman terhadap Berbagai Imbangan Pupuk Anorganik, Organik, dan Hayati .....	52
Tabel 4. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) Respon Hasil Tanaman terhadap Berbagai Imbangan Pupuk Anorganik, Organik, dan Hayati.....	53

## DAFTAR GAMBAR

		<b>Halaman</b>
Gambar 1.	Bagan Alir Penelitian .....	24
Gambar 2.	Hama Wereng pada Tanaman Padi dan Tanaman yang Terserang Hama Penggerek Batang Padi.....	38
Gambar 3.	Perbandingan Tinggi Tanaman antara Pemupukan Anorganik dengan Kombinasi Pemupukan Anorganik dan Organik.....	42
Gambar 4.	Perbandingan Tinggi Tanaman dengan Penambahan Pupuk Hayati .....	44
Gambar 5.	Perbandingan Jumlah Anakan antara Pemupukan Anorganik dengan Kombinasi Pemupukan Anorganik dan Organik.....	46
Gambar 6.	Perbandingan Jumlah Anakan dengan Penambahan Pupuk Hayati .....	48

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Deskripsi Varietas Padi IR 64 .....	70
Lampiran 2. Tata Letak Percobaan .....	71
Lampiran 3. Analisis Karakteristik Tanah Oxisol Tuntang, Kandungan Unsur Hara Pupuk Anorganik, Karakteristik Pupuk Organik Kompos Jerami Padi dan Kompos Kandang Sapi .....	73
Lampiran 4. Perhitungan Dosis Pupuk Anorganik .....	74
Lampiran 5. Perhitungan Dosis Pupuk Organik .....	77
Lampiran 6. Analisis Statistik Respon Tinggi Tanaman Padi terhadap Berbagai Imbangan Pupuk Anorganik, Organik dan Hayati ...	78
Lampiran 7. Analisis Statistik Respon Jumlah Anakan Tanaman Padi terhadap Berbagai Imbangan Pupuk Anorganik, Organik dan Hayati.....	79
Lampiran 8. Analisis Statistik Respon Jumlah Malai Tanaman Padi terhadap Berbagai Imbangan Pupuk Anorganik, Organik dan Hayati.....	80
Lampiran 9. Analisis Statistik Respon Berat Segar Tanaman Padi terhadap Berbagai Imbangan Pupuk Anorganik, Organik dan Hayati.....	81
Lampiran 10. Analisis Statistik Respon Berat Kering Tanaman Padi terhadap Berbagai Imbangan Pupuk Anorganik, Organik dan Hayati.....	82
Lampiran 11. Analisis Statistik Respon Jumlah Gabah Isi Tanaman Padi terhadap Berbagai Imbangan Pupuk Anorganik, Organik dan Hayati.....	83
Lampiran 12. Analisis Statistik Respon Jumlah Gabah Hampa Tanaman Padi terhadap Berbagai Imbangan Pupuk Anorganik, Organik dan Hayati.....	84
Lampiran 13. Analisis Statistik Respon Berat Gabah Basah Tanaman Padi terhadap Berbagai Imbangan Pupuk Anorganik, Organik dan Hayati.....	85

*commit to user*

Lampiran 14. Analisis Statistik Respon Berat Gabah Kering Tanaman Padi terhadap Berbagai Imbangan Pupuk Anorganik, Organik dan Hayati.....	86
Lampiran 15. Analisis Statistik Respon Berat 1000 Biji Tanaman Padi terhadap Berbagai Imbangan Pupuk Anorganik, Organik dan Hayati.....	87
Lampiran 16. Hasil Uji Korelasi Beberapa Variabel Pengamatan.....	88
Lampiran 17. Dokumentasi Penelitian.....	89



## ABSTRAK

**Rustanti Hari Purwani. S 610809011. 2012. Respon Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) terhadap Berbagai Imbangan Pupuk Anorganik, Organik dan Hayati pada *System of Rice Intensification* (SRI) di Tanah Oxisol Tuntang. Penelitian ini dilakukan di bawah bimbingan Prof. Dr. Agr. Sc. Ir. Vita Ratri Cahyani, M. P. dan Prof. Dr. Ir. Mth. Sri Budiastuti, M. Si. Program Studi Agronomi. Program Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret.**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh dari aplikasi pemupukan anorganik, organik dan hayati pada berbagai kombinasi dan imbangan pemupukan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi menggunakan *System of Rice Intensification* (SRI) di tanah Oxisol Tuntang. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2010 sampai dengan Maret 2011, bertempat di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta. Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal, terdiri atas 17 perlakuan dan 6 kali ulangan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan pupuk anorganik, organik dan hayati berpengaruh meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman padi dengan metode SRI di tanah Oxisol Tuntang dibandingkan dengan pemupukan anorganik metode tradisional. Pemupukan anorganik dosis rekomendasi (250 kg/ha Urea + 150 kg/ha SP36 + 100 kg/ha KCl) dengan metode SRI memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman dibandingkan pemupukan anorganik dosis rekomendasi pada metode tradisional. Dari semua perlakuan, kombinasi pemupukan 125 kg/ha Urea + 37,5 kg/ha SP36 + 50 kg/ha KCl + 900 g kompos kandang sapi/ 10 kg tanah secara signifikan meningkatkan variabel pertumbuhan, yaitu tinggi tanaman (109,13 cm  $\pm$  8,958), jumlah anakan (22,33 buah  $\pm$  6,807), jumlah malai (16,33 buah  $\pm$  1,527) dan berat kering brangkas (27,22 g  $\pm$  1,059) serta meningkatkan variabel hasil tanaman, yaitu jumlah gabah isi (867 butir  $\pm$  26,664), berat gabah basah (22,1 g  $\pm$  2,656) dan berat gabah kering (20,53 g  $\pm$  1,0365) serta berat 1000 biji (23,67 g  $\pm$  0,577). Persentase kenaikan pertumbuhan melalui berat kering tanaman sebesar 66,3% dari pemupukan anorganik dosis rekomendasi metode SRI (16,37 g) dan kenaikan hasil tanaman melalui berat gabah kering sebesar 201,1% dari pemupukan anorganik dosis rekomendasi metode SRI (6,818 g). Penambahan pupuk hayati pada kombinasi pemupukan anorganik dan organik, yaitu perlakuan 125 kg/ha Urea + 37,5 kg/ha SP36 + 50 kg/ha KCl + 75 kg/ha *Rock Phosphate* + 450 g kompos jerami/10 kg tanah + mikoriza + Bakteri Penambat Nitrogen (BPN) + Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) + Bakteri Pengoksidasi Fe, mampu meningkatkan pertumbuhan dengan menghasilkan berat kering tanaman 31,5% dari pemupukan anorganik dosis rekomendasi metode SRI (16,37 g) dan menghasilkan berat gabah kering 158,6% dari pemupukan anorganik dosis rekomendasi metode SRI (6,818 g). Dengan demikian, pemberian bahan organik dapat digunakan sebagai alternatif pemupukan pada budidaya padi SRI dan menciptakan lingkungan tumbuh yang sesuai bagi tanaman padi, terutama di lahan marjinal.

Kata kunci: Pupuk organik, *System of Rice Intensification*, Oxisol Tuntang



## ABSTRACT

**Rustanti Hari Purwani, S 610809011. 2012. Respons of Paddy (*Oryza sativa* L.) to The Combination of Inorganic Fertilizer, Organic Fertilizer and Biofertilizer with The System of Rice Intensification (SRI) in an Oxisol Tumpang. This research supervised by Prof. Dr. Agr. Sc. Ir. Vita Ratri Cahyani, M. P. and Prof. Dr. Ir. Mth. Sri Budiastuti, M. Si. Departemen of Agronomy. Postgraduate Program of Sebelas Maret University.**

The aim of this research was to study the effect from the application of inorganic fertilizer, organic fertilizer and biofertilizer in variety of fertilizing combination on growth and yield of paddy using System of Rice Intensification (SRI) in Oxisol Tumpang. This research conducted on October 2010 to March 2011 and located at Green House Faculty of Agriculture, Sebelas Maret University, Surakarta. The experimental design was Completely Random Design with 17 treatments and 6 replications.

The result showed that the application of inorganic fertilizer, organic fertilizer and biofertilizer increased the growth and yield of paddy using SRI in Oxisol Tumpang better than the application of inorganic fertilizer with traditional method. The application of inorganic fertilizer on recommended dosage with SRI did not significantly improve the growth and yield of paddy compared to inorganic fertilizer on recommended dosage with traditional method. From all of the treatments, the application of 125 kg/ha Urea + 37.5 kg/ha SP36 + 50 kg/ha KCl + 900 g cattle dung compost/10 kg fresh oxisol soil significantly improved the growth of paddy by increasing plant height ( $109.13 \text{ cm} \pm 8.958$ ), number of tillers ( $22.33 \pm 6.807$ ), number of panicles ( $16.33 \pm 1.527$ ) and dry matter of plant ( $27.22 \text{ g} \pm 1.059$ ). The increasing of plant growth also affected to the yield, which is number of filled grains ( $867 \pm 26.664$ ), wet grain weight ( $22.1 \text{ g} \pm 2.656$ ), dry grain weight ( $20.53 \text{ g} \pm 1.0365$ ) and also 1000 grain weight ( $23.67 \text{ g} \pm 0.577$ ). The improvement value on growth of paddy from the variable of dry matter of plant increased by 66.3% compared to inorganic fertilizer on recommended dosage with SRI method (16.37 g) and the improvement value on yield of paddy from the variable of dry grain weight increased by 201.1% compared to inorganic fertilizer on recommended dosage with traditional method (6.818 g). The additional of biofertilizer in the application of inorganic and organic fertilizer (125 kg/ha Urea + 37.5 kg/ha SP36 + 50 kg/ha KCl + 75 kg/ha Rock Phosphate + 450 g straw compost/10 kg fresh oxisol soil + mycorrhiza + Nitrogen Fixing Bacteria (NFB) + Phosphate Solubilizing Bacteria (PSB) + Fe Oxidizing Bacteria) improved the growth of paddy by 31.5% compared to inorganic fertilizer with SRI method (16.37 g) and the yield by 158.6 % compared to inorganic fertilizer with SRI method (6.818 g). Thus, organic fertilizer can be used as the alternative of fertilizing on cultivating paddy field with SRI and created suitable environment for paddy, especially in marginal land.

Keyword: Organic Fertilizer, System of Rice Intensification, Oxisol Tumpang

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Padi merupakan salah satu tanaman budidaya terpenting dalam sejarah peradaban manusia. Produksi tanaman padi di dunia menempati urutan ketiga setelah jagung dan gandum (Anonim, 2008). Namun demikian, padi merupakan sumber karbohidrat bagi mayoritas penduduk dunia. Bahan makanan ini merupakan komoditas pangan penting bagi bangsa Indonesia, sebab beras merupakan makanan pokok sebagian besar masyarakat di Indonesia, penyedia lapangan pekerjaan dan sumber pendapatan bagi sekitar 21 juta rumah tangga (Samsudin, 2008), sehingga beras sering menjadi tolok ukur ketersediaan pangan di Indonesia.

Kebutuhan akan beras sebagai pangan dari tahun ke tahun semakin meningkat namun tidak diimbangi dengan hasil produksi yang cenderung terus menurun. Pada tahun 2011 terjadi penyusutan luas area panen sebesar 0,39%; produktivitas 0,697% dan produksi sebesar 1,1% dari tahun 2010 (Badan Pusat Statistik, 2011). Hal ini memacu pemerintah melalui Badan Urusan Logistik (Bulog) untuk melakukan impor beras demi menjaga ketersediaan beras dalam negeri. Hingga bulan Maret 2011 Bulog memaksimalkan impor beras 1,5 juta ton (Maradona, 2011).

Dengan tingkat pertumbuhan penduduk sebesar 1,5% sesuai kondisi saat ini, maka jumlah penduduk pada tahun 2009 mencapai 235 juta jiwa dan pada tahun 2025 diperkirakan sekitar 300 juta jiwa. Berdasarkan kondisi tersebut, maka kebutuhan pangan khususnya beras diperkirakan sekitar 33,5 juta ton beras pada tahun 2009 dan 42,5 juta ton beras pada tahun 2025. Kebutuhan yang besar jika tidak diimbangi dengan peningkatan produksi pangan justru menghadapi bahaya laten yang akan memicu berbagai masalah sosial, ekonomi dan politik ikutannya (Samsudin, 2008). Menurut Swastika *et al.*, (2002 *cit.* Sirappa dan Razak, 2007), proyeksi permintaan beras pada



tahun 2010 sekitar 41,50 juta ton dan diperkirakan akan terus meningkat hingga 78 juta ton pada tahun 2025 sehingga tahun 2010 terjadi defisit beras sekitar 12,78 juta ton.

Hasil produksi yang terus menurun disebabkan oleh tingkat produktivitas dan produksi tanaman padi yang tidak optimal. Salah satunya diakibatkan kesuburan tanah yang menurun dan tidak memadai serta adanya alih fungsi lahan sawah. Areal tanah yang dikhususkan untuk usaha pertanian luasnya relatif konstan, tetapi jumlah penduduk yang semakin bertambah menyebabkan pemilikan luas tanah pertanian rata-rata semakin menyempit. Tetapi kebutuhan pokok yang berupa pangan selalu diperlukan setiap saat, sehingga harus selalu diupayakan agar tetap dalam keadaan seimbang.

Keadaan pangan suatu negara dapat menjadi tidak stabil apabila antara kebutuhan dan penyediaannya tidak seimbang. Hal ini akan mendorong petani untuk lebih giat mengolah sawahnya terutama untuk ditanami padi untuk meningkatkan produksi padi semaksimal mungkin agar dapat tercapai swasembada pangan. Untuk memperbaiki produktivitas tanah pertanian, meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dan pendapatan petani, diperlukan terobosan teknologi yang ramah lingkungan melalui sistem pengelolaan hara terpadu dengan menerapkan pemupukan berimbang yang dipadukan dengan penggunaan pupuk organik dan hayati.

Saat ini sebagian besar lahan yang dijadikan areal pertanaman merupakan lahan marjinal yang pada umumnya memiliki tingkat kesuburan yang rendah. Penyebaran lahan marjinal di Indonesia mencapai hampir 56% dari lahan yang ada dan didominasi oleh jenis tanah Ultisol dan Oxisol yang bersifat masam (Noor, 1996 *cit.* Ruhaimah *et al.*, 2009). Permasalahan yang timbul dari pemanfaatan tanah jenis Ultisol dan Oxisol apabila dikonversi menjadi lahan sawah akan mengakibatkan peningkatan kelarutan besi (Fe) dan aluminium (Al) yang merupakan logam berat dan bersifat racun bagi tanaman padi. Pada keadaan tergenang keracunan Fe dapat menghambat pertumbuhan

tanaman padi dan menurunkan hasil padi sawah 60 hingga 90% (Suhartini *et al.*, 1992 *cit.* Suhartini, 2000).

Berbagai teknologi dapat diterapkan guna mengurangi kelarutan besi agar tidak bersifat racun bagi tanaman, salah satunya yaitu dengan penggunaan bahan organik (Ruhaimah, 2009). Bahan organik menghasilkan asam humat dan asam fulvat yang dapat mengikat logam membentuk senyawa metal organo kompleks (khelat). Pengikatan tersebut akan mengurangi aktivitas logam Fe akibat berkurangnya kelarutan dalam tanah sehingga mengurangi penyerapan Fe oleh tanaman (Ahmad, 1990 *cit.* Ruhaimah *et al.*, 2009). Pemberian bahan organik mampu memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologis selain sebagai sumber hara bagi tanaman sehingga dapat menjaga dan meningkatkan kesuburan tanah. Bahan organik dapat meningkatkan ketersediaan beberapa unsur hara dan meningkatkan efisiensi pemupukan. Dengan adanya perbaikan Kapasitas Tukar Kation (KTK), peningkatan ketersediaan hara dan peningkatan efisiensi serapan hara, maka pemberian bahan organik dapat memberikan efek terhadap perbaikan pertumbuhan tanaman dan peningkatan komponen hasil tanaman.

Selain pemberian bahan organik, salah satu teknologi yang dapat diterapkan dalam upaya efisiensi pemupukan adalah penggunaan pupuk mikroba atau pupuk hayati (Aryantha *et al.*, 2002; Saraswati *et al.*, 2004). Pupuk hayati berperan dalam peningkatan ketersediaan hara, memacu pertumbuhan tanaman dan melindungi tanaman melawan patogen melalui senyawa fitohormon, antimikrobia, toksin dan enzim yang dihasilkan (Saraswati *et al.*, 2004). Pupuk hayati juga membantu dalam usaha mengurangi pencemaran lingkungan akibat penyebaran hara yang tidak diserap oleh tanaman pada penggunaan pupuk anorganik. Diharapkan dengan aplikasi pupuk hayati dan pupuk organik dapat memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman yang meningkat pada tanaman padi.

Budidaya padi dengan metode SRI (*System of Rice Intensification*) pertama kali diterapkan di Madagaskar pada awal 1980an dan saat ini telah menyebar di hampir 40 negara di seluruh dunia. SRI merupakan aplikasi pertanian padi sawah, dengan menerapkan prinsip intensifikasi yang sifatnya efektif dalam pemanfaatan lahan dan air, efisien dalam pemenuhan kebutuhan akan bibit dan sarana produksi lainnya, alami dan ramah lingkungan karena penggunaan input yang meminimalisir penggunaan bahan kimia. Selama periode tiga tahun, penerapan metode SRI sukses dilakukan pada budidaya padi di wilayah Mali, Afrika (Styger, 2011). Dengan metode SRI petani memperoleh hasil tanaman dan pendapatan yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan metode budidaya padi konvensional. Praktek budidaya SRI telah mengubah persepsi dan pengertian tentang bagaimana mencapai sistem pertanaman padi yang produktif dan berkelanjutan, juga mengarahkan petani untuk mengembangkan berbagai inovasi yang diadopsi dari metode SRI.

