

# Uji Adaptasi Beberapa Varietas Padi Gogo (*Oryza Sativa* L.) Lokal dan Kondisi Tegangan Air Tanah yang Berbeda pada Bahan Tanah Ultisol

## Adaptation Test Some Local Upland Rice (*Oryza Sativa* L.) Varieties and Conditions of Different Soil Water Tension in The Soil Material Ultisol

James Manurung<sup>1</sup>, Armaini<sup>2</sup> dan Idwar<sup>2</sup>

Program Studi Agroteknologi, Jurusan Agroteknologi  
Fakultas Pertanian Universitas Riau, Kode Pos 28293, Pekanbaru  
Email ; [Jamesmanurung\\_025@yahoo.com](mailto:Jamesmanurung_025@yahoo.com)/082165482751

### ABSTRACT

The research was conducted in the greenhouse of the Faculty of agriculture, University of Riau, Pekanbaru Campus Binawidya Km 12.5 from January until July 2016. Trial using completely randomized design (CRD) factorial. The first factor soil water tension consists of 3 levels (pF 1,0-1,97, pF 2,29-2,54 and pF 2,70 - 3) and the second factor upland rice varieties consists of 3 varieties (Santan, Kalpatali and Si Kuning). Treatment was repeated 3 times. Data results were analyzed statistically operates with anova and Duncan test continued level of 5%. The observed parameters is plant high, the maximum number of tillers, the number of productive tillers, dry weight of plants, harvesting, percentage of grain pithy, weight of dry milled grain and weight of 100 grains. Results indicate the interaction of soil water tension and local upland rice varieties significantly effect to plant high, no except the maximum number of tillers, the number of productive tillers, dry weight of plants, harvesting, percentage of grain pithy, weight of dry milled grain and weight of 100 grains. Combination soil water tension pF 1 - 1,97 and santan variety is the best combination, because weight of dry milled grain yield tended more.

**Keywords:** local varieties upland rice, soil water tension, Ultisol

### PENDAHULUAN

Padi gogo memiliki potensi untuk mendukung peningkatan produksi padi nasional. Keberadaannya dapat menjadi solusi optimalisasi lahan kering sebagai pengganti lahan sawah yang terkonversi. Budidaya padi gogo di Propinsi Riau sebagian besar diusahakan pada lahan-lahan Ultisol. Namun kendala utama budidaya padi gogo ini adalah ketersediaan air yang sangat terbatas, karena tergantung padaintensitas, distribusi curah hujan dan jumlah hari hujan.

Menurut Supijatno, *et. al.*, (2012), kelangkaan ketersediaan air merupakan salah satu masalah serius yang dihadapi

dalam sistem produksi padi. Masalah ini timbul karena adanya perubahan iklim dan pola curah hujan. Kondisi ini membuat sistem usahatani padi gogo tidak terprediksi dengan baik dan dengan tingkat kemungkinan gagal panen yang sangat besar. Oleh karena itu, lahan-lahan untuk pertanaman padi gogo hanya dimanfaatkan sekali dalam setahun.

Hubungan antara ketersediaan air tanah dengan produksi tanaman merupakan masalah yang sangat penting bila ditinjau dari kebutuhan optimal untuk pengairan lahan pertanian. Suatu usaha pengairan akan dilakukan bilamana

---

1. Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau

2. Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

ketersediaan air tanah kurang mendukung untuk pertumbuhan tanaman. Biasanya kandungan air dalam tanah berhubungan erat dengan besarnya tegangan air (*Moisture Tension*) dalam tanah tersebut. Besarnya tegangan air menunjukkan besarnya tenaga yang diperlukan untuk menahan air tersebut di dalam tanah. Banyaknya kandungan air dalam tanah berhubungan erat dengan besarnya tegangan air (*Moisture Tension*) dalam tanah tersebut (Hardjowigeno, 2007).

Tegangan air menurun secara gradual dengan meningkatnya kadar air tanah. Tegangan diukur dalam bar, atmosfer, cm air, atau logaritma dari cm air yang disebut pF. Satuan bar dan atmosfer sering dianggap sama karena  $1 \text{ atm} = 1,0127 \text{ bar}$ . Kandungan air pada kapasitas lapang ditunjukkan oleh kandungan air pada tegangan  $1/3 \text{ bar}$  (pF 2,53), sedangkan kandungan air pada titik layu permanen adalah pada tegangan  $15 \text{ bar}$  (pF 4,18). Air yang tersedia bagi tanaman adalah air yang terdapat pada tegangan  $1/3 \text{ bar}$  (pF 2,53) –  $15 \text{ bar}$  (pF 4,18) (Hardjowigeno, 2007). Adanya tegangan air sangat mempengaruhi pengambilan air dan  $\text{CO}_2$  dan diduga juga mempengaruhi penyerapan unsur hara.

Selain faktor tanah, faktor tanaman juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi pengambilan air,  $\text{CO}_2$  dan unsur hara yaitu adaptasi tanaman terhadap kekeringan, dimana tergantung pada tingkat dan waktu kekeringan, fase tumbuh dan genotipe (Castillo, *et al*, 2006).

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan di rumah kaca kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Riau di Kampus Binawidya Km 12,5 Kelurahan Simpang Baru Kecamatan Tampan Pekanbaru. Lokasi penelitian berada pada ketinggian  $\pm 10$  meter di atas permukaan laut (dpl).

Adaptasi tanaman padi gogo dalam menghadapi cekaman kekeringan adalah dengan sifat perakaran yang dalam. Cekaman kekeringan yang terjadi pada lapisan atas tanah akan menyebabkan akar berkembang lebih dalam dan mampu menembus lapisan tanah bagian bawah dimana air masih cukup tersedia. Oleh karena itu, menurut Hakim (2014), pengembangan padi gogo di lahan kering perlu diikuti dengan penyediaan varietas yang toleran kekeringan. Di Riau terdapat beberapa varietas padi gogo lokal yang telah dibudidayakan masyarakat, seperti kalpatali (berasal dari Rohul), Kulit Manis (berasal dari Bengkalis), Santan (berasal dari Kampar) dan Pulau Petai (berasal dari Kuangsing). Varietas-varietas lokal ini berumur panjang, potensi hasil rendah, namun tahan blast dan toleran terhadap kekeringan dan pH rendah. Seleksi varietas lokal padi gogo sangat berguna untuk mendapatkan varietas adaptif pada kondisi tegangan air yang berbeda dan mengoptimalkan produksi serta merupakan salah satu solusi untuk memacu peningkatan produksi padi di Riau.

