

## **PENGARUH TINGGI GENANGAN AIR DAN PUPUK KANDANG AYAM TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L. kultivar Inpari-8)**

### **The Effect of Water Standing Height and Chicken Cage Fertilizer on The Growth of Rice Plants (*oryza sativa* L. Cultivar Inpari-8)**

**Adewidar Marano Pata'dungan<sup>1)</sup>, Yosep Soge Pata'dungan<sup>2)</sup>, Abd Rahman<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu

E-mail : [adewidarmarano50771@gmail.com](mailto:adewidarmarano50771@gmail.com)

<sup>2)</sup>Staf Dosen Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu E-mail : [yptadungan@yahoo.com](mailto:yptadungan@yahoo.com), E-mail : [mankuntad72@gmail.com](mailto:mankuntad72@gmail.com)

#### **ABSTRACT**

The research of the effect of water level and chicken manure on growth of paddy (*Oryza sativa* L. cul. Inpari-8) had been done on glass house on March to July 2011. The experiment used a Randomized Block Design method with separate plots with three replications. Soil water level, consisting of flooded with 15 cm of water height above soil surface and unflooded with 0 cm of water height above soil surface, was placed as the main plot and chicken manure, consisting of four levels of doses ( $t\ ha^{-1}$ ) namely 0, 10, 20, 30, was placed as sub-plots. The results showed that there is no significantly interaction effect of water levels and chicken manure both on plant height and on a number of tillers. The singel effects of water levels on plant height only siqnicant at nine weeks after planting and on a number of tillers siqnicant at seven and sixteen weeks after planting. The singel effects of chicken manure on plant height have siqnicant effect at seven and nine weeks after planting and on a number of tillers have siqnicant effect at three to sixteen weeks after planting. On the application of chicken manure, the higher the fertilizer dose the higher the plant height and the higher the number of tillers.

**Keywords:** Flooded, Water level, Chicken manure, Paddy

#### **ABSTRAK**

Penelitian pengaruh tinggi genangan air dan pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa* L. kultivar Inpari-8) telah dilakukan di rumah plastik dari bulan Maret sampai Juli 2011. Percobaan dirancang menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok pola Petak Terpisah dengan tiga kali ulangan. Tinggi genangan air tanah, yang terdiri atas tergenang dengan ketinggian air 15 cm di atas permukaan tanah dan tidak tergenang dengan ketinggian air 0 cm di atas permukaan tanah, ditempatkan sebagai petak utama dan pupuk kandang ayam, yang terdiri atas empat taraf dosis ( $t\ ha^{-1}$ ) yaitu 0, 10, 20, 30, ditempatkan sebagai anak petak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh nyata interaksi antara tinggi genangan air tanah dan pupuk kandang ayam. Pengaruh mandiri genangan air tanah terhadap tinggi tanaman hanya nyata pada minggu kesembilan setelah tanam dan terhadap jumlah anakan nyata pada minggu ketujuh dan keenam belas setelah tanam. Pengaruh mandiri pupuk kandang ayam terhadap tinggi tanaman nyata pada minggu ketujuh dan kesembilan setelah tanam dan terhadap jumlah anakan nyata pada minggu ketiga sampai keenam belas (anakan produktif) setelah tanam. Pada penggunaan pupuk kandang ayam, semakin tinggi dosis semakin tinggi tanaman, semakin tinggi jumlah anakan, dan semakin tinggi pula jumlah anakan produktif.

**Kata Kunci:** Tergenang, Tinggi air, Kotoran ayam, Padi.

## PENDAHULUAN

Luas lahan produktif dan produktivitas lahan adalah dua faktor yang seharusnya berjalan searah (sinergis) untuk meningkatkan produksi beras. Jika lahan luas dan produktivitasnya tinggi maka produksi beras juga tinggi. Akan tetapi, ternyata kedua faktor tersebut bergerak ke arah yang berlawanan (antagonis). Fakta menunjukkan bahwa lahan produktif mengalami penyusutan akibat alih fungsi menjadi areal non pertanian. Oleh karena itu, intensifikasi sebagai peningkatan produktivitas lahan menjadi pilihan utama untuk meningkatkan produksi beras.