Dari uraian di atas, melalui penelitian ini diharapkan dengan berbagai input kombinasi pemupukan, baik pupuk anorganik, organik dan hayati dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil serta kualitas tanaman padi yang dibudidayakan pada lahan marjinal, khususnya tanah Oxisol. Dengan penggunaan metode SRI pula diharapkan produksi padi mampu memenuhi kebutuhan pangan baik skala regional maupun nasional.

## **B. Perumusan Masalah**

Salah satu upaya untuk mempertahankan produktivitas tanaman pangan terutama padi adalah dengan memanfaatkan lahan marjinal yang tidak biasa digunakan untuk budidaya tanaman. Tanah oxisol merupakan jenis tanah marjinal dengan karakteristik kesuburan rendah serta kelarutan logam berat yang tinggi menjadi kendala tersendiri. Sebagai usaha pengelolaannya, digunakan metode *System of Rice Intensification* (SRI) yang merupakan metode pertanian ramah lingkungan dan sangat mendukung upaya pemulihan

kesuburan tanah melalui pengelolaan tanaman, tanah, air dan unsur hara dengan pemberian bahan organik dan pemanfaatan mikroorganisme tanah sehingga mampu meningkatkan efisiensi pemupukan anorganik yang biasanya diberikan dalam jumlah banyak pada pertanaman padi. Pada akhirnya, penerapan teknik budidaya SRI yang dipadukan dengan berbagai kombinasi pemupukan anorganik, organik dan hayati akan mampu meningkatkan produktivitas tanaman padi. Oleh sebab itu, kiranya perlu dilakukan penelitian yang dapat menjawab bagaimana respons tanaman padi terhadap pemberian berbagai imbangan pupuk baik anorganik, organik dan hayati serta pada imbangan yang manakah yang memberikan respons paling baik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi dengan SRI di tanah Oxisol Tuntang.

### C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh dari aplikasi pemupukan anorganik, pupuk organik dan pupuk hayati pada berbagai kombinasi dan imbangan pemupukan terhadap pertumbuhan dan hasil pada tanaman padi menggunakan SRI (*System of Rice Intensification*) di tanah Oxisol Tuntang.

### D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran dan informasi pemberian berbagai kombinasi dan imbangan pupuk anorganik, pupuk organik dan pupuk hayati dalam budidaya padi. Selanjutnya dengan adanya informasi tersebut bisa dimanfaatkan dalam usaha budidaya padi khususnya dengan menggunakan SRI.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Tinjauan Pustaka

#### 1. Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.)

Padi termasuk genus *Oryza* L. yang meliputi kurang lebih 25 spesies, tersebar di daerah tropik dan daerah sub tropik seperti Asia, Afrika, Amerika dan Australia. Jenis *O. sativa* dan *O. glaberrima* adalah jenis padi yang dibudidayakan sedangkan sisanya adalah jenis-jenis liar. *O. sativa* adalah jenis padi yang paling tersebar ke seluruh dunia.

Di Indonesia pada mulanya tanaman padi diusahakan di daerah tanah kering dengan sistem ladang, akhirnya orang berusaha memantapkan hasil usahanya dengan cara mengairi daerah yang curah hujannya kurang.

Klasifikasi botani tanaman padi adalah sebagai berikut:

Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledonae
Famili	: Gramineae (Poaceae)
Genus	: <i>Oryza</i>
Spesies	: <i>Oryza sativa</i> L.

Tanaman padi dapat hidup baik di daerah yang berhawa panas dan banyak mengandung uap air, yaitu pada suhu 23°C ke atas. Padi bisa ditanam pada ketinggian tempat antara 0-1500 m dpl. Tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman padi adalah tanah sawah yang kandungan fraksi pasir, debu dan lempung dalam perbandingan tertentu dengan diperlukan air dalam jumlah yang cukup. Padi dapat tumbuh dengan baik pada tanah yang ketebalan lapisan atasnya 18-22 cm dengan pH antara 4 -7 (Dinas Pertanian dan Kehutanan Kabupaten Bantul, 2007).

Tanah yang baik untuk areal persawahan ialah tanah yang mampu memberikan kondisi tumbuh tanaman padi. Kondisi yang baik untuk



pertumbuhan tanaman padi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu posisi topografi yang berkaitan dengan kondisi hidrologi, porositas tanah yang rendah dan tingkat keasaman tanah yang netral, sumber air alami serta modifikasi sistem alam oleh kegiatan manusia.

Tanaman padi terbagi menjadi dua bagian, yaitu bagian vegetatif dan bagian generatif. Bagian vegetatif terdiri dari akar, batang dan daun. Sedangkan bagian generatif terdiri dari malai dan buah. Tanaman padi merupakan rumput berumpun kuat yang umumnya berumur 1 tahun dan memiliki tinggi 1,5 sampai 2 meter. Sebagian besar tanaman padi tumbuh di tempat yang basah atau rawa, namun ada pula yang dapat tumbuh di darat seperti padi gogo.

Akar tanaman padi dapat digolongkan menjadi dua macam, yaitu akar primer dan seminal. Akar primer adalah akar yang tumbuh dari kecambah biji yang selanjutnya berkembang menjadi akar tunggang, akar serabut atau akar adventif dan akar rambut (AAK, 1990). Akar seminal adalah akar yang tumbuh di dekat buku-buku. Biasanya tumbuh dari ruas batang terendah. Kedua akar ini tidak banyak mengalami perubahan setelah tumbuh karena akar padi tidak mengalami pertumbuhan sekunder (Sudirman dan Iwan, 1999 *cit.* Fitri, 2009). Akar merupakan bagian tanaman yang berfungsi menyerap air dan unsur hara dari dalam tanah. Pertumbuhan akar padi dimulai dari proses perkecambahan benih. Akar yang pertama muncul adalah akar tunggang. Setelah 5-6 hari kemudian akan tumbuh akar serabut. Akar serabut ini hanya dapat menembus olah tanah sekitar 10-12 cm. Pada umur 30 HST akar dapat menembus hingga kedalaman 18 cm dan pada 50 HST akar dapat menembus lapisan sub soil (AAK, 1990).

Batang padi bentuknya beruas-ruas. Rangkaian ruas-ruas pada batang padi mempunyai panjang yang berbeda-beda. Pada bagian bawah, ruas batangnya pendek, semakin ke atas ruas batang semakin panjang.

Ruas batang padi berongga dan bulat. Di antara ruas batang padi terdapat buku, pada tiap-tiap buku terdapat sehelai daun. Pada buku paling bawah tumbuh tunas yang akan menjadi batang sekunder, selanjutnya batang sekunder akan menghasilkan batang tersier, dan seterusnya. Peristiwa ini disebut pertunasan.

Tanaman padi membentuk rumpun dengan anakannya. Anakan muncul pada batang utama dalam urutan yang bergantian. Anakan primer tumbuh dari buku terbawah dan memunculkan anakan sekunder yang nantinya akan menghasilkan anakan tersier. Biasanya anakan akan tumbuh pada dasar batang pada umur 10 hari setelah tanam. Jumlah anakan maksimum dicapai pada umur 50-60 hari setelah tanam. Perbedaan varietas padi juga menyebabkan perbedaan jumlah anakan yang terbentuk. Keluarnya anakan tergantung dari dua faktor, yaitu faktor genetik/keturunan dan faktor luar yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

Ciri khas daun padi adalah adanya sisik dan telinga daun. Hal ini yang membedakan daun padi dari jenis rumput lainnya. Daun yang pertama kali muncul saat perkecambahan adalah koleoptil, kemudian diikuti keluarnya daun pertama, daun kedua dan seterusnya hingga daun terakhir yang disebut daun bendera yang terletak di bawah malai padi (AAK, 1990). Daun bendera merupakan daun yang lebih pendek daun yang berada di bawahnya, namun lebih lebar daripada daun sebelumnya. Daun tanaman padi tumbuh pada batang dengan susunan yang berselang-seling, satu daun pada tiap buku. Pertumbuhan daun yang satu dengan daun berikutnya (daun baru) mempunyai selang waktu 7 hari dan kemudian muncul daun baru lainnya.

## 2. Tanah Oxisol sebagai Alternatif Lahan Budidaya Tanaman Padi

Tanah oxisol merupakan tanah yang telah mengalami pelapukan lebih lanjut dan berumur tua, sehingga telah terjadi pencucian unsur-unsur



basa yang intensif pada bagian profil tanahnya. Tanah oxisol sendiri memiliki sifat yang kurang baik bagi pertumbuhan tanaman, di antaranya memiliki Kapasitas Tukar Kation (KTK) rendah, kandungan unsur hara yang rendah, kandungan sesquioxida (Fe, Al, dan Si oksida) yang tinggi dan dominasi mineral liat tipe 1:1, serta reaksi tanah yang bersifat masam hingga netral (Munir, 1996). Kondisi tanah yang demikian berkaitan dengan ketersediaan hara dalam tanah tersebut (Hanafiah, 2010).

Tekstur tanah oxisol adalah sedang hingga halus yang relatif baik untuk pertumbuhan tanaman. *Bulk density* tanah oxisol yang rendah berpengaruh terhadap kemampuan tanah menahan air yang rendah karena infiltrasi yang berlangsung cepat. *Bulk density* merupakan petunjuk kepadatan tanah. Semakin padat tanah semakin tinggi *bulk density* yang berarti tanah akan semakin sulit meneruskan air atau ditembus akar tanaman (Harjowigeno, 2007). Keadaan yang demikian akan menjadi masalah jika tanah oxisol berada di daerah yang memiliki curah hujan rendah. Hal ini akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman, terutama yang memiliki sistem perakaran dangkal karena tanaman akan mengalami stres air walaupun secara struktural kondisi tanah ini mendukung penetrasi akar terhadap tanah serta pori udara yang memadai.

Pemanfaatan tanah oxisol lebih banyak digunakan untuk perladangan, pertanian subsisten dan perkebunan yang intensif (Buol, 1973 *cit.* Munir, 1996). Namun pemanfaatan oxisol sendiri bisa digunakan untuk kegiatan persawahan dengan melakukan pengelolaan tanah yang tepat diantaranya dengan pengelolaan air (drainase), pemberian bahan organik dan pengapuran untuk mencegah keracunan Fe pada tanah yang tergenang (Kasno, 2009).

### 3. Aplikasi Pemupukan pada Tanaman Padi

#### a. Pemupukan Anorganik

Pupuk anorganik adalah pupuk yang dibuat oleh pabrik pupuk dengan meramu bahan-bahan kimia anorganik berkadar hara tinggi. Berfungsi untuk menambah dan menggantikan unsur hara yang hilang terserap oleh pertanaman sebelumnya, tercuci oleh aliran air atau bereaksi dengan unsur kimia lain. Selain itu juga, pupuk anorganik dapat berfungsi menambah hara pada lahan miskin hara, terutama unsur hara pokok yang biasa diserap tanaman dalam jumlah besar (AAK, 1990). Pupuk anorganik dibedakan menjadi pupuk tunggal dan pupuk majemuk. Pupuk tunggal adalah pupuk yang hanya mengandung satu unsur hara, sedangkan pupuk majemuk adalah pupuk yang mengandung lebih dari satu unsur hara.

Pupuk anorganik biasa digunakan dengan memperhatikan tahap pertumbuhan tanaman, terutama tanaman padi. Pada tahap pertumbuhan vegetatif, maka peranan pupuk urea dan SP 36 yang diberikan sangat besar pengaruhnya. Sedangkan untuk pertumbuhan generatif sangat dibutuhkan adanya pupuk kalium.

Ada beberapa keuntungan dari pupuk anorganik, yaitu 1) pemberiannya dapat terukur dengan tepat; 2) kebutuhan tanaman akan hara dapat dipenuhi dengan perbandingan yang tepat; 3) pupuk anorganik tersedia dalam jumlah cukup dan 4) pupuk anorganik mudah diangkut karena jumlahnya relatif sedikit dibandingkan dengan pupuk organik. Pupuk anorganik mempunyai kelemahan, yaitu selain hanya mempunyai unsur makro, pupuk anorganik ini sangat sedikit ataupun hampir tidak mengandung unsur hara mikro.

Pupuk Urea adalah pupuk kimia yang mengandung nitrogen (N) berkadar tinggi. Unsur nitrogen merupakan zat hara yang sangat diperlukan tanaman. Pupuk Urea berbentuk butiran kristal berwarna

putih dengan rumus kimia  $\text{NH}_2\text{CONH}_2$ , merupakan pupuk yang mudah larut dalam air dan sifatnya sangat mudah menghisap air (higroskopis), karena itu sebaiknya disimpan di tempat kering dan tertutup rapat. Pada kelembaban 73%, pupuk ini sudah mampu menarik uap air dan udara. Oleh karena itu, Urea mudah larut dan mudah diserap oleh tanaman. Pupuk Urea mengandung unsur hara N sebesar 46% dengan pengertian setiap 100 kg Urea mengandung 46 kg Nitrogen.

Nitrogen yang dikandung dalam pupuk urea sangat besar kegunaannya bagi tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan, antara lain 1) membuat daun tanaman lebih hijau segar dan banyak mengandung butir hijau daun (klorofil) yang mempunyai peranan sangat penting dalam proses fotosintesis; 2) mempercepat pertumbuhan tanaman (tinggi, jumlah anakan, cabang dan lain-lain); 3) menambah kandungan protein tanaman dan 4) dapat dipakai untuk semua jenis tanaman baik tanaman pangan, hortikultura, tanaman perkebunan, usaha peternakan dan usaha perikanan (Gusnilawati, 2010).

Pupuk SP36 adalah pupuk kimia yang mengandung  $\text{P}_2\text{O}_5$  sebesar 36%. SP 36 berbentuk butiran berwarna abu-abu, bersifat mudah larut dalam air dan tidak higroskopis. Keunggulan unsur hara yang terkandung dalam pupuk SP 36, yaitu 1) memacu pertumbuhan akar dan sistem perakaran yang baik; 2) memacu pembentukan bunga dan masaknyanya buah atau biji; 3) mempercepat panen; 4) memperbesar prosentase terbentuknya bunga menjadi buah atau biji dan 5) menambah daya tahan tanaman terhadap serangan hama, penyakit dan cekaman kekeringan (Anonim, 2002).

Pupuk KCl dianggap memiliki kadar hara K tinggi. Secara teoritis, pupuk ini memiliki kadar  $\text{K}_2\text{O}$  mencapai 60%-62%, tetapi dalam kenyataannya pupuk KCl yang diperdagangkan hanya memiliki kadar  $\text{K}_2\text{O}$  sekitar 50% (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Pupuk KCl

berbentuk butiran kecil berwarna putih hingga kemerah-merahan, bersifat mudah larut dalam air dan tidak higroskopis.

Kalium merupakan hara utama ketiga setelah N dan P. Beberapa fungsi dan peranan P, yaitu 1) aktivasi enzim yang berperan dalam metabolisme dan biosintesis, 2) menjaga tekanan osmosis dan turgor sel, 3) meningkatkan ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit, 4) memperbaiki pengisian polong; ukuran dan berat biji kacang-kacangan dan 5) meningkatkan kandungan vitamin C (Wijaya, 2008).

Beberapa hal perlu diperhatikan agar pemupukan menjadi efisien, diantaranya 1) peranan dan kebutuhan hara tanaman; 2) respon varietas padi terhadap pemupukan; 3) waktu dan cara pemupukan dan 4) dosis dan macam pupuk.

#### **b. Penggunaan Pupuk Organik sebagai Upaya Efisiensi Pemupukan**

Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari sisa-sisa tanaman, hewan atau manusia seperti pupuk kandang, pupuk hijau, dan kompos baik yang berbentuk cair maupun padat. Pupuk organik bersifat *bulky* (melimpah) dengan kandungan hara makro dan mikro rendah sehingga perlu diberikan dalam jumlah banyak. Manfaat utama pupuk organik adalah dapat memperbaiki kesuburan kimia, fisik dan biologis tanah, selain sebagai sumber hara bagi tanaman.

Sumber bahan organik dapat berupa kompos, pupuk hijau, pupuk kandang, sisa panen (jerami, brangkasan, tongkol jagung, bagas tebu dan sabut kelapa), limbah ternak, limbah industri yang menggunakan bahan pertanian dan limbah kota. Kompos merupakan produk pembusukan dari limbah tanaman dan hewan hasil perombakan oleh fungi, aktinomiset dan cacing tanah. Pupuk kandang merupakan kotoran ternak.

Meskipun mengandung unsur hara yang rendah, bahan organik penting dalam: 1) menyediakan hara makro dan mikro seperti Zn, Cu, Mo, Co, Ca, Mg, dan Si, 2) meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah serta 3) dapat bereaksi dengan ion logam untuk membentuk senyawa kompleks, sehingga ion logam yang meracuni tanaman atau menghambat penyediaan hara seperti Al, Fe dan Mn dapat dikurangi. Selain itu pupuk organik mempunyai fungsi biologis yaitu sebagai sumber energi dan makanan mikroorganisme tanah sehingga dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah yang sangat bermanfaat dalam penyediaan hara tanaman. Dengan demikian pemberian pupuk organik pada akhirnya akan meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman (Anonim, 2005). Peranan bahan organik akan lebih menonjol dimana kadar C organik tanah pada lahan sawah yang telah lama diusahakan secara intensif cenderung berada pada level rendah, yaitu kurang dari 2% (Pramono, 2004).

Penambahan bahan organik merupakan suatu tindakan dalam memperbaiki lingkungan tumbuh tanaman yang dapat meningkatkan efisiensi pemupukan terutama pupuk K. Jerami dengan produksi 8-12 ton/ ha/ musim atau sama dengan 4-6 ton kompos jerami, memiliki potensi yang sangat besar untuk dimanfaatkan. Kompos jerami merupakan sumber pemupukan K dan Si bisa digunakan untuk mengurangi penggunaan pupuk anorganik hingga 50%. Selain itu juga sebagai sumber energi untuk organisme tanah dalam penyediaan hara tanaman (Simarmata, 2008 *cit.* Turmuktini *et al.*, 2010). Penelitian Arafah dan Sirappa (2003), mengungkapkan bahwa penggunaan pupuk organik yang bersumber dari jerami sebanyak 2 ton/ ha memberikan pertumbuhan dan hasil padi yang lebih tinggi dibanding tanpa pupuk organik pada lahan sawah beririgasi. Iqbal (2008) mengungkapkan bahwa penambahan pupuk N hingga 50% anjuran dengan pemberian limbah organik dapat meningkatkan komponen fisiologi dan hasil



tanaman padi. Penelitian Singh *et al.*, (2005) menunjukkan bahwa penggunaan kompos jerami yang diperkaya (*azokompos* dan *bacteriokompos*) yang dikombinasikan dengan pemupukan NPK memberikan pengaruh nyata terhadap hasil gabah dan hasil jerami tanaman padi. Hal ini juga berpengaruh terhadap indeks panen yang meningkat seiring dengan pemberian kompos jerami yang diperkaya.

