

**PENGARUH TEGANGAN AIR TERHADAP EFISIENSI PEMUPUKAN
N, P, DAN K PADA TANAMAN PADI GOGO LOKAL VARIETAS
KALPATALI (*Oryza sativa* L.) DI TANAH ULTISOL**

**THE EFFECT OF WATER TENSION TOWARD THE EFFICIENT
FERTILIZATION OF N, P, AND K IN THE VARIETY OF KALPATALI
OF GOGO LOCAL RICE (*Oryza sativa* L.) AT ULTISOL**

Andika Pratama¹, Idwar,² Arnis En Yulia².

Program Studi Agroteknologi, Jurusan Agroteknologi

Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture University of Riau

An.pratama100894@gmail.com

ABSTRACT

This research is held at the greenhouse of Faculty of Agriculture, University of Riau, Pekanbaru starts in March to August 2016. The trial uses the factorial of Complete Random Program (RAL). The first factor of the water tension comprises of three levels, they are : (pF 1 - 1,97), (pF 2,29 - 2,54) and (pF 2,70 - 3) and the second factor of the fertilization dosage of N, P, and K which comprises of four levels without fertilization of N, P, and K, given ½ x recommended dosage, given recommended dosage, and given 1½ x recommended dosage. The process is repeated three times. The data of observation result could be statistically analysed with ANOVA and followed by Duncan test at 5% level. The observed parametre are nutrients uptake of N, P and K, the efficiency of absorption of N, P, and K, height of plants, phase of malai's appearances, number of productive tiller, ratio of stem and root, period of harvest, weight of 1000 paddy seeds and product efficiency. The result of this research shows the interaction of water tension and fertilisation dosage of N, P, and K visibly influence the nutrients of N, P, and K, height of plants, ratio of stem and root, and weight of 1000 paddy seeds. Invisibly influence to the phase of malai's appearances, period of harvest, and number of productive tiller. Combination of water tension pF 1 - 1,97 and fertilization dosage 1 ½ x recommended dosage are the best combinations.

Keywords: N P and K fertilizer, efficient fertilization, gogo local rice, water tension, Ultisol

PENDAHULUAN

Padi (*Oryza sativa* L.) dikenal sebagai bahan pangan utama dan komoditi yang sangat penting di Indonesia. Pertambahan penduduk Indonesia yang terus meningkat dan pola konsumsi pangan yang masih tergantung pada beras membawa konsekuensi pada permintaan pangan

yang berlanjut dalam jumlah besar. Peluang besar yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi padi di Riau yaitu melestarikan budidaya padi gogo yang telah dilakukan oleh masyarakat secara turun temurun. Padi gogo memiliki kontribusi untuk

1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau

2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau

memenuhi kebutuhan pangan daerah maupun nasional.

Menurut data BPS (2013), terjadi penurunan luas panen padi di Riau yaitu sebesar 1.227 ha. Penurunan luas panen padi di Riau terjadi karena adanya alih fungsi lahan dari persawahan menjadi lahan perkebunan kelapa sawit. Bustami et al., (2012) menyatakan bahwa untuk mengatasi penurunan jumlah produksi padi dalam memenuhi kebutuhan pangan perlu dilakukan ekstensifikasi, yaitu dengan menambah luas areal penanaman padi di lahan kering. Rover (2009) menyatakan bahwa lahan kering yang berpotensi untuk perluasan areal tanaman padi gogo di Riau seluas 50.596 ha.

Budidaya padi gogo di Propinsi Riau pada umumnya diusahakan pada lahan dengan jenis tanah Ultisol. Tanah Ultisol memiliki pontesi yang besar untuk lahan penanaman padi gogo karena tanah Ultisol tersedia cukup luas di Riau dengan luas 2,27 juta ha dan belum digunakan secara optimal untuk pertanian. Ultisol adalah tanah yang berwarna kuning merah dan telah mengalami pencucian (Hardjowigeno, 2007).

Tetapi yang menjadi permasalahan dalam praktek pertanian selama ini adalah bagaimana meningkatkan keefisienan penggunaan pupuk, sebab dari hasil-hasil penelitian ternyata tidak semua pupuk yang

diberikan dapat digunakan tanaman. Oleh karena permasalahan ini, dan kenyataan bahwa pupuk merupakan sarana produksi yang mahal harganya, maka masalah keefisienan penggunaan pupuk N, P, dan K semakin penting. Novizan (2004) menyatakan bahwa kekurangan air dalam tanah menghambat pelarutan pupuk dan pelepasan haranya serta aliran massa dan difusi larutan hara dari tanah ke akar. Kekeringan pada tanah memekatkan larutan pupuk yang dapat merusak jaringan tanaman karena plasmolisis, sehingga kurang efisien.

Toha (2005) menyatakan bahwa untuk pengembangan budidaya padi gogo curah hujan harus cukup. Kondisi ini menyebabkan padi gogo tidak dapat ditanam pada musim kemarau. Defisit air pada saat pemupukan akan menghambat proses transportasi unsur hara ke tanaman sehingga akan berdampak pada produksinya. Oleh karena itu perlu diketahui tegangan air yang efisien dalam penggunaan pupuk N, P, dan K. Ikatan antara air dan tanah akan menimbulkan kekuatan ikatan atau tegangan (Hardjowigeno, 2007).

Berdasarkan permasalahan di atas maka dilakukan suatu penelitian tentang "Pengaruh Tegangan Air Terhadap Efisiensi Pemupukan N, P dan K Pada Tanaman Padi Gogo Lokal (*Oryza sativa* L.) Varietas Kalpatali di Tanah Ultisol".