Berdasarkan permasalahan di atas dan kenyataannya masing-masing varietas berbeda-beda adaptasinya terhadap status air dalam tanah, mulai dari kondisi jenuh hingga titik layu, maka dilakukan suatu penelitian tentang “Uji Adaptasi Beberapa Varietas Padi Gogo (*Oryza sativa* L.) Lokal dan Kondisi Tegangan Air Tanah yang Berbeda pada Bahan Tanah Ultisol”.

Pelaksanaan penelitian ini berlangsung selama  $\pm 6$  (enam) bulan yang dimulai dari bulan Januari - Juli 2016.

Alat yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah bor tanah, kompas, pH meter, pisau, meteran, *munsell soil chart*, clinometer, ayakan 25

mesh, timbangan elektrik, ring sampel tanah, *shading net*, timbangan 15 kg, termometer, *hand sprayer*, gelas ukur, oven tanah, amplop padi, ember, dan ajir.

Bahan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah benih padi gogo varietas lokal Santan, Kalpatali dan Si Kuning, bahan tanah Ultisol, pupuk Urea, TSP, KCl dan *polybag*.

Penelitian ini dilaksanakan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial yang terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama adalah tegangan air tanah (T) yang terdiri dari 3 taraf, yaitu :

T1 = pF 1,0-1,97

T2 = pF 2,29-2,54

T3 = pF 2,70-3,0

Faktor kedua adalah vareitas padi gogo (V) yang terdiri dari 3 varietas, yaitu:

V1 = Santan

V2 = Kalpatali

V3 = Si Kuning

Dengan demikian terdapat 9 kombinasi perlakuan yang masing-masingnya diulang 3 kali, sehingga terdapat 27 satuan percobaan. Data yang diperoleh dari percobaan rumah kaca ini dianalisis secara statistik dengan analisis ragam menggunakan SAS *System Version 9.12* (SAS *user Manual*, 2004). Model linear percobaan adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Hasil yang diperoleh dari analisis ragam dilanjutkan dengan uji jarak berganda *Duncan* (DNMRT) pada taraf 5%

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tinggi Tanaman

Hasil pengamatan tinggi tanaman padi gogo dan tegangan air tanah yang berbeda setelah dianalisis dengan sidik ragam menunjukkan bahwa faktor varietas,

tegangan air tanah dan interaksi antara varietas dan tegangan air tanah berpengaruh nyata. Tinggi tanaman padi gogo setelah diuji lanjut ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tinggi tanaman (cm) beberapa varietas padi gogo dan tegangan air tanah

Varietas Padi Gogo	Tegangan Air Tanah			Rata-Rata Varietas
	pF 1 - 1,97	pF 2,29 - 2,54	pF 2,70 - 3	
Santan	192,66 a	185,66 c	170,33 e	182,88 a
Kalpatali	186,00 c	180,33 d	169,66 e	178,66 c
Si Kuning	189,66 b	185,66 c	169,00 e	181,44 b
Rata-Rata Tegangan Air Tanah	189,44 a	183,88 b	169,66 c	

Keterangan : Angka-angka pada baris dan kolom diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji DNMRT pada taraf 5%.

Pada Tabel 1, interaksi perlakuan varietas Santan dan tegangan air tanah pF 1 - 1,97 berbeda nyata dengan interaksi perlakuan lainnya serta menghasilkan tinggi tanaman tertinggi, sedangkan tinggi tanaman terendah dihasilkan pada kombinasi perlakuan varietas Si Kuning dan tegangan air tanah pF 2,70 - 3. Hal ini disebabkan karena interaksi perlakuan

varietas Santan dan tegangan air tanah pF 1 - 1,97 memiliki tegangan air tanah yang lebih kecil dan air yang diberikan lebih banyak jika dibandingkan dengan kombinasi perlakuan lainnya. Pertumbuhan tinggi tanaman dipengaruhi kadar air tanah. Hal itu dikarenakan tinggi tanaman merupakan proses pembelahan dan pembesaran sel. Kedua proses ini

dipengaruhi oleh turgor sel. Proses pembelahan dan pembesaran sel akan terjadi apabila sel mengalami turgiditas yang unsur utamanya adalah ketersediaan air (Noggle dan Fritz, 1986).

Tinggi tanaman merupakan ukuran pertumbuhan tanaman yang dapat dilihat dari pertambahan ukuran tanaman. Hal ini diawali dari perbanyakan atau pembelahan sel. Pembesaran dan pembelahan sel hanya dapat terjadi pada tingkat turgiditas sel yang tinggi. Pada sel yang sedang tumbuh, air menciptakan pengelembungan (*turgidity*) sel, sehingga menampakkan bentuk dan strukturnya. Cekaman air mempengaruhi membran sel. Cekaman air menyebabkan turgor menurun dan selanjutnya menahan laju pembesaran sel. Tanaman yang tercekam air berkepanjangan mengakibatkan laju pertumbuhan terhambat sehingga ukuran dan produksi lebih rendah dibandingkan dengan yang normal (Kramer, 1983). Pranata (2004) juga menyatakan bahwa proses metabolisme di dalam tanaman terganggu akibat berkurangnya suplai air dan unsur hara sehingga produksi yang dihasilkan sedikit.

Untuk faktor tegangan air tanah, perlakuan pF 1 - 1,97 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya dan menghasilkan rata-rata tinggi tanaman tertinggi, sedangkan rata-rata tinggi tanaman terendah dihasilkan pada perlakuan pF 2,70 - 3. Peningkatan tegangan air tanah menghasilkan tinggi tanaman yang menurun. Hal ini disebabkan pada kondisi perlakuan pF 1 - 1,97, air yang diberikan lebih banyak

dibandingkan perlakuan lainnya sehingga ketersediaannya air nya pun lebih banyak bagi tanaman. Semakin banyaknya ketersediaan air di dalam tanah, dapat membantu akar tanaman dalam menyerap unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam proses pertumbuhan. Air merupakan reagen yang penting dalam proses fotosintesis, pelarut dari garam-garam dan hara mineral, gas-gas serta material-material yang bergerak kedalam tumbuh-tumbuhan, melalui dinding sel dan jaringan esensial untuk menjamin adanya turgiditas, pertumbuhan sel, stabilitas bentuk daun, proses membuka dan menutupnya stomata, kelangsungan gerak struktur tumbuh-tumbuhan (Ismail,1979).