Penambahan unsur hara yang berasal dari kotoran hewan, terutama kotoran sapi, memerlukan proses pengomposan terlebih dahulu untuk mengurangi C/N rasio hingga di bawah 20. Tingginya kadar serat, yaitu selulosa dalam kotoran sapi, menghambat penggunaan langsung ke lahan pertanian karena akan menekan pertumbuhan tanaman utama. Hal ini disebabkan mikroba dekomposer akan menggunakan N yang tersedia untuk mendekomposisi bahan organik sehingga tanaman utama akan kekurangan N. Selain itu, kadar air yang masih tinggi akan memerlukan tenaga yang lebih banyak serta proses pelepasan amoniak yang masih berlangsung (Hartatik dan Widowati, 2006). Hara dalam pupuk kandang tidak mudah tersedia bagi tanaman. Rendahnya ketersediaan hara antara lain disebabkan karena bentuk N, P serta unsur lain terdapat dalam bentuk senyawa kompleks organo protein yang sulit terdekomposisi.

### c. Aplikasi Pupuk Hayati

Istilah pupuk hayati digunakan sebagai nama kolektif untuk semua kelompok fungsional mikroba tanah yang dapat berfungsi sebagai penyedia hara dalam tanah, sehingga dapat tersedia bagi tanaman. Tersedianya hara dapat berlangsung melalui peningkatan akses tanaman terhadap hara misalnya oleh cendawan mikoriza arbuskuler, pelarutan oleh mikroba pelarut fosfat, maupun perombakan oleh fungi, aktinomiset atau cacing tanah (Suriadikarta dan Simanungkalit, 2006). Saat ini, berbagai jenis pupuk hayati sudah

banyak dipasarkan, mencakup mikroba penambat N, pelarut P, pemacu tumbuh dan perombak bahan organik dengan berbagai macam merek dagang. Beberapa jenis mikroba yang terkandung dalam pupuk hayati yaitu dari jenis *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Rhizobium*, *Pseudomonas* dan lain-lain.

Pemanfaatan pupuk mikroba dalam membantu pertumbuhan dan perlindungan tanaman dilakukan secara langsung dan tidak langsung. Peran langsung dilakukan dengan menambat  $N_2$  dan memacu pertumbuhan tanaman dengan menghasilkan fitohormon (asam indolasetat, sitokinin, giberelin), dan melarutkan P yang terikat menjadi tersedia melalui asam-asam organik dan enzim yang dihasilkannya. Sedangkan peran tidak langsung dilakukan dengan menghasilkan senyawa antimikroba yang mampu menekan pertumbuhan mikroba patogen. Aplikasi pupuk mikroba pada rizosfir dan tanaman merupakan sesuatu hal yang kompleks, sehingga dalam pemanfaatannya perlu metode aplikasi yang efisien dan pupuk mikroba yang bermutu. Penyediaan hara berlangsung melalui hubungan simbiosis atau nonsimbiosis. Secara simbiosis berlangsung dengan kelompok tanaman tertentu atau dengan kebanyakan tanaman, sedangkan nonsimbiosis berlangsung melalui penyerapan hara hasil pelarutan oleh kelompok mikroba pelarut fosfat, dan hasil perombakan bahan organik oleh kelompok organisme perombak.

Suplai sebagian dari hara N, P dan K yang dibutuhkan oleh tanaman padi dapat dilakukan oleh bakteri rizosfir, endofitik, pupuk hijau yang mempunyai kemampuan menambat  $N_2$  dari udara, mikroba pelarut P dapat membantu menambang P dalam tanah sehingga menjadi P-tersedia bagi tanaman, sehingga kebutuhan pupuk kimia dapat dihemat. Bahkan dengan ditemukannya bakteri rizosfir yang mampu hidup dalam jaringan tanaman (endofitik), berfungsi memacu pertumbuhan dan melindungi tanaman inangnya merupakan hal yang



lebih menjanjikan terhadap peningkatan efisiensi pemupukan. Pengembalian bahan organik melalui percepatan perombakan jerami menggunakan bioaktivator perombak bahan organik tidak kalah penting untuk dilakukan dalam upaya memperbaiki struktur tanah, menyediakan hara, menekan perkecambahan spora, menonaktifkan atau menghentikan pertumbuhan patogen (Saraswati, *et al.*, 2004).

*Azotobacter* merupakan jenis bakteri penambat nitrogen yang hidup bebas yang mengkolonisasi daerah permukaan akar tanaman gramineae (Baldani *et al.*, 1997 *cit.* Simanungkalit *et al.*, 2006). Bakteri ini mampu menghasilkan zat pemacu tumbuh giberelin, sitokinin dan asam indol asetat sehingga dapat memacu pertumbuhan akar (Alexander, 1977 *cit.* Saraswati dan Husein, 2007). Efek *Azotobacter* dalam meningkatkan biomassa akar disebabkan oleh produksi asam indol asetat di daerah perakaran. Eksudat akar mengandung triptophan atau senyawa serupa yang dapat digunakan oleh mikroorganisme tanah untuk memproduksi asam indol asetat (Dewan dan Rao, 1979 *cit.* Wedhastri, S., 2002). *Azotobacter* mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui fiksasi nitrogen, pasokan zat pengatur tumbuh, mengurangi kompetisi dengan mikroba lain dalam menambat nitrogen, atau membuat kondisi tanah lebih menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman (Rahmawati, 2005). Mekanisme penambatan nitrogen oleh bakteri ini adalah mengubah molekul nitrogen udara menjadi nitrogen sel secara bebas. Nitrogen yang terikat pada struktur tubuhnya dilepas dalam bentuk organik sebagai sekresi atau setelah mikroorganisme tersebut mati (Andayaningsih, 2000 *cit.* Isminarni *et al.*, 2007). Manfaat lain dari *Azotobacter* adalah apabila saat berasosiasi dengan perakaran tanaman mampu menambat nitrogen, maka keberadaan nitrogen di dalam tanah dapat dipertahankan untuk jangka waktu yang relatif lama. Hal ini akan mampu mengurangi input pemupukan nitrogen. Sedangkan apabila tidak dapat menambat nitrogen, *Azotobacter* akan

meningkatkan penyerapan nitrogen yang ada di dalam tanah sehingga ketersediaan hara nitrogen akan selalu tercukupi bagi tanaman (Rahmawati, 2005).

*Azospirillum* merupakan jenis bakteri penambat nitrogen di daerah perakaran dan bagian dalam jaringan tanaman padi (Saraswati dan Husein, 2007). Bakteri jenis ini banyak dijumpai berasosiasi pada jenis tanaman rerumputan dan beberapa jenis sereal. Mekanisme infeksi bakteri ini adalah meningkatkan konsentrasi auksin, respirasi dan aktivitas enzim metabolisme di daerah perakaran sehingga dapat meningkatkan jumlah akar rambut dan luas permukaan akar tanaman yang dapat berperan dalam peningkatan serapan hara (Rahmawati, 2005).

*Rhizobium* telah lama dikenal sebagai salah satu kelompok bakteri yang berkemampuan menyediakan hara bagi tanaman. Umumnya bakteri ini bersimbiosis dengan tanaman kacang-kacangan karena dapat menginfeksi akar dan membentuk bintil akar yang dapat memfiksasi nitrogen bebas. Di dalam bintil akar tersebut terdapat suatu pigmen merah (leghaemoglobin) yang berhubungan langsung dengan jumlah nitrogen yang difiksasi (Rao, 1994 *cit.* Rahmawati, 2005). *Rhizobium* sebagai bakteri penambat nitrogen juga dapat menghasilkan asam indol asetat yaitu, zat pengatur tumbuh sejenis auksin, yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman (Rahaju, *et al.*, 1994). Selain fitohormon yang dihasilkan, *Rhizobium* juga mampu meningkatkan fiksasi N<sub>2</sub> (Urquiaga *et al.*, 1992 *cit.* Afzal dan Asghari, 2008) dan efisiensi penggunaan unsur hara lain pada tanaman (Chabot *et al.*, 1996 *cit.* Afzal dan Asghari, 2008). Penelitian Yani *et al.*, ((1997) dan Biswas, 1998 *cit.* Afzal dan Asghari, 2008) mengungkapkan terjadi peningkatan serapan N pada tanaman padi yang diinokulasi dengan *Rhizobium*. Penelitian lain mengungkapkan bahwa *Rhizobium* yang bersimbiosis dengan tanaman legum mampu memfiksasi 100-300 kg

N/ha dalam satu musim tanam dan menyisakan sejumlah N untuk tanaman berikutnya (Rahmawati, 2005).

Bakteri Pelarut Fosfat merupakan jenis mikroba yang dapat melarutkan fosfat tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman. Mekanisme pelarutan fosfat sendiri lebih dikaitkan pada aktivitas mikroba dalam menghasilkan enzim fosfatase, fitase (Alexander, 1977 *cit.* Saraswati *et al.*, 2004) dan asam-asam organik yang berhubungan dengan proses metabolisme (Banik dan Dey, 1982 *cit.* Saraswati dan Husein, 2007). Produksi asam organik dan asam anorganik oleh mikroba tersebut dapat berinteraksi dengan senyawa fosfat sukar larut dari kompleks  $Al^+$ ,  $Fe^+$ ,  $Mn^+$ , dan  $Ca^+$  (Basyarudin, 1982 *cit.* Saraswati *et al.*, 2004). Bakteri pelarut fosfat juga memproduksi asam amino, vitamin dan zat pengatur tumbuh yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Penelitian Yadzani *et al.*, (2009) menunjukkan bahwa penggunaan Mikroorganisme Pelarut Fosfat (PSM) dan Rhizobakteria Pemacu Pertumbuhan Tanaman (PGPR) yang dikombinasikan dengan pemupukan NPK mampu meningkatkan hasil tanaman jagung. Diketahui pula bahwa pemanfaatan PSM dan PGPR juga mampu mengurangi pemupukan P tanpa mengurangi hasil panen. Penggunaan pupuk mikroba pelarut fosfat yang mampu meningkatkan kelarutan P merupakan suatu pemecahan masalah peningkatan efisiensi pemupukan P yang aman bagi lingkungan.

Mikoriza merupakan bentuk simbiosis mutualisme antara jamur dan perakaran tumbuhan tingkat tinggi yang dapat membantu pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik, terutama pada tanah-tanah marginal. Penelitian Baon (1998, *cit.* Mayerni dan Hervani, 2008) menunjukkan bahwa penggunaan Jamur Mikoriza Arbuskula (JMA) berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman perkebunan seperti kopi, kakao, kapas dan kelapa sawit yang ditanam pada lahan marginal dimana inokulasi spesies *Glomus fasciculatum* menghasilkan berat

kering tanaman dan diameter batang yang lebih besar pada tanaman kakao. Hal ini disebabkan mikoriza efektif dalam meningkatkan penyerapan unsur hara makro dan mikro, meningkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan patogen, meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan dan dapat membantu pertumbuhan tanaman yang tercemar logam berat (Delvian, 2005). Ada pula yang memperkirakan mikoriza dapat memperluas sistem perakaran tanaman sampai 1000 kali sehingga memiliki kemampuan untuk mengurangi kerentanan tanah terhadap erosi (Notohadiprawiro, 2006).

Cendawan mikoriza mengadakan asosiasi dengan akar tanaman dengan cara menginfeksi dan mengkoloni akar tanpa menyebabkan nekrosis seperti yang terjadi pada infeksi jamur patogen (Rahmawati, 2005). Cendawan ini masuk ke dalam tumbuhan dan hidup di dalam atau diantara sel korteks dari akar sekunder. Proses infeksi dimulai dari pembentukan apresorium, yaitu struktur yang berupa penebalan masa hifa yang kemudian menyempit seperti tanduk. Apresorium membantu hifa menembus ruang sel epidemis melalui permukaan akar, atau rambut-rambut akar dengan cara mekanis dan enzimatis. Hifa yang telah masuk ke lapisan korteks kemudian menyebar di dalam dan diantara sel-sel korteks, hifa ini akan membentuk benang-benang bercabang yang mengelompok: disebut arbuskula yang berfungsi sebagai jembatan transfer unsur hara, antara cendawan dengan tanaman inang. Arbuskula merupakan hifa bercabang halus yang dapat meningkatkan luas permukaan akar, dua hingga tiga kali. Pada sistem perakaran yang terinfeksi akan muncul hifa yang terletak diluar, yang menyebar disekitar daerah perakaran dan berfungsi sebagai alat pengabsorpsi unsur hara. Hifa yang terletak diluar ini dapat membantu memperluas daerah penyerapan hara oleh akar tanaman (Hardiatmi, 2008).

Pupuk hayati juga membantu usaha mengurangi pencemaran lingkungan akibat penyebaran hara yang tidak diserap tanaman pada penggunaan pupuk anorganik. Melalui aplikasi pupuk hayati, efisiensi penyediaan hara akan meningkat sehingga penggunaan pupuk anorganik bisa berkurang. (Goenadi *et al.*, 2000 cit. Rosniawaty *et al.*, 2007).

#### 4. System of Rice Intensification (SRI)

*System of Rice Intensification* (SRI) merupakan praktek intensifikasi budidaya tanaman padi sawah yang memanfaatkan sumber-sumber alami sebagai input produksi secara optimal, efektif dan efisien. Pada metode budidaya padi SRI ini penggunaan pupuk anorganik dan pestisida hampir tidak digunakan.

Metode SRI pertama kali dikembangkan di Madagaskar oleh Pendeta Henri de Laulanie pada awal 1980an dan kemudian 'ditransplantasikan' ke berbagai negara di dunia, termasuk Indonesia. Perkembangan SRI selanjutnya diusahakan oleh Profesor Norman Uphoff, mantan direktur Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development (CIIFAD). Tahun 1999, untuk pertama kalinya SRI diujikan di luar Madagaskar, yaitu di Cina dan Indonesia dan menunjukkan hasil panen yang lebih baik.

Konsep dasar dari metode SRI adalah 1) menanam bibit yang berumur muda (8-12 hari), ditanam dengan kedalaman 1-2 cm dan ditanam hanya satu bibit per lubang tanam; 2) jarak tanam yang lebih lebar, yaitu 25 x 25 cm atau lebih dengan kesuburan tanah yang baik; 3) pemberian air dengan kondisi macak-macak. Dengan penerapan SRI, pemupukan bisa dilakukan secara organik, kimia atau semi organik yang mengkombinasi pemberian pupuk kimia dan organik serta pestisida organik. Penggunaan *rotary weeder* sangat direkomendasikan selain untuk menyiangi gulma,



juga dapat menggemburkan tanah di celah-celah tanaman padi agar tercipta kondisi aerob yang dapat berpengaruh baik bagi perakaran tanaman (Iswandi dan Uphoff, 2009).

Penggunaan bibit muda, penanaman dangkal dan jarak tanam yang lebar bertujuan untuk menstimulasi pertumbuhan tanaman, sedangkan pemberian air dengan kondisi macak-macam mampu meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan akar tanaman serta jumlah dan jenis biota tanah yang memberikan manfaat yang besar bagi tanaman padi (Randriamiharisoa *et al.*, 2006 *cit.* Uphoff, 2008). Beberapa metode penanaman lainnya juga direkomendasikan untuk SRI, seperti pemilihan varietas padi yang sesuai, seleksi benih yang baik, *priming* benih, solarisasi penyemaian (Culman *et al.*, 2005 *cit.* Uphoff, 2008). Pengaruh kumulatif dari metode ini tidak hanya akan meningkatkan produksi padi (gabah yang dipanen per hektar) tetapi juga meningkatkan output berupa beras atau biji yang bisa dikonsumsi hingga 10-15%. Hasil yang demikian dikarenakan tanaman lebih sedikit menghasilkan gabah hampa dan gabah yang pecah.

Perkembangan SRI di Madagaskar menunjukkan bahwa perubahan manajemen terhadap lahan sawah (tanah), air dan nutrisi tanaman mampu meningkatkan hasil pada lahan sawah beririgasi 20-50% bahkan lebih dengan mengurangi penggunaan air dengan persentase yang setara (Satyanarayana *et al.*, 2007). Dengan kata lain, penerapan metode SRI memiliki beberapa keunggulan, yaitu 1) hemat waktu penanaman bibit dan waktu panen yang lebih awal; 2) tanaman hemat air karena pemberian air yang macak-macam dan pada periode tertentu dikeringkan; 3) hemat biaya, di antaranya untuk pembelian benih, tenaga kerja dan lain-lain; 4) ramah lingkungan karena penggunaan pupuk kimia akan dikurangi dan digantikan dengan pupuk organik, begitu juga dengan penggunaan pestisida; 5) produksi yang meningkat dimana di beberapa tempat bisa mencapai 11 ton/ha.

Penelitian Uphoff dan Randriamiharisoa (2002 *cit.* Uphoff, 2006) mengungkapkan bahwa penerapan metode SRI pada tanah aerasi, umur bibit 8 hari, 1 bibit per pot dan pemupukan dengan kompos mampu meningkatkan hasil hingga tiga kali lipat (7,4 ton/ha) dibandingkan dengan metode konvensional pada tanah jenuh air, umur bibit 16-20 hari, 3 bibit per pot dan pemupukan NPK (2,5 ton/ ha). Africare (2008 *cit.* Styger *et al.*, 2011) mengungkapkan bahwa pada tahun pertama penerapan metode SRI di wilayah Timbuktu, Mali, memberikan hasil 9 ton/ha dibandingkan dengan metode konvensional yang menghasilkan 6,7 ton/ha. Penelitian terbaru juga melaporkan bahwa metode SRI tidak hanya dapat meningkatkan hasil padi hingga 30%, melainkan juga meningkatkan populasi biota tanah yang bermanfaat seperti *Azotobacter*, *Azospirillum*, dan Bakteri Pelarut Fosfat. Lebih jauh lagi, budidaya dengan SRI juga mampu mengurangi emisi gas metan dari lahan sawah hingga 50% (Nareswari *et al.*, 2009; Ardi *et al.*, 2009; *cit.* Iswandi dan Uphoff, 2009).