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. Pelaksanaan penelitian ini berlangsung

selama ± 6 (enam) bulan yang dimulai dari bulan Maret - Agustus 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,

-
- 1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau
 - 2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau

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 Kalpatali, tanah Ultisol, pupuk Urea, SP-36, KCl dan polybag. Penelitian dilakukan secara eksperimen, terdiri atas dua faktor yang disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL). Faktor pertama adalah tegangan air (T) yang terdiri dari tiga taraf, yaitu T1 : pF 1,0-1,97, T2 : pF 2,29-2,54 dan T3 : pF 2,70-3,0.

Faktor kedua adalah dosis pupuk N, P dan K (D) yang terdiri dari empat taraf, yaitu : tanpa pemupukan N, P, dan K, ½ takaran anjuran N, P, dan K (0,11 N, 0,08 P₂O₅, 0,06 g K₂O), sesuai takaran anjuran N, P, dan K (0,23 N, 0,16 P₂O₅, 0,12 K₂O) dan 1 ½ takaran anjuran N, P, dan K (0,35 N, 0,25 P₂O₅, 0,18 g K₂O). Dengan demikian terdapat 12 kombinasi perlakuan yang masing-masing nya diulang 3 kali, sehingga terdapat 36 satuan percobaan. Hasil yang diperoleh dari analisis ragam dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (DNMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Serapan Hara N, P, dan K (mg/rumpun)

Hasil analisis ragam pengamatan serapan hara menunjukkan interaksi dan faktor tunggal pemberian tegangan air dan dosis pemupukan N, P, dan K berpengaruh nyata terhadap serapan hara pada padi gogo. Rata-rata serapan hara hasil uji lanjut uji jarak berganda Duncan (DNMRT) pada taraf 5% disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1.1 Rata-rata nilai serapan hara N dengan pemberian tegangan air dan dosis pemupukan N, P, dan K

Dosis Pupuk N P K (Anjuran)	Tegangan Air (pF)			Rata-rata
	1 - 1,97	2,29 - 2,54	2,79 - 3	
Tanpa diberi Pupuk	111,86 i	81,73 ij	58,77 j	84,12 d
½	223,89 g	165,42 h	120,98 i	170,09 c
1	625,61 d	484,74 e	349,34 f	486,56 b
1 ½	1430,38 a	1219,56 b	782,24 c	1144,06 a
Rata-rata	597,93 a	487,86 b	327,83 c	

Keterangan: angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji Duncan pada taraf 5 %.

Tabel 1.2 Rata-rata nilai serapan hara P dengan tegangan air dan dosis pemupukan N, P, dan K (mg/rumpun)

Dosis Pupuk N P K (Anjuran)	Tegangan Air (pF)			Rata-rata
	1 - 1,97	2,29 - 2,54	2,70 - 3	
Tanpa diberi Pupuk	135,12 i	99,75 j	71,07 k	101,98 d
½	232,44 g	168,88 h	142,06 hi	181,12 c
1	388,68 d	325,32 e	268,47 f	327,49 b
1 ½	758,17 a	547,76 b	482,30 c	596,07 a
Rata-rata	378,60 a	285,42 b	240,97 c	

- 1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau
- 2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau

Keterangan: angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji Duncan pada taraf 5 %.

Tabel 1.3 Rata-rata nilai serapan hara K dengan tegangan air dan dosis pemupukan N, P, dan K (mg/rumpun)

Dosis Pupuk N P K (Anjuran)	Tegangan Air (pF)			Rata-rata
	1 - 1,97	2,29 - 2,54	2,70 - 3	
Tanpa diberi Pupuk	176,44 h	213,19 h	141,33 h	176,99d
½	318,50 g	335,04 g	408,61 g	354,05 c
1	1264,06 d	990,55 e	824,10 f	1026,24 b
1 ½	3478,03 a	1786,79 b	1604,51 c	2289,78 a
Rata-rata	1309,26 a	831,39 b	744,64 c	

Keterangan: angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji Duncan pada taraf 5 %.

Data pada Tabel 1.1 dapat dilihat bahwa dengan perbedaan tegangan air dan perbedaan dosis pupuk N, P, dan K yang diberikan, menghasilkan nilai serapan hara N yang berbeda nyata. Hasil tertinggi serapan unsur hara N terdapat pada pemberian perlakuan pF 1 - 1,97 dengan pemberian 1 ½ dosis anjuran (0,35 N, 0,25 P₂O₅, 0,18 g K₂O) yaitu 1430,38 mg/rumpun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini dikarenakan semakin rendah tegangan air dan tingginya dosis pupuk N, P, dan K yang diberikan maka akan semakin banyak tanaman menyerap unsur hara. Adanya perbedaan tegangan air akan mempengaruhi proses-proses fisiologi. Hal ini sesuai dengan pendapat Syakhril (1997) bahwa perbedaan serapan unsur hara N sebagai akibat perbedaan proses absorpsi, translokasi, dan reduksi.

Tabel 1.1 dapat dinyatakan bahwa semakin tinggi dosis pupuk N, P dan K maka semakin tinggi penyerapan unsur hara, hasil analisis kimia tanah yang digunakan dalam penelitian menunjukkan bahwa kandungan N-total (0,11%) tergolong rendah. Oleh karena itu dengan meningkatkan dosis pemberian pupuk urea dapat

menyediakan lebih banyak unsur hara N bagi tanaman, Hal ini sesuai dengan pendapat Winarso (2005) bahwa peningkatan dosis pupuk urea di tanah Ultisol dapat meningkatkan serapan N oleh tanaman.