Untuk faktor varietas, Santan berbeda nyata dengan varietas lainnya dan menghasilkan rata-rata tinggi tanaman tertinggi, sedangkan rata-rata tinggi tanaman terendah dihasilkan oleh Kalpatali. Ketiga varietas yang diuji tergolong dalam kriteria tinggi tanaman yang tinggi dengan rata-rata tinggi tanaman 178-182 cm. Hal ini diduga karena setiap varietas memiliki mekanisme yang berbeda-beda dalam mendistribusikan air dan hal ini cenderung dipengaruhi oleh gen. Menurut Shafeek *et al.*, (2006) dan Farooq *et al.*, (2009) bahwa mekanisme toleransi kekeringan pada setiap genotip dipengaruhi oleh kerja gen. Menurut Badan Penelitian dan pengembangan Pertanian Komisi Plasma Nutfah (2003) menggolongkan tinggi tanaman padi gogo menjadi tiga yaitu pendek < 90 cm, sedang 90 – 125 cm dan tinggi > 125 cm.

### **Jumlah Anakan Maksimum**

Hasil pengamatan jumlah anakan maksimum padi gogo dan tegangan air tanah yang berbeda setelah dianalisis dengan sidik ragam menunjukkan bahwa faktor tegangan air tanah berpengaruh nyata, sedangkan faktor varietas dan

interaksi antara varietas dan tegangan air tanah berpengaruh tidak nyata. Jumlah anakan maksimum tanaman padi gogo setelah diuji lanjut ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah anakan maksimum beberapa varietas padi gogo dan tegangan air tanah

Varietas Padi Gogo	Tegangan Air Tanah			Rata-Rata Varietas
	pF 1 - 1,97	pF 2,29 - 2,54	pF 2,70 - 3	
Santan	13,66 a	10,00 bcd	7,66 cd	10,44 a
Kalpatali	11,33 abc	9,33 bcd	7,66 cd	9,44 a
Si Kuning	12,00 ab	7,66 cd	6,66 d	8,77 a
Rata-Rata Tegangan Air Tanah	12,33 a	9,00 b	7,33 b	

Keterangan : Angka-angka pada baris dan kolom diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji DNMRT pada taraf 5%.

Pada Tabel 2, kombinasi perlakuan varietas Santan dan tegangan air tanah pF 1 - 1,97 menghasilkan jumlah anakan maksimum cenderung lebih tinggi, kemudian diikuti oleh varietas Si Kuning dan Kalpatali yang diberi tegangan air tanah pF 1 - 1,97 dan berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya. Jumlah anakan maksimum terendah dihasilkan oleh kombinasi perlakuan varietas Si Kuning dan tegangan air tanah pF 2,70 - 3 kemudian diikuti kombinasi perlakuan varietas Santan dan Kalpatali yang diberi tegangan air tanah pF 2,70 - 3, varietas Si Kuning dan tegangan air tanah pF 2,29 - 2,54 serta varietas Santan dan Kalpatali yang diberi tegangan air tanah pF 2,29 - 2,54.

Jumlah anakan maksimum yang dihasilkan akan semakin menurun dengan semakin tingginya tegangan air tanah. Hal ini diduga merupakan salah satu daya adaptasi padi gogo terhadap kondisi kekeringan, karena tanaman yang hidup pada daerah kekeringan akan berusaha untuk mengefisiensi penggunaan air yaitu salah satu dengan dengan penurunan jumlah anakan sehingga akan mengurangi transpirasi dan mengoptimalkan distribusi asimilat ke dalam jumlah anakan yang terbatas. Hal ini sesuai dengan pendapat Matsuo dan Hoshikawa (1993), bahwa yang tergolong genotip padi gogo yang tahan kekeringan akan mempunyai jumlah anakan yang rendah dengan penurunan laju yang rendah pula, penurunan jumlah anakan selaras dengan penurunan lengas tanah.

Untuk faktor tegangan air tanah, perlakuan pF 1 - 1,97 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya dan menghasilkan rata-rata jumlah anakan maksimum yang tertinggi, sedangkan rata-rata jumlah anakan maksimum terendah dihasilkan pada perlakuan pF 2,70 - 3 dan berbeda tidak nyata dengan perlakuan pF 2,29 - 2,54. Semakin meningkatnya tegangan air tanah, maka ketersediaan air akan menjadi semakin sedikit. Kekeringan selama pertumbuhan vegetatif tanaman atau pada awal pertumbuhan tanaman menyebabkan pertumbuhan tanaman tidak maksimal dan berpengaruh terhadap perkembangan tanaman terutama terhadap jumlah anakan dan tinggi tanaman, dimana jumlah anakan dan tinggi tanaman tidak maksimal. Hal yang sama dikemukakan oleh Suardi (2002), bahwa secara fisiologis tanaman yang tumbuh pada konsisi cekaman kekeringan akan mengurangi jumlah stomata, sehingga akan menurunkan laju kehilangan air yang diikuti dengan penutupan stomata dan menurunnya serapan CO<sub>2</sub> bersih pada daun. Hal ini akan menyebabkan menurunnya laju fotosintesis serta fotosintat yang dihasilkan akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman.

Untuk faktor varietas, Santan, Kalpatali dan Si Kuning menghasilkan jumlah anakan maksimum yang berbeda tidak nyata. Ketiga varietas yang diuji menghasilkan rata-rata jumlah anakan maksimum dengan kisaran 8-10. Dari hasil ini varietas yang diuji digolongkan dalam

kriteria jumlah anakan maksimum terendah. Menurut Las *et al.*, (2004) bahwa kriteria varietas dengan jumlah anakan per

rumpun sedikit (<10), sedang (11-15), banyak (16-20) dan sangat banyak (>20).