## B. Kerangka Pemikiran

Penyusutan lahan pertanian produktif, khususnya lahan sawah akibat adanya alih fungsi lahan menimbulkan permasalahan penting dalam hal pangan. Kebutuhan beras sebagai bahan makanan pokok, khususnya di Indonesia semakin meningkat dikarenakan semakin bertambahnya jumlah penduduk dari waktu ke waktu. Namun keadaan ini tidak didukung oleh hasil panen/ produktivitas tanaman padi yang cenderung menurun. Oleh sebab itu, diperlukan upaya perluasan lahan sawah yang dilakukan dengan memanfaatkan lahan marjinal, salah satunya tanah Oxisol sebagai lahan sawah bukaan baru. Karakteristik tanah yang kurang mendukung untuk dijadikan media tanam karena memiliki tingkat kesuburan tanah yang rendah (pH masam, KTK rendah, kahat hara) serta memiliki kandungan Fe yang tinggi apabila digunakan untuk pertanaman padi sawah dalam kondisi tergenang akan meningkatkan kelarutan Fe yang bersifat toksik/ meracun dan

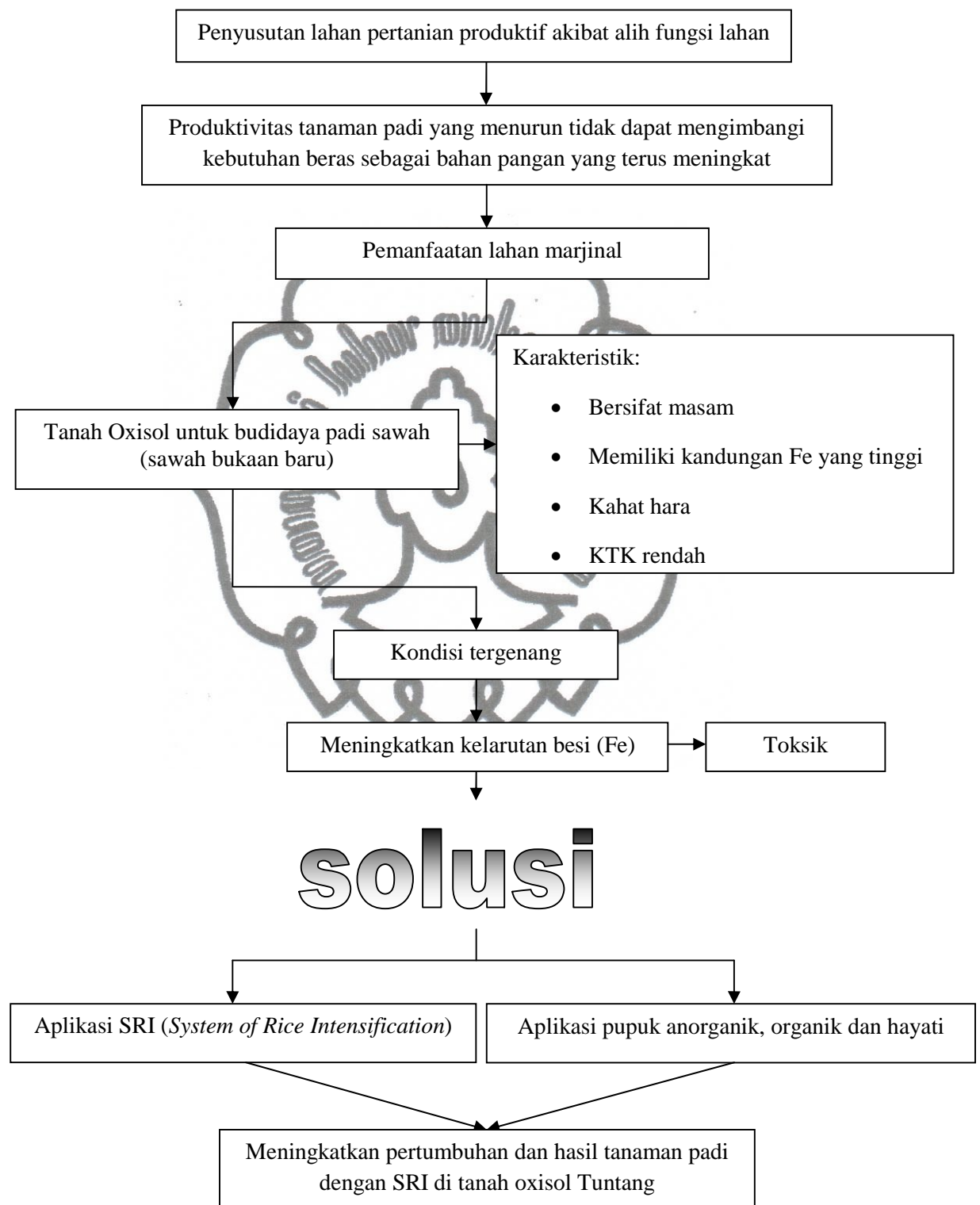


dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Sebagai solusi terhadap permasalahan diatas, digunakan *System of Rice Intensification* (SRI) yang merupakan metode budidaya padi dengan pengelolaan tanaman (penanaman satu bibit per lubang tanam dengan kondisi bibit yang ditanam masih muda dan pengaturan jarak tanam yang lebih lebar), tanah (kondisi tanah yang tidak tergenang), air (penerapan irigasi berselang agar tanah tetap lembab dan tidak tergenang) dan unsur hara (penggunaan bahan organik berupa kompos dan pemanfaatan biota tanah). Metode SRI ini digabungkan dengan aplikasi pemupukan anorganik (NPK), organik (penggunaan kompos) dan hayati (BPN, BPF, Bakteri Pengoksidasi Fe) dengan imbangannya yang tepat akan mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman padi di tanah Oxisol Tuntang. Jika digambarkan dengan bagan alir terlihat seperti Gambar 1.

### C. Hipotesis

Berdasarkan uraian kerangka pemikiran di atas dapat diambil suatu hipotesis sebagai berikut:

1. Aplikasi pupuk anorganik, organik dan hayati yang dikombinasikan dengan *System of Rice Intensification* (SRI) meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman padi di tanah Oxisol Tuntang.
2. Terdapat satu atau lebih imbangannya pupuk anorganik, organik dan hayati yang memberikan respons paling baik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi dengan *System of Rice Intensification* (SRI) di tanah Oxisol Tuntang.

**D. Bagan Alir Penelitian**

Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan dari bulan Oktober 2010 sampai dengan Maret 2011. Bertempat di Laboratorium Biologi Tanah dan Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

#### B. Alat dan Bahan Penelitian

##### 1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah 1) alat untuk isolasi bakteri dan analisis laboratorium, 2) alat tanam, 3) alat tulis, 4) alat ukur, 5) alat dokumentasi.

##### 2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah 1) bibit padi varietas IR 64 yang telah berumur 10 hari, 2) pupuk anorganik berupa Urea; SP 36 dan KCl, 3) pupuk organik berupa kompos jerami padi dan kompos kandang sapi, 4) pupuk hayati yang terdiri dari Bakteri Penambat Nitrogen (BPN) dan Bakteri Pelarut Fosfat (BPF), 5) mikoriza asal Bogor, 6) bakteri pengoksidasi Fe, 7) *rock phosphate*, 8) tanah oxisol asal Tuntang, 9) bahan khemikalia untuk isolasi bakteri dan analisis laboratorium.

#### C. Cara Kerja Penelitian

##### 1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan jumlah perlakuan adalah sebanyak 17 perlakuan, masing-masing perlakuan diulang enam kali. Tata letak penelitian dapat dilihat pada Lampiran 2.

*commit to user*

Perlakuan yang diberikan adalah kombinasi antara pupuk anorganik dengan dosis penuh (dosis rekomendasi) dan setengah dosis, pupuk organik dengan dosis penuh dan setengah dosis, serta pupuk hayati. Perlakuan budidaya yaitu menggunakan metode budidaya tradisional yaitu dengan penggenangan, yang digunakan sebagai kontrol (perlakuan O) dan metode SRI (perlakuan O' sampai N). Sebagai pembanding adalah perlakuan 1 yaitu perlakuan tanah Oxisol saja tanpa pemupukan dan perlakuan budidaya. Sehingga pada penelitian ini terdiri dari 17 perlakuan, yaitu:

- 1 : tanah Oxisol tumpang tanpa pemupukan dan penggenangan.
- O : 250 kg/ha Urea + 150 kg/ha SP36 + 100 kg/ha KCl (sebagai kontrol dengan penggenangan (metode tradisional)).
- O' : 250 kg/ha Urea + 150 kg/ha SP36 + 100 kg/ha KCl.
- A : 250 kg/ha Urea + 75 kg/ha SP36 + 100 kg/ha KCl.
- B : 250 kg/ha Urea + 75 kg/ha SP36 + 100 kg/ha KCl + 75 kg/ha *Rock Phosphate*.
- C : 250 kg/ha Urea + 75 kg/ha SP36 + 100 kg/ha KCl + 450 g kompos jerami/10 kg tanah.
- D : 250 kg/ha Urea + 75 kg/ha SP36 + 100 kg/ha KCl + 450 g kompos kandang sapi/10 kg tanah.
- E : 125 kg/ha Urea + 37,5 kg/ha SP36 + 50 kg/ha KCl + 900 g kompos jerami/10 kg tanah.
- F : 125 kg/ha Urea + 37,5 kg/ha SP36 + 50 kg/ha KCl + 900 g kompos kandang sapi/10 kg tanah.
- G : E + 75 kg/ha *Rock Phosphate*.
- H : F + 75 kg/ha *Rock Phosphate*.
- I : B + mikoriza
- J : 125 kg/ha Urea + 37,5 kg/ha SP36 + 50 kg/ha KCl + 75 kg/ha *Rock Phosphate* + 450 g kompos jerami/10 kg tanah + mikoriza.

K : J + BPN.

L : J + BPF.

M : J + BPN + BPF.

N : J + BPN + BPF + Bakteri Pengoksidasi Fe.

## 2. Pelaksanaan Penelitian

### a. Pengambilan Sampel Tanah dan Sumber Inokulum Pupuk Hayati

Sampel tanah Oxisol berasal dari daerah Tuntang. Sampel tersebut diambil dari lapisan tanah topsoil pada ketinggian 0-50 cm dengan menggunakan cangkul. Selanjutnya sampel diayak, dimasukkan ke dalam karung dan disimpan di Rumah Tanah.

Sumber inokulum untuk pupuk hayati didapat dari berbagai daerah perakaran tanaman padi, jagung, singkong dan kopi pada kedalaman perakaran 10-20 cm menggunakan alat cetok dan linggis. Sampel tanah kemudian dimasukkan dalam kantong plastik dan diberi label.

### b. Isolasi Bakteri

Dari sampel tanah dan sumber inokulum yang sudah diperoleh kemudian dilakukan isolasi bakteri untuk kemudian dibiakan dalam media agar. Bakteri yang diisolasi yaitu: *Azotobacter* dengan media Jensen, *Azospirillum* dengan media Okon, *Rhizobium* dengan media YEMA, Bakteri Pelarut Fosfat dengan media Pikovskaya, Bakteri Pengoksidasi Fe pada media Gerretsen dan Bakteri Pengoksidasi Mn pada media Rauf and Stoker dan media Stoker.

Sampel tanah ditimbang sebanyak 10 gram dilarutkan dalam 90 mL larutan garam fisiologis, disebut pengenceran  $10^{-1}$ , kemudian dipipet sebanyak 1 mL ke dalam tabung reaksi yang sudah berisi 9 mL larutan garam fisiologis, disebut pengenceran  $10^{-2}$ . Dari tabung reaksi pertama kemudian dipipet sebanyak 1 mL ke dalam tabung reaksi



berikutnya yang sudah berisi 9 mL larutan garam fisiologis, disebut pengenceran  $10^{-3}$ . Hal ini dilakukan hingga pengenceran  $10^{-6}$ . Masing-masing tabung reaksi kemudian dikocok hingga homogen.

Dari masing-masing pengenceran dipipet sebanyak 0,1 mL ke dalam *petridish* yang sudah berisi media agar kemudian diratakan dengan *deglasski*. Media agar yang sudah ditanam segera dibungkus dengan kertas dengan posisi terbalik, yaitu bagian bawah petridish menghadap ke atas. Pengamatan terhadap koloni bakteri bisa dilakukan 2-3 hari kemudian.

Dari pengamatan koloni bakteri dari berbagai media agar didapat beberapa variasi strain bakteri. Variasi strain bakteri ini kemudian dipilih untuk selanjutnya dikembangkan dalam media agar miring (*strik bakteri*). Media agar miring dibuat dengan cara mengisi media agar sebanyak kurang lebih 5 mL ke dalam tabung reaksi kemudian diletakkan dalam posisi miring. Bakteri diambil dengan menggunakan jarum *ostrich* dan di-strik dalam media agar miring. Media agar miring yang sudah di-strik kemudian ditutup rapat dengan kapas, selotip dan aluminium foil untuk mencegah kerusakan akibat kontaminasi.

Bakteri selanjutnya dipindahkan dalam media cair dengan komposisi sama dengan media agar dan agar miring namun tanpa menggunakan agar. Bakteri dalam media miring diambil dengan menggunakan jarum *ostrich* kemudian dilarutkan dalam media cair. Media cair yang sudah berisi bakteri dikocok hingga homogen dengan menggunakan alat *shaker*.

### c. Pembuatan Kompos Jerami

Pembuatan kompos jerami padi dilakukan sesuai prosedur Cahyani *et al.*, (2002). Jerami yang disiapkan untuk pembuatan kompos terlebih dulu dipotong dengan ukuran kurang lebih 5 cm kemudian direndam dalam air untuk mencapai kelembaban 70%.

Jerami yang sudah direndam kemudian dihamparkan di lantai di Rumah Tanah kemudian dipadatkan dengan cara diinjak-injak. Selanjutnya jerami ditutupi plastik untuk menjaga keadaan kompos tetap lembab.

Pembalikan kompos dilakukan setelah dua minggu pengomposan dengan menambahkan amonium sulfat sebagai sumber N. Pembalikan kompos kemudian dilakukan setiap satu bulan sekali dan setiap kali pembalikan ditambahkan air. Pada umur 75 hari, kompos sudah siap digunakan.

#### **d. Pembibitan**

Benih padi terlebih dahulu direndam dalam air selama 24 jam dan ditiriskan. Benih kemudian disemai dalam beberapa media tanam dengan menggunakan nampan plastik. Media tanam untuk pembibitan terdiri dari  $M_1$  (media tanam berupa tanah Oxisol) dan  $M_2$  (media tanam kombinasi tanah oxisol dan mikoriza asal Bogor). Benih disemai selama 7-10 hari dan dilakukan penyiraman setiap hari. Pada umur 10 hari setelah semai (hss) bibit padi siap dipindahkan ke pot tunggal.

#### **e. Pengisian Pot dengan Tanah Oxisol**

Tanah oxisol yang sudah disaring, ditimbang sebanyak 10 kg kemudian diisikan ke dalam pot plastik diameter 35 cm. Pot plastik yang sudah diisi, disusun sesuai dengan tata letak percobaan di rumah kaca dan diberi label perlakuan.

Beberapa hari sebelum penanaman kompos jerami dan kandang sapi yang sudah ditimbang, ditambahkan dalam pot perlakuan, dicampur rata dengan tanah dan disiram air hingga kondisi lembab.

#### **f. Penimbangan Pupuk Anorganik dan Organik**

Penimbangan pupuk kimia dilakukan dengan cara konversi. Hasil konversi disajikan pada Lampiran 3. Setelah dikonversi kemudian diketahui bahwa kebutuhan pupuk urea 250 kg/ha adalah 1,25 g; pupuk urea 125 kg/ha adalah 0,625 g. Kebutuhan pupuk SP 36 150 kg/ha adalah 0,75 g; pupuk SP 36 75 kg/ha adalah 0,375 g; pupuk SP 36 37,5 kg/ha adalah 0,1875 g. Kebutuhan pupuk KCl 100 kg/ha adalah 0,5 g dan pupuk KCl 50 kg/ha adalah 0,25 g.

Penimbangan pupuk organik kompos jerami dan kandang sapi dilakukan dengan cara menghitung kadar C rata-rata tanah untuk mengetahui berapa banyak bahan organik yang ditambahkan dalam 10 kg tanah dan menghitung kadar lengas kompos. Selanjutnya diketahui kebutuhan pupuk organik kompos jerami dan kandang sapi adalah 900 g. Hasil perhitungan dosis pupuk organik disajikan pada Lampiran 4.

#### **g. Penanaman**

Sebelum dilakukan penanaman, tanah dalam pot dibasahi hingga kondisi lembab. Bibit dari masing-masing persemaian disiapkan untuk penanaman. Untuk perlakuan tanpa penambahan mikoriza, yaitu perlakuan O, O', A, B, C, D, E, F, G dan H menggunakan bibit dari persemaian M1 (media tanam tanah Oxisol). Sedangkan untuk perlakuan dengan penambahan mikoriza, yaitu perlakuan I, J, K, L, M dan N menggunakan bibit dari persemaian M2 (media tanam campuran tanah oxisol dan Mikoriza asal Bogor).