Data pada Tabel 1.2 dapat dilihat bahwa dengan perbedaan tegangan air dan perbedaan dosis pupuk N, P, dan K yang diberikan menghasilkan nilai serapan unsur hara P pada tanaman padi gogo yang berbeda nyata. Hasil tertinggi serapan unsur hara P terdapat pada perlakuan pF 1 - 1,97 dengan pemberian 1 ½ dosis anjuran (0,35 N, 0,25 P₂O₅, 0,18 g K₂O) yaitu 758,17 mg/rumpun berbeda nyata dengan semua perlakuan. Hal ini dikarenakan dalam kondisi tegangan air 1 - 1,97, air tersedia untuk tanaman dan konsentrasi pupuk yang terlarut tidak pekat sehingga akar dapat menyerap unsur hara P. Hal ini sesuai dengan pendapat Wiwoho (1982) bahwa peranan air di tanah berfungsi sebagai media pelarut zat hara yang akan diambil oleh tanaman.

Tabel 1.2 dapat dinyatakan bahwa semakin tinggi dosis pupuk N, P dan K maka semakin tinggi penyerapan unsur hara, hasil analisis kimia tanah

- 1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau
- 2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau

yang digunakan dalam penelitian menunjukkan bahwa kandungan P-tersedia (21,99 mg/100g) sedang. Oleh karena itu dengan meningkatkan dosis pemberian pupuk SP-36 dapat menyediakan lebih banyak unsur hara P bagi tanaman. Pemberian pupuk P serta peningkatan dosis P hingga taraf optimum akan terus meningkatkan ketersediaan P dalam tanah.

Data Pada Tabel 1.3 dapat dilihat bahwa dengan perbedaan tegangan air dan perbedaan dosis pupuk N, P, dan K yang diberikan, menghasilkan nilai serapan hara K pada padi gogo yang berbeda nyata.

Hasil tertinggi serapan unsur hara K terdapat pada pemberian perlakuan pF 1 - 1,97 dan 1 ½ dosis anjuran (0,35 N, 0,25 P₂O₅, 0,18 g K₂O) yaitu 3478,03 mg/rumpun berbeda nyata dengan semua perlakuan.

Pada tegangan air 2,70 - 3 merupakan nilai serapan hara terendah, hal ini dikarenakan pada tegangan air yang tinggi, pupuk yang diberikan akan sukar larut sehingga akar tanaman sulit menyerap unsur hara. Cekaman air dalam suasana reduksi mendorong pelepasan K⁺ dan Mn⁴⁺, dimana K⁺ yang terlarut dapat mencapai nilai maksimum pada puncak reduksi tanah.

Efisiensi Serapan Hara N, P, dan K (%)

Tabel 2.1 Efisiensi serapan hara N padi gogo di medium tanah Ultisol setelah diberi perlakuan pupuk N, P, K dan tegangan air

Perlakuan	Nilai Serapan N	Kenaikan Nilai Serapan N	Efisiensi Serapan N
Tanpa Pupuk N dan pF 1 - 1,97	111,86	-	-
Tanpa Pupuk N dan pF 2,29 - 2,54	81,73	-	-
Tanpa Pupuk N dan pF 2,70 - 3	58,77	-	-
½ dosis anjuran N dan pF 1 - 1,97	223,89	112,03	44,81
½ dosis anjuran N dan pF 2,29 - 2,54	165,42	83,69	33,47
½ dosis anjuran N dan pF 2,70 - 3	120,98	62,21	24,88
1 dosis anjuran N dan pF 1 - 1,97	625,61	513,75	100,73
1 dosis anjuran N dan pF 2,29 - 2,54	484,74	403,01	79,02
1 dosis anjuran N dan pF 2,70 - 3	349,34	290,57	56,97
1 ½ dosis anjuran N dan pF 1 - 1,97	1430,38	1318,52	169,04
1 ½ dosis anjuran N dan pF 2,29 - 2,54	1219,56	1137,83	145,87
1 ½ dosis anjuran N dan pF 2,70 - 3	782,24	723,47	92,75

Tabel 2.2 Efisiensi serapan hara P padi gogo di medium tanah Ultisol setelah diberi perlakuan pupuk N, P, K dan tegangan air

Perlakuan	Nilai Serapan P	Kenaikan Nilai Serapan P	Efisiensi Serapan P
Tanpa Pupuk P dan pF 1 - 1,97	135,12	-	-
Tanpa Pupuk P dan pF 2,29 - 2,54	99,75	-	-
Tanpa Pupuk P dan pF 2,70 - 3	71,07	-	-

- 1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau
- 2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau

½ dosis anjuran P dan pF 1 - 1,97	232,44	97,32	38,92
½ dosis anjuran P dan pF 2,29 - 2,54	168,88	69,13	27,65
½ dosis anjuran P dan pF 2,70 – 3	142,06	70,99	28,39
1 dosis anjuran P dan pF 1 - 1,97	388,68	253,56	49,71
1 dosis anjuran P dan pF 2,29 - 2,54	325,32	225,57	44,22
1 dosis anjuran P dan pF 2,70 – 3	268,47	197,40	38,70
1 ½ dosis anjuran P dan pF 1 - 1,97	758,17	623,05	79,87
1 ½ dosis anjuran P dan pF 2,29 - 2,54	547,76	448,01	57,43
1 ½ dosis anjuran P dan pF 2,70 – 3	482,30	411,23	52,72

Tabel 2.3 Efisiensi serapan hara K padi gogo di medium tanah Ultisol setelah diberi perlakuan pupuk N, P, K dan tegangan air

Perlakuan	Nilai Serapan K	Peningkatan Serapan K	Efisiensi Serapan K
Tanpa Pupuk K dan pF 1 - 1,97	176,44	-	-
Tanpa Pupuk K dan pF 2,29- 2,54	213,19	-	-
Tanpa Pupuk K dan pF 2,70 – 3	141,33	-	-
½ dosis anjuran K dan pF 1 - 1,97	318,50	142,06	56,82
½ dosis anjuran K dan pF 2,29 - 2,54	335,04	121,85	48,74
½ dosis anjuran K dan pF 2,70 – 3	408,61	267,28	106,91
1 dosis anjuran K dan pF 1 - 1,97	1264,06	1087,62	213,25
1 dosis anjuran K dan pF 2,29 - 2,54	990,55	777,36	152,42
1 dosis anjuran K dan pF 2,70 – 3	824,10	682,77	133,87
1 ½ dosis anjuran K dan pF 1 - 1,97	3478,03	3301,59	423,28
1 ½ dosis anjuran K dan pF 2,29 - 2,54	1786,79	1573,60	201,74
1 ½ dosis anjuran K dan pF 2,70 – 3	1604,51	1463,18	187,58