### Jumlah Anakan Produktif

Hasil pengamatan jumlah anakan produktif padi gogo dan tegangan air tanah yang berbeda setelah dianalisis dengan sidik ragam menunjukkan bahwa faktor tegangan air tanah berpengaruh nyata,

sedangkan faktor varietas dan interaksi antara varietas dan tegangan air tanah berpengaruh tidak nyata. Jumlah anakan produktif tanaman padi gogo setelah diuji lanjut ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah anakan produktif beberapa varietas padi gogo dan tegangan air tanah

Varietas Padi Gogo	Tegangan Air Tanah			Rata-Rata Varietas
	pF 1 - 1,97	pF 2,29 - 2,54	pF 2,70 - 3	
Santan	8,00 ab	5,66 bcd	4,33 cd	6,00 a
Kalpatali	8,66 a	6,66 abc	4,66 cd	6,66 a
Si Kuning	8,66 a	5,33 bcd	3,66 d	5,88 a
Rata-Rata Tegangan Air Tanah	8,44 a	5,88 b	4,22 c	

Keterangan : Angka-angka pada baris dan kolom diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji DNMRT pada taraf 5%

Pada Tabel 3, Kombinasi perlakuan varietas Kalpatali dan Si Kuning yang diberi tegangan air tanah pF 1 - 1,97 cenderung menghasilkan jumlah anakan produktif lebih tinggi dan berbeda tidak nyata dengan varietas Santan yang diberi tegangan air tanah pF 1 - 1,97 dan varietas kalpatali yang diberi tegangan air tanah pF 2,29 - 2,54 serta berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya. Jumlah anakan produktif terendah dihasilkan pada kombinasi perlakuan varietas Si Kuning dan tegangan air tanah pF 2,70 - 3, kemudian diikuti oleh varietas Santan dan Kalpatali yang diberi tegangan air tanah pF 2,70 - 3 serta varietas Si Kuning dan Santan yang diberi tegangan air tanah pF 2,29 - 2,54.

Jumlah anakan produktif yang dihasilkan oleh setiap varietas menurun dengan meningkatnya tegangan air tanah. Hal ini disebabkan karena ketersediaan air pada perlakuan pF 1 - 1,97 lebih banyak jika dibandingkan dengan perlakuan pF 2,70 - 3. Jumlah anakan produktif sangat dipengaruhi oleh ketersediaan air yang

cukup. Proses pembentukan anakan produktif sangat dipengaruhi oleh adanya ketersediaan air yang cukup. Air yang cukup dapat melarutkan unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk membentuk anakan produktif dan membuat turgiditas sel menjadi tinggi, sehingga pembelahan sel dapat terjadi. Ismunadji *et al.*, (1988) menyatakan bahwa jumlah anakan ditentukan oleh radiasi matahari, hara mineral, ketersediaan air dan cara budidaya.

Untuk faktor tegangan air tanah, perlakuan pF 1 - 1,97 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya dan menghasilkan rata-rata jumlah anakan produktif yang tertinggi, sedangkan jumlah anakan produktif terendah dihasilkan pada perlakuan pF 2,70 - 3. Semakin meningkatnya tegangan air tanah akan menurunkan jumlah anakan produktif yang dihasilkan. Menurut Vergara (1995), kekeringan akan menurunkan hasil dan komponen hasil padi. Air memiliki fungsi yang esensial dan penting sebagai input

dalam lingkungan tanaman dan pendukung produksi tanaman.

Air memiliki peran penting dalam tanaman sebagai komponen penyusun, pelarut berbagai reaksi kimia dan memelihara turgiditas tanaman. Air sebagai alat transfer nutrisi melalui media tanah ke akar dan diserap oleh akar tanaman. Air juga merupakan media penting untuk proses kimia dan biokimia yang mendukung sistem metabolisme dan mendukung secara fisik dalam proses pelarutan nutrisi dan turgiditas dalam sel. Ketika ketersediaan air dalam tanah atau area perakaran menurun, tanaman akan mengurangi tingkat transpirasi melalui penutupan sebagian atau secara total stomata. Efek samping dari kondisi ini akan menurunkan proses fotosintesis akibat dari tingkat absorpsi CO<sub>2</sub> yang menurun. Menurut Allen (1999),

penurunan aktifitas fotosintesis secara langsung menurunkan hasil fotosintat dan mengurangi produksi biomasa serta menurunkan produksi hasil tanaman.

Untuk faktor varietas, Santan, Kalpatali dan Si Kuning menghasilkan jumlah anakan produktif yang berbeda tidak nyata. Ketiga varietas yang diuji menghasilkan rata-rata jumlah anakan produktif dengan kisaran 5-6. Dari hasil ini, varietas yang diuji digolongkan dalam kriteria sedikit. IRRI (2009) membagi jumlah anakan produktif menjadi lima yaitu sangat sedikit (<5 anakan per tanaman), sedikit (5-9 anakan per tanaman), sedang (10-19 anakan per tanaman), banyak (20-25 anakan per tanaman) dan sangat banyak (> 25 anakan per tanaman).

### Berat Kering Tanaman

Hasil pengamatan berat kering padi gogo dan tegangan air tanah yang berbeda setelah dianalisis dengan sidik ragam menunjukkan bahwa faktor tegangan air tanah berpengaruh nyata, sedangkan faktor

varietas dan interaksi antara varietas dan tegangan air tanah berpengaruh tidak nyata. Berat kering tanaman padi gogo setelah diuji lanjut ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Berat kering (g) beberapa varietas padi gogo dan tegangan air tanah

Varietas Padi Gogo	Tegangan Air Tanah			Rata-Rata Varietas
	pF 1 - 1,97	pF 2,29 - 2,54	pF 2,70 - 3	
Santan	105,45 a	75,76 c	52,60 d	77,93 a
Kalpatali	103,33 a	89,01 b	59,31 d	83,88 a
Si Kuning	103,32 a	76,92 bc	52,60 d	77,61 a
Rata-Rata Tegangan Air Tanah	104,03 a	80,56 b	54,83 c	

Keterangan : Angka-angka pada baris dan kolom diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji DNMRT pada taraf 5%

Pada Tabel 4, kombinasi perlakuan varietas Santan, Kalpatali dan Si kuning yang diberi tegangan air tanah pF 1 - 1,97 menghasilkan berat kering tanaman tertinggi dan berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya. Berat kering tanaman terendah dihasilkan pada

kombinasi perlakuan varietas Si kuning, Santan dan Kalpatali yang diberi tegangan air tanah pF 2,70 - 3.