Bibit yang digunakan adalah bibit yang sudah berumur 10 hari setelah semai. Bibit yang akan ditanam, dipisahkan dari media tanam dalam persemaian dengan cara dicabut perlahan agar tidak merusak akar. Bibit ditanam pada kedalaman 1-2 cm. Satu bibit tanaman padi ditanam untuk satu pot. Pada pot dengan perlakuan mikoriza (pot I, J,

K, L, M, dan N) sebelum bibit ditanam dilakukan penambahan mikoriza sebanyak 1 sendok teh. Pot dengan perlakuan pupuk hayati (pot K, L, M dan N) setelah bibit ditanam dilakukan penambahan pupuk hayati berupa Bakteri Penambat Nitrogen (BPN), Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dan Bakteri Pengoksidasi Fe sebanyak 2 mL sesuai dengan pot perlakuannya.

## **h. Pemeliharaan**

### **1) Pengairan**

Pengairan dilakukan secara terputus setiap dua hari sekali pada fase pertumbuhan vegetatif hingga fase pembungaan dan pengisian bulir padi. Pengairan dihentikan saat padi berusia 84 hst, menunggu saat panen. Saat tanah mulai mengering pengairan kembali dilakukan namun diperjarang dengan frekuensi satu minggu sekali. Pengairan dilakukan macak-macam dengan ketinggian air 0,5 cm, maksimal 2 cm pada perlakuan dengan metode SRI. Pada perlakuan kontrol, yaitu pada perlakuan dengan metode tradisional (penggenangan), tanah digenangi dengan ketinggian air 3-4 cm menyesuaikan ketinggian pot. Pengairan dilakukan dengan menggunakan gembor.

### **2) Pemupukan**

Pemupukan dengan pupuk kimia/ anorganik dilakukan dua kali yaitu pada saat tanaman berumur 10 hst (pemupukan awal) dengan pemberian separuh dosis pupuk Urea, SP 36 dan KCl dan sisanya diberikan saat tanaman berumur 23 hst. Demikian pula dengan penambahan *rock phosphate* yang diberikan pada saat pemupukan awal. Pupuk diberikan dengan cara dibenamkan di antara lapisan olah tanah.

Pupuk organik diberikan di media tanam sesuai dosisnya masing-masing pada pot perlakuan. Beberapa hari sebelum dilakukan penanaman, pupuk organik dicampurkan dalam media tanam.

Pemberian pupuk hayati dilakukan pada media tanam sebelum bibit ditanam. Dosis pupuk hayati yang diberikan adalah 2 mL untuk masing-masing jenis pupuk hayati yang digunakan. Pupuk diberikan dengan cara dibenamkan di antara lapisan olah tanah.

### 3) Pengendalian Gulma, Hama dan Penyakit

Pengendalian gulma dilakukan dengan cara mekanis, yaitu mencabut gulma yang tumbuh setiap kali dilakukan pengamatan. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan penyemprotan pestisida organik *Beauveria bassiana* sebanyak 20 mL yang kemudian dilarutkan dalam 1 liter air. Pengendalian serangan hama dilakukan setelah melihat ambang batas serangan hama.

#### i. Panen

Panen dilakukan tiga kali yaitu pada 28 hst, 56 hst, dan 84 hst. Panen dilakukan dengan cara memisahkan bagian tanaman dengan bagian tanahnya. Sampel tanah dipisahkan untuk analisis lanjut.

Bagian tanaman yang dipanen dibersihkan dengan cara dicuci dengan air mengalir, kemudian ditiriskan dan ditimbang berat segarnya. Setelah dilakukan pengambilan dokumentasi, tanaman dipotong untuk dipisahkan bagian atas tanaman dan bagian akarnya untuk dianalisis lebih lanjut. Bagian atas tanaman dijemur untuk kemudian dikeringkan dalam oven dan ditimbang berat keringnya. Demikian pula dengan bagian malai dan gabah. Malai yang sudah



dipisahkan dari batang, dihitung jumlah gabahnya kemudian dirontokkan dan ditimbang untuk memperoleh berat gabah basah. Selanjutnya gabah dijemur, dikeringkan dalam oven dan ditimbang untuk mengetahui berat gabah kering serta berat 1000 bijinya.

### 3. Variabel Penelitian

#### a. Analisis Tanah Awal

Dilakukan dengan melakukan analisis terhadap beberapa parameter penentu kesuburan tanah, yaitu: pH KCl dan H<sub>2</sub>O, C organik, KPK, N total, P tersedia, K tersedia, Fe total dan Fe tersedia.

#### b. Serangan Hama Penyakit

Dilakukan dengan mencatat hama dan patogen penyebab kerusakan yang disebabkan. Pengamatan terhadap serangan hama dan penyakit dilakukan setiap minggu.

#### c. Parameter Pertumbuhan dan Hasil

- 1) Tinggi tanaman (cm), diukur dari pangkal tanaman pada permukaan tanah sampai ke titik tumbuh tertinggi. Pengukuran dilakukan satu minggu sekali sejak 2 mst hingga 12 mst, dengan menggunakan penggaris.
- 2) Jumlah anakan per tanaman (buah/ batang), dihitung semua anakan yang daunnya telah membuka penuh pada setiap rumpun yang ada. Penghitungan dilakukan satu minggu sekali sejak 2 mst hingga 12 mst.
- 3) Jumlah malai per tanaman (buah/ batang), dihitung pada saat tanaman mengeluarkan malai pada anakan. Penghitungan dilakukan pada 8 mst hingga 12 mst.
- 4) Berat segar brangkasan (g), dihitung dengan cara menimbang berat basah tanaman setelah dipanen, dibersihkan dan dipisahkan dari

gabahnya. Penimbangan dilakukan dengan menggunakan timbangan analitik.

- 5) Berat kering brangkasan (g), dihitung dengan cara menimbang tanaman yang sudah dipanen, dibersihkan dan dipisahkan dari gabahnya kemudian dikeringkan dengan oven selama 2 hari pada temperatur 70°C hingga beratnya konstan. Penimbangan dilakukan dengan menggunakan timbangan analitik.
- 6) Jumlah gabah isi per malai (butir), dihitung dari seluruh malai yang ada pada saat butir padi telah masak sempurna pada waktu pemanenan dari masing-masing sampel.
- 7) Jumlah gabah hampa per malai, dihitung dari seluruh malai yang ada pada saat butir padi telah masak sempurna pada waktu pemanenan dari masing-masing sampel.
- 8) Berat gabah basah (g), dihitung dengan cara menimbang keseluruhan dari hasil gabah berisi setelah pemanenan dari masing-masing tanaman sampel.
- 9) Berat gabah kering (g), dihitung dengan cara menimbang keseluruhan dari hasil gabah berisi setelah dikeringkan dari masing-masing tanaman sampel.
- 10) Berat 1000 biji (g), dihitung dengan cara menimbang 1000 butir gabah setelah pemanenan yang diambil dari keseluruhan tanaman pada setiap plot percobaan.

#### 4. Analisis Data

Penelitian ini menggunakan uji ANOVA pada taraf 0,5% untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Bila menunjukkan perbedaan nyata, pengujian dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) pada taraf 5%. Untuk mengetahui hubungan antar variabel menggunakan uji korelasi.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Karakteristik Tanah Awal dan Pupuk Organik yang Digunakan

Sebelum penelitian berjalan, terlebih dahulu dilakukan analisis terhadap sampel tanah dan pupuk yang akan digunakan untuk mengetahui sistem pengelolaan tanah dan cara budidaya tanaman yang bagaimana yang akan diterapkan. Hasil analisis terhadap sampel tanah disajikan pada Lampiran 3.

Berdasarkan hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa sampel tanah Oxisol yang digunakan memiliki kandungan unsur hara yang rendah, kadar Fe tersedia yang tergolong sedang, kadar C-organik yang rendah kurang dari 2%, KPK yang rendah disebabkan kondisi tanah Oxisol yang sudah mengalami pelapukan lanjut (Munir, 1996), serta reaksi tanah yang bersifat masam. Nilai pH yang rendah (4,4-5,4) menunjukkan bahwa kemungkinan terjadi defisiensi P, Ca dan Mg serta toksisitas B, Mn, Cu, Zn dan Fe yang tercermin dari nilai Fe total dan Fe tersedia yang tergolong sedang. Kisaran pH optimum untuk tanaman padi adalah 5,5-6,5 (Spurway *cit.* Foth, 1984 *cit.* Hanafiah, 2010). Dengan kondisi tanah yang demikian maka perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan kualitas tanah Oxisol apabila akan digunakan sebagai lahan pertanian salah satunya dengan pemberian bahan organik agar diperoleh produktivitas tanah yang optimal.

Bahan organik yang digunakan dalam penelitian ini adalah kompos jerami padi dan kompos kandang sapi. Sebelum digunakan sebagai perlakuan, terlebih dahulu dianalisis karakteristik kedua jenis pupuk organik tersebut. Hasil analisis terhadap karakteristik pupuk organik menunjukkan bahwa bahan organik berupa kompos jerami padi dan kompos kandang sapi yang dipakai potensial untuk meningkatkan kualitas tanah Oxisol karena mempunyai kandungan bahan organik dan unsur hara makro yang cukup tinggi. Kualitas kompos kandang sapi lebih baik dibandingkan dengan

kompos jerami karena C/N rasio yang lebih rendah dan kandungan hara N, P dan K yang lebih tinggi (Lampiran 3). Sejalan dengan penelitian Chang *et al.*, (2008), bahwa kompos kandang sapi memiliki kandungan C-organik dan N total yang tinggi dibandingkan dengan kompos kandang babi, kompos kandang ayam, kompos sisa tanaman kacang dan ampas kedelai. C/N rasio menunjukkan tingkat dekomposisi bahan organik dari bahan organik tanah. Makin lanjut tingkat dekomposisinya, makin kecil pula C/N rasionya. Bahan organik dengan C/N rasio yang rendah lebih cepat terdekomposisi sehingga dapat berperan dalam penyediaan berbagai unsur hara serta berperan dalam pembentukan humus dan agregat tanah. Bahan organik tanah merupakan bahan penting untuk memperbaiki kesuburan tanah baik secara fisik, kimia maupun biologi. Hasil mineralisasi bahan organik-terombak merupakan anion/ kation hara tersedia bagi tanaman dan mikroba. Hal ini dikarenakan adanya aktivitas enzim tanah dan mikroba yang diakibatkan pemberian bahan organik ke tanah (Martens *et al.*, 1992; Muniapan *et al.*, (1998) *cit.* Kastono, 2005). Bahan organik juga mendorong granulasi, mengurangi plastisitas dan meningkatkan daya pegang air (Brady, 1984 *cit.* Hanafiah, 2010). Apabila tidak ada masukan bahan organik ke dalam tanah akan terjadi masalah pencucian sekaligus kelambatan penyediaan hara. Kondisi yang demikian menyebabkan penyediaan hara hanya terjadi pada mineralisasi bahan organik yang masih terdapat dalam tanah sehingga cadangan total C tanah semakin berkurang (Hairiah, 1999 *cit.* Nazari, 2003).

Bahan organik selain diberikan sebagai bahan pembenah tanah juga dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi penggunaan pupuk anorganik. Penggunaan semua jerami sisa hasil panen atau setara dengan 5 ton jerami/ha dapat menurunkan 50 kg pupuk KCl/ha (Kasno, 2009 b). Penelitian Arafah dan Sirappa, (2003) juga menunjukkan bahwa penggunaan bahan organik berupa jerami padi 2 ton/ ha mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman padi. Penggunaan jerami padi perlu dilakukan setiap musim tanam untuk meningkatkan produktivitas lahan. Biomassa jerami padi mengandung

beberapa unsur hara seperti senyawa nitrogen (N) dan karbon (C) yang berfungsi sebagai substrat metabolisme mikroba tanah, termasuk gula, pati, selulosa, hemiselulosa, pektin, lignin, lemak dan protein. Senyawa tersebut menduduki 40% (sebagai C) berat kering jerami (Susanto, 2002 *cit.* Ruhaimar *et al.*, 2009). Hasil penguraian dari kompos jerami padi akan menghasilkan asam organik yang memiliki potensi besar dalam memperbaiki dan meningkatkan kesuburan tanah marginal. Menurut Brady (1990; Candra, 2003 *cit.* Syukur dan Harsono, 2008) kotoran sapi yang diberikan kedalam tanah mengalami dekomposisi yang berakhir dengan mineralisasi dan terbentuknya bahan yang resisten yaitu humus. Humus yang tersusun dari selulosa, lignin dan protein mempunyai kandungan C-organik umumnya sebesar 58 % sehingga pemberian kotoran sapi akan meningkatkan jumlah humus dalam tanah yang juga berarti meningkatkan C-organik tanah. Menurut Atmojo (2003) dalam pupuk kandang sapi terkandung unsur S sebanyak 2,2-13,6 kg/ton. Sulfat sendiri berperan dalam metabolisme, terutama meningkatkan pertumbuhan, produksi dan kualitas. Dengan demikian penambahan pupuk organik diduga telah menciptakan kondisi yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman karena ketersediaan hara yang meningkat dan pada akhirnya meningkatkan produktivitas lahan.

## B. Serangan Hama dan Penyakit

Selama percobaan berlangsung terdapat serangan hama dan penyakit. Hama yang menyerang tanaman padi adalah hama wereng (*Nilaparvata lugens* Stal.) yang menyerang saat fase vegetatif. Gejala tanaman padi yang terserang berubah warna menjadi kekuningan dan mengering. Tanaman yang tidak mengering mengalami penghambatan pertumbuhan yaitu kerdil rumput. Kerdil rumput merupakan penyakit yang disebabkan oleh virus yang dibawa oleh hama wereng tersebut. Gejalanya berupa daun dan batang tanaman berubah menjadi pendek. Rumpun padi membentuk anakan kecil-kecil yang cukup banyak.



Hama penggerek batang padi (*Tryporyza innotata* WLK) juga menyerang saat fase pertumbuhan vegetatif. Hama ini merusak batang padi dan pelepah daun. Gejala tanaman yang diserang yaitu tanaman padi menjadi layu, kering serta mudah dicabut. Jika diamati bagian batang tanaman melunak dan di dalamnya terdapat ulat. Selain itu terdapat pula hama walang sangit (*Leptocorixa oratorius* L.) yang menyerang tanaman padi setelah berbunga dengan cara menghisap cairan bulir padi, menyebabkan bulir padi menjadi hampa atau pengisiannya tidak sempurna serta hama burung yang menyerang tanaman padi pada saat menjelang panen sehingga menyebabkan berkurangnya produksi padi.



Gambar 2. Hama Wereng pada Tanaman Padi (kiri) dan Tanaman yang Terserang Hama Penggerek Batang Padi (kanan).  
Koleksi: Tim SRI, 2010.

Sebagai tindakan penanggulangan dan pencegahan berkembangnya hama pada tanaman padi digunakan pestisida nabati berupa jamur patogen *Beauveria bassiana* untuk membasmi hama wereng, pengendalian secara mekanik untuk hama penggerek batang berupa pengambilan satu persatu ulat dengan menggunakan pinset dan pengendalian secara teknis untuk hama burung berupa penyungkupan tanaman padi dengan menggunakan kasa.

### C. Pengaruh Penggunaan Pupuk Anorganik, Organik dan Hayati terhadap Pertumbuhan Tanaman

Pertumbuhan berarti pembelahan sel (peningkatan jumlah) dan pembesaran sel (peningkatan ukuran) yang dalam prosesnya memerlukan sintesis protein dan merupakan proses yang tidak dapat berbalik (Gardner *et al.*, 1991). Jumlah sel yang semakin banyak atau volume sel yang semakin besar membutuhkan semakin banyak bahan-bahan sel yang disintesis menggunakan substrat yang sesuai. Pada tingkat tanaman, substrat dapat dibatasi pada bahan anorganik dan unsur lain yang diambil tanaman dari lingkungannya untuk kemudian diolah menjadi bahan organik (Sitompul dan Guritno, 1995). Pemupukan merupakan salah satu faktor penting yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Perlakuan pemupukan pada penelitian ini diketahui memberikan pengaruh yang signifikan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman (Tabel 1) baik melalui pemupukan anorganik saja (perlakuan O, O', A dan B), kombinasi pemupukan anorganik dan organik (perlakuan C, D, E, F, G dan H) serta kombinasi antara pupuk anorganik, organik dan hayati (perlakuan I, J, K, L, M dan N).

Tabel 1. Analisis Statistik Respons Pertumbuhan Tanaman terhadap Berbagai Imbangan Pupuk Anorganik, Organik, dan Hayati.

Pengamatan	P-value	Signifikansi
Tinggi tanaman	0,000	*
Jumlah anakan	0,000	*
Jumlah malai	0,000	*
Berat segar brangkasan	0,003	*
Berat kering brangkasan	0,001	*

Hasil uji lanjut pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa perlakuan kombinasi pupuk anorganik 50% dosis rekomendasi dan pupuk organik berupa kompos kandang sapi 900 g/10 kg tanah (perlakuan F) memberikan pengaruh paling baik dalam meningkatkan beberapa parameter pertumbuhan tanaman seperti tinggi tanaman, jumlah anakan, jumlah malai dan berat brangkasan kering. Seiring dengan penambahan pupuk organik yang semakin

banyak, hasil yang diperoleh juga semakin besar. Persentase kenaikan terhadap parameter pertumbuhan bahkan mencapai 60% dibandingkan dengan pemupukan anorganik pada metode SRI. Tidak demikian halnya dengan penambahan pupuk hayati yang memberikan hasil cenderung lebih kecil namun lebih baik dibandingkan dengan hanya pemberian pupuk anorganik saja.

Tabel 2. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) Respons Pertumbuhan Tanaman terhadap Berbagai Imbangan Pupuk Anorganik, Organik, dan Hayati.