Data pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa dengan perbedaan tegangan air dan perbedaan dosis pupuk N, P, K yang diberikan menghasilkan efisiensi N, P, dan K tertinggi pada tanaman padi gogo yaitu 145,87, 79,87 dan 423,28, jika dibandingkan dengan pemberian pupuk N, P, dan K pada dosis yang sama dan dengan perlakuan tegangan air yang berbeda, menunjukkan peningkatan serapan unsur hara N, P, dan K dan efisiensi serapan hara N, P, dan K. Hal yang paling mempengaruhi efisiensi serapan adalah jumlah unsur hara yang dilepaskan dari pupuk, semakin banyak unsur hara yang dilepaskan pupuk maka akan semakin tinggi efisiensi

pemupukan. Hal ini sesuai dengan pendapat Dobermann (2007) bahwa efisiensi serapan dipengaruhi oleh keseimbangan antar kebutuhan tanaman dengan jumlah hara yang dilepas dari pupuk. Nofyangtri (2011) juga menyatakan bahwa setiap gram pembentukan bahan organik penyusun tumbuhan, rata-rata membutuhkan air yang diabsorpsi oleh akar ditransportasikan keseluruh bagian tumbuhan dan selanjutnya air akan hilang ke atmosfer sehingga setiap tumbuhan harus dapat menyeimbangkan antara proses kehilangan air dan proses penyerapan unsur hara.

- 1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau
- 2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau

Peningkatan dosis pupuk tanpa disertai pemberian air yang tepat dapat menjadi faktor penghambat pertumbuhan serta dapat mengakibatkan serapan hara tidak efektif. Meningkatkan keefisienan serapan N, P, dan K dengan peningkatan takaran pupuk hingga 1 ½ dosis anjuran (0,35 N, 0,25 P₂O₅, 0,18 g K₂O) erat hubungannya dengan N-total (0,11%) tergolong rendah P-tersedia (21,99 ppm) sedang dan K-dd (0,013 me/100g) tergolong rendah di dalam tanah, sehingga dengan penambahan

dosis pupuk N P dan K dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Hal ini dikarenakan tanah Ultisol merupakan tanah yang telah berkembang lanjut sehingga miskin hara, mineral tipe 2:1 dan didominasi mineral kaolinit, oksida besi dan Al. Kejenuhan Al pada analisis tanah yaitu sebesar 57,47%. Hal ini sesuai dengan pendapat Ismunadji dan Partohardjono (1985) konsentrasi Al yang tinggi pada Ultisol menyebabkan terfiksasinya unsur fosfat serta rendahnya kandungan nitrogen.

Tinggi Tanaman (cm)

Hasil analisis ragam pengamatan tinggi tanaman menunjukkan interaksi dan faktor tunggal pemberian tegangan air dan dosis pupuk N, P, dan K berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada tanaman padi gogo. Rata-rata tinggi tanaman hasil uji lanjut uji jarak berganda Duncan (DNMRT) pada taraf 5% disajikan dalam Tabel 3

Tabel 3. Rata-rata tinggi tanaman padi gogo dengan pemberian tegangan air dan dosis pemupukan N, P, dan K

Dosis Pupuk N P K (Anjuran)	Tegangan Air (pF)			Rata-rata
	1 - 1,97	2,29 - 2.54	2,70 - 3	
Tanpa diberi Pupuk	130,00 bc	129,00 c	128,00 c	129,00 b
½	141,67 abc	136,00 abc	128,67 c	135,45 ab
1	143,66 ab	142,00 abc	135,34 abc	140,34 a
1 ½	147,34 a	144,00 ab	137,67 bc	143,00 a
Rata-rata	140,67 a	137,75 a	132,41 b	

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

Data pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa dengan perbedaan tegangan air dan perbedaan dosis pupuk N, P, dan K yang diberikan, menghasilkan tinggi tanaman padi gogo yang berbeda nyata. Hasil tertinggi tinggi tanaman padi gogo terdapat pada perlakuan pF 1 - 1,97 dengan pemberian 1 ½ dosis anjuran (0,35 N, 0,25 P₂O₅, 0,18 g K₂O) yaitu 147,34 cm berbeda nyata dengan perlakuan pF 1 - 1,97, pF

2.29 - 2.54, pF 2.70 – 3 dengan tanpa diberi pupuk N, P, dan K, pF 2.70 - 3 dengan pemberian ½ dosis anjuran (0,11 N, 0,08 P₂O₅, 0,06 g K₂O), pF 2.70 - 3 dengan pemberian 1 ½ dosis anjuran (0,35 N, 0,25 P₂O₅, 0,18 g K₂O) dan berbeda tidak nyata terhadap perlakuan yang lainnya. Hal ini disebabkan karena tegangan air 1 - 1,97 berada pada kapasitas lapang, dalam kondisi ini konsentrasi pupuk

- 1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau
- 2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau

yang terlarut tidak pekat sehingga dapat diserap secara optimal.