Salah satu metode budidaya padi yang dapat meningkatkan hasil gabah hingga lebih dari 10 ton/ha, atau 50 % - 100% naik dari rata-rata hasil yang dicapai dengan sistem konvensional, adalah metode 'System of Rice Intensification' (SRI) yang dikembangkan oleh Laulanie pada tahun 1983 -1984 di Madagaskar (Mutakin, 2005). Dalam metode ini, kondisi tanah diubah dari metode konvensional tergenang (anaerob) menjadi kondisi tidak tergenang (aerob). Di Jawa Barat, percobaan dengan metode SRI yang menggunakan pupuk organik sebagai pupuk utama dapat meningkatkan produksi gabah hingga 10 ton ha<sup>-1</sup> (Simarmata dan Joy, 2010).

Perubahan pola tanam padi dari tergenang (anaerob) menjadi tidak tergenang (aerob) didukung oleh data bahwa padi ternyata bukan tanaman akuatik penuh tetapi tanaman semi-akuatik (Raobelison, 2000). Pada kondisi aerob, organisme terutama mikroorganisme di dalam tanah diberi peran yang optimal untuk mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman melalui perannya dalam transformasi hara di dalam tanah (Patádungan *et al*, 2009).

Simarmata dan Joy (2010) juga menyatakan bahwa padi yang tumbuh pada kondisi aerob ternyata sistem perakarannya berkembang lebih baik dan juga menghasilkan jumlah anakan produktif yang lebih tinggi (rata-rata 60-70 anakan

dibanding sistem konvensional dengan rata-rata 16-20 anakan).

Penerapan metode SRI dan penggunaan pupuk kandang ayam sebagai pupuk utama dianggap sebagai salah satu metode intensifikasi yang diharapkan dapat bersinergi untuk meningkatkan produktivitas lahan. Dalam penelitian ini, penetapan pupuk kandang ayam sebagai faktor perlakuan didasarkan pada potensi kandungan hara yang terdapat pada pupuk tersebut dan juga pupuk tersebut merupakan produk sampingan peternakan ayam yang cukup tersedia di Sulawesi Tengah dan belum banyak dimanfaatkan pada budidaya padi.

Perubahan pola tanam dan penggunaan pupuk kandang ayam diharapkan dapat mengakibatkan perubahan pada sifat kimia tanah sawah terutama dalam relasi antara hara dan tanaman padi. Produksi yang tinggi diharapkan dapat dicapai jika hara di dalam tanah yang diperlukan untuk pertumbuhan cukup tersedia. Ketersediaan hara di dalam tanah akan meningkat jika terdapat sumber hara, seperti pupuk kandang ayam, yang dapat ditransformasi menjadi hara-tersedia bagi tanaman.

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengamati pengaruh tinggi genangan air dan pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan tanaman padi kultivar Inpari-8.

Hasil penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengembangan pertanian khususnya pada budidaya tanaman padi yang menggunakan pupuk kandang ayam sebagai pupuk organik.

## METODE PENELITIAN

Penelitian telah dilaksanakan di rumah plastik, dari bulan Maret sampai Juli 2011. Tanah yang digunakan adalah tanah sawah, jenis Entisol, yang diambil dari Sidera. Padi yang dipakai adalah kultivar Inpari-8. Pupuk yang digunakan adalah pupuk kandang ayam.

**Rancangan Penelitian.** Pada penelitian ini, ada dua faktor perlakuan yang diuji. Faktor pertama adalah tinggi genangan air yang terdiri atas dua faktor yaitu tergenang dengan tinggi air 15 cm dari permukaan tanah dan tidak tergenang dengan tinggi air 0 cm dari permukaan tanah. Faktor kedua adalah pupuk kandang ayam dengan empat taraf dosis ( $\text{ton ha}^{-1}$ ) masing-masing 0, 10, 20, dan 30. Dengan dua faktor perlakuan tersebut maka percobaan ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola pengacakan terpisah Split Plot (Jones and Nachtsheim 2009). Dengan model rancangan tersebut maka tinggi air ditempatkan sebagai Petak Utama dan pupuk kandang ayam sebagai Anak Petak.

**Variabel Respon.** Variabel respon yang diamati pada penelitian ini adalah :

- a. sifat fisik dan kimia tanah sebelum percobaan dan N-total, pH, bahan organik tanah sesudah percobaan.
- b. komponen pertumbuhan tanaman yang terdiri atas tinggi tanaman dan jumlah anakan dan anakan produktif. Tinggi tanaman diamati pada minggu 1, 3, 5, 7, dan 9 sesudah tanam. Jumlah anakan diamati pada minggu 1, 3, 5, 7 sesudah tanam dan anakan produktif dihitung pada minggu 16 (saat panen).

**Rancangan Analisis.** Data pengamatan dianalisis dengan analisis varian (ANOVA) untuk mengetahui perbedaan di antara faktor perlakuan pada taraf nyata ( $\alpha$ ) 5%. Jika terdapat perbedaan nyata di antara faktor perlakuan maka dilanjutkan dengan uji Duncan (Duncan's Multiple Range Test) (Gomes and Gomes, 1984). Data dalam pembahasan disajikan sesuai sifat data yaitu diagram batang untuk data diskret (data jumlah anakan) dan diagram garis untuk data kontinu (data tinggi tanaman).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Entisol Desa Sidera

Hasil analisis sifat fisik tanah menunjukkan bahwa tanah tersebut

bertekstur pasir liat berlempung dimana kandungan pasirnya 60,90 %, debu 10,20 %, dan liat 28,90 %. Bulk density tanah tersebut adalah  $1,60 \text{ g/cm}^3$ . Beberapa sifat kimia yang dianalisis antara lain pH  $\text{H}_2\text{O}$  5,62 dan KCl 4,66; kandungan Al-dd 0,35 me/100 g, basa-basa dapat tukar tergolong rendah yaitu Ca (4,65 me/100 g), Mg (0,43 me/100 g), K (0,25 me/100 g), Na (0,17 me/100 g); nilai N-total tergolong rendah (0,16 %) dan C-organik juga rendah (1,02 %); nisbah C/N rendah; P-tersedia rendah (23,24 ppm); P-total (24,08 mg/100 g), K-total (29,41 mg/100 g) dan KTK (23,27 me/100 g) tergolong sedang.

Data kimia tanah tersebut di atas menunjukkan bahwa tanah yang digunakan pada penelitian ini memiliki tingkat kesuburan rendah. Oleh karena itu, pemberian pupuk organik perlu dilakukan untuk meningkatkan kesuburan tanah serta produktifitas tanaman. Bagi tanaman padi, Entisol mempunyai sifat fisik dan kimia yang kurang baik untuk pertumbuhan tanaman. Tanah ini umumnya bertekstur pasir sehingga struktur lepas, porositas besar dan permeabilitas cepat sehingga mudah kehilangan air dan unsur hara.

### Komposisi Kimia Pupuk Kandang Ayam.

Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kandungan hara dalam berbagai jenis sumber bahan organik seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Pada Tabel 1 di atas terlihat bahwa nilai C/N pupuk kandang ayam yang digunakan tergolong rendah yaitu sebesar 11,10. Nilai rasio C/N tersebut mengindikasikan bahwa proses dekomposisi dari bahan tersebut berlangsung cepat. Menurut Pairunanet *al.*, (1985), bahwa bahan organik yang mempunyai nisbah C/N rendah cenderung dirombak lebih cepat dibandingkan dengan bahan organik yang memiliki nisbah C/N tinggi. Menurut Frankenberger dan Abdelmagid (1985) dalam Wahyudi (2009), bahwa agar segera terjadi mineralisasi N maka kadar minimal N yang diperlukan harus lebih tinggi dari 1,73 % dan nilai

rasio C/N harus lebih rendah dari 25. Oleh karena itu, berdasarkan nilai kritis N dan rasio C/N tersebut, maka pupuk kandang ayam yang digunakan dalam penelitian ini lebih mudah mengalami dekomposisi. Dengan demikian bahan tersebut mudah melepaskan senyawa-senyawa yang

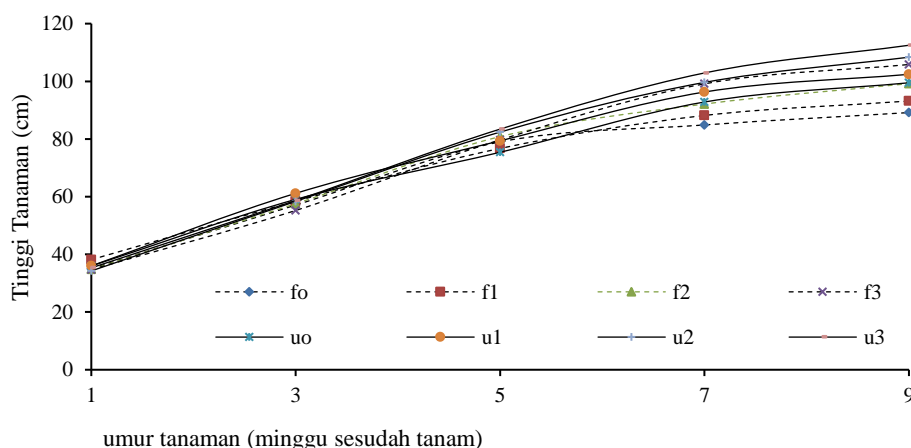
dikandungnya guna memperbaiki kualitas kesuburan tanah.

**Tinggi Tanaman.** Perkembangan tinggi tanaman yang diamati pada minggu ke 1, 3, 5, 7, dan 9 sesudah tanam. Grafik perkembangan tinggi tanaman terlihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Kandungan Unsur Bahan Organik.

Jenis Bahan Organik	Unsur (%)				C/N
	C - Org	N	P	K	
Pupuk Kandang Ayam	21,56	1,95	0,10	0,2	11,10
Pupuk Kandang Sapi	18,12	1,80	0,049	0,7	10,07
Seresah Jagung	21,37	1,75	0,11	0,054	12,21
Seresah Kacang Tanah	18,01	1,77	0,10	0,064	10,17

Sumber : Laboratorium Analisis Sumberdaya Alam dan Lingkungan Fakultas Pertanian Universitas Tadulako (2011).



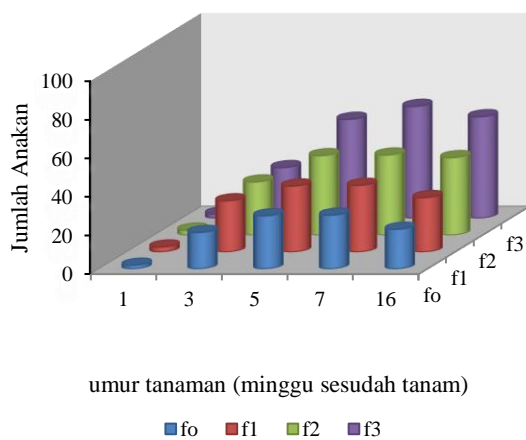
Gambar 1: Grafik Pertumbuhan Tinggi Tanaman

Tabel 2. Data perkembangan tinggi tanaman (cm)

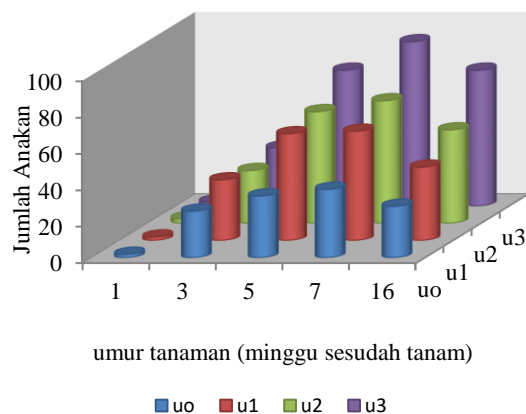
Minggu sesudah tanam	Tinggi air (cm)		Dosis pupuk kandang ayam (t ha <sup>-1</sup> )			
	0	15	0	10	20	30
1	35,39	35,67	35,50	37,08	34,52	35,02
3	59,33	57,08	58,08	59,78	57,97	56,97
5	80,15	79,07	77,20	78,05	81,62	81,57
7	97,92	91,08	88,85 <sup>a</sup>	92,23 <sup>b</sup>	95,88 <sup>c</sup>	101,02 <sup>d</sup>
9	105,70 <sup>B</sup>	96,84 <sup>A</sup>	94,33 <sup>a</sup>	97,80 <sup>b</sup>	103,78 <sup>c</sup>	109,17 <sup>d</sup>

Keterangan: angka dalam baris 7 dan 9 berbeda nyata pada taraf  $\alpha_{5\%}$  jika diikuti huruf berbeda, huruf kapital untuk pengaruh tinggi air dan huruf kecil untuk pengaruh pupuk kandang ayam

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi tinggi air dan pupuk kandang ayam berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman, hanya masing-masing faktor tunggal yang berpengaruh nyata. Akan tetapi, pengaruh nyata tinggi air hanya tampak pada umur 9 minggu sesudah tanam, sedang pupuk kandang ayam berpengaruh nyata pada umur 7 dan 9 minggu sesudah tanam (Tabel 2).



**Gambar 2:** Diagram pertumbuhan anakan (minggu 1-7) dan anakan produktif (minggu 16) pada kondisi tergenang (f)



**Gambar 3:** Diagram pertumbuhan anakan (minggu 1-7) dan anakan produktif (minggu 16) pada kondisi tidak tergenang (u).

Pengaruh nyata pupuk kandang ayam terhadap tinggi tanaman didukung oleh kandungan bahan organik dalam pupuk tersebut sebesar 21,56 % dan N sebesar 1,95%. Sehingga dengan pemberian 20 t/ha dan 30 t/ha menambah N ke dalam tanah sebesar 390 kg dan 585 kg. Menurut Jamila (2003) bahwa aplikasi bahan organik seperti pupuk kandang pada akhirnya menaikkan mineralisasi N pada sistem padi sawah. Dobermann *et al.*, (2000) menyatakan bahwa unsur N berguna untuk meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah anakan.

**Jumlah Anakan dan Anakan Produktif.**

Jumlah anakan dan anakan produktif diamati pada umur 1, 3, 5, 7, dan 16 minggu sesudah tanam. Grafik perkembangan jumlah anakan terlihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Pada Gambar 2 dan Gambar 3 terlihat bahwa anakan berkembang pesat hingga 5 minggu sesudah tanam dan setelah itu pertumbuhannya sangat kecil.

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi tinggi air dan pupuk kandang ayam berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah anakan, hanya masing-masing faktor tunggal yang berpengaruh nyata. Akan tetapi, efek tunggal tinggi air baru nyata setelah umur 7 minggu sesudah tanam dan pada umur 16 minggu sesudah tanam (saat panen) untuk jumlah anakan produktif. Pupuk kandang ayam sudah berpengaruh nyata sejak umur tiga minggu sesudah tanam sampai pada umur 16 minggu sesudah tanam (saat panen) untuk anakan produktif.

Data menunjukkan bahwa pada setiap penambahan 10 t/ha pupuk kandang ayam mengakibatkan penambahan rata-rata 10 anakan pada tanah tergenang dan 18 anakan pada tanah tidak tergenang. Setelah memasuki fase generatif terlihat penurunan jumlah anakan produktif karena tidak semua anakan yang terbentuk pada saat pertumbuhan menghasilkan buah.

Sejak umur tiga minggu sesudah tanam, pupuk kandang ayam sudah

memberikan pengaruh nyata pada jumlah anakan. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa mineralisasi pupuk kandang menyebabkan unsur hara dalam tanah tersedia dalam jumlah yang cukup yang dipasok dari pelapukan pupuk kandang. Susanti *et al.*, 2013 juga menyatakan bahwa bahan organik meningkatkan pasokan unsur hara untuk pertumbuhan padi Inpari-13.

Patádungan *et al.*, 1992 juga menyatakan bahwa pada tanaman padi penurunan nitrogen dalam tanah terjadi pada umur 64 hari (9 minggu) sesudah tanam terutama pada tanah tidak tergenang. Akan tetapi, dengan penggunaan pupuk kandang lebih besar dari 20 t/ha dapat memenuhi kebutuhan N yang diperlukan oleh tanaman karena mineralisasi pupuk kandang semakin meningkat sejalan dengan peningkatan umur tanaman.

Jumlah anakan produktif kultivar Inpari-8 yang diperoleh pada penelitian ini lebih besar dari jumlah anakan produktif menurut deskripsi BBPTP Deptan (2009). Aplikasi pupuk kandang ayam (t ha<sup>-1</sup>) berturut-turut 10, 20, dan 30 menghasilkan jumlah anakan berturut-turut 28 ± 2, 40 ± 5, 53 ± 5 pada tanah tergenang dan berturut-turut 40 ± 4, 51 ± 1, 75 ± 9 pada tanah tidak tergenang. Jumlah anakan tersebut lebih besar jika dibandingkan dengan jumlah anakan menurut deskripsi BBPTP Deptan (2009) sebesar 19 ± 3. Data

tersebut menunjukkan bahwa pupuk kandang ayam dapat meningkatkan jumlah anakan tanaman padi.

Mineralisasi pupuk kandang ayam oleh mikroorganisme tanah membebaskan unsur hara seperti N ke dalam tanah sehingga dapat diserap oleh tanaman untuk tumbuh dan berkembang (Patádungan *et al.*, 2009). Asam humat sebagai hasil dekomposisi bahan organik juga dapat menurunkan fiksasi kalium (K) sehingga cukup tersedia bagi tanaman (Olk and Cassman, 1993).

Penggunaan pupuk kandang ayam (t/ha) dengan dosis 10, 20 dan 30 meningkatkan kandungan bahan organik tanah naik dari 1,02 % menjadi berturut-turut 1,27 %, 1,52 % dan 1,77 % dan konsentrasi N bertambah sebesar 195 kg, 390 kg dan 585 kg. Pertambahan kandungan bahan organik dan konsentrasi N tanah akibat penggunaan pupuk kandang ayam tidak hanya berpengaruh langsung terhadap tinggi tanaman dan jumlah anakan melalui unsur hara yang tersedia akibat mineralisasi tetapi juga mempunyai efek turunan melalui aktifitas mikroba tanah (Tandon, 1992). Mukherjee dan Gaur (1980) mengatakan bahwa penggunaan jerami (t/ha) dengan dosis 2, 5, dan 10 mendorong aktifitas bakteri penambat nitrogen *Azotobacter* dan bakteri anaerob.

Tabel 3. Data Perkembangan Jumlah Anakan.

Minggu sesudah tanam	Tinggi air (cm)		Dosis pupuk kandang ayam (t ha <sup>-1</sup> )			
	0	15	0	10	20	30
1	2,25	2,42	2,00	2,33	2,67	2,33
3	30,00	24,92	22,33 <sup>a</sup>	30,00 <sup>b</sup>	28,33 <sup>b</sup>	29,17 <sup>b</sup>
5	57,17	38,67	30,83 <sup>a</sup>	46,50 <sup>b</sup>	51,33 <sup>b</sup>	63,00 <sup>c</sup>
7	63,83 <sup>B</sup>	40,58 <sup>A</sup>	32,83 <sup>a</sup>	47,33 <sup>b</sup>	54,50 <sup>b</sup>	74,17 <sup>c</sup>
16	48,67 <sup>B</sup>	35,50 <sup>A</sup>	24,50 <sup>a</sup>	34,33 <sup>b</sup>	45,83 <sup>c</sup>	63,67 <sup>d</sup>

Keterangan: angka dalam baris 3 – 9 berbeda nyata pada taraf  $\alpha_{5\%}$  jika diikuti huruf berbeda, huruf kapital untuk pengaruh tinggi air dan huruf kecil untuk pengaruh pupuk kandang ayam.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh tinggi genangan air dan pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa* L. kultivar Inpari-8) maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Variasi tinggi air dan variasi dosis pupuk kandang ayam tidak nyata pengaruh interaksinya.
2. Tinggi air berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada umur sembilan minggu sesudah tanam dan jumlah anakan pada umur tujuh minggu sesudah tanam. Jumlah anakan pada tanah tidak tergenang rata-rata 63,83 sedang pada tanah tergenang rata-rata 40,58
3. Pupuk kandang ayam berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada umur tujuh dan sembilan minggu sesudah tanam. Pengaruh nyata pupuk kandang ayam juga tampak pada jumlah anakan mulai umur tiga sampai umur tujuh minggu sesudah tanam dan anakan produktif pada umur 16 minggu sesudah tanam (pengamatan saat panen). Penggunaan pupuk kandang ayam ( $t\ ha^{-1}$ ) berturut-turut 10, 20, 30 dapat meningkatkan jumlah anakan produktif berturut-turut 40%, 87%, 160% dibanding tanpa penggunaan pupuk kandang ayam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. 2009. Deskripsi Varietas Padi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Dobermann, A. and T. Fairhursts. 2000. Rice nutrient disorders and nutrient management. Internasional Rice Research Institute (IRRI). Los Banos. 192p.
- Gomes KA, Gomes AA. 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research. John Wiley & Sons, Inc.
- Jamila. 2003. Pengaruh pemberian pupuk kandang dan kelengasan terhadap perubahan bahan organik dan nitrogen total entisol. Jurnal Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Jones B, Nachtsheim CJ. 2009. Split-Plot Designs: What, Why, and How. Journal of Quality Technology, 41:340-361
- Mukherjee D, Gaur AC. 1980. A study on the influence of straw incorporation on soil organic matter, maintenance, nutrient release and symbiotic nitrogen fixation. Zentralblatt. Bakt.Abt.H 135:663-668.
- Mutakin, J. 2005. Kehilangan Hasil Padi Sawah Akibat Kompetisi Gulma pada Kondisi SRI (System of Rice Intensification). Tesis. Pascasarjana. Unpad Bandung.
- Olk DC, Cassman KG. 1993. Reduction of potassium fixation by organic matter in vermiculitic soils. In Soil organic matter dynamics and sustainability of tropical agriculture, ed.by K. Mulongoy and R. Merckx. John Wiley and Sons, Chichester.
- Pairunan AK, Nanere JL, Arifin, Samosir SR, Tangkaisari R, Lalopua JR, Hariadji A. 1985. Dasar-dasar Ilmu Tanah. BKS PTN INTIM Ujung Pandang.
- Patadungan YS, Pagiu S, Syafruddin, Tumanan YB, Langsa Y. 2009. Pengaruh pupuk hayati dan berbagai jenis pupuk fosfat terhadap fosfat tersedia, serapan fosfat dan hasil kedelai pada Inceptisol Napu. Agrikultura, vol. 20, hal. 12-17.
- Patadungan YS, Pagiu S, Wardah, Panggeso Y, Wahyudi I. 1992. Efisiensi pupuk urea pada tanah tergenang dan tidak tergenang dengan padi sebagai indikator. Balai Penelitian Universitas Tadulako.
- Simarmata, T dan Joy, B. 2010. Teknologi pemulihan kesehatan lahan sawah dan peningkatan produktivitas padi berbasis kompos jerami dan pupuk hayati (Biodekomposer) secara berkelanjutan di Indonesia. Fakultas Pertanian. Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Susanti, R. A., T. Sumarni, E. Widaryanto, 2013. Pengaruh bahan organik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi (*Oryza sativa* L.) varietas inpari 13 sistem tanam jajar legowo. *Jurnal Produksi Tanaman* 1(5) : 456-463
- Tendon HLS (Ed). 1992. Fertilizer, Organic Manures, Recyclable Wastes and

Biofertilizers. Fertilizer Development and Consultation Organization, New Delhi.

Wahyudi, I., 2009. *Manfaat Bahan Organik terhadap Peningkatan Ketersediaan Fosfo*

*dan Penurunan Toksisitas Aluminium di Ultisol.* Disertai program Doktor. Universitas Brawijaya. Malang