Berat kering tanaman menurun seiring meningkatnya tegangan air tanah. Hal ini diduga pada kondisi perlakuan pF 2,70 - 3 mulai terjadi kekurangan atau

cekaman air sehingga proses fotosintesis pada varietas padi gogo menurun secara nyata dibandingkan dengan kondisi perlakuan pF 1 - 1,97. Pengaruh kekurangan air akan mengakibatkan menurunnya berat kering tanaman yang merupakan hasil laju fotosintesis bersih. Mekanisme terjadinya penurunan hasil laju fotosintesis bersih ini, menurut Kramer (1983) bahwa, cekaman air sebelum berakibat pada fotosintesis, terlebih dahulu akan mempengaruhi daya hantar stomata, yaitu kemampuan stomata melewatkan gas terutama uap air dan CO<sub>2</sub>.

Pada kondisi cekaman atau kekurangan air mengakibatkan stomata menutup, karena adanya akumulasi asam absisat (ABA) dan interaksi dengan intensitas suhu yang tinggi. Kluge (1976) mengatakan bahwa cekaman air akan meningkatkan tahanan difusi stomata dan tahanan mesofil. Tahanan difusi stomata adalah kebalikan dari daya hantar stomata, demikian pula tahanan mesofil adalah kebalikan dari daya hantar mesofil. Tahanan difusi stomata yang meningkat karena stomata menutup akan menghambat asimilasi karbon, sedangkan tahanan mesofil yang meningkat akan menurunkan aktivitas enzim karboksilase. Stomata yang menutup mengakibatkan CO<sub>2</sub> menurun dan O<sub>2</sub> meningkat, sehingga fotorespirasi meningkat.

### **Umur Panen**

Hasil pengamatan umur panen padi gogo dan tegangan air tanah yang berbeda setelah dianalisis dengan sidik ragam menunjukkan bahwa faktor tegangan air tanah berpengaruh nyata, sedangkan faktor

Untuk faktor tegangan air tanah, perlakuan pF 1 - 1,97 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya dan menghasilkan rata-rata berat kering tanaman tertinggi, sedangkan terendah dihasilkan pada perlakuan pF 2,70 - 3. Semakin meningkatnya tegangan air tanah, menghasilkan berat kering tanaman yang semakin menurun. Pembesaran dan pembelahan sel hanya dapat terjadi pada tingkat turgiditas sel yang tinggi. Pada sel yang sedang tumbuh, air menciptakan penggelembungan (*turgidity*) sel, sehingga menampakkan bentuk dan strukturnya. Menurut Kramer (1983), cekaman air mempengaruhi membran sel. Cekaman air menyebabkan turgor menurun dan selanjutnya menahan laju pembesaran sel. Tanaman yang tercekam air berkepanjangan mengakibatkan laju pertumbuhan terhambat sehingga ukuran dan produksi lebih rendah dibandingkan dengan yang normal.

Untuk faktor varietas, Santan, Kalpatali dan Si Kuning menghasilkan berat kering tanaman yang berbeda tidak nyata. Hal ini diduga karena setiap varietas memiliki mekanisme yang berbeda-beda dalam mendistribusikan air dan hal ini cenderung dikontrol oleh gen. Menurut Shafeek *et al.*, (2006) dan Farooq *et al.*, (2009) bahwa mekanisme toleransi kekeringan pada setiap genotip dipengaruhi oleh kerja gen.

varietas dan interaksi antara varietas dan tegangan air tanah berpengaruh tidak nyata. Berat kering tanaman padi gogo setelah diuji lanjut ditampilkan pada Tabel 5.



Tabel 5. Umur panen (hari) beberapa varietas padi gogo dan tegangan air tanah

Varietas Padi Gogo	Tegangan Air Tanah			Rata-Rata Varietas
	pF 1 - 1,97	pF 2,29 - 2,54	pF 2,70 - 3	
Santan	158,33 ab	164,33 c	172,00 d	164,88 a
Kalpatali	160,33 b	164,66 c	171,66 d	165,55 a
Si Kuning	157,33 a	165,66 c	171,33 d	164,77 a
Rata-Rata Tegangan Air Tanah	158,66 a	164,88 b	171,66 c	

Keterangan : Angka-angka pada baris dan kolom diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji DNMRT pada taraf 5%

Pada Tabel 5, kombinasi perlakuan varietas Si Kuning dan tegangan air tanah pF 1 - 1,97 menghasilkan umur panen cenderung lebih cepat dan berbeda tidak nyata dengan varietas Santan yang diberi tegangan air tanah pF 1 - 1,97 serta berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya. Umur panen terlama dihasilkan pada kombinasi perlakuan Varietas Si Kuning, Kalpatali dan Santan yang diberi tegangan air tanah pF 2,70 - 3. Hal ini dikarenakan bahwa umur panen lebih didominasi oleh faktor genetik tanaman itu sendiri. Menurut Lakitan (1993) menyatakan bahwa perubahan fase vegetatif menjadi fase generatif merupakan perubahan yang sangat besar, karena struktur jaringannya yang berbeda sama sekali. Perubahan besar ini merupakan cerminan dari pemacu kelompok gen-gen tertentu yang berperan dalam pembentukan bunga dan menghambat gen-gen lainnya yang berkembang dalam organ vegetatif.

Selain gen, faktor lingkungan juga mempengaruhi umur panen. Salah satunya ketersediaan air dimana air berperan dalam melarutkan unsur-unsur hara yang ada didalam tanah sehingga mudah diserap oleh akar. Menurut refliaty, dkk (2011) bahwa faktor lingkungan yang sesuai dengan kondisi tanaman maka memudahkan akar tanaman dalam menyerap unsur hara sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik yang berdampak pada umur panen dan produksi tanaman.

Untuk faktor tegangan air tanah, perlakuan pF 1 - 1,97 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya dan menghasilkan umur panen tercepat, sedangkan umur panen terlama dihasilkan pada perlakuan pF 2,70 - 3. Semakin meningkatnya tegangan air tanah, menghasilkan umur panen yang lebih lama. Hal ini disebabkan, karena pada perlakuan pF 1 - 1,97 tanaman memiliki ketersediaan air yang lebih banyak, sehingga proses metabolisme tidak terganggu. Menurut (Nobel, 1983 dalam Tjondronegoro *et al.*, 1997), Air merupakan pereaksi penting dalam fotosintesis dan proses-proses hidrolitik.

Untuk faktor varietas, Santan, Kalpatali dan Si Kuning menghasilkan umur panen yang berbeda tidak nyata. Ketiga varietas dapat dikategorikan ke dalam umur panen dalam dengan rata-rata umur panen 164-165 hari. Badan Litbang Pertanian (2009), menyatakan bahwa kriteria umur panen terbagi menjadi lima yaitu : umur dalam (umur panen > 151 hst), umur sedang (umur panen antara 125-150 hst), umur genjah ( umur panen antara 105-124 hst), umur sangat genjah (umur panen antara 90-104 hst) dan umur ultra genjah (umur panen < 90).

Ketiga Varietas yang diuji tergolong dalam umur panen dalam (>151 hst), diduga disebabkan karena kurangnya pencahayaan yang masuk ke dalam rumah kaca yang menyebabkan terganggunya proses fotosintesis. Hal ini merupakan proses adaptasi yang dilakukan padi gogo

untuk melanjutkan siklus hidupnya. Menurut Yoshida (1981), tanaman padi dengan umur yang semakin dalam

merupakan bentuk adaptasi terhadap lingkungan yang kurang subur.

### Persentase Gabah Bernas

Hasil pengamatan persentase gabah bernas padi gogo dan tegangan air tanah yang berbeda setelah dianalisis dengan sidik ragam menunjukkan bahwa faktor tegangan air tanah berpengaruh nyata,

sedangkan faktor varietas dan interaksi antara varietas dan tegangan air tanah berpengaruh tidak nyata. Persentase gabah bernas padi gogo setelah diuji lanjut ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Persentase gabah bernas (%) beberapa varietas padi gogo dan tegangan air tanah

Varietas Padi Gogo	Tegangan Air Tanah			Rata-Rata Varietas
	pF 1 - 1,97	pF 2,29 - 2,54	pF 2,70 - 3	
Santan	76,13 a	70,32 b	48,73 c	65,06 a
Kalpatali	74,98 a	68,41 b	48,76 c	64,05 a
Si Kuning	74,38 a	70,46 b	49,39 c	64,74 a
Rata-Rata Tegangan Air Tanah	75,16 a	69,73 b	48,96 c	

Keterangan : Angka-angka pada baris dan kolom nyata berdasarkan uji Pada Tabel 6, kombinasi perlakuan varietas Santan, Kalpatali dan Si Kuning yang diberi tegangan air tanah pF 1 - 1,97 menghasilkan persentase gabah bernas tertinggi dan berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya. Persentase gabah bernas terendah dihasilkan pada kombinasi perlakuan varietas Santan, Kalpatali dan Si Kuning yang diberi tegangan air tanah pF 2,70 - 3. Menurut Abdullah (2009), bahwa persentase gabah bernas lebih dipengaruhi oleh faktor genetik sedangkan secara lingkungan disebabkan karena kondisi lingkungan yang tidak normal seperti serangan hama penyakit, suhu yang tinggi yang dapat menyebabkan respirasi yang tinggi dan terbatasnya hara karena tanah kurang subur.

Untuk faktor tegangan air tanah, perlakuan pF 1 - 1,97 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya dan menghasilkan rata-rata persentase gabah bernas tertinggi, sedangkan persentase gabah bernas terendah dihasilkan pada

diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak DNMRT pada taraf 5% perlakuan pF 2,70 - 3. Semakin tingginya tegangan air tanah, maka akan menurunkan persentase gabah bernas padi gogo. Air memiliki peran dalam melarutkan unsur hara yang dibutuhkan dalam proses pengisian gabah, serta air merupakan bahan dasar bagi tanaman untuk melakukan fotosintesis. Sedikitnya ketersediaan air dengan semakin tingginya tegangan air tanah, berimbas pada terganggunya proses fotosintesis, sehingga fotosintat yang dihasilkan pun menjadi sedikit. Selain faktor air, pembentukan gabah bernas juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan faktor genetik tanaman (Horrie dan Yoshida, 2006 dalam Julistia B. dan Jumakir, 2011).

Untuk faktor varietas, Santan, Kalpatali dan Si Kuning menghasilkan persentase gabah bernas yang berbeda tidak nyata. Berdasarkan hasil persentase gabah bernas pada penelitian ini, ketiga varietas menghasilkan persentase gabah bernas dengan rata-rata antara 64%-65% dapat dikategorikan menjadi kriteria

sebagian steril. Persentase gabah isi permalai merupakan suatu indikator kesuburan atau fertilitas gabah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Komisi Nasional Plasma Nutfah (2003)

membagi kriteria fertilitas gabah menjadi lima yaitu : sangat fertil (> 90%), fertil (75-89%), sebagian steril (50-74%), steril (< 50%) dan sangat steril (0%).

### Berat Gabah Kering Giling (GKG) Per Rumpun

Hasil pengamatan persentase gabah bernas padi gogo dan tegangan air tanah yang berbeda setelah dianalisis dengan sidik ragam menunjukkan bahwa faktor tegangan air tanah berpengaruh

nyata, sedangkan faktor varietas dan interaksi antara varietas dan tegangan air tanah berpengaruh tidak nyata. Persentase gabah bernas padi gogo setelah diuji lanjut ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Berat gabah kering giling (GKG) (g) beberapa varietas padi gogo per rumpun dan tegangan air tanah

Varietas Padi Gogo	Tegangan Air Tanah			Rata-Rata Varietas
	pF 1 - 1,97	pF 2,29 - 2,54	pF 2,70 - 3	
Santan	7,13 a	5,25 b	2,63 d	5,003 a
Kalpatali	6,86 a	4,45 c	2,49 d	4,60 a
Si Kuning	7,04 a	5,01 bc	2,47 d	4,84 a
Rata-Rata Tegangan Air Tanah	7,01 a	4,90 b	2,53 c	

Keterangan : Angka-angka pada baris dan kolom diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji DNMRT pada taraf 5%

Pada Tabel 7, kombinasi perlakuan varietas Santan, Kalpatali dan Si Kuning yang diberi tegangan air tanah pF 1 - 1,97 menghasilkan berat gabah kering giling tertinggi dan berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya. Berat gabah kering giling terendah dihasilkan pada kombinasi perlakuan Santan, Kalpatali dan Si Kuning yang diberi tegangan air tanah pF 2,70 - 3. Penurunan berat gabah kering giling ini diduga karena berkurangnya pasokan fotosintat pada waktu pengisian biji oleh kondisi *source* ke *sink* yang berbeda-beda (Purwanto, 1999). *Source* fotosintat tanaman yang mendapat cekaman kekeringan akan lebih sedikit dibandingkan yang tidak mendapat cekaman kekeringan.

Untuk faktor tegangan air tanah, perlakuan pF 1 - 1,97 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya dan

menghasilkan rata-rata berat gabah kering giling tertinggi, sedangkan terendah pada perlakuan pF 2,70 - 3. Semakin meningkatnya tegangan air tanah, menghasilkan berat gabah kering giling yang semakin menurun. Prasetyo (2003) dan Suardi (2002) mengemukakan bahwa peningkatan intensitas cekaman kekeringan mengakibatkan penurunan terhadap tinggi tanaman, jumlah anakan, jumlah gabah per malai, berat 1000 biji dan berat kering gabah.

Untuk faktor varietas, Santan, Kalpatali dan Si Kuning menghasilkan berat gabah kering giling yang berbeda tidak nyata. Berdasarkan hasil berat gabah kering giling yang didapatkan, yaitu varietas Santan 5,003 g (1,42 ton/ha), Kalpatali 4,60 g (1,31 ton/ha) dan Si Kuning 4,84 g (1,38 ton/ha), hasilnya lebih rendah dari penanaman di daerah asalnya.

Menurut BPS Riau (2013), produktivitas padi gogo di Kuansing 2,58 ton/ha dan Rohul 2,13 ton/ha. Hasil berat gabah kering giling memiliki korelasi dengan tinggi tanaman padi gogo. Menurut Yulidar (1992) dengan ukuran tanaman yang lebih tinggi memperoleh hasil yang lebih rendah. Hal ini diduga karena

pencahayaannya kurang masuk ke dalam rumah kaca yang menyebabkan proses fotosintesis terganggu. Diptaningsari (2013) juga mengatakan bahwa faktor lingkungan seperti cahaya sangat berperan terhadap berat gabah, sehingga cahaya yang tidak optimal menyebabkan fenotipe yang ditampilkan tidak optimal.

### Berat 1000 Butir Gabah

Hasil pengamatan berat 1000 butir gabah padi gogo dan tegangan air tanah yang berbeda setelah dianalisis dengan sidik ragam menunjukkan bahwa faktor tegangan air tanah berpengaruh nyata, Tabel 8. Berat 1000 butir gabah (g) beberapa varietas padi gogo dan tegangan air tanah

sedangkan faktor varietas dan interaksi antara varietas dan tegangan air tanah berpengaruh tidak nyata. Berat kering tanaman padi gogo setelah diuji lanjut ditampilkan pada Tabel 8.

Varietas Padi Gogo	Tegangan Air Tanah			Rata-Rata Varietas
	pF 1 - 1,97	pF 2,29 - 2,54	pF 2,70 - 3	
Santan	22,33 a	20,96 bc	19,29 d	20,86 a
Kalpatali	21,93 ab	20,91 bc	19,34 d	20,73 a
Si Kuning	22,50 a	20,65 c	19,51 d	20,88 a
Rata-Rata Tegangan Air Tanah	22,25 a	20,84 b	19,38 c	

Keterangan : Angka-angka pada baris dan kolom diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji DNMRT pada taraf 5%

Pada tabel 8, kombinasi perlakuan varietas Si Kuning dan Santan yang diberi tegangan air tanah pF 1 - 1,97 cenderung menghasilkan berat 1000 butir gabah lebih tinggi dan berbeda tidak nyata dengan kombinasi perlakuan varietas Kalpatali dan tegangan air tanah pF 1 - 1,97 serta berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya. Berat 1000 butir gabah terendah dihasilkan pada kombinasi perlakuan Varietas Santan, Kalpatali dan Si Kuning yang diberi tegangan air tanah pF 2,70 - 3.

mempengaruhi proses fotosintesis tanaman yang berimbas pada banyaknya fotosintat yang dihasilkan. Pada kondisi perlakuan pF 2,70 - 3, diduga bahwa tanaman mengalami kekurangan air, sehingga proses fotosintesis pun terganggu yang berimbas pada hasil fotosintat yang sedikit dan menghasilkan berat 1000 butir gabah yang terendah. Menurut (Nobel, 1983 dalam Tjondronegoro *et al.*, (1997) menyatakan bahwa Air merupakan pereaksi penting dalam fotosintesis dan prosese-proses hidrolitik.

Perbedaan berat 1.000 butir biji pada setiap perlakuan tegangan air menunjukkan adanya perbedaan pengisian biji karena perbedaan pasokan asimilat ke biji oleh kondisi kekuatan *sink* dan *source*. Hal ini dapat terjadi karena *source*/sumber fotosintat tanaman yang kekurangan atau cekaman air akan lebih sedikit dibandingkan dengan yang tidak mendapat cekaman. Air yang cukup akan

Untuk faktor tegangan air tanah, perlakuan pF 1 - 1,97 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya dan menghasilkan berat 1000 butir gabah tertinggi, sedangkan terendah pada perlakuan pF 2,70 - 3. Berat 1000 butir gabah dipengaruhi oleh adanya ketersediaan air dalam tanah. Ismail *et al.*, (2003) melaporkan bahwa bobot 1000

butir gabah berkorelasi dengan curah hujan dan kadar air tanah.

Untuk faktor varietas, Santan, Kalpatali dan Si Kuning menghasilkan berat 1000 gabah yang berbeda tidak nyata. Venkateswarlu dan Visperas (1987), mengatakan bahwa perbedaan berat 1.000 butir biji antara genotipe dikarenakan

adanya perbedaan pengisian biji karena pasokan asimilat ke biji oleh kondisi kekuatan *sink* dan *source* yang berbeda-beda. Hal ini dapat terjadi karena *source*/sumber fotosintat tanaman yang mendapat cekaman akan lebih sedikit dibandingkan dengan yang tidak mendapat cekaman.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Kombinasi tegangan air tanah pF 1 - 1,97 dan varietas Santan merupakan kombinasi terbaik, karena memberikan hasil cenderung lebih baik pada parameter tinggi tanaman, jumlah anakan maksimum, berat kering tanaman, persentase gabah bernas, berat gabah kering giling dan berat 1000 butir gabah.
2. Tegangan air tanah pF 1 - 1,97 merupakan tegangan air tanah terbaik, karena memberikan hasil terbaik pada parameter tinggi tanaman, jumlah anakan maksimum, jumlah anakan produktif, berat kering tanaman, umur panen, persentase gabah bernas, berat gabah kering giling dan berat 1000 butir gabah.
3. Varietas Santan merupakan varietas terbaik, karena memberikan

hasil cenderung lebih baik pada parameter tinggi tanaman, jumlah anakan maksimum, persentase gabah bernas, berat gabah kering giling (GKG) per rumpun,

### Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan disarankan agar membudidayakan varietas Santan, karena menghasilkan berat gabah kering giling cenderung lebih banyak baik pada tegangan air tanah tinggi maupun tegangan air tanah rendah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allen, L.H. Jr. 1999. **Evapotranspiration responses of plants and crops to Carbon Dioxide and temperature**. J. of Crop Prod., volume 2 (2): 37-70.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Komisi Nasional Plasma Nutfah. 2003. **Panduan Sistem Karakterisasi dan Evaluasi Tanaman Padi (On-line)**. [http://indoplasma.or.id/publikasi/pdf/guidebook\\_pd.pdf](http://indoplasma.or.id/publikasi/pdf/guidebook_pd.pdf). Diakses tanggal 22 Juni 2016
- Badan Pusat Statistik Riau. 2013. **Statistik Padi dan Palawija Tahun 2013**. Kantor Wilayah Riau. Pekanbaru.
- Castillo, E. G., T. P. Tuong, U. Sing, K. Inubushi, J. Padilla. 2006. **Drought response of dry seeded rice to water stress timing**. N-Fertilizer Rates and Sources. Soil Sci. Plant Nutr., volume 52 (3) : 496-508.

- Diptaningsari, D. 2013. **Analisis keragaman karakter agronomis dan stabilitas galur harapan padi gogo turunan padi lokal Pulau Buru hasil kutur antera**. Disertasi. Fakultas Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Hardjowigeno, S. 2007. **Ilmu Tanah Edisi Baru**. Akademika Press Indo. Jakarta.
- IRRI. (2009). **Reference Guide Standard Evaluation System for Rice**. (Online). <http://www.knowledgebank.irri.org/extension/index.php/agronomictraits/tillering-ability-ti>. Diakses tanggal 8 Agustus 2016.
- Ismail, B.P., B Suprihatno, H Pane, dan I. Las. 2003. **Respon Komponen Hasil Varietas Terhadap Perlakuan Agronomi**. Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan, volume 27 (3):6-14.
- Julistia B., dan Jumakir, 2011. **Uji Adaptasi Beberapa Varietas Unggul Baru (VUB) Padi Sawah di Provinsi Jambi**. Prosiding Seminar Nasional Pengkajian dan Diseminasi Inovasi Pertanian Mendukung Program Strategis Kementerian Pertanian.
- Kluge, M. 1976. **Carbon and Nitrogen Metabolism Under Water Stress**. Springer-Verlag. Berlin.
- \_\_\_\_\_, N. C. 1997. **Soil Plant Water Relationship**. Dept. Of Soil Sci. Agr. Faculty UGM. Yogyakarta.
- Lakitan. 1993. **Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan**. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Las, I., B. Suprihatno, dan I. N. Widiarta. 2004. **Perkembangan varietas perpadian nasional**. Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor.
- Matsuo, T.Y. and K. Hoshikawa. 1993. **Science of the Rice Plant**. Morphology, Ford and Agricultural Policy Research Center. Tokyo.
- Noggle, G.R. and G.J. Fritz. 1986. **Introductory Plant Physiology. 2nd Ed**. Prentice Hall India, New Delhi.
- Pitty, A. F. 1979. **Geography and Soil Properties**. Methuen and Co. London.
- Pranata, A.S. 2004. **Pupuk Organik Cair Aplikasi dan Manfaatnya**. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Prasetyo, YT. 2003. **Bertanam Padi Gogo Tanpa Olah Tanah**. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Purwanto, E. 1999. **Penyaringan Ketahanan Padi terhadap Stress Air**. Agrosains, volume 1 (2):45-50.
- Refliaty, Gindo dan Hendriansyah. 2011. **Pengaruh pemberian kompos sisa biogas kotoran sapi terhadap perbaikan beberapa sifat fisik ultisol dan hasil kedelai (*Glycine Max* (L.) Merrill)**. Jurnal Hidrolitan, volume 2 (3): 1-12.
- Rumiati dan Soemardi, 1982. **Evaluasi Hasil Penelitian Peningkatan Mutu Padi dan Palawija**. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Sanchez, P. A. 1976. **Properties and Management of Soils in the Tropics**. John Wiley and Sons. New York.
- Suardi. D. 2002. **Perakaran padi dalam hubungannya dengan toleransi tanaman terhadap kekeringan dan hasil**. Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. Jurnal Litbang Pertanian, volume 21 (3): 6-14.
- Supijatno, M. A. Chozin, D. Suopandie, Trikoesoemaningtyas, A. Junaedi, dan I. Lubis. 2012. **Evaluasi konsumsi air beberapa genotipe padi untuk potensi efisiensi**

- penggunaan air.** J. Argon. Indonesia, volume 40 (1) : 15 – 20.
- Tjondronegoro, P. D., S. Harran, dan Hamim. 1999. **Fisiologi Tumbuhan Dasar Jilid I.** Jurusan Biologi – FMIPA Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Uehera, G., and G. Gillman. 1980. **The Mineralogy, Chemistry, and Physics of Tropical Soil with Variable Charge Clay.** West View Press. Colorado.
- Vankateswarlu, B. and R.M. Visperas. 1987. **Source-Sink Relationship on Crop Plants.** IRRI.
- Vergara, B.S. 1995. **Bercocok Tanam Padi.** Program Nasional PHT Pusat Departemen Pertanian. Jakarta.
- Williams, C. H. and K. T. Joseph. 1976. **Climate, Soil and Crop Production in The Humid Tropics.** Oxford Univ. Press. Kuala Lumpur.
- Yoshida, S. 1981. **Foundamentals of Rice Crop Science.** International Rice Research Institute. Los Baños.
- Yulidar, D. 1992. **Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Varietas Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) Pada Berbagai Ketinggian Tempat.** Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.