Peningkatan tinggi tanaman akibat tegangan air dan meningkatnya dosis pupuk N P dan K berkaitan erat dengan hasil analisis serapan hara, yang menunjukkan bahwa nilai serapan hara tertinggi terjadi pada perlakuan tegangan air 1 - 1,97 dengan pemberian 1 ½ dosis anjuran (0,35 N, 0,25 P₂O₅, 0,18 g K₂O), dengan meningkatkan dosis pemberian pupuk N, P dan K menjadi 1 ½ dosis anjuran (0,35 N, 0,25 P₂O₅, 0,18 g K₂O) dapat menyediakan lebih banyak unsur hara N, P dan K bagi tanaman. Unsur hara N merupakan faktor pembatas

utama bagi pertumbuhan dan produktifitas padi gogo, proses penyerapan unsur hara N dari pupuk urea yang diberikan, dengan cara aliran masa. Aliran masa dapat menjadi kontribusi utama untuk unsur N, Ca, Mg, dan Zn.

Tegangan air 2,70 - 3 dengan berbagai dosis pemupukan memberikan hasil yang terendah, hal ini disebabkan karena tegangan air 2,70 - 3 berada pada koefisien layu, pada kondisi ini, air tanah yang tersedia sudah lebih rendah dari kebutuhan tanaman sehingga konsentrasi larutan pupuk sangat pekat dan tidak dapat dimanfaatkan secara optimal oleh tanaman.

Umur Keluar Malai (HST)

Hasil analisis ragam pengamatan umur keluar malai menunjukkan interaksi dan faktor tunggal pemberian tegangan air dan dosis pupuk N, P, dan K berpengaruh tidak nyata terhadap umur keluar malai pada tanaman padi gogo. Rata-rata umur keluar malai hasil uji lanjut uji jarak berganda Duncan (DNMRT) pada taraf 5% disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata umur keluar malai padi gogo dengan pemberian tegangan air dan dosis pemupukan N, P, dan K

Dosis Pupuk N P K (Anjuran)	Tegangan Air (pF)			Rata-rata
	1 - 1,97	2,29 - 2,54	2,70 - 3	
Tanpa diberi Pupuk	106,66 ab	111,33 ab	108,33 ab	108,77 ab
½	116,00 a	114,00 ab	116,33 a	115,44 a
1	93,66 b	98,66 ab	113,66 ab	102,00 b
1 ½	97,33 ab	112,00 ab	113,33 ab	107,55 ab
Rata-rata	103,41 a	109,00 b	112,91 c	

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

Data pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa dengan perbedaan tegangan air dan perbedaan dosis pupuk N, P, dan K yang diberikan, menghasilkan umur keluar malai padi gogo yang berbeda nyata. Pada perlakuan tegangan air 1 - 1,97 dengan pemberian 1 ½ dosis anjuran (0,35 N, 0,25 P₂O₅, 0,18 g

K₂O) menghasilkan umur keluar malai tercepat yaitu 93,66 hari. Hal ini diduga pemberian dosis pupuk sesuai dengan dosis anjuran sudah mencukupi kebutuhan unsur hara. Hal ini sesuai dengan pendapat Lakitan (2010) bahwa pemupukan merupakan salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan unsur hara

- 1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau
- 2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau

yang dibutuhkan tanaman sehingga dapat tumbuh dan produksi maksimal.

Tegangan air 1 - 1,97 dengan pemberian sesuai dosis anjuran (0,23 N, 0,16 P₂O₅, 0,12 g K₂O) terhadap pemberian ½ dosis anjuran (0,11 N, 0,08 P₂O₅, 0,06 g K₂O) nyata dalam memperlama umur keluar malai. Hal ini diduga pada ½ dosis anjuran (0,11 N, 0,08 P₂O₅, 0,06 g K₂O) tanaman kekurangan unsur hara, sehingga proses umur keluar malai tanaman padi gogo terganggu. Pada perlakuan tegangan air 1 - 1,97 dengan pemberian sesuai dosis anjuran (0,23 N, 0,16 P₂O₅, 0,12 g K₂O) terhadap 1 ½ x dosis anjuran (0,35 N, 0,25 P₂O₅, 0,18 g K₂O) berbeda tidak nyata dalam

memperlama umur keluar malai. Dalam Tabel 5 juga terlihat bahwa dengan tegangan air 2,29 - 2,54 dan 2,70 - 3 menunjukkan umur keluar malai yang lebih lama. Hal ini diduga tanaman padi gogo tergolong tanaman yang disebut determinan. Hal ini sesuai dengan pendapat Santoso (2008) bahwa tanaman yang mengalami cekaman dan belum berbunga pada saat yang seharusnya sudah memasuki umur generatif, itu dikarenakan tanaman tersebut sedang menyempurnakan pertumbuhan vegetatifnya atau tanaman tersebut menunda fase generatifnya karena pertumbuhan vegetatifnya belum sempurna

Jumlah Anakan Produktif (batang)

Hasil analisis ragam pengamatan jumlah anakan produktif menunjukkan faktor tunggal pemberian tegangan air dan dosis pupuk N, P, dan K berpengaruh nyata terhadap jumlah anakan produktif dan faktor interaksi berpengaruh tidak nyata pada tanaman padi gogo. Rata-rata jumlah anakan produktif hasil uji lanjut uji jarak berganda Duncan (DNMRT) pada taraf 5% disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata jumlah anakan produktif padi gogo dengan pemberian tegangan air dan dosis pemupukan N, P, dan K

Dosis Pupuk N P K (Anjuran)	Tegangan Air (pF)			Rata-rata
	1 - 1,97	2,29 - 2,54	2,70 - 3	
Tanpa diberi Pupuk	10,33 cde	9,00 de	7,00 e	8,77 c
½	14,00 bc	12,00 bcd	7,66 e	11,22 b
1	15,00 ab	13,33 bc	8,00 e	12,11 ab
1 ½	18,00 a	13,66 bc	9,33 de	13,66 a
Rata-rata	14,33 a	12,00 b	8,00 c	

Keterangan: angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut Uji DNMRT pada taraf 5%.