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Anakan (batang)	Jumlah Malai (batang)	Berat Segar Brangkas (g)	Berat Kering Brangkas (g)
Kontrol	69,867 a	3,667 a	1,333 a	7,081 a	1,209 a
O	79,8 abc	10 b	4,333 a	83,884 bcde	19,14 bcde
O'	74,567 ab	13,33 bc	8 bcd	63,149 bcde	16,37 bcd
A	88,067 bcde	9,667 b	8 bc	59,546 bcd	13,32 bc
B	89,367 bcde	10 b	8 bcd	58,374 bc	16,16 bcd
C	96,1 cdef	13 bc	10,67 cde	<b>111,24 e</b>	19,92 bcde
D	102,47 ef	20,67 de	13 ef	90,145 bcde	21,48 cde
E	97,933 cdef	16 cd	8,333 bcde	75,655 bcde	21,03 bcde
F	<b>109,13 f</b>	<b>22,33 e</b>	<b>16,33 f</b>	106,25 cde	<b>27,22 e</b>
G	100,73 def	19,33 de	12 de	107,9 de	<b>27,36 e</b>
H	87 abcde	19 de	7,333 bcd	70,335 bcde	24,49 de
I	93,067 cdef	11,67 bc	7,333 bcd	51,276 b	11,51 b
J	98 cdef	13,33 bc	9,667 bcde	78,261 bcde	17,85 bcde
K	101,87 ef	11,67 bc	8,333 bcd	76,172 bcde	16,47 bcd
L	87,067 abcde	12 bc	7 ab	59,916 bcd	17,29 bcd
M	100,33 def	13,67 bc	8,667 bcde	74,751 bcde	17,66 bcd
N	82,7 abcd	14 bc	9 bcd	91,6 bcde	21,53 cde

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) dengan taraf 5%.

Tinggi tanaman merupakan salah satu indikator pertumbuhan tanaman yang mudah diamati untuk mengukur pengaruh lingkungan atau perlakuan yang diterapkan (Sitompul dan Guritno, 1995). Tinggi tanaman sendiri sangat dipengaruhi oleh adanya unsur hara makro, terutama nitrogen yang berfungsi untuk mempercepat dan meningkatkan pertumbuhan tanaman di antaranya tinggi tanaman, jumlah cabang dan jumlah anakan.

Nilai rerata tertinggi pada variabel tinggi tanaman diperoleh dari perlakuan F, yaitu kombinasi pupuk anorganik 50% dari dosis rekomendasi

dan kompos kandang sapi 900 g/10 kg tanah (109,13 cm) dengan persentase kenaikan sebesar 36,75% dari perlakuan dengan pemupukan anorganik pada metode tradisional ( $79,8 \text{ cm} \pm 17,01$ ) dan persentase kenaikan sebesar 46,35% dari perlakuan pemupukan anorganik pada metode SRI ( $74,567 \text{ cm} \pm 13,37$ ). Disusul kemudian perlakuan D, kombinasi pupuk organik dosis rekomendasi dan kompos kandang sapi 450 g/10 kg tanah ( $102,47 \text{ cm} \pm 3,41$ ). Dapat disimpulkan bahwa pemberian bahan organik dapat meningkatkan tinggi tanaman. Semakin meningkat dosis pupuk organik yang diberikan semakin tinggi pula tinggi tanaman yang diperoleh. Selain mengandung C-organik yang tinggi, dalam pupuk organik juga terkandung unsur hara makro N, P dan K yang diperlukan untuk tanaman. Nitrogen sebagai salah satu unsur hara penyusun asam amino, klorofil dan senyawa lainnya dalam proses metabolisme. Kandungan klorofil yang tinggi dapat meningkatkan proses fotosintesis sehingga fotosintat yang dihasilkan semakin tinggi. Akumulasi fotosintat yang tinggi mengakibatkan pembesaran dan diferensiasi sel yang dinyatakan dalam peningkatan tinggi tanaman, luas daun, jumlah akar dan diameter batang (Noggle dan Frits, 1983 *cit.* Widiastoety dan Kartikaningrum, 2003). Unsur hara yang semakin besar diberikan ke dalam tanah melalui pupuk organik mengakibatkan sifat fisik tanah semakin baik dan ketersediaan unsur hara makin besar, sehingga tanaman dapat mengambil unsur hara dengan mudah. Pemberian pupuk organik juga membantu dalam menjaga kelembaban tanah sehingga menyebabkan bahan organik dan unsur hara yang berupa ion dalam tanah akan lebih mudah larut dalam air. Hal ini akan merangsang akar untuk mengabsorpsi air dan unsur hara yang selanjutnya ditranslokasikan ke bagian-bagian yang aktif membelah dan ke titik tumbuh tanaman. Meningkatnya absorpsi unsur hara dan air untuk fotosintesis maka akan meningkatkan asimilat sehingga pertumbuhan tanaman akan lebih baik yang dalam hal ini terhadap tinggi tanaman.

Dalam pupuk organik juga terkandung senyawa yang mempunyai pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Diindikasikan adanya asam



organik hasil dekomposisi bahan organik, dalam konsentrasi rendah mempunyai sifat seperti senyawa perangsang tumbuh sehingga berpengaruh dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman (Atmojo, 2003). Salah satu jenis senyawa perangsang tumbuh yang terkandung adalah auksin. Auksin berpengaruh terhadap plastisitas dan elastisitas dinding sel, viskositas sitoplasma dan aktifitas enzim sehingga berpengaruh terhadap pembesaran dan pemanjangan sel yang pada akhirnya meningkatkan tinggi tanaman (Salisbury dan Ross, 1995). Auksin berfungsi mengatur pembesaran sel dan memicu pemanjangan sel di daerah meristem apikal yang pada akhirnya dapat meningkatkan tinggi tanaman. Auksin juga membantu dalam proses mempercepat pertumbuhan akar dan batang, mempercepat perkecambahan, membantu dalam proses pembelahan sel, mempercepat pemasakan buah (Junaidi, 2010).

Dari kedua jenis pupuk organik yang diberikan, kompos kandang sapi memberikan hasil yang lebih baik terhadap pertumbuhan tanaman dibandingkan dengan kompos jerami padi. Hal ini dikarenakan proses dekomposisi pada kompos kandang sapi yang berlangsung lebih cepat sehingga unsur hara yang tersedia dapat diserap oleh tanaman. Pupuk kandang selain dapat menambah ketersediaan unsur hara bagi tanaman, juga mengembangkan kehidupan mikroorganisme di dalam tanah yang berperan dalam mensintesis senyawa-senyawa tertentu menjadi bahan-bahan yang berguna bagi tanaman.



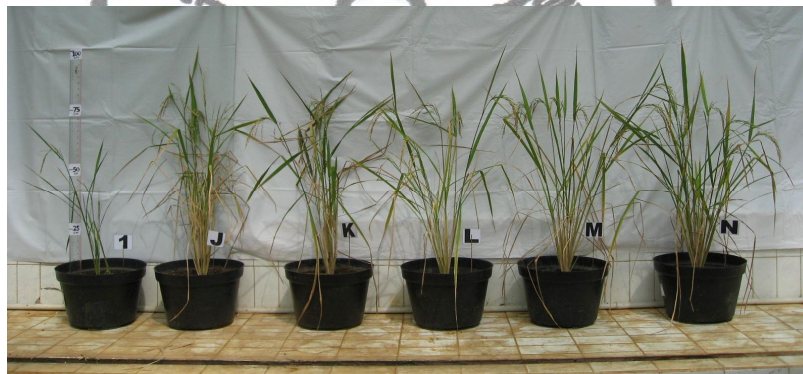
Gambar 3. Perbandingan Tinggi Tanaman antara Pemupukan Anorganik (A dan B) dengan Kombinasi Pemupukan Anorganik dan Organik (C, D, E dan F). Koleksi: Tim SRI, 2010.



Tanaman padi memerlukan unsur N untuk pertumbuhannya, terutama fase vegetatif karena tanpa pemberian N (perlakuan kontrol) diperoleh tinggi tanaman yang rendah ( $69,867 \text{ cm} \pm 5,7$ ) dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Tabel 2). Hasil yang demikian ini dikarenakan tanaman kurang mendapat suplai nutrisi, terutama nitrogen untuk membentuk daun dengan helaian yang luas dan kandungan klorofil yang tinggi untuk menghasilkan karbohidrat atau asimilat dalam jumlah yang cukup untuk menopang pertumbuhan vegetatifnya (Gardner *et al.*, 1991). Unsur hara makro merupakan faktor pembatas terhadap pertumbuhan tanaman padi, terutama padi sawah. Pertanian padi sawah sangat tergantung pada ketersediaan N dalam tanah. Sepanjang periode pertumbuhan, tanaman memerlukan unsur N, namun yang paling banyak diperlukan antara awal sampai pertengahan pembentukan anakan dan tahap awal pembentukan malai.

Penambahan pupuk hayati diduga juga berpengaruh positif dalam meningkatkan beberapa parameter pertumbuhan tanaman, salah satunya tinggi tanaman. Walaupun hasilnya tidak sebaik pada perlakuan kombinasi pemupukan anorganik dan organik namun cenderung lebih meningkat dibandingkan dengan hanya pemberian pupuk anorganik saja. Hal ini diduga karena adanya interaksi positif antara unsur hara makro dan mikro dalam tanah. Tanaman padi yang diinokulasikan dengan BPN dan BPF atau gabungannya mampu bersimbiosis secara baik dan efektif sehingga dapat membantu efektivitas *Azotobacter*, *Azospirillum* dan *Rhizobium* dalam menambat nitrogen bebas dari udara dan mengubahnya menjadi senyawa nitrogen yang tersedia bagi tanaman serta membantu melarutkan fosfat anorganik. Rata-rata perlakuan dengan penambahan BPN, BPF serta Bakteri Pengoksidasi Fe memberikan hasil yang lebih baik dari seluruh kombinasi perlakuan yang menggunakan pupuk hayati. Persentase kenaikan tinggi tanaman pada perlakuan penambahan pupuk hayati ( $125 \text{ kg/ha Urea} + 37,5 \text{ kg/ha SP36} + 50 \text{ kg/ha KCl} + 75 \text{ kg/ha Rock Phosphate} + 450 \text{ g kompos jerami/10 kg tanah} + \text{mikoriza} + \text{Bakteri Penambat Nitrogen (BPN)} + \text{Bakteri}$

Pelarut Fosfat (BPF) + Bakteri Pengoksidasi Fe) adalah sebesar 11% dibandingkan dengan pemupukan anorganik pada metode SRI ( $74,567 \text{ cm} \pm 13,37$ ). Hal ini diduga karena penambahan BPN membantu untuk menambat  $\text{N}_2$  sehingga membantu meningkatkan penyerapan unsur N yang berpengaruh terhadap pertumbuhan, dalam hal ini tinggi tanaman. Selain itu juga beberapa jenis BPN yaitu, *Azotobacter* dan *Azospirillum* diketahui mampu menghasilkan substansi zat pengatur tumbuh giberelin, sitokinin dan asam indol asetat, sehingga pemanfaatannya dapat memacu pertumbuhan baik batang maupun akar (Venkateswarlu dan Rao, 1983 *cit.* Rusmana dan Hadijaya, 1994; Alexander, 1977 *cit.* Simanungkalit *et al.*, 2006).



Gambar 4. Perbandingan Tinggi Tanaman dengan Penambahan Pupuk Hayati.  
Koleksi: Tim SRI, 2010.

Pembentukan anakan pada tanaman padi paling banyak terjadi pada fase vegetatif. Semakin banyak anakan (produktif) yang terbentuk, malai yang terbentuk juga semakin banyak sehingga mampu menghasilkan gabah yang banyak pula. Demikian pula dengan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini bahwa jumlah anakan lebih banyak dihasilkan melalui penambahan pupuk organik dengan persentase kenaikan sebesar 123,3% dari perlakuan pemupukan anorganik metode tradisional, perlakuan O ( $10 \text{ batang} \pm 2,65$ ) dan kenaikan sebesar 67,5% dari perlakuan pemupukan anorganik metode SRI, perlakuan O' ( $13,33 \text{ batang} \pm 2,52$ ). Melalui Tabel 2 diketahui nilai rerata tertinggi jumlah anakan diperoleh melalui perlakuan F, yaitu kombinasi pupuk anorganik 50% dari dosis rekomendasi dan kompos kandang sapi 900 g/ 10 kg tanah ( $22,33 \text{ batang} \pm 6,81$ ) kemudian perlakuan D,

kombinasi pupuk organik dosis rekomendasi dan kompos kandang sapi 450 g/ 10 kg tanah (20,67 batang  $\pm 3,79$ ) dan rerata tertinggi terhadap jumlah malai ditunjukkan oleh perlakuan F, kombinasi pemupukan anorganik 50% dosis rekomendasi dan kompos kandang sapi 900 g/ 10 kg tanah (16,33 buah  $\pm 1,53$ ) kemudian perlakuan D, kombinasi pemupukan anorganik dosis rekomendasi dan kompos kandang sapi 450 g/ 10 kg tanah (13 buah  $\pm 2,65$ ) dibandingkan perlakuan pemupukan anorganik metode tradisional (4,33 buah  $\pm 3,21$ ) dan pemupukan anorganik metode SRI (8 buah  $\pm 2,65$ ). Semakin meningkat dosis pupuk organik yang diberikan semakin banyak jumlah anakan yang terbentuk. Selanjutnya, anakan tersebut mampu menghasilkan malai dan gabah yang banyak pula. Hal ini dikarenakan unsur hara yang berperan penting dalam pertumbuhan tanaman padi selain diperoleh dari pupuk anorganik juga diperoleh dari pupuk organik berupa kompos kandang sapi yang bermanfaat dalam meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman. Sejalan dengan penelitian Sumarnie *et al.*, (1996) bahwa penambahan pupuk kandang sapi pada tanah dan pasir berpengaruh nyata terhadap peningkatan jumlah anakan tanaman temu glenyeh (*Curcuma soloensis* Val.).

Unsur hara yang terkandung dalam pupuk, terutama N, diperlukan pada fase pertumbuhan tanaman sehingga pemberian pupuk anorganik serta penambahan pupuk organik akan merangsang pembentukan anakan yang lebih banyak juga. Unsur N selain diperlukan untuk pertumbuhan vegetatif tanaman juga bermanfaat untuk pembentukan anakan (Jaya, 1994). Selain itu, tanaman padi memerlukan unsur N dalam jumlah banyak pada awal pertumbuhan sampai pembungaan untuk memaksimalkan jumlah malai produktif serta pada tahap pematangan biji (Yoshida, 1981 *cit.* Iqbal 2008). Pupuk organik kompos kandang sapi yang sudah terdekomposisi lebih lanjut dalam proses mineralisasinya melepaskan kation-kation basa sehingga dapat meningkatkan ketersediaan hara dalam tanah. Ketersediaan N pada tanaman berpengaruh terhadap pembentukan asimilat. Akumulasi asimilat selama proses fotosintesis akan dapat merangsang pertumbuhan yang berakibat pada

peningkatan jumlah anakan yang tumbuh. Sesuai dengan pendapat Wright (1989 *cit.* Syafrison *et al.*, 2011) yang menyatakan bahwa tunas dan pucuk merupakan *sink* yang kuat sehingga memerlukan asimilat yang banyak untuk pertumbuhannya.

Beberapa faktor juga mempengaruhi pembentukan jumlah anakan, diantaranya sifat genetis tanaman dan teknik budidaya tanaman seperti kesuburan tanah, jarak tanam, pemupukan dan pengairan. Selain itu, persaingan di antara tanaman itu sendiri berpengaruh terhadap jumlah anakan dan jumlah malai per rumpun (Endang *et al.*, 1996 *cit.* Setianingsih, 2009). Pada penelitian ini diduga metode SRI berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman padi. Di antaranya penanaman bibit yang masih muda, satu bibit per lubang tanam dengan jarak tanam yang cukup lebar dimaksudkan untuk memberikan kesempatan benih untuk menumbuhkan anakan yang lebih banyak, memberi keleluasaan akar untuk menyerap nutrisi, menghindari kompetisi nutrisi dan energi matahari yang diperlukan.



Gambar 5. Perbandingan Jumlah Anakan antara Pemupukan Anorganik (A dan B) dengan Kombinasi Pemupukan Anorganik dan Organik (C, D, E dan F). Koleksi: Tim SRI, 2010.

Selain kombinasi BPN, BPF dan Bakteri Pengoksidasi Fe terdapat pula jenis kombinasi lain dari pupuk hayati yang berpengaruh dalam penelitian ini, yaitu penggunaan *rock phosphate* dan aplikasi mikoriza. Pemberian batuan fosfat bertujuan untuk menambah suplai fosfat yang sifatnya *slow release* dan mudah larut dalam kondisi tanah yang masam. Batuan fosfat mampu mempertahankan efisiensinya sebagai hasil dari keseimbangan antara P yang dilepaskan dari pemupukan dan P yang



dikonversi menjadi bentuk nonlabil (Van Raij dan Van Diest, 1980). Mikoriza diketahui akan kemampuan mendorong ketersediaan P bagi tanaman (Siradz dan Kabirun, 2007) serta kemampuan dalam menyerap unsur hara dan air yang tidak tersedia lagi bagi tanaman (Anas dan Sentosa, 1992 *cit.* Mayerni dan Hervani, 2008).

Pada penelitian ini, aplikasi mikoriza yang ditambahkan melalui pemupukan anorganik (250 kg/ha Urea + 75 kg/ha SP36 + 100 kg/ha KCl + 75 kg/ha *Rock Phosphate*) memberikan pengaruh yang tidak signifikan dalam meningkatkan jumlah anakan tanaman padi dibandingkan dengan hanya pemupukan anorganik saja baik dengan metode tradisional maupun metode SRI. Hasil yang demikian diduga disebabkan ketidakmampuan tanaman untuk memperoleh nitrogen tanah yang cukup, air dan fosfor yang terbatas. Pada aplikasi mikoriza yang dikombinasikan dengan pemupukan organik dan hayati cenderung meningkatkan jumlah anakan dibandingkan dibandingkan dengan hanya pemupukan anorganik saja baik dengan metode tradisional maupun metode SRI walaupun secara statistik tidak signifikan. Kenaikan jumlah anakan sebesar 40% diberikan melalui perlakuan 125 kg/ha Urea + 37,5 kg/ha SP36 + 50 kg/ha KCl + 75 kg/ha *Rock Phosphate* + 450 g kompos jerami/10 kg tanah + mikoriza + BPN + BPF + Bakteri Pengoksidasi Fe (14 buah  $\pm$  1) dibandingkan pada pemupukan anorganik metode tradisional (10 buah  $\pm$  2,65) dan pemupukan anorganik metode SRI (13,33  $\pm$  2,52). Hal ini berkaitan dengan peningkatan ketersediaan hara baik melalui pemupukan anorganik, organik dan hayati. Dengan kondisi yang demikian, proses fotosintesis dapat berjalan maksimal dan fotosintat yang dihasilkan mampu menopang pertumbuhan tanaman dan kelangsungan simbiosis tanaman dan mikoriza (Delvian, 2007). Pada akhirnya, mikoriza yang diinokulasikan dapat berkembang dengan baik dan dapat menjamin suplai air dan unsur hara bagi pertumbuhan tanaman. Mikoriza selain meningkatkan biomassa akar juga memperluas jangkauan akar dalam memperoleh P dari pupuk, sehingga dapat menggunakan pupuk P yang kurang tersedia (Kabirun, 2002).



Hasil penelitian Kabirun (2002) juga menunjukkan bahwa inokulasi mikoriza secara nyata meningkatkan pertumbuhan, serapan P serta hasil pada tanaman padi gogo. Demikian pula dengan pengaruh inokulasi mikoriza pada pertumbuhan, serapan P dan hasil diperoleh hasil yang lebih baik pada pemupukan dengan batuan fosfat. Selain itu, mikoriza mampu meningkatkan penyerapan ion yang biasanya berdifusi secara lambat menuju akar atau yang dibutuhkan dalam jumlah banyak (Salisbury dan Ross, 1995). Berkurangnya jarak penyerapan hara secara difusi ke dalam akar tanaman menyebabkan terjadinya peningkatan kapasitas penyerapan unsur hara (Karagiannidis *et al.*, 1995 *cit.* Delvian, 2005).



Gambar 6. Perbandingan Jumlah anakan dengan Penambahan Pupuk Hayati.  
Koleksi: Tim SRI, 2010.

Biomassa (berat) tanaman merupakan integrasi dari hampir semua peristiwa yang dialami tanaman sebelumnya. Dalam proses pertumbuhan, substrat berupa bahan organik dan unsur lain yang diambil tanaman dari lingkungan yang diolah menjadi bahan organik dapat diukur secara sederhana dengan pertambahan bobot keseluruhan tanaman atau bagian-bagian tanaman termasuk bagian yang dipanen dan variabel lainnya (Sitompul dan Guritno, 1995). Berat segar tanaman yang tinggi menunjukkan tanaman tumbuh lebih baik karena aktifitas metabolisme tanaman yang berjalan dengan baik (Salisbury dan Ross, 1995). Berat segar tertinggi diperoleh dari perlakuan C, yaitu pemupukan anorganik dosis rekomendasi dan organik berupa kompos jerami 450 g/ 10 kg tanah (111,24 g  $\pm$  9,51), berikutnya diperoleh melalui perlakuan G, perlakuan kombinasi pemupukan anorganik 50% dosis

rekomendasi dan kompos jerami padi 900 g/ 10 kg tanah serta *rock phosphate* (107,9 g  $\pm$  9,26). Pertambahan berat segar dipengaruhi oleh ketersediaan dan kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara dan air dari dalam tanah. Semakin bertambahnya nutrisi yang diserap tanaman selama hidup semakin bertambah pula berat segar tanaman. Demikian halnya dengan berat kering tanaman, bahwa perlakuan G, yaitu kombinasi pemupukan anorganik 50% dosis rekomendasi dan pemupukan organik kompos jerami 900 g/ 10 kg tanah serta penambahan *rock phosphate* memberikan nilai rerata tertinggi (27,36 g  $\pm$  0,50). Berikutnya melalui perlakuan F, kombinasi pemupukan anorganik 50% dosis rekomendasi dan pemupukan organik kandang sapi 900 g/ 10 kg tanah (27,22 g  $\pm$  1,06). Besarnya berat kering tanaman ini erat kaitannya dengan kandungan bahan organik yang tinggi di dalam tanah (Bauer dan Black, 1994 *cit.* Chang *et al.*, 2007). Di dalam bahan organik terkandung asam-asam organik yang berperan dalam meningkatkan sintesis protein, meningkatkan laju fotosintesis dan mempengaruhi aktivitas enzim (Chen dan Aviad, 1990; Ayuso *et al.*, 1996 *cit.* Delvian, 2007) sehingga pada akhirnya akan meningkatkan pertumbuhan tajuk, berat kering tajuk dan akar, jumlah akar lateral dan mempengaruhi inisiasi akar-akar baru (Delvian, 2007)

Meningkatnya tinggi tanaman dan jumlah anakan juga menyebabkan berat segar brangkas semakin bertambah. Melalui uji korelasi (Lampiran 16) diperoleh hasil bahwa antara variabel tinggi tanaman dan jumlah anakan memiliki hubungan yang erat (0,523). Hal ini dikarenakan kondisi perakaran yang lebih luas menyebar dan akan menyerap lebih banyak unsur hara dan air sehingga pada akhirnya berpengaruh terhadap pertambahan tinggi tanaman, jumlah anakan dengan jumlah malai yang lebih banyak, berat kering dan hasil biji (Barison, 2002 *cit.* Wijebandara, 2008).

Pemberian input berupa pupuk organik sebagai upaya efisiensi pemupukan anorganik berpengaruh positif terhadap ketersediaan hara sehingga kebutuhan unsur hara tanaman tercukupi secara optimal. Semakin tinggi pemberian bahan organik ke tanah akan meningkatkan kandungan

bahan organik tanah dan KTK tanah. Proses mineralisasi bahan organik akan menyumbangkan sejumlah ion-ion hara tersedia sehingga tanah dapat menyediakan hara dalam jumlah yang berimbang untuk tanaman sesuai dengan petumbuhannya (Hanafiah, 2010). Selain kompos kandang sapi yang digunakan dalam penelitian ini, terdapat pula kompos jerami padi yang berperan walaupun hasil yang diperoleh masih lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan kompos kandang sapi. Pengembalian jerami ke tanah mampu menambah K dalam tanah (Hil *et al.*, 1999; Eagle, 2000 *cit.* Hardiatmi, 1999). Sekitar 80% kalium yang diserap tanaman berada dalam jerami (Rochayati *et al.*, 1990 *cit.* Sirappa dan Razak, 2007). Kalium sebagai aktivator enzim yang berpengaruh langsung terhadap proses metabolisme. Kalium juga berperan dalam translokasi hasil fotosintesis ke bagian lain tanaman (Winarso, 2005). Hasil fotosintesis akan meningkat dengan adanya air, karbon dioksida dan cahaya matahari. Fotosintat akan menambah berat basah dan berat kering tanaman. Radiasi matahari sebagai sumber energi akan mengubah energi cahaya menjadi energi kimia dalam bentuk ATP dan NADPH melalui proses fotosintesis (Noggle dan Fritz, 1983 *cit.* Sumarnie *et al.*, 1996).

Kombinasi pemupukan anorganik dan organik juga mempunyai efek saling menguntungkan dalam meningkatkan kesuburan tanah, dimana penambahan N dari pupuk NPK meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah untuk mempercepat proses dekomposisi bahan organik (Syukur dan Harsono, 2008). Peran penting N terhadap pertumbuhan tanaman sangat diperlukan untuk pembentukan protein dan fotosintesis. Ketersediaan unsur N akibat pemberian pupuk anorganik dan organik menyebabkan peningkatan serapan N yang diikuti oleh peningkatan serapan P dan K. Peningkatan serapan hara tersebut mengakibatkan pertambahan tinggi tanaman dan jumlah daun sebagai organ fotosintesis yang pada akhirnya mengakibatkan peningkatan berat kering brangkas. Dengan kondisi media tumbuh yang lebih baik, didukung faktor lingkungan yang sesuai maka akan meningkatkan

laju fotosintesis. Laju fotosintesis yang meningkat mengakibatkan berat kering brangkasan yang meningkat pula karena biomassa tanaman lebih banyak terbentuk.

Perlakuan penggenangan yang macak-macam diduga berpengaruh terhadap penambahan berat brangkasan. Hal ini terkait dengan penyerapan unsur hara melalui perakaran tanaman. Sistem perakaran yang terbentuk lebih baik dalam menjangkau unsur hara karena kondisinya yang tidak tergenang. Pada kondisi tergenang kemampuan akar untuk melakukan respirasi dan metabolisme akan berkurang menyebabkan rendahnya kelarutan ion hara tertentu dan kenaikan ion hara tertentu pula seperti Fe dan Mn sehingga berpengaruh terhadap transpor ion dan pada akhirnya ke pertumbuhan (Ponnamperuma, 1972 *cit.*, Wijebandara *et al.*, 2008). Kondisi tanah yang lembab menyebabkan bahan organik serta unsur hara yang berupa ion akan terlarut dalam air sehingga dapat menstimulasi akar untuk mengabsorpsi air dan unsur hara dan selanjutnya ditranslokasikan ke bagian yang aktif membelah atau ke titik tumbuh tanaman. Meningkatnya absorpsi unsur hara dan air untuk fotosintesis akan meningkatkan asimilat sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik. Kondisi tanah yang lembab dengan kandungan bahan organik yang tinggi tidak hanya meningkatkan kemampuan akar dalam menyerap unsur hara dan air serta kesehatan akar tetapi juga terhadap kepadatan, keragaman dan aktivitas mikroorganisme tanah dalam menyediakan nutrisi bagi tanaman (Dobbelaere *et al.*, 2003; Bonkowski, 2004; Randriamiharisoa *et al.*, 2006 *cit.* Sato dan Uphoff, 2007). Selain penggenangan yang macak-macam, penanaman bibit berumur muda diduga berpengaruh terhadap penambahan berat brangkasan. Kondisi demikian memberikan kesempatan bagi bibit untuk memaksimalkan potensi pertumbuhannya, dalam hal ini pertumbuhan daun, anakan dan akar (Wijebandara *et al.*, 2008). Bibit beradaptasi dengan cepat dan menyerap unsur hara serta air untuk mendukung pertumbuhan yang lebih cepat serta produksi berat kering tanaman yang lebih tinggi.

Secara umum, kondisi tanah oxisol yang bersifat masam tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman padi yang diujicobakan dengan metode SRI ini. Diduga karena peranan pupuk organik dalam memperbaiki struktur tanah, menambah unsur hara serta membuat unsur hara yang terikat di dalam tanah menjadi tersedia untuk tanaman dengan kemampuannya menghasilkan asam-asam organik. Meningkatnya beberapa sifat kimia tanah dikarenakan pengaruh dari kandungan hara kompos jerami padi dan kandang sapi serta sumbangan hara dari pupuk anorganik dan aktivitas mikroba tanah akibat penggunaan pupuk hayati mengakibatkan ketersediaan hara dalam tanah meningkat dan bila diterapkan lebih lanjut akan mampu meningkatkan produktivitas baik lahan maupun tanaman itu sendiri.

#### **D. Pengaruh Penggunaan Pupuk Anorganik, Organik dan Hayati terhadap Hasil Tanaman**

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa melalui penambahan bahan organik mampu memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah sehingga mampu meningkatkan produktivitas lahan dan dalam hal ini produktivitas tanaman padi dengan metode SRI. Imbas dari penggunaan bahan organik sebagai substitusi pupuk anorganik selain berpengaruh meningkatkan pertumbuhan juga mampu meningkatkan hasil tanaman. Melalui Tabel 3 bisa diketahui bahwa berbagai imbalan pemupukan anorganik, organik dan hayati berpengaruh sangat signifikan terhadap peningkatan parameter hasil tanaman padi yang dibudidayakan dengan SRI.

**Tabel 3. Analisis Statistik Respons Hasil Tanaman terhadap Berbagai Imbalan Pupuk Anorganik, Organik, dan Hayati.**

Pengamatan	P-value	Signifikansi
Jumlah gabah isi	0,001	*
Jumlah gabah hampa	0,000	*
Berat gabah basah	0,001	*
Berat gabah kering	0,000	*
Berat 1000 biji	0,000	*



Selain itu, dengan peningkatan dosis pupuk organik baik kompos jerami dan kompos kandang sapi mampu memaksimalkan hasil yang diperoleh hingga mencapai 201,11%. Hasil analisisnya disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) Respons Hasil Tanaman terhadap Berbagai Imbangan Pupuk Anorganik, Organik, dan Hayati.

Perlakuan	Jumlah Gabah Isi (biji)	Jumlah Gabah Hampa (biji)	Berat Gabah Basah (g)	Berat Gabah Kering (g)	Berat 1000 biji (g)
Kontrol	61 <sup>a</sup>	44,333 <sup>a</sup>	1,49 <sup>a</sup>	0,61 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
O	357,33 <sup>abc</sup>	132,67 <sup>bc</sup>	9,04 <sup>bc</sup>	7,823 <sup>abc</sup>	21,67 <sup>bc</sup>
O'	318,67 <sup>ab</sup>	152,33 <sup>bcde</sup>	7,93 <sup>ab</sup>	6,818 <sup>ab</sup>	21,33 <sup>b</sup>
A	568 <sup>bcde</sup>	156,33 <sup>bcde</sup>	13,4 <sup>bcd</sup>	12,31 <sup>bcde</sup>	21,67 <sup>bc</sup>
B	600,67 <sup>bcde</sup>	124,67 <sup>b</sup>	14,2 <sup>bcd</sup>	13,21 <sup>bcdef</sup>	22 <sup>bcd</sup>
C	436 <sup>bcd</sup>	162 <sup>bcde</sup>	11,9 <sup>bcd</sup>	9,592 <sup>bcd</sup>	22 <sup>bcd</sup>
D	718,33 <sup>cde</sup>	170 <sup>bcde</sup>	17,5 <sup>d</sup>	16,52 <sup>def</sup>	23 <sup>de</sup>
E	578,33 <sup>bcde</sup>	142 <sup>bcd</sup>	13,5 <sup>bcd</sup>	12,53 <sup>bcdef</sup>	21,67 <sup>bc</sup>
<b>F</b>	<b>867<sup>e</sup></b>	<b>183,67<sup>cde</sup></b>	<b>22,1<sup>d</sup></b>	<b>20,53<sup>f</sup></b>	<b>23,67<sup>e</sup></b>
<b>G</b>	836 <sup>e</sup>	195 <sup>de</sup>	20 <sup>d</sup>	18,94 <sup>ef</sup>	22,67 <sup>cd</sup>
H	714,33 <sup>cde</sup>	<b>201<sup>e</sup></b>	18,3 <sup>d</sup>	15,72 <sup>cdef</sup>	22 <sup>bcd</sup>
I	557,33 <sup>bcde</sup>	127,67 <sup>b</sup>	14,4 <sup>bcd</sup>	12,07 <sup>bcde</sup>	21,67 <sup>bc</sup>
J	518 <sup>bcde</sup>	141,33 <sup>bcd</sup>	13 <sup>bcd</sup>	11,4 <sup>bcde</sup>	22 <sup>bcd</sup>
K	546,67 <sup>bcde</sup>	155,67 <sup>bcde</sup>	12,8 <sup>bcd</sup>	12,03 <sup>bcde</sup>	22 <sup>bcd</sup>
L	507,67 <sup>bcde</sup>	152,67 <sup>bcde</sup>	12 <sup>bcd</sup>	10,79 <sup>bcde</sup>	21,33 <sup>b</sup>
M	717 <sup>cde</sup>	163,67 <sup>bcde</sup>	17,1 <sup>cd</sup>	15,77 <sup>cdef</sup>	22 <sup>bcd</sup>
N	792,67 <sup>de</sup>	168,33 <sup>bcde</sup>	18,3 <sup>d</sup>	17,63 <sup>def</sup>	22 <sup>bcd</sup>

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) dengan taraf 5%.

Pemberian bahan organik, baik berupa kompos jerami padi dan kompos kandang sapi, juga berpengaruh dalam meningkatkan hasil tanaman padi. Tabel 4 menunjukkan bahwa penggunaan bahan organik, baik berupa kompos jerami padi atau kompos kandang sapi mampu menghasilkan jumlah gabah isi lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan pemupukan lainnya baik secara anorganik maupun kombinasinya dengan pemupukan hayati. Rerata jumlah gabah isi tertinggi diperoleh melalui perlakuan F, yaitu kombinasi pupuk anorganik 50% dosis rekomendasi dan kompos kandang sapi 900 g/ 10 kg tanah (867 butir  $\pm$ 26,664). Selanjutnya melalui perlakuan pupuk anorganik 50% dosis rekomendasi dan kompos jerami 900 g/ 10 kg

tanah serta penambahan *rock phosphate* diperoleh hasil 836 butir  $\pm 31,177$  (perlakuan G). Kenaikan jumlah gabah isi ini mencapai 142,63% jika dibandingkan dengan perlakuan O, yaitu dengan aplikasi pemupukan anorganik dosis rekomendasi dengan metode tradisional (357,33 butir  $\pm 384,77$ ) dan kenaikan sebesar 172,07% jika dibandingkan dengan perlakuan pemupukan anorganik dosis rekomendasi dengan metode SRI, yaitu perlakuan O' (318,67 butir  $\pm 94,3$ ). Hal ini disebabkan bahan organik berupa kompos jerami padi dan kompos kandang sapi mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara, terutama unsur hara makro di dalam tanah. Peningkatan ketersediaan unsur hara ini akan meningkatkan serapan unsur hara pada tanaman yang berperan dalam pertumbuhan tanaman. Menurut Suryanto dan Suryanto (1981; Junita *et al.*, 2002 *cit.* Kastono, 2005) menyatakan bahwa semakin banyak bahan organik yang diberikan pada tanah, akan diikuti dengan kenaikan kemantapan tanah mengikat air sampai batas tertentu dan kenaikan nitrogen total. Toha *et al.*, (2001 *cit.* Hardiatmi, 2005) mengungkapkan bahwa peningkatan serapan hara terutama N akan berpengaruh terhadap peningkatan hasil gabah. Suyanto *et al.*, (1992 *cit.* Hardiatmi, 2005) mengungkapkan bahwa unsur hara K juga sangat berperan dalam meningkatkan hasil padi, selain N.

Pemanfaatan hara yang optimal melalui pemupukan anorganik dan organik akan meningkatkan kemampuan fotosintesis tanaman pula sehingga pada saat tanaman memasuki fase generatif, sebagian hasil fotosintesis akan diremobilisasi ke biji. Pada fase generatif, suplai nitrogen selama proses pemasakan diperlukan untuk menunda gugurnya daun, memelihara fotosintesis selama pengisian biji dan meningkatkan kadar protein dalam biji (Dobermann dan Fairhurst, 2000 *cit.* Saraswati, *et al.*, 2004). Pengisian gabah selain dipengaruhi oleh ketersediaan N pada saat pemasakan, juga dipengaruhi oleh ketersediaan air, suhu dan radiasi matahari (Sakhidin *et al.*, 1998 *cit.* Iqbal 2008). Jumlah gabah yang banyak dengan kondisi suhu yang

relatif tinggi mungkin menyebabkan banyak gabah yang tidak terisi maksimal atau mengakibatkan gabah menjadi hampa.

Secara umum jumlah gabah hampa pada penelitian ini lebih dipengaruhi oleh faktor eksternal, yaitu temperatur dan serangan hama. Pada temperatur yang rendah dengan kelembaban tinggi pada waktu pembungaan akan mengganggu proses pembuahan yang mengakibatkan gabah menjadi hampa. Hal ini dikarenakan tidak membukanya bakal biji. Temperatur yang rendah juga dapat merusak pollen dan menunda pembukaan tepung sari. Variabel jumlah gabah hampa yang besar pada penelitian ini juga akibat panen yang dilakukan lebih awal untuk mengantisipasi serangan hama, terutama walang sangit, juga berpengaruh terhadap jumlah gabah yang terisi maupun yang hampa.

Melalui Tabel 4 diketahui bahwa pemberian pupuk organik mampu meningkatkan hasil panen padi, yaitu berat gabah basah, berat gabah kering dan berat 1000 biji padi. Persentase kenaikannya berturut-turut 178,68%; 201,11% dan 10,97% dibandingkan dengan perlakuan dengan pemupukan anorganik dengan metode SRI berturut-turut ( $7,93 \text{ g} \pm 2,34$ ;  $6,818 \text{ g} \pm 2,11$  dan  $21,33 \text{ g} \pm 0,58$ ). Nilai rerata tertinggi terhadap berat gabah basah diperoleh melalui perlakuan F, kombinasi perlakuan pemupukan anorganik 50% dosis rekomendasi dan kompos kandang sapi 900 g/ 10 kg tanah ( $22,1 \text{ g} \pm 2,656$ ) kemudian perlakuan G, kombinasi pemupukan anorganik 50% dosis rekomendasi dan pupuk organik kompos jerami padi 900 g/ 10 g tanah serta penambahan *rock phosphate* ( $20 \text{ g} \pm 0,59$ ) sedangkan terhadap berat gabah kering perlakuan F, yaitu kombinasi pemupukan anorganik 50% dosis rekomendasi dan pupuk kandang sapi 900 g/ 10 kg tanah memberikan nilai rerata tertinggi ( $20,53 \text{ g} \pm 1,04$ ) dan berikutnya perlakuan G, kombinasi pemupukan anorganik 50% dosis rekomendasi dan organik kompos jerami padi 900 g/ 10 kg tanah ( $18,94 \text{ g} \pm 0,64$ ). Hal ini menunjukkan bahwa untuk meningkatkan hasil tanaman, pemberian NPK sebagai pupuk anorganik sangat diperlukan dan akan lebih efisien penggunaannya jika dikombinasikan

dengan pemberian pupuk organik dibandingkan dengan pemberian pupuk anorganik saja meskipun dengan dosis sesuai rekomendasi. Pemberian pupuk organik dengan dosis yang tinggi merupakan indikasi besarnya peranan bahan organik dalam meningkatkan hasil tanaman padi, dalam hal ini berat gabah basah dan berat gabah kering. Masih tingginya kadar air yang terkandung dalam gabah padi diduga berpengaruh terhadap berat gabah basah sehingga diperlukan proses pengeringan atau penjemuran untuk mengetahui berat konstannya.

Bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah merupakan sumber nutrisi tanaman, terutama N, S dan P (Sarno, 2009) serta dapat meningkatkan KTK tanah kaitannya dengan kemampuan tanah dalam memegang pupuk anorganik (Pramono, 2004). Bahan organik yang terdekomposisi akan menghasilkan asam organik yang mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman, salah satunya unsur P. Unsur P merupakan unsur hara yang paling berpengaruh terhadap perkembangan biji dan peningkatan kualitas gabah. Hal ini dikarenakan perannya dalam memberikan dan mengangkut energi untuk proses biokimia (De Datta, 1981 *cit.* Setyorini *et al.*, 2007). Pada pemberian pupuk organik terjadi proses dekomposisi dan mineralisasi yang akan melepaskan senyawa fosfor anorganik dan senyawa P-organik sehingga menjadi tersedia dan dapat dimanfaatkan oleh tanaman (Atmojo, 2003). Semakin besar P yang tersedia bagi tanaman, maka kemampuan tanaman untuk menghasilkan biji juga akan semakin meningkat. Dengan adanya penambahan bahan organik mampu meningkatkan ketersediaan unsur P dimana sifat unsur P pupuk organik lebih mudah tersedia dibandingkan unsur P pupuk sintesis sehingga lebih cepat dimanfaatkan oleh tanaman.

Unsur hara makro dan mikro yang diperoleh baik melalui pemupukan anorganik dan atau organik pada mulanya diserap tanaman untuk mendukung pertumbuhan vegetatifnya, kemudian pada fase generatif unsur-unsur tersebut dimanfaatkan untuk pembentukan bunga dan biji (gabah) padi. Sehingga

unsur hara yang terserap secara maksimal akan meningkatkan pembentukan biji (gabah) padi yang bernas. Penambahan *rock phosphate* merupakan salah satu cara untuk membantu ketersediaan P dalam tanah karena sifatnya yang *slow release* sehingga kebutuhan P dapat tercukupi, terutama saat pembentukan dan pengisian biji. Pada penelitian ini, pemberian *rock phosphate* baik secara tunggal maupun dikombinasikan dengan pemupukan lain mampu meningkatkan hasil tanaman padi yang dibudidayakan dengan metode SRI dibandingkan dengan hanya pemupukan anorganik saja. Persentase peningkatan hasil dengan penambahan *rock phosphate* pada perlakuan (250 kg/ha Urea + 75 kg/ha SP36 + 100 kg/ha KCl + 75 kg/ha *rock phosphate*) adalah sebesar 93,75% dibandingkan dengan perlakuan pemupukan anorganik dengan metode SRI (6,818 g  $\pm$  2,11). Penelitian mengungkapkan bahwa pemberian P-alam bersama pupuk kandang 20 ton/ ha mampu meningkatkan ketersediaan P lebih tinggi dibandingkan bila diberikan bersama jerami (Hanum, 2004 *cit.* Setyorini *et al.*, 2007). Hal ini dikarenakan asam organik dari pupuk kandang mampu mengikat besi dan membentuk ikatan organo mineral yang tidak larut menyebabkan P yang semula terikat Fe atau Al akan terlepas sehingga ketersediaan P meningkat (Hanum, 2004 *cit.* Setyorini *et al.*, 2007). Meningkatnya P tersedia dalam tanah dan memanjangnya akar tanaman akan menyebabkan penyerapan hara secara difusi menjadi lebih besar sehingga lebih banyak P yang diserap oleh tanaman padi.

Penambahan pupuk hayati baik secara tunggal maupun kombinasi dengan jenis pupuk hayati lain dan kombinasi dengan pemupukan anorganik dan organik diketahui juga mampu meningkatkan hasil tanaman. Penambahan pupuk hayati pada kombinasi pemupukan anorganik dan organik (125 kg/ha Urea + 37,5 kg/ha SP36 + 50 kg/ha KCl + 75 kg/ha *Rock Phosphate* + 450 g kompos jerami/10 kg tanah + mikoriza + Bakteri Penambat Nitrogen (BPN) + Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) + Bakteri Pengoksidasi Fe) meningkatkan hasil tanaman berupa berat gabah kering 158,6% dibandingkan dengan pemupukan



anorganik dengan metode SRI ( $6,818 \text{ g} \pm 2,11$ ). Hal ini diduga karena adanya interaksi positif antara pupuk hayati dan nutrisi dari pupuk anorganik dan organik sehingga mampu meningkatkan hasil tanaman lebih baik dari penggunaan pupuk anorganik saja. Penggunaan pupuk hayati dapat membantu ketersediaan unsur hara, terutama unsur hara makro melalui peningkatan aktivitas biologi mikroba yang akhirnya dapat berinteraksi dengan sifat fisik dan kimia tanah yang juga berperan dalam memperbaiki kondisi lingkungan tumbuh. Mikroorganisme tanah diketahui memiliki kemampuan untuk meningkatkan ketersediaan unsur hara melalui sekresi asam-asam organik yang dapat menambat nitrogen dan melarutkan fosfat yang diperoleh melalui pemupukan anorganik. Selain itu, eksudat akar yang mengandung triptophan digunakan oleh mikroorganisme tanah untuk memproduksi asam indolasetat (Dewan dan Rao, 1979 *cit.* Wedhastri, 2002) yang dikenal sebagai zat pengatur tumbuh pada tanaman. Kerjasama antara mikroba yang diinokulasikan, tanaman dan unsur hara dalam tanah sangat diperlukan dalam pertumbuhan tanaman untuk menghasilkan fotosintat berupa hasil tanaman dalam hal ini biji.

Penelitian di India mengungkapkan bahwa penggunaan inokulum jasad renik pelarut fosfat dan penambat nitrogen dapat meningkatkan hasil panen padi dan *chickpea* (*Cicer arietum*) secara nyata dan dapat memotong kebutuhan pupuk N anorganik sampai setengahnya dan mengganti kebutuhan pupuk P anorganik dengan batuan fosfat (Anon, 1990 *cit.* Notohadiprawiro, 1992). Ketersediaan P yang meningkat akibat penggunaan bahan organik mampu meningkatkan proses fiksasi nitrogen karena proses nodulasi dan fiksasi nitrogen memerlukan jumlah P yang tinggi. Fosfor sebagai unsur penting dalam proses metabolisme juga diperlukan untuk pembentukan bintil akar dan penambatan nitrogen (De Moody dan Pesek, 1966 *cit.* Rahaju, *et al.*, 1994). Adanya inokulasi BPF dan aktivitasnya dalam memproduksi asam-asam organik, enzim dan hormon tumbuh akan mampu meningkatkan pelarutan P tanah. Dengan ketersediaan P yang tinggi tersebut maka jumlah P

yang terlarut yang diperlukan untuk proses nodulasi dan fiksasi nitrogen akar akan semakin bertambah. Hal ini sangat berkaitan dengan komponen hasil tanaman, yaitu jumlah gabah isi, berat gabah basah dan berat gabah kering.

Berdasarkan hasil analisis berat 1000 biji secara nyata dipengaruhi oleh perlakuan pemupukan baik secara anorganik, organik maupun dengan penambahan pupuk hayati dibandingkan dengan tanpa pemupukan sama sekali (perlakuan kontrol). Hal ini dikarenakan pada perlakuan kontrol terjadi cekaman air pada saat pembentukan malai sehingga menghambat terjadinya anthesis dan pematangan, mengurangi laju pertumbuhan dan serapan nitrogen dan akhirnya berpengaruh pada hasil panen (Yambao dan Ingram, 1988; Castillo *et al.*, 1992 *cit.* Srivastava *et al.*, 2009). Nutrisi yang kurang juga sangat berpengaruh terhadap perlakuan kontrol. Dalam kondisi tercekam baik air maupun nutrisi mengakibatkan proses fotosintesis dan metabolisme tanaman terganggu sehingga baik dalam hal pertumbuhan dan hasil tanaman akan menjadi terhambat. Namun kondisi yang demikian cenderung lebih baik dibandingkan tanaman yang diberi perlakuan lain karena tanaman kontrol walaupun pertumbuhan dan hasilnya lebih sedikit namun memiliki ketahanan terhadap serangan hama dan penyakit.

Perlakuan pemupukan menunjukkan rata-rata berat 1000 biji tertinggi diperoleh melalui perlakuan kombinasi pupuk anorganik 50% dari dosis rekomendasi dan pupuk organik berupa kompos kandang sapi 900 g/ 10 kg tanah ( $23,67 \text{ g} \pm 0,577$ ) menyusul perlakuan kombinasi pupuk anorganik dosis rekomendasi dan kompos kandang sapi 450 g/ 10 kg tanah ( $23 \text{ g} \pm 0,00$ ). Hal ini dikarenakan peningkatan dosis bahan organik berupa kandang sapi yang diberikan pada saat awal penanaman menjadikan tanah memiliki keragaman jumlah dan aktivitas mikroba. Aktivitas mikroba dalam tanah mampu melepaskan P secara kimiawi melalui khelasi dan secara biologis dengan katalisator enzim fosfatase. Pemberian bahan organik merupakan suatu tindakan memperbaiki lingkungan tumbuh di antaranya adalah meningkatkan efisiensi pemupukan, terutama P. Selama proses dekomposisi bahan organik

dan metabolisme mikroba melepaskan anion-anion organik yang berperan sebagai agen khelasi Al dan Fe sehingga tidak mengikat fosfat (Stevenson, 1982 *cit.* Minardi, 2002) yang pada akhirnya menjadi tersedia bagi tanaman. Unsur P memiliki peran dalam pembentukan biji, mempercepat pembentukan bunga serta pemasakan buah dan biji, meningkatkan rendemen dan komponen hasil panen tanaman biji-bijian. Selain dipicu oleh bahan organik, aktivitas mikroba tanah juga dipengaruhi oleh penambahan pupuk hayati dimana perlakuan dengan penambahan BPN, BPF dan Bakteri Pengoksidasi Fe diperoleh rerata hasil yang tertinggi di hampir seluruh variabel hasil tanaman. Semakin kompleksnya input pemupukan yang diberikan ke tanah maka akan semakin besar pula ketersediaan hara di dalam tanah. Mikroba yang diberikan melalui pupuk hayati memiliki kemampuan dalam merombak dan melarutkan bahan organik agar lebih mudah tersedia bagi tanaman.

Di dalam penelitian ini, waktu panen dilakukan lebih awal dari waktu seharusnya untuk mencegah serangan hama walang sangit (*Leptocorixa oratorius* L.) dan hama burung semakin meluas dan dapat merusak hasil panen. Hal ini berpengaruh terhadap pengisian biji sehingga biji padi yang dihasilkan kurang begitu baik dari segi kualitas dan kuantitasnya.

Terkait pula dengan penggunaan SRI, yaitu penggenangan macak-macak mampu menstimulir perkembangan akar yang dalam dan tebal, mampu mencengkeram tanah lebih luas sehingga kuat menahan kerebahan memungkinkan penyerapan air dan hara lebih efisien, terutama saat fase pengisian gabah (Kush, 1995 *cit.* Suardi, 2002). Penggenangan yang dilakukan macak-macak menyebabkan penyerapan hara oleh akar tanaman berlangsung dengan baik, terutama P yang berperan penting dalam pembentukan biji. Hasil tanaman yang tinggi dengan penggunaan SRI disebabkan oleh peningkatan komponen hasil seperti jumlah anakan (produktif) dan berat 1000 biji yang diperoleh melalui penanaman bibit muda (umur 10 hari setelah semai).

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

1. Pemupukan anorganik dosis rekomendasi (250 kg/ha Urea + 150 kg/ha SP36 + 100 kg/ha KCl) dengan metode SRI memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman dibandingkan pemupukan anorganik dosis rekomendasi dengan metode tradisional (penggenangan).
2. Penggunaan kombinasi pemupukan 125 kg/ha Urea + 37,5 kg/ha SP36 + 50 kg/ha KCl + 900 g kompos kandang sapi/ 10 kg tanah memberikan pengaruh paling baik dalam meningkatkan variabel pertumbuhan, yaitu tinggi tanaman (109,13 cm  $\pm$  8,958), jumlah anakan (22,33 buah  $\pm$  6,807), jumlah malai (16,33 buah  $\pm$  1,527) dan berat kering brangkasan (27,22 g  $\pm$  1,059) serta meningkatkan variabel hasil tanaman, yaitu jumlah gabah isi (867 butir  $\pm$  26,664), berat gabah basah (22,1 g  $\pm$  2,656) dan berat gabah kering (20,53 g  $\pm$  1,0365) serta berat 1000 biji (23,67 g  $\pm$  0,577). Persentase kenaikan pertumbuhan melalui berat kering tanaman adalah sebesar 66,3% dari pemupukan anorganik dosis rekomendasi dengan metode SRI (16,37 g) dan peningkatan terhadap hasil melalui berat gabah kering sebesar 201,1% dari pemupukan anorganik dosis rekomendasi dengan metode SRI (6,818 g).
3. Penambahan pupuk hayati pada kombinasi pemupukan anorganik dan organik, yaitu perlakuan 125 kg/ha Urea + 37,5 kg/ha SP36 + 50 kg/ha KCl + 75 kg/ha *Rock Phosphate* + 450 g kompos jerami/10 kg tanah + mikoriza + Bakteri Penambat Nitrogen (BPN) + Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) + Bakteri Pengoksidasi Fe, mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan menghasilkan berat kering tanaman 31,5% dari pemupukan anorganik metode SRI (16,37 g) dan menghasilkan berat gabah kering 158,6% dari pemupukan anorganik metode SRI (6,818 g).

## B. Saran

Pupuk anorganik bisa dikombinasikan dengan pupuk organik sebagai upaya efisiensi pemupukan karena bahan organik berfungsi memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah yang pada akhirnya meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Demikian pula halnya dengan penambahan pupuk hayati yang membantu meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Selain itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai aplikasi berbagai imbang pupuk anorganik, organik dan hayati pada budidaya padi dengan *System of Rice Intensification* (SRI) di lingkungan yang lebih luas (lapangan) mengingat penelitian ini dilakukan di lingkungan yang terkontrol (di Rumah Kaca). Selanjutnya, penelitian mengenai aplikasi berbagai imbang pupuk anorganik, organik dan hayati perlu dilakukan secara kontinyu untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi.