

**SINERGI PENGGUNAAN PUPUK ORGANIK DAN  
SISTEM PENGAIRAN UNTUK PENANGGULANGAN KERACUNAN  
BESI DAN PERBAIKAN PERTUMBUHAN PADI  
PADA LAHAN SAWAH ULTISOLS MOROWALI**

**Siti Mariam dan Syafruddin**

Universitas Padjajaran  
Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tengah

**ABSTRACT**

**The Synergy Of Organic Fertilizer Application and Water Management To Present Iron Toxicity and To Improve The Growth Rice In Lowland Area Ultisols Morowali.** To Increasing product and productivity for marginal wetland, especially wetland to iron toxicity as one of the strategic program in the sufficient rice and new resource national growing rice product. The objective of this study was determine organic matter and irrigation systems on the iron toxicity, nutrient available and uptake and plant growing of wetland acidity soil. The research was conducted in green house, Agriculture Faculty Padjadjaran University to started identification area and soil sampling and analysis chemistry and physics character. Randomized block design factorial pattern. As major factor with three level of irrigation systems and the second factor organic fertilizers four level. The results showed Ultisols and low fertile as P, K nutrient, and low organic matter, combinations with organic fertilizers and irrigations system can be improve plant growth and decrease iron soluble so that iron not uptake. Effect organic fertilizer and irrigations management different response and nutrient available. Nitrogen available to influence irrigations system, and available P and K to influence organic fertilizer applied. The level iron toxicity very different for continue stagnand irrigations.

**Key Word:** *Irrigation, organic fertilizer, iron toxicity and plant growth.*

**ABSTRAK**

Peningkatan produksi dan produktivitas lahan sawah marginal terutama lahan sawah yang mengalami keracunan besi termasuk salah satu program strategis dalam pemenuhan kebutuhan beras dan dapat menjadi sumber pertumbuhan baru produksi beras nasional. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penggunaan pupuk organik dan sistem pengairan terhadap tingkat keracunan besi, ketersediaan dan serapan hara serta pertumbuhan tanaman pada lahan sawah yang berasal dari tanah masam. Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Unpad yang diawali dengan karakteristik lokasi dan pengambilan contoh tanah dilanjutkan dengan analisis sifat fisik dan kimia tanah. Rancangan yang digunakan adalah rancangan faktorial dua faktor, sebagai faktor pertama

adalah sistem pengairan yang terdiri dari 3 sistem pengairan dan faktor kedua takaran pupuk organik yang terdiri dari 4 taraf. Hasil penelitian menunjukkan tanah lokasi penelitian tergolong jenis tanah ultisols dan kurang subur dengan faktor pembatas utama kelarutan besi yang tinggi, kadar hara P, K dan bahan organik yang rendah, kombinasi penggunaan pupuk organik dan sistem pengairan dapat memperbaiki komponen pertumbuhan tanaman dan menekan kelarutan besi secara nyata sehingga tidak diserap oleh tanaman. Pengaruh pemberian pupuk organik dan pengaturan pengairan memberikan respon berbeda satu dengan yang lainnya terhadap ketersediaan hara. Ketersediaan nitrogen dipengaruhi oleh sistem pengairan, sedangkan ketersediaan P dan K dipengaruhi oleh pemberian pupuk organik. Tingkat keracunan besi pada tanaman sangat nyata pada perlakuan pengairan secara terus menerus.

**Kata Kunci:** Pengairan, pupuk organik, keracunan besi, pertumbuhan tanaman.

## PENDAHULUAN

Di Indonesia, keracunan besi pada tanah sawah ditemukan di beberapa sentra padi seperti Jawa Barat, Jawa Timur, Lampung, Sumatra Selatan, Bengkulu, Riau, Jambi, Sumatra Barat, Kalimantan Barat, Kalimantan Timur, Kalimantan Selatan, Sulawesi Tenggara dan Sulawesi Tengah dengan luasan sekitar 1.000.000 ha (Ismunadji 1990; Andiantoro dan Slamet 1991; Yusuf 1992; Puslittanak 1993; Yuyun 1993). Luasan ini belum termasuk lahan sawah yang dicitak pada periode 1995 sampai 2007 yang diperkirakan berasal dari tanah masam (ordo Inceptisols dan Ultisols) yang juga berpotensi tanaman keracunan besi. Di Sulawesi Tengah, lahan sawah yang berasal dari tanah masam yang termasuk ordo Inceptisol dan Ultisol produktivitasnya sangat rendah yaitu di Kabupaten Morowali mencapai 2,5–2,9 t/ha sementara di Kabupaten Poso mencapai 3,6 t/ha (BPS Kabupaten Poso 2005; BPS Kabupaten Morowali 2005). Salah satu penyebab rendahnya hasil yang dicapai di dua Kabupaten diduga keracunan besi (Andiantoro dan Slamet 1991; Saidah *et al.* 1998). Hasil ini jauh lebih rendah dibandingkan dengan produktivitas rata-rata nasional yang telah mencapai 4,43 t/ha (BPS 2007). Di lain pihak, untuk berswasembada beras nasional rata-rata produktivitas padi sawah dengan luas panen berkisar 11–12 juta ha per tahun seharusnya mencapai 6–8 t/ha (Simarmata 2007). Hal ini menjadi tantangan sekaligus peluang untuk dikembangkan pada lahan sawah yang berpotensi keracunan besi dalam upaya penyangga pangan terutama beras jika dikelola dengan baik dengan cara meningkatkan produktivitas.

Rendahnya produktivitas lahan sawah masam disebabkan oleh reaksi tanah masam, kandungan hara N, P, K, Ca dan Mg yang rendah, KTK rendah dan tingginya kelarutan beberapa hara mikro terutama besi hingga dapat meracuni tanaman (Adiningsih 1992; Tan 1982; Suharta dan Sukardi 1994). Tanah dengan tingkat kemasaman tinggi (pH rendah) pertumbuhan tanaman kurang baik, bahkan pada kondisi tertentu tanaman tidak dapat di panen. Sturz *et al.* (2000) mengemukakan bahwa tanaman padi yang terkena keracunan besi dapat menurunkan produksi hingga 90%. Keracunan besi sering muncul pada lahan sawah bukaan baru,

terutama pada tanah masam dan lahan rawa. Untuk mengatasi hal tersebut di atas, perlu dilakukan perbaikan secara total melalui pengelolaan secara terencana, terpadu dan terintegrasi antara kekuatan biologis, fisik, dan kimia tanah.

Penggunaan pupuk organik dan pengendalian tata udara tanah agar berada pada kondisi aerob, diharapkan mampu memacu pertumbuhan sistem perakaran tanaman padi dan meningkatkan keanekaragaman hayati biota tanah. Pengaturan pengairan dan penggunaan pupuk organik pada lahan sawah tidak hanya dapat meningkatkan hasil panen dan serapan P tanaman padi, akan tetapi juga meningkatkan mineralisasi hara seperti P organik menjadi P anorganik dalam tanah sehingga lebih tersedia bagi tanaman dan aktivitas mikrobia tanah (Yang *et al.* 2006). Pemberian bahan organik tidak hanya memperbaiki kesuburan tanah akan tetapi menciptakan kondisi yang baik untuk pertumbuhan mikrobia tanah melalui penyediaan bahan makanan dan sumber energi bagi mikrobia tanah serta dapat menekan tingkat keracunan besi (Burbey dan Yusril 1989; Barbey *et al.* 1991). Selain itu, pupuk organik juga merupakan sumber hara bagi tanaman yang lengkap dan melepaskan hara secara lambat (*slow release*), sehingga ketersediaannya sesuai dengan fase pertumbuhan tanaman (Sutanto 1999). Meskipun dalam kenyataannya bahwa penggunaan pupuk organik secara tunggal belum dapat memenuhi kebutuhan hara bagi tanaman terutama varietas unggul yang membutuhkan hara dalam jumlah besar sehingga perlu dilakukan pemberian secara terpadu antara pupuk kimia dan pupuk organik selain dapat menciptakan kondisi lingkungan yang sesuai untuk perkembangan akar tanaman dan biota tanah.

Penelitian untuk mengatasi persoalan keracunan besi, telah banyak dilakukan sejak beberapa puluh tahun yang lalu, namun masih pada penggunaan varietas toleran, penggunaan pupuk kimia maupun organik. Hasil penelitian pemupukan NPK dan Zn dan penggunaan varietas padi sawah yang mengalami keracunan besi di daerah Tamambogo Lampung secara nyata dapat meningkatkan produksi (Ismunadji dan Ardjasa 1989). Begitupula dengan penelitian pemupukan dan ameliorasi menggunakan kapur dan pupuk kandang sebanyak 5 t/ha di daerah Bangkinan Riau dapat meningkatkan hasil dari 2,7 t/ha menjadi 5,2 t/ha (Jalid dan Hirwan 1987; Burbey dan Yusril 1989).

Penelitian pengaturan pengairan dengan menciptakan kondisi aerob (macak-macak) secara terus menerus sepanjang pertumbuhan tanaman belum banyak dilakukan pada lahan sawah keracunan besi. Penciptaan kondisi aerob (macak-macak) dapat menekan kelarutan besi, memperbaiki sistem perakaran dan pertumbuhan tanaman, sehingga diharapkan usaha tani padi dapat berkelanjutan pada lahan sawah yang mengalami keracunan besi (Yusuf 1992; Simarmata dan Yuyun 2008).

Penelitian penggunaan pupuk kimia untuk mengatasi keracunan besi membutuhkan biaya sangat besar sehingga tidak dapat diterapkan oleh petani. Yuyun (1993), melaporkan bahwa takaran pupuk K optimal pada Inceptisols

daerah Jawa Barat yang mengalami keracunan besi adalah 150 K<sub>2</sub>O/ha atau setara 250 kg/ha KCl. Saat ini harga pupuk KCl Rp.9000/kg, maka biaya pemupukan dalam 1 ha/musim tanam sebesar Rp.2.250.000, belum termasuk biaya pupuk P dan N. Yusuf (1992) melaporkan bahwa pengurangan pengairan pada sawah tanah Ultisols dapat menekan kelarutan besi dari 1123 mg/kg menjadi 138 mg/kg. Kegiatan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh kombinasi antara penggunaan pupuk organik, NPK dengan pengaturan pengairan terhadap perbaikan kesuburan tanah dan peningkatan aktivitas mikrobia tanah serta terjadinya pengurangan tingkat kelarutan besi hingga tarap tidak meracunkan bagi tanaman padi di lahan sawah yang berasal dari tanah masam. Dalam penelitian ini dikaji pengaruh pemberian bahan organik dan pengaturan sistem pengairan terhadap pertumbuhan tanaman, ketersediaan hara dan kelarutan besi (Fe) dalam tanah. Dengan adanya perbaikan kondisi tersebut di atas, maka lahan sawah yang sering mengalami keracunan besi dapat menjadi sumber pertumbuhan baru dan penyangga pangan ke depan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan pupuk organik dan sistem pengairan terhadap tingkat kelarutan besi, ketersediaan dan serapan hara serta pertumbuhan tanaman pada lahan sawah yang berasal dari tanah Ultisols Morowali.

#### **BAHAN DAN METODE**

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran Bandung. Tahapan kegiatan penelitian terdiri atas (1) identifikasi lokasi untuk mengetahui klasifikasi tanah di lapangan disertai dengan pengambilan sampel tanah (2) analisis sifat fisik dan kimia tanah, dilakukan di Laboratorium Kesuburan dan Nutrisi tanaman Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran dan Laboratorium kimia tanah Balai Penelitian Tanah Bogor dan (3) penelitian rumah kaca. Bahan dan alat yang digunakan terdiri atas: tanah hasil identifikasi (klasifikasi tanah) yang dihasilkan di lapangan berasal dari Desa One Pute Jaya Kecamatan Bungku Tengah, Kabupaten Morowali Sulawesi Tengah yang menunjukkan adanya gejala keracunan besi. Benih padi yang digunakan adalah benih padi yang tidak tahan terhadap keracunan besi (varietas Cigeulis) dengan daya kecambah 95%, Pupuk organik yang digunakan dengan kriteria C/N kurang dari 20, Pupuk N berasal dari pupuk urea, pupuk P berasal dari pupuk SP36 dan K berasal dari pupuk KCl dan ember plastik dengan volume 10 kg dan diisi dengan tanah kering udara seberat 7 kg/pot. Percobaan dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Faktorial 2 faktor.

Faktor pertama adalah sistem pengairan, yaitu:

1.  $t_1$  : tergenang sedalam 5 cm selama pertumbuhan tanaman
2.  $t_2$  : tergenang secara bergantian dengan pengeringan berselang 5 hari tergenang dan 2 hari kering
3.  $t_3$  : tidak tergenang (macak-macak) selama pertumbuhan tanaman.

Faktor kedua adalah takaran pupuk organik yang dibuat dari jerami padi, yaitu:

1.  $p_0$  : 0 t/ha setara 0 kg/pot
2.  $p_1$  : 2,5 t/ha setara 9,7 g/pot
3.  $p_2$  : 5,0 t/ha setara 19,4 g/pot
4.  $p_3$  : 7,5 t/ha setara 29,1 g/pot

Contoh tanah dikeringudarkan lalu diayak dan disaring dengan saringan berdiameter 2 mm. Setiap pot di isi tanah sebanyak 7 kg tanah berat kering udara dari hasil penyaringan dan di isi oleh air hingga jenuh, kemudian dilakukan pengadukan hingga tanah melumpur lalu diinkubasi selama 7 hari sampai penanaman. Masing-masing perlakuan diberi pupuk anorganik (NPK) sebagai pupuk dasar. Seluruh pupuk P dan K diberikan waktu tanam, sedang pupuk N diberikan  $\frac{1}{2}$  takaran pada saat tanam. Takaran pupuk N, P dan K yang digunakan mengacu pada Permentan No 40, TH 2007 (rekomenadasi untuk Kecamatan Bungku Tengah urea 250 kg/ha, SP36 75 kg/ha dan KCl 100 kg/ha). Pemupukan N susulan dilakukan pada saat tanaman berumur 21 hari. Benih padi disemaikan terlebih dahulu selama 10 hari kemudian dipindahkan ke pot. Panen pupus untuk analisis kandungan haranya (NPK dan Fe) dalam jaringan tanaman dilakukan pada saat tanaman berumur 50 hari setelah tanam.

Variabel yang diamati dalam percobaan rumah kaca ini terdiri atas:

- a. Analisis sifat fisik dan kimia tanah awal
- b. Ketersediaan hara tanah dan serapan (N, P, K, dan Fe).
- c. Komponen pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman, jumlah anakan
- d. maksimum, bobot kering berangkasan dan bobot kering akar
- e. Persentasi keracunan besi terhadap tanaman

Analisis data dilakukan dengan menggunakan uji anova dan dilanjutkan dengan uji berganda Duncan pada taraf nyata 5% bila terjadi perbedaan respon (Gomez and Gomez 1995).

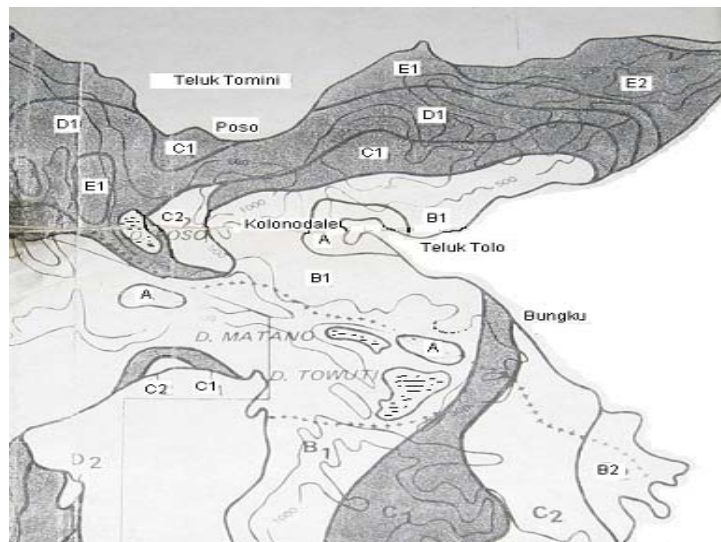
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Karakteristik wilayah

#### Curah hujan

Data curah hujan diperoleh dari 9 stasiun hujan di daerah penelitian disajikan pada Tabel 1. Curah hujan bulanan tertinggi sebesar 436 mm terjadi pada bulan Januari dan terendah sebesar 21 mm di Bulan Oktober di Bungku. Musim hujan umumnya terjadi antara Desember sampai Mei, sedangkan musim kemarau antara Juni sampai Oktober. Bulan basah ( $\geq 200$  mm) bervariasi dari 2 bulan di Tentena, sampai 11 bulan dengan bulan kering ( $< 100$  mm) antara 0–3 bulan di BPP Kecamatan Bungku Tengah 2010. Hasil pendugaan evapotranspirasi menurut

Penman, menunjukkan besarnya evapotranspirasi rata-rata bulanan antara 3,7–4,9 mm/hr. Dilihat dari segi persyaratan umum pertumbuhan tanaman, keadaan suhu udara, kelembaban dan radiasi matahari tersebut tergolong dalam kisaran yang sesuai untuk kebanyakan tanaman, baik untuk tanaman pangan, hortikultura, maupun tanaman perkebunan. Menurut pembagian zone agroklimat Oldeman *et al.* (1977), wilayah Kabupaten Morowali termasuk zone A, B1, dan B2 yang tergolong beriklim basah, dan zone C1 dan C2 yang tergolong cukup basah. Lokasi pengambilan contoh tanah termasuk zone B2 dengan jumlah basah 7–9 bulan dan bulan kering <3 bulan, sedangkan zone C1 dan C2 dengan bulan basah 5–6 bulan dan bulan kering 3 bulan terdapat di wilayah utara dan barat, sebagian di wilayah selatan Gambar 1.



**Gambar 1 .** Peta Agroklimat Kabupaten Morowali Lokasi Penelitian

#### **Suhu, kelembaban udara dan radiasi matahari**

Suhu udara rata-rata tahunan dari Bandara Kasiguncu Poso sebesar 26,8 °C, sedangkan rata-rata bulanan antara 26,5 (Desember) sampai 27,4 °C (Mei dan Oktober). Kelembaban udara relatif antara 76–80%, dan radiasi matahari berkisar antara 80% (September) sampai 87% (Januari, Februari) dengan rata-rata tahunan 85%. Kecepatan angin rata-rata bulanan antara 1,7 sampai 2,8 m/dt, radiasi matahari rata-rata bulanan 4,7 sampai 6,7 jam/hr (Stasiun Bandara Kasiguncu 2009).

#### **Tanah**

Tanah di Kecamatan Bungku Tengah cukup bervariasi. Berdasarkan jenis tanah yang terdapat dalam petah tanah jenis tanah di Kecamatan Bungku Tengah

terdiri atas: tanah Entisols, Inceptisols, Alfisol, Mollisol, Oxisols, dan Ultisols (Bappeda Kab. Marowali 2006). Berdasarkan hasil pengamatan profil tanah dan hasil analisis sifat fisik dan kimia, maka tanah di lokasi pengambilan contoh tanah dikelompokkan kedalam ordo Ultisols dengan ciri: tanah-tanah yang telah mengalami perkembangan profil lanjut, dicirikan oleh terbentuknya horizon argilik dan kejenuhan basa rendah (<35%). Tanah terbentuk dari batuan sedimen (batuliat dan batupasir) dan batuan ultrabasis pada dataran tektonik, perbukitan tektonik, dan intrusi vulkan, dengan kemiringan lereng <25%. Tanah mempunyai kedalaman efektif dalam, drainase baik, tekstur halus sampai agak halus, struktur gumpal bersudut, konsistensi teguh, lekat dan plastis. Reaksi tanah masam sampai sangat masam, kadar bahan organik rendah, basa-basa dapat ditukar rendah, KTK tanah dan kejenuhan basa rendah. Tanah ini terdiri atas Grup Haplaquults yang setara dengan Podsolik.

Hasil analisis sifat fisik dan kimia tanah terlihat bahwa tekstur tanah tergolong liat dengan pH H<sub>2</sub>O dan KCl masing-masing 5,1 dan 4,8 masuk kategori masam. Kadar C-organik 1,89 rendah, N-total 0,23% sedang, P-total (HCl 25 %) 11 me/100 g tanah, K-total 8 me/100 g tanah, P-tersedia (Bray I) 2, 4 ppm masing-masing sangat rendah dan K morgan 57 ppm rendah, K-dd 0,11 me/100 g tanah, Ca-dd 1,79 me/100 g tanah, Mg-dd 1,80 me/100 g tanah dengan KTK me/100 g tanah 11,52 rendah dan besi total 32.637 ppm dan besi terlarut 0,89% sangat tinggi. Berdasarkan data tersebut di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa tanah lokasi pengambilan contoh tanah tergolong kurang subur. Kendala utama usaha tani di lokasi tersebut adalah kadar hara K dan P serta KTK yang sangat rendah dengan kadar besi (Fe) tinggi, sehingga memerlukan pengelolaan yang terintegrasi terutama penambahan hara dan pengelolaan bahan organik tanah. Pengelolaan bahan organik diharapkan dapat meningkatkan ketersediaan hara dan sekaligus memperbaiki kondisi fisik lahan.

## **2. Pertumbuhan tanaman**

Hasil analisis sidik ragam terhadap pengamatan pertumbuhan tanaman memperlihatkan pengaruh interaksi antara penggunaan pupuk organik dengan sistem pengairan pada komponen pengamatan tinggi tanaman, jumlah anakan dan bobot pupus tanaman Tabel 1. Hasil terbaik diperoleh pada interaksi antara sistem pengairan secara macak-macak dengan perlakuan pemberian pupuk organik sebanyak 5 t/ha (t3p3) terhadap semua pengamatan komponen pertumbuhan tanaman Tabel 1.

Dari Tabel 1, terlihat bahwa peningkatan takaran pupuk organik yang terbuat dari jerami padi hingga 7,5 t/ha tidak lagi meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hasil ini menggambarkan bahwa dengan kombinasi penggunaan pupuk organik sebanyak 5 t/ha dengan pengaturan kondisi macak-macak pada lahan sawah masam sudah dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman. Pengamatan terhadap serangan hama dan penyakit terlihat bahwa pada penelitian ini tidak ada serangan hama dan penyakit. Sedangkan gejala kekurangan hara bagi tanaman terlihat pada P, N, dan keracunan besi.

**Tabel 1.** Pengaruh sistem irigasi dan pemberian pupuk organik terhadap komponen pertumbuhan tanaman penelitian rumah kaca

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)			
	p1	p2	p3	p4
t1	45,33 b	49,00 ab	47,44 b	53,67 a
	A	B	B	B
t2	49,67 b	54,67 b	60,33 a	53,67 b
	A	AB	A	B
t3	48,33 c	56,00 b	63,67 a	60,33 a
	A	A	A	A
CV (%)	11,58			
Perlakuan	Jumlah anakan (batang/pot)			
	p1	p2	p3	p4
t1	12,67 b	19,00 a	20,67 a	22,00 a
	B	B	C	C
t2	17,00 b	28,33 a	29,00 a	32,67 a
	B	A	B	B
t3	27,00 b	31,67 b	45,67 a	40,67 a
	A	A	A	A
CV (%)	18,98			
Perlakuan	Bobot tanaman (g/pot)			
	p1	p2	p3	p4
t1	6,73 b	8,17 a	8,13 a	6,87 b
	B	C	C	B
t2	8,40 b	11,57 b	14,47 a	14,37 a
	B	B	B	A
t3	10,53 b	18,93 a	20,33 a	16,73 a
	A	A	A	A
CV (%)	16,05			
Perlakuan	Bobot akar			
	p1	p2	p3	p4
t1	1,10 b	1,19 b	2,12 ab	3,70 b
	B	B	C	B
t2	2,34 b	3,58 b	6,41 c	6,52 c
	A	AB	B	AB
t3	1,14 c	9,09 b	12, a	10,24 ab
	A	A	A	A
CV (%)	31,01			

Ket : Nilai yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf 5 %.  
: Huruf besar dibaca arah horisontal membandingkan antara sistem pengairan yang sama, huruf kecil dibaca vertikal membandingkan antar pemupukan yang sama.

### **3. Kandungan hara tanaman**

Pengaruh interaksi antara sistem irigasi dengan pemberian pupuk terhadap serapan hara tidak nyata, akan tetapi yang berpengaruh terhadap serapan hara N, P, K dan Fe adalah takaran pupuk dan sistem pengairan secara mandiri Tabel 2. Tingkat serapan N, P dan K tanaman belum mencapai tingkat kecukupan untuk pertumbuhan maksimal tanaman padi sedangkan serapan Fe masih berada di atas ambang meracuni tanaman.

#### **Kandungan N tanaman**

Analisis sidik ragam, kandungan N tanaman hanya dipengaruhi oleh perlakuan pemberian pupuk sedangkan sistem irigasi tidak berpengaruh. Kandungan N tanaman terbaik diperoleh pada perlakuan pemberian pupuk organik hingga takaran 7,5 t/ha, namun tidak berbeda dengan pemberian pupuk organik sebanyak 5 t/ha Tabel 2.

#### **Kandungan P tanaman**

Hasil analisis kandungan P tanaman berbeda dengan kandungan N tanaman. Kandungan P dipengaruhi oleh perlakuan pengairan dan pemupukan secara mandiri. Hasil terbaik diperoleh pada perlakuan pengairan secara macak-macak dan pemberian pupuk organik sebanyak 5 t/ha Tabel 2. Hal ini disebabkan oleh terjadinya peningkatan ketersediaan P oleh pupuk organik dan adanya pelepasan P dari tanah akibat terjadinya reduksi besi feri ( $Fe^{3+}$ ) menjadi besi fero ( $Fe^{2+}$ ) sehingga melepaskan P yang terikat oleh besi dan peningkatan pH tanah. Selain itu, proses dekomposisi dan mineralisasi pupuk organik lebih cepat pada kondisi aerob dibanding dengan kondisi anaerob karena tersedia oksigen bagi aktivitas mikrobia tanah sehingga aktivitasnya meningkat dan mempercepat proses dekomposisi dan mineralisasi dalam tanah.

#### **Kandungan K tanaman**

Hasil analisis sidik ragam memperlihatkan kandungan kalium (K) tanaman hanya dipengaruhi oleh sistem pengairan sedangkan pemberian pupuk organik tidak berpengaruh. Serapan kalium (K) tanaman meningkat dari sistem pengairan secara terus menerus, pengairan berselang lalu pengairan secara macak-macak Tabel 2. Tingginya kandungan kalium tanaman pada pengairan macak-macak diduga sebagai akibat peningkatan dekomposisi dan mineralisasi pupuk organik sehingga meningkatkan kelarutan dan ketersediaan K dalam tanah. Hasil ini sama dengan yang dilaporkan oleh (Nursyamsi *et al.* 2002) bahwa pemberian bahan organik berasal dari jerami padi dan pengaturan pengairan pada tanah sawah jenis Ultisol di daerah Tatakarya dapat meningkatkan ketersediaan K pada kondisi pengairan berselang. Pengaruh peningkatan takaran pupuk organik terhadap kandungan K tanaman tidak berbeda, namun ada kecenderungan bahwa makin tinggi jumlah pupuk organik yang diberikan menyebabkan makin tingginya serapan K tanaman Tabel 2.

### Kandungan Fe tanaman

Kandungan besi (Fe) masih berada pada kondisi sangat tinggi dan melebihi aras kritis kandungan besi tanaman padi yaitu 300 bahkan ada tingkat serapan besi (Fe) sangat tinggi yaitu mencapai 1416 ppm Tabel 2. Perlakuan pengairan secara macak-macak menyebabkan penurunan serapan besi (Fe) dari 1416 ppm menjadi 371 ppm atau terjadi penurunan sekitar 81,02% dibanding dengan kondisi tergenang secara terus menerus dan pengairan berselang. Sedangkan pengaruh pemupukan hanya mampu menurunkan ketersediaan besi dari 890 ppm menjadi 633 atau terjadi penurunan sebesar 28,88%. Pada Tabel 2, terlihat bahwa pengaturan pengairan dan pemberian pupuk organik secara nyata menurunkan tingkat serapan besi, hal ini disebabkan oleh penurunan kelarutan besi akibat terciptanya kondisi aerob pada tanah sehingga tidak terlarut dan sebagian besi diikat oleh senyawa organik yang berasal dari dekomposisi pupuk organik.

**Tabel 2.** Pengaruh sistem irigasi dan pemberian pupuk organik terhadap serapan hara tanaman

Perlakuan	Serapan hara			
	Sistem Irigasi			
	N (%)	P (%)	K (%)	Fe (ppm)
t1	1,174 a	0,152 b	2,327 b	1416 c
t2	1,469 a	0,181 ab	2,509 b	791 b
t3	1,620 a	0,223 a	2,774 a	371 a
	Pemupukan			
p1	0,990 c	0,148 b	2,664 a	1210 c
p2	1,269 bc	0,169 ab	2,356 a	890 b
p3	1,679 ab	0,218 a	2,481 a	633 a
p4	1,752 a	0,205 a	2,466 a	704 b
CV (%)	32,04	27,40	8,65	39,47

### 4. Ketersediaan unsur hara

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan tidak terjadi interaksi yang nyata antara pemupukan dengan sistem pengairan terhadap ketersediaan hara N, P, K, dan Fe pada fase pertumbuhan anakan maksimum tanaman (50 hari setelah tanam). Secara keseluruhan tingkat ketersediaan hara (N,P, dan K) tanah masih berada pada kisaran sangat rendah hingga rendah, kecuali unsur besi (Fe) yang berada pada kondisi sangat tinggi, sehingga memungkinkan menyebabkan keracunan bagi tanaman padi Tabel 3.

#### Nitrogen (N) tersedia

Ketersediaan nitrogen (N) baik dalam bentuk  $\text{NH}_4^+$  maupun  $\text{NO}_3^-$  sangat dipengaruhi oleh sistem pengairan, sedangkan pemberian pupuk organik tidak berpengaruh Tabel 3. Pola pengaruh sistem pengairan terhadap kedua bentuk N dalam tanah ( $\text{NH}_4^+$ ) dan ( $\text{NO}_3^-$ ) tidak sama. Nitrogen (N) dalam bentuk  $\text{NH}_4^+$

memperlihatkan hasil terbaik pada perlakuan pengairan secara terus menerus sedangkan nitrogen dalam bentuk  $\text{NO}_3^-$  memberikan hasil terbaik pada perlakuan macak-macak secara terus menerus. Hal ini diduga disebabkan oleh mobilitas kedua bentuk N tanah sangat berbeda sebagai akibat adanya pergantian antara kondisi oksidatif dan reduktif. Pada Tabel 3 terlihat bahwa kadar N dalam bentuk  $\text{NH}_4^+$  lebih tinggi pada kondisi tergenang dibandingkan dengan pengairan macak-macak (tidak tergenang), sebaliknya kadar N dalam bentuk  $\text{NO}_3^-$  lebih tinggi pada kondisi macak-macak. Pada Tabel 3 juga terlihat bahwa kadar N tanah baik dalam bentuk  $\text{NH}_4^+$  maupun  $\text{NO}_3^-$  memperlihatkan hasil terendah pada sistem pengairan berselang. Hal ini diduga disebabkan oleh terjadinya kehilangan N dari  $\text{NH}_4^+$  menjadi  $\text{NO}_3^-$  dan dari  $\text{NO}_3^-$  menjadi gas N dan  $\text{N}_2\text{O}$  akibat adanya perubahan reduksi-oksidasi secara pergantian dan tersediannya sumber energi bagi mikrobia tanah yang berasal dari proses dekomposisi bahan organik yang diberikan menyebabkan tingginya aktivitas mikrobia tanah. Hasil ini menggambarkan bahwa kondisi tergenang N dalam bentuk  $\text{NH}_4^+$  lebih stabil dibandingkan dengan N dalam bentuk  $\text{NO}_3^-$  begitu pula sebaliknya. Pada kondisi aerob N dalam bentuk,  $\text{NO}_3^-$  mengalami proses denitrifikasi menjadi  $\text{N}_2$  gas (mungkin juga  $\text{N}_2\text{O}$ ) yang hilang dari tanah jika kondisi tanah berubah menjadi anaerob (reduktif). Pada tanaman padi sawah daerah tropika  $\text{NO}_3^-$  menghilang dalam beberapa hari setelah penggenangan, sebagian besar akibat denitrifikasi.

#### **Fosfor (P) tersedia**

Hasil analisis sidik ragam memperlihatkan bahwa ketersediaan fosfor (P) dalam tanah tidak berbeda secara nyata pada perlakuan pengairan meskipun ada kecenderungan ketersediaan P lebih tinggi pada penggenangan secara terus menerus dibanding dengan perlakuan pengairan secara macak-macak Tabel 3. Pengaruh pemberian pupuk organik terhadap ketersediaan P memberikan nilai yang berbeda. Hal ini diduga disebabkan kadar P tanah awal sangat rendah sehingga peningkatan takaran pupuk organik dan tidak diikuti oleh meningkatnya ketersediaan fosfor (P) tanah.

#### **Kalium (K) tersedia**

Ketersediaan kalium (K) memperlihatkan hasil yang berbeda dengan ketersediaan unsur lain seperti P dan N yaitu tidak memperlihatkan perbedaan secara statistik baik pada perlakuan pengairan maupun pemupukan Tabel 3. Meskipun demikian ketersediaan kalium (K) tanah cenderung meningkat pada pengairan secara macak-macak. Hal ini diduga akibat terjadinya proses dekomposisi dan mineralisasi pupuk organik yang diberikan pada kondisi aerob.

**Tabel 3.** Pengaruh kombinasi perlakuan sistem irigasi dengan pemberian pupuk terhadap ketersediaan hara N tanah

Perlakuan	Sistem Irigasi				
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (ppm)	NO <sub>3</sub> (ppm)	K (ppm)	P (ppm)	Fe (ppm)
t1	2,87 a	4,83 ab	17,82 a	4,83 a	221,2 a
t2	1,90 b	4,49 b	17,61 a	4,99 a	210,1 a
t3	2,26 ab	5,14 a	18,37 a	4,63 a	124,4 b
Pemupukan					
p1	2,61 a	5,15 a	18,04 a	4,84 b	145,7 b
p2	1,99 a	4,65 a	17,82 a	4,47 b	195,8 a
p3	2,25 a	4,91 a	18,03 a	4,95 a	218,6 a
p4	2,40 a	4,62 a	17,85 a	4,95 a	180,7 ab
CV (%)	35,42	13,24	12,67	12,51	27,35

Ket : Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

### Besi (Fe) tersedia

Ketersediaan besi (Fe) sangat dipengaruhi oleh sistem pengairan Tabel 3. Tingkat ketersediaan besi (Fe) dalam tanah sangat tinggi dan jauh melebihi batas kritis keracunan tanaman. Pengaruh pengairan terhadap ketersediaan besi disebabkan oleh terlarutnya besi yang terikat oleh oksida besi seperti (P-Fe) dan beberapa senyawa dalam tanah yang mengandung besi cukup tinggi.

### 5. Tingkat keracunan besi

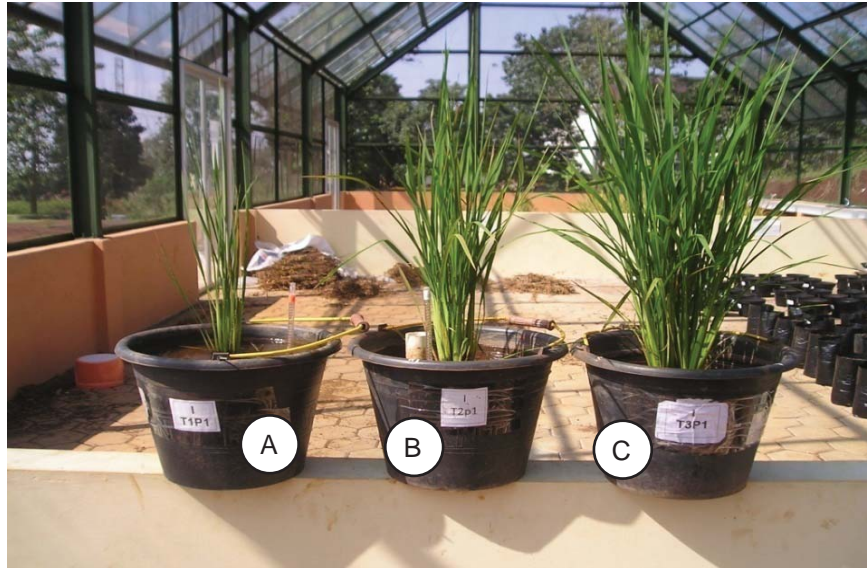
Pengamatan terhadap gejala keracunan besi terhadap tanaman memperlihatkan pengaruh interaksi antara penggunaan pupuk organik dengan sistem pengairan Tabel 4. Gejala keracunan mulai tampak pada umur tanaman 20 hari setelah tanam. Tingkat keracunan besi sangat nyata pada sistem penggenangan secara terus menerus yaitu terlihat pada seluruh bagian tanaman Tabel 4.

**Tabel 4.** Pengaruh kombinasi perlakuan pemupukan dan sistem pengairan terhadap tingkat keracunan besi tanaman.

Perlakuan	Tingkat Keracunan Besi (%)			
	p1	p2	p3	p4
t1	86,67 a A	83,33 a A	85,00 a A	75,00 b A
t2	83,33 a A	80,00 ab A	76,67 bc A	73,33 c A
t3	73,33 a B	56,67 b B	18,33 c B	16,67 c B
CV (%)	4,91			

Ket : Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

: Huruf besar dibaca arah horisontal membandingkan antara sistem pengairan yang sama, huruf kecil dibaca vertikal membandingkan antar pemupukan yang sama.



**Gambar 2.** Kenampakan tingkat keracunan besi pada umur tanaman 50 hari setelah tanam

Ket : GB 2 a Kenampakan tanaman pada perlakuan pengairan secara terus menerus  
 2 b Kenampakan tanaman pada perlakuan sistem intermitten  
 2 c Kenampakan tanaman pada sistem macak-macak secara terus menerus

Dari Tabel 4 tersebut diatas terlihat bahwa kenampakan gejala keracunan besi pada perlakuan penggenangan secara terus menerus sangat nyata dan mencapai 90% terlihat pada daun. Gambar 2a, Tampak bahwa perlakuan penggenangan secara terus menerus, memperlihatkan gejala keracunan besi pada seluruh bagian tanaman, sedangkan pada perlakuan sistem pengairan berselang gejala keracunan besi hanya bagian-bagian tertentu dari tanaman, berbeda dengan kondisi macak macak hanya tidak lagi memperlihatkan ada gejala keracunan besi.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

1. Tanah yang digunakan tergolong kurang subur dengan faktor penghambat utama keracunan besi dan kadar hara P dan K serta bahan organik yang rendah.
2. Perlakuan pengairan dan pemberian pupuk organik dapat menekan ketersediaan dan kelarutan besi hingga ambang batas tidak meracuni tanaman.
3. Ketersediaan hara tanah dan serapannya oleh tanaman padi dipengaruhi oleh sistem pengairan dan pemupukan secara mandiri.

4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan penggunaan varietas toleran pada kondisi macak-macak dengan dukungan penggunaan pupuk organik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih, S, 1992. Peranan Efisiensi Penggunaan pupuk untuk Melestarikan Swasembada Pangan. Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor
- Andiantoro, S. dan M. Slamet. 1991. Keragaan empat varietas padi di lahan sawah bermasalah keracunan besi yang dipupuk fosfor dan kalium. *Agrikam* (6):85–88
- Burbey dan Yusril, 1989. Pemupukan NPK, Kapur dan Hara Mikro Serta Bahan Organik Pada Sawah Keracunan Besi. Hasil Penelitian Balittan Sukarami.
- Burbey, Z. Hamzah, A. Tahir dan Z. Zaini, 1991. Penanggulangan Keracunan Besi Pada Padi Sawah. *Buletin Teknis*. Balittan Sukarami: 1–12
- BPS Kabupaten Poso, 2005. Kabupaten Poso Dalam Angka Sulawesi Tengah
- BPS Kabupaten Morowali, 2005. Kabupaten Morowali Dalam Angka Sulawesi Tengah
- BPS. 2007. Produksi Padi Tingkat Nasional. BPS Dalam Angka
- Ismunadji, M. 1990. Alleviating iron toxicity in lowland rice. *IARD Journal* (12).4:1990
- Jalid N dan Hirwan. 1987. Pengaruh Pemupukan NPK, Kapur Bahan Organik dan Hara Mikro Terhadap Padi Sawah Buakan Baru. Hasil Penelitian Balittan Sukarami.
- Saidah, Syafruddin, dan A. Ardjanhar. 1998. Uji Takaran ZA di Lahan sawah Keracunan Besi di Desa Korobono Kecamatan Pamona Selatan Poso. Hasil Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Biromaru *kerja sama* Dinas Pertanian Provinsi Sulawesi Tengah.
- Simarmata, T dan Yuyun Y. 2008. Terobosan Teknologi untuk meningkatkan produksi padi dengan sistem intensifikasi padi sawah aerob terkendali berbasis organik (IPAT-BO). Materi di Sampaikan Pada Pelatihan IPAT-BO Dinas Pertanian dan Kehutanan Kabupaten Bogor, 27–28 April 2008. 19 hal

- Simarmata, T. 2007. Berswasembada dan menjadi eksportir beras: Teknologi melipatgandakan produksi padi dengan sistem intensifikasi padi aerob terkendali berbasis organik (IPAT-BO) (Teknologi hemat air, bibit dan pupuk organik). Makalah disampaikan pada Seminar Peningkatan Produksi Padi *Kerja sama* Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran *dengan* Kementerian Riset dan Teknologi di Bandung. Tgl 21 Mei 2007.
- Suharta dan Sukardi. 1994. Potensi Sumberdaya Lahan Untuk Percetakan Sawah Irigasi di Lokasi PIADP Kalimantan dan Sulawesi. Risalah Hasil Penelitian Potensi Sumberdaya Lahan Untuk Pengembangan Sawah Irigasi di Kalimantan dan Sulawesi.
- Sutanto, R. 1999. Produk Mikrobial yang Mempengaruhi Pertumbuhan Tanaman. Kumpulan Makalah Jur. Tanah, Fak. Pertanian UGM
- Sturz, S., F. Asch, dan Mathias Becker. 2000. Field Validation of Quick Screening Methode for iron Toxicity in Lowland Rice. <http://www.Pitros.bonn.de>.
- Tan, K. H. 1982. Principles Of Soil Chemistry Edisi Terjemahan Goenadi. D.H, 1991 Gadjadara University Press. 296 hal
- Puslittanak. 1993. Survey dan Penelitian Tanah Merowi I. Kalimantan Barat. Laporan Hasil penelitian.
- Yang. C., L. Yang, dan L. Jianhua. 2006. Organic Phosphorus Fractions in Organically Amended Paddy Soils in Continuously and Intermittently Flooded Conditions. *J. Environ. Qual.* 35:1142–1150
- Yusuf, A. 1992. Pengaruh Redoks Potensial dan pH Terhadap Ketersediaan Fe, AL dan Mn pada Tanah Sawah Bukaan Baru Jenis Oxisol di Daerah Transmigrasi Sitiung Sumatra Barat. Disertasi Unpad 223 hal
- Yuyun. S. 1993. Pemupukan K dan Zn sebagai usaha penanggulangan keracunan besi pada padi sawah di lahan Vertisols Cianjur dan Inceptisols Purwakarta. Disertasi Universitas Padjadjaran.