Data pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa dengan perbedaan tegangan air dan perbedaan dosis pupuk N, P, dan K yang diberikan menghasilkan jumlah anakan produktif padi gogo yang berbeda nyata. Hasil tertinggi jumlah anakan produktif terdapat pada

pemberian perlakuan pF 1 - 1,97 dengan pemberian 1 ½ dosis anjuran (0,35 N, 0,25 P₂O₅, 0,18 g K₂O) dan sesuai dosis anjuran yaitu 18 dan 15 batang dan berbeda nyata dengan semua perlakuan yang diberikan. Hal ini dikarenakan tegangan air 1 - 1,97

- 1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau
- 2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau

berada pada kapasitas lapang, dalam kondisi ini konsentrasi pupuk yang terlarut tidak pekat sehingga dapat diserap secara optimal.

Peningkatan pemberian dosis pupuk N, P, dan K dapat menyediakan lebih banyak unsur hara N, P, dan K bagi tanaman, sehingga pengaruh kekurangan unsur hara N, P dan K yang dapat menyebabkan jumlah anakan sedikit dapat teratasi.

Tegangan air 2,70 - 3 dengan berbagai dosis anjuran nyata dalam

menurunkan jumlah anakan. Hal ini disebabkan karena air yang tersedia terbatas untuk melarutkan pupuk, sehingga tingkat kepekatan larutan pupuk menjadi lebih pekat dan tanaman sukar menyerap unsur hara. Supijatno et al. (2012) juga menyatakan bahwa salah satu daya adaptasi padi gogo terhadap kondisi kekeringan, tanaman akan berusaha untuk mengefisiensi penggunaan air dan unsur hara.

Rasio Tajuk dan Akar

Hasil analisis ragam pengamatan rasio tajuk akar menunjukkan interaksi dan faktor tunggal pemberian tegangan air dan dosis pemupukan N, P, dan K berpengaruh nyata terhadap rasio tajuk akar pada padi gogo. Rata-rata rasio tajuk akar hasil uji lanjut uji jarak berganda Duncan (DNMRT) pada taraf 5% disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata rasio tajuk akar padi gogo dengan pemberian tegangan air dan dosis pemupukan N, P, dan K.

Dosis Pupuk N P K (Anjuran)	Tegangan Air (pF)			Rata-rata
	1 - 1,97	2,29 - 2,54	2,79 - 3	
Tanpa diberi Pupuk	0,42 ef	0,39 ef	0,19 g	0,34 d
½	0,56 cd	0,47 de	0,34 f	0,46 c
1	0,66 bc	0,60 c	0,49 de	0,59 b
1 ½	0,84 a	0,82 a	0,75 ab	0,81 a
Rata-rata	0,63 a	0,57 b	0,45c	

Keterangan: angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut Uji DNMRT pada taraf 5%.

Data pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa dengan perbedaan tegangan air dan perbedaan dosis pupuk N, P, dan K yang diberikan, menghasilkan rasio tajuk akar padi gogo yang berbeda nyata. Hasil tertinggi rasio tajuk akar terdapat pada pemberian perlakuan pF 1 - 1.97 dengan pemberian 1 ½ dosis anjuran (0,35 N, 0,25 P₂O₅, 0,18 g K₂O) yaitu 0,84 berbeda tidak nyata dengan pF 2,29 - 2,54 dengan pemberian 1 ½ dosis anjuran (0,35 N,

0,25 P₂O₅, 0,18 g K₂O), pF 2,79 - 3 dengan pemberian 1 ½ dosis anjuran (0,35 N, 0,25 P₂O₅, 0,18 g K₂O) namun ada kecenderungan untuk meningkat dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan oleh dengan pemberian air yang cukup ke tanah selanjutnya pupuk akan dapat larut didalam tanah sehingga larutan pupuk tidak pekat maka akar tanaman akan mudah untuk menyerap unsur hara. Penurunan rasio tajuk akar pada

- 1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau
- 2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau

tegangan air 2,70 - 3 disebabkan oleh tegangan air yang tinggi dan dosis pemupukan N, P, dan K yang rendah, dimana tegangan air yang tinggi akan mempersulit tanaman untuk mengambil air dan unsur hara yang terlarut dari dalam tanah sehingga dapat

mengganggu proses fisiologi tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Sinaga (2008) bahwa ketersediaan air akan mempengaruhi tajuk dan akar, dimana semakin rendah ketersediaan air maka rasio tajuk dan akar semakin menurun.

Umur Panen (HST)

Hasil analisis ragam pengamatan umur panen menunjukkan interaksi dan faktor tunggal pemberian tegangan air dan dosis pemupukan N, P, dan K berpengaruh tidak nyata terhadap umur panen. Rata-rata umur panen hasil uji lanjut uji jarak berganda Duncan (DNMRT) pada taraf 5% disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata umur panen dengan pemberian tegangan air dan dosis pemupukan N, P, dan K

Dosis Pupuk N P K (Anjuran)	Tegangan Air (pF)			Rata-rata
	1 - 1,97	2,29 - 2,54	2,70 - 3	
Tanpa diberi Pupuk	135,66 a	143,00 a	138,33 a	139,00 a
½	146,33 a	144,66 a	146,33 a	145,77 a
1	136,00 a	136,00 a	145,00 a	139,00 a
1 ½	129,33 a	142,00 a	143,66 a	138,33 a
Rata-rata	136,83 a	141,41 a	143,33 a	

Keterangan: angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut Uji DNMRT pada taraf 5%.

Data pada Tabel 7 dapat dilihat bahwa dengan perbedaan tegangan air dan perbedaan dosis pupuk N, P, dan K yang diberikan, menghasilkan umur panen tanaman padi gogo yang berbeda tidak nyata. Hal ini dikarenakan dominannya pengaruh faktor genetik untuk umur panen sehingga perbedaan perlakuan tidak mempengaruhi. Hal ini sesuai dengan pendapat Kramer (1983) bahwa tanggap tanaman terhadap tegangan atau cekaman air ditentukan oleh sifat genetik tanaman. Tanggap tanaman tersebut dapat bersifat toleransi atau penghindaran.

Varietas kalpatali dapat dikategorikan ke dalam umur panen sedang dengan rata-rata umur panen 136-146 hari. Departemen Pertanian (2013) 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).

-
- 1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau
 - 2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau

Berat 1000 Butir Gabah (g)

Hasil analisis ragam pengamatan berat 1000 butir menunjukkan faktor tunggal pemberian tegangan air dan dosis pemupukan N, P, dan K berpengaruh nyata terhadap berat 1000 butir pada padi gogo dan faktor interaksi berbeda tidak nyata. Rata-rata berat 1000 butir hasil uji lanjut uji jarak berganda Duncan (DNMRT) pada taraf 5% disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Rata-rata berat 1000 butir dengan pemberian tegangan air dan dosis pemupukan N, P, dan K

Dosis Pupuk N P K (Anjuran)	Tegangan Air (pF)			Rata-rata
	1 - 1,97	2,29 - 2,54	2,70 - 3	
Tanpa diberi Pupuk	18,36 f	17,78 fg	16,77 g	17,64 c
½	21,59 bc	19,68 e	18,07 f	19,78 b
1	22,59 ab	21,51 bc	19,93 dc	21,46 a
1 ½	23,07 a	21,75 bc	20,96 de	21,92 a
Rata-rata	21,40 a	20,18 b	18,93 c	

Keterangan: angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut Uji DNMRT pada taraf 5%.

Data pada Tabel 8 dapat dilihat bahwa dengan perbedaan tegangan air dan dosis pupuk N, P, dan K yang diberikan, menghasilkan berat 1000 butir padi gogo yang berbeda nyata. Hasil tertinggi berat 1000 butir terdapat pada perlakuan 1 - 1,97 dengan pemberian 1 ½ (0,35 N, 0,25 P₂O₅, 0,18 g K₂O) dosis anjuran yaitu 23,07 g berbeda tidak nyata terhadap 1 - 1,97 dengan pemberian sesuai dosis anjuran (0,23 N, 0,16 P₂O₅, 0,12 g K₂O) dan berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya. Data pada Tabel 9 dapat disimpulkan bahwa semakin rendah tegangan air dan semakin tinggi pemberian pupuk N, P dan K maka berat 1000 butir akan semakin berat. Pemberian N, P, dan K 1 ½ (0,35 N, 0,25 P₂O₅, 0,18 g K₂O) dan tegangan

air 1 - 1,97 berarti unsur hara dalam tanah sudah tersedia dan dengan mudah diserap oleh akar tanaman dengan adanya air yang cukup diberikan dan serapan hara berkaitan dengan energi. Hal ini sesuai dengan hasil serapan unsur hara N, P, dan K pada Tabel 1.1, 1.2, 1.3, nilai serapan hara tertinggi juga terdapat pada perlakuan tegangan air 1 - 1,97 dengan pemberian pupuk 1 ½ (0,35 N, 0,25 P₂O₅, 0,18 g K₂O).

Kekurangan air membuat proses pengisian bulir padi terganggu, sehingga mempengaruhi bobot 1000 butir gabah. Proses pengisian bulir membutuhkan air yang cukup, apabila jumlah air tidak mencukupi, maka proses pengisian bulir tidak akan terjadi.

-
- 1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau
 - 2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau

Efisiensi Produksi

Tabel 9. Efisiensi Produksi Padi Gogo Di Medium Tanah Ultisol Setelah Diberi Perlakuan Pupuk N, P, K dan Tegangan Air

Perlakuan	Berat Gabah Kering Giling (g)	Peningkatan Berat Gabah Kering Giling(g)	Efisiensi produksi (g gabah/g N, P, K)
Tanpa Pupuk N, P, K dan T1 pF 1 - 1,97	4,12	-	-
Tanpa Pupuk N, P, K dan pF 2,29 - 2,54	3,47	-	-
Tanpa Pupuk N, P, K dan pF 2,70 - 3	2,63	-	-
½ x dosis anjuran dan pF 1 - 1,97	6,25	2,13	8,52
½ x dosis anjuran dan pF 2,29 - 2,54	4,86	1,39	5,56
½ x dosis anjuran dan pF 2,70 - 3	3,90	1,27	5,08
1 x dosis anjuran dan pF 1 - 1,97	8,56	4,44	8,70
1 x dosis anjuran dan pF 2,29 - 2,54	6,98	3,51	6,89
1 x dosis anjuran dan pF 2,70 - 3	5,51	2,88	5,64
1 ½ x dosis anjuran dan pF 1 - 1,97	12,37	8,25	10,57
1 ½ x dosis anjuran dan pF 2,29 - 2,54	9,49	6,02	7,71
1 ½ x dosis anjuran dan pF 2,70 - 3	7,81	5,18	6,64

Data pada Tabel 9 dapat dilihat bahwa jika dibandingkan dengan tegangan air yang sama dan pemberian dosis pupuk N, P, dan K yang berbeda, menunjukkan peningkatan berat gabah dan nilai keefisienan hasil. Tegangan air 1 - 1,97 memberikan efisiensi produksi yang tinggi. Hal ini dikarenakan sedikitnya air didalam tanah akan menyebabkan proses pelarutan pupuk terhambat dan mengganggu proses fisiologis tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Novizan (2004) bahwa kekurangan air

dalam tanah menghambat pelarutan pupuk dan pelepasan ion haranya serta aliran massa dan difusi larutan hara dari tanah ke akar, kekeringan pada tanah memekatkan larutan pupuk yang dapat merusak jaringan tanaman karena plasmolisis, sehingga kurang efisien. Boikess dan edelson (1981) dalam Syahroni (2015) menyebutkan peningkatan dosis pupuk N, P, dan K yang diberikan mempengaruhi serapan unsur hara oleh akar tanaman, karena meningkatnya konsentrasi larutan ion N, P, dan K dalam tanah. Bila tidak ada

- 1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau
- 2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau

air ion hara yang bermuatan berlawanan akan bergabung garam padat yang stabil sehingga proses pertumbuhan terhambat. Berkurangnya pasokan air menyebabkan turgiditas sel-sel tanaman menurun bahkan hilang. Hilangnya turgiditas akan menghambat pertumbuhan sel dan salah satu akibat adalah penurunan efisiensi produksi.

Hasil produksi tertinggi gabah kering giling (GKG) yaitu sebesar 12,37 g/polybag setelah dikonversikan didapat hasil sebesar 3,73 ton/ha. Jika dibandingkan dengan deskripsi tanaman padi gogo lokal, maka hasil yang didapat sudah menunjukkan hasil yang optimal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil penelitian “Pengaruh Tegangan Air Terhadap Efisiensi Pemupukan N, P, K Pada Tanaman Padi Gogo Lokal Varietas Kalpatali” memberikan kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengaruh tegangan air dan pemberian dosis pupuk N, P, dan K nyata pengaruhnya terhadap tinggi tanaman, rasio tajuk akar, dan serapan hara N, P, dan K.
2. Perlakuan pF 1 - 1,97 atau kadar air 19,48% - 17,75% merupakan perlakuan terbaik dalam mengefisienkan pemupukan N, P, dan K terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi gogo, dimana produksi per hektarnya mencapai 3,73 ton/ha.

Saran

1. Untuk memperoleh pertumbuhan yang baik, budidaya tanaman padi gogo varietas kalpatali di medium Ultisol disarankan menggunakan dosis pupuk $1 \frac{1}{2}$ x dosis anjuran dengan pF 1 - 1,97 atau kadar air 19,48% - 17,75%.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik, Provinsi Riau 2013, Berita Resmi Statistik Provinsi Riau, Produksi Padi, Jagung, dan Kedelai, Provinsi Riau No. 32/10/15/Thx XIII, 1 April 2015. BPS Provinsi Riau, Pekanbaru.
- Bustami, Effendi S, & Bahtiar sufiandi. 2012. Serapan hara dan efisiensi pemupukan phosphate serta pertumbuhan padi varietas lokal, Jurnal Agrologia fakultas pertanian universitas Syah Kuala Vol.2, No 1, April 2013, Hal 43-50.
- Departemen Pertanian Badan Pengendali Bimas. 2013. Pedoman Bercocok Tanam Padi, Palawija dan Sayur-Sayuran, BPJB Jakarta.
- Dobermann, A. 2007. Nutrient Use Efficiency Measurement and Management. University of Nebraska, Lincoln, USA.

-
- 1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau
 - 2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau

- Hardjowigeno, S. 2007. Ilmu Tanah. Edisi Baru, Penerbit Akademika PressIndo, Jakarta.
- Ismunadji, M. dan S. Partohardjono. 1985. Evaluasi dan seleksi sifat agronomis galur-galur padi gogo toleran kekeringan dan keracunan Al. Seminar Pengapuran Tanah Masam untuk Meningkatkan Produksi Tanaman Pangan. Puslitbangtan dan JICA, Jakarta, 21 September 1985.
- Kramer, N. C. 1983. Soil Plant Water Relationship. Dept. Of Soil Sci. Agr. Faculty UGM. Yogyakarta.
- Lakitan, B. 2010. Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Nofyangtri Sahera. 2011. Pengaruh Cekaman Kekeringan Aplikasi Mikoriza Terhadap Morfo Fisiologis dan Kualitas Bahan Organik. Tesis. Pasca Sarjana. IPB. Bogor
- Novizan, U. 2004. Petunjuk Pemupukan Yang Efisien. Penerbit Agro Media Pustaka, Jakarta.
- Rover. 2009. Pemberian Campuran Pupuk Anorganik dan Organik Pada Tanah Ultisol untuk Tanaman Padi Gogo (*Oryza Sativa. L.*). Tesis Universitas Islam Riau. Pekanbaru.
- Santoso. 2008. Kajian Morfologis dan Fisiologis Beberapa Varietas Padi Gogo (*Oryza sativa L.*) Terhadap Cekaman Kekeringan. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Sinaga R. 2008. Keterkaitan Nisbah Tajuk Akar dan Efisiensi Penggunaan Air Pada Rumput Gajah dan Rumput Raja Akibat Penurunan Ketersediaan Air Tanah. Jurnal Biologi Sumatera. Vol. 3 (1) : 29-35
- Syahroni. 2015. Pengaruh Pemberian Pupuk NPK Dan Volume Air Terhadap Pertumbuhan Cabai. Skripsi Fakultas Pertanian. Universitas Riau. Pekanbaru
- Syakhri. 1997. Evaluasi reaksi galur-galur padi gogo terhadap cekaman Al dan kekurangan Nitrogen. Tesis program pasca sarjana. IPB. Bogor
- Toha, M. Husin. 2005. Padi Gogo dan Pola pengembangannya. Balai Penelitian dan Pengembangan pertanian Departemen Pertanian.
- Winarso, S. 2005. Kesuburan Tanah, Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah. Gava Media. Yogyakarta.
- Wiwoho. 1982. Pengaruh Tegangan Air Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Kedelai. Skripsi Fakultas Pertanian. IPB. Bogor.

1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau
2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau