

## PENGARUH LENGAS TANAH TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TIGA VARIETAS LOKAL BAWANG MERAH PADA KETINGGIAN TEMPAT BERBEDA

### Influence of Soil Moisture on Growth and Yield of Three Shallot Local Varieties Grown in Different Elevations

*Muhammad Anshar<sup>1)</sup>, Tohari<sup>2)</sup>, Bambang Hendro Sunarminto<sup>2)</sup>  
dan Endang Sulistyarningsih<sup>2)</sup>*

<sup>1)</sup> Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, Jl. Soekarno – Hatta Km 9 Palu 94118, Sulawesi Tengah Telp/Fax : 0451 – 429738. Email: apasigai@yahoo.com.

<sup>2)</sup> Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

#### ABSTRACT

Pot experimental research under green house condition was carried out in Yogyakarta during March-Mei 2009. The aim of the experiment was to determine the influence of soil moisture on growth and yield of local-varieties shallots (Palasa, Palu and Sumenep) at different elevations. The experiment was arranged in a Split Split Plot Design with three replications. The main plot was local varieties of shallot: (1) Palasa; (2) Palu; and (3) Sumenep. The sub-plot were soil moisture (field capacity percentage - % FC), included: (1) 50% FC; (2) 100% FC; and (3) 150% FC. Each variety has a different response to different soil moisture and altitude places. Sumenep variety had the lowest net assimilation rate (NAR) and Palasa variety produced smallest fresh-bulb at all soil moisture and elevation. Soil moisture at 100% FC increased crop growth rate (CGR) and bulb's fresh-weight per crop bunch of Palu variety particularly on elevation 100 m above sea level, whereas 50% FC reduced shallot growth and yield on all elevation.

**Key words:** Elevation, growth and yield, shallot, soil moisture.

#### PENDAHULUAN

Produk bawang goreng asal Sulawesi Tengah telah dikenal luas karena memiliki tekstur, rasa dan aroma yang khas serta tahan dalam penyimpanan. Permintaan pasar bawang goreng yang cukup tinggi, baik untuk pasar lokal, regional maupun ekspor belum dapat dipenuhi, akibat terbatasnya bahan baku bawang merah varietas lokal Palu (Dinas Pertanian Sulteng, 2005); Keterbatasnya bahan baku disebabkan karena luas tanam dan produktivitas bawang merah lokal Palu sebagai bahan baku bawang goreng masih sangat rendah yakni rata-rata hanya 3,5-4,5 t/ha sedangkan potensi hasilnya dapat mencapai 10-12 t/ha (BPTP Sulteng, 2004). Selain bawang merah lokal Palu, di Sulawesi Tengah juga telah dilepas bawang merah varietas lokal Palasa dari Kabupaten Parigi

Moutong serta varietas lokal Sumenep dari Madura, yang juga dapat digunakan sebagai bahan baku bawang goreng, namun masing-masing varietas tersebut memiliki kemampuan adaptasi terhadap lengas tanah dan ketinggian tempat tertentu.

Peningkatan produksi bawang merah dapat dilakukan selain dengan perbaikan teknologi budidaya, juga dapat dilakukan dengan perluasan areal pertanaman. Namun usaha perluasan areal tanam terkendala pada kemampuan adaptasi masing-masing varietas terhadap ketinggian tempat berbeda-beda. Bawang merah varietas lokal Palu dikembangkan di dataran rendah kurang dari 300 mdpl., varietas Palasa pada dataran menengah-tinggi (400-700 mdpl.) dan varietas lokal Sumenep beradaptasi pada dataran rendah sampai tinggi hingga 900 mdpl. Hal ini yang menjadi dasar pentingnya dilakukan penelitian yang

bertujuan untuk mengetahui pengaruh lengas tanah terhadap pertumbuhan dan hasil tiga varietas lokal bawang merah dan ketinggian tempat berbeda; karena ketinggian tempat berperan sebagai peubah suhu yang berperan sebagai faktor penentu pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah, sebagaimana dikemukakan oleh Lockwood, (1974) dalam Levitt, (1980) bahwa tinggi tempat merupakan faktor utama yang mengubah keseragaman panas, dan suhu rata-rata berkurang  $0,6^{\circ}\text{C}$  pada setiap pertambahan tinggi 100 m dari permukaan laut.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dalam bentuk percobaan pot dalam rumah kaca dilaksanakan pada tiga ketinggian tempat berbeda di propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) pada bulan Maret-Mei 2009. Benih/Bibit bawang merah varietas lokal Palasa diperoleh dari Desa Palasa Kabupaten Parigi Moutong dan varietas lokal Palu diperoleh dari Desa Solouwe Kabupaten Sigi Sulawesi Tengah, sedangkan varietas lokal Sumenep diperoleh dari Kabupaten Sumenep Madura Jawa Timur. Media tumbuh tanaman menggunakan tanah aluvial (*Inceptisol*).

Penelitian disusun berdasarkan percobaan antar lokasi dalam Rancangan Petak terpisah (*Split Plot Design*) diulang tiga kali. Petak Utama adalah varietas lokal bawang merah terdiri atas: (1) Palasa, (2) Palu, dan (3) Sumenep. Anak Petak adalah lengas tanah dalam persen kapasitas lapangan (% KL) terdiri atas: (1) 50% KL, (2) 100% KL, dan (3) 150% KL. Setiap unit perlakuan diwakili 10 tanaman dalam polibag. Setiap pot berisi 3.500 g tanah kering angin, yang telah diayak dan bebas dari kotoran.

Penanaman dilakukan secara serentak pada tiga lokasi penelitian dengan ketinggian berbeda. Pemberian pupuk disesuaikan dengan rekomendasi (BPTP Biromaru, 1999), yaitu 100 kg urea.ha<sup>-1</sup>, 200 kg ZA.ha<sup>-1</sup>, 150 kg SP-36.ha<sup>-1</sup>, 100 kg KCl.ha<sup>-1</sup> atau setara dengan 0,28 g urea, 0,56 g ZA, 0,42 g SP-36, 0,28 g KCl per polibag. Urea diberikan dua tahap yakni tahap pertama diberikan 1 Minggu Setelah Tanam (MST) sebanyak setengah dosis dan sisanya diberikan pada

tahap kedua pada umur 30 HST.; sedangkan pupuk ZA, SP-36 dan KCl hanya diberikan sekali pada saat umur tanaman 1 MST. Pengendalian hama, penyakit dan gulma disesuaikan dengan kondisi di lapangan. Selama percobaan digunakan insektisida untuk mengendalikan serangan ulat daun dan fungisida mengendalikan jamur yang terdapat pada tanaman.

Pemberian air dilakukan setiap hari sejak tanam hingga tanaman berumur 10 hari setelah tanam. Selanjutnya, pemberian dilakukan setiap dua hari dan jumlahnya disesuaikan dengan perlakuan tingkat lengas tanah pada setiap pot percobaan. Penentuan jumlah air siraman ditentukan dengan metode penimbangan (gravimetri) dan sebelumnya dilakukan pengukuran di laboratorium untuk mengetahui potensial matrik tanah (pF) pada beberapa kandungan lengas tanah yang digunakan sebagai medium tumbuh tanaman.

Pengamatan dilakukan terhadap aspek pertumbuhan dan hasil tiga varietas bawang merah yaitu:

a. Aspek pertumbuhan meliputi: berat kering total per tanaman, total luas daun per tanaman serta analisis pertumbuhan tanaman untuk mengukur efisiensi fotosintesis tanaman yaitu: (1) Laju Asimilasi Bersih (LAB) dan (2) Laju Pertumbuhan Tanaman (LPT), menurut Gardner *et.al.* (1991) sebagai berikut:

$$(1). \text{LAB} = [(W_2 - W_1) / (t_2 - t_1)] \times \frac{[\ln LD_2 - \ln LD_1]}{(LD_2 - LD_1)} \dots \dots \dots (\text{g.cm}^{-2}.\text{hari}^{-1})$$

$$(2). \text{LPT} = (W_2 - W_1) / (t_2 - t_1) \dots \dots \dots (\text{g.tanaman}^{-1}.\text{hari}^{-1})$$

Dimana:

$t_1$  = waktu pengamatan  $t_1$ ,

$t_2$  = waktu pengamatan  $t_2$

$W_1$  = berat kering total tanaman waktu  $t_1$

$W_2$  = berat kering total tanaman waktu  $t_2$

LD = Luas Daun;

BK = Berat kering total tanaman

b. Aspek hasil meliputi jumlah umbi dan berat segar umbi per rumpun.

Analisis data digunakan software SAS-6.2 (Statistical analysis System versi

6.2). Data hasil pengamatan dari tiga lokasi berbeda dianalisis menggunakan model analisis gabungan antar lokasi berdasar Rancangan Petak Terbagi (*Split Plot Design*) dengan tiga ulangan; apabila perlakuan berpengaruh nyata dilanjutkan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada  $\alpha$  0,05, menurut Gomez & Gomez (1995).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Berat Kering Total Tanaman.** Interaksi lokasi, varietas dan lengas berpengaruh nyata terhadap berat kering total tanaman bawang merah pada 40 hari setelah tanam. Sebaliknya, varietas Palasa menunjukkan berat kering total pertanaman lebih rendah

dibandingkan varietas Palu dan Sumenep pada semua ketinggian tempat dan kadar lengas tanah (Tabel 1).

Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan berat kering tanaman selain ditentukan oleh faktor genetik dari setiap varietas tanaman, juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan terutama lengas dan suhu. Kandungan air sel daun merupakan salah satu faktor yang mempunyai peran penting pada proses metabolisme tanaman, sebagaimana dikemukakan oleh Gardner *et al.* (1991) bahwa kandungan air sel harus terjaga tetap tinggi untuk menjamin pengaruh cekaman yang akan mengurangi proses metabolisme dan membatasi pertumbuhan tanaman.

Tabel 1. Berat Kering Total Per Tanaman (g) Tiga Varietas Bawang Merah pada Interaksi Lokasi dan Lengas Tanah Umur.

Lokasi (ketinggian tempat)	Varietas	Lengas Tanah (% Kapasitas Lapang)			Rerata
		50% KL	100% KL	150% KL	
Banguntapan (100 mdpl.)	Palasa	1.66 bc	2.74 bc	1.90 bc	2.10
	Palu	3.48 bc	4.56 ab	5.81 a	3.24
	Sumenep	3.58 b	4.60 ab	2.84 bc	3.31
Pulowatu (400 mdpl.)	Palasa	0.68 c	0.90 c	0.85 c	0.81
	Palu	1.94 bc	2.67 bc	1.81 bc	2.14
	Sumenep	2.34 bc	2.42 bc	2.90 bc	2.55
Kaliurang (800 mdpl.)	Palasa	1.02 c	1.21 c	1.07 c	1.10
	Palu	1.82 bc	1.59 c	1.67 bc	1.69
	Sumenep	1.62 c	1.67 bc	1.76 bc	1.68
Rerata		2.02	2.48	1.71	(+)

Ket: Angka rata-rata yang diikuti huruf sama pada baris dan kolom sama, tidak berbeda nyata pada uji DMRT  $\alpha$  0,05.

(-) = interaksi tidak nyata

**Total Luas Daun Per tanaman.** Total luas daun per tanaman adalah luas daun dari keseluruhan daun yang terbentuk pada setiap rumpun tanaman bawang merah. Luas daun selain dipengaruhi oleh faktor genetik, juga dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Interaksi lokasi dan varietas serta faktor tunggal lokasi dan lengas tanah berpengaruh nyata terhadap total luas daun per tanaman. Hasil uji DMRT  $\alpha$  0,05 pada Tabel 2, menunjukkan varietas Sumenep dan Palu menghasilkan total luas daun lebih besar pada ketinggian 100 mdpl. dan 400 mdpl., sebaliknya varietas Palasa memiliki

total luas daun lebih kecil pada semua lokasi ketinggian tempat. Lengas tanah 100% KL menghasilkan total luas daun per tanaman lebih besar dan berbeda nyata dengan lengas tanah 50% KL, namun tidak berbeda nyata dengan lengas tanah 150% KL. Hal ini menunjukkan bahwa lengas tanah sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan luas daun tanaman, dimana cekaman lengas tanah 50% KL dan 150% KL akan menurunkan total luas daun per tanaman. Lengas tanah rendah menyebabkan absorpsi air dan unsur hara oleh akar tanaman terhambat dan mempengaruhi

proses difusi CO<sub>2</sub> ke dalam tanaman yang selanjutnya akan berpengaruh negatif terhadap laju fotosintesis. Pengaruh cekaman air pada pertumbuhan tanaman dicerminkan oleh daun-daun kecil (Whigham dan Minor, 1978). Efek cekaman lingkungan yang mempengaruhi ukuran sel-sel tanaman juga menyebabkan terjadinya perubahan luas daun pada tanaman, yang selanjutnya mempengaruhi kemampuan fotosintesis

dan pembentukan hasil tanaman (Neuman *et al.*, 1988)

**Laju Asimilasi Bersih.** Laju asimilasi bersih (LAB) atau *net assimilation rate* (NAR) adalah hasil bersih dari hasil asimilasi per satuan luas daun pada waktu tertentu. Interaksi lokasi, varietas dan lengas berpengaruh nyata terhadap laju asimilasi bersih (LAB) tanaman bawang merah pada umur 25-40 hari setelah tanam.

Tabel 2. Total Luas Daun Per Tanaman (cm<sup>2</sup>) pada Interaksi Lokasi dengan Varietas dan Lengas Tanah.

Lokasi (ketinggian tempat)	Varietas			Rerata
	Palasa	Palu	Sumenep	
Banguntapan (100 mdpl.)	559.36 bc	1025.58 ab	1055.73 ab	880.22
Pulowatu (400 mdpl.)	259.35 bc	677.16 ab	1156.26 a	697.59
Kaliurang (800 mdpl.)	112.45 c	266.15 bc	253.46 bc	210.69
Rerata	310.39	656.30	821.82	(+)

  

Lokasi (ketinggian tempat)	Lengas Tanah (% Kapasitas Lapang)			Rerata
	50% KL	100% KL	150% KL	
Banguntapan (100 mdpl.)	791.73	994.82	854.12	880.22 a
Pulowatu (400 mdpl.)	540.96	770.77	781.04	697.59 a
Kaliurang (800 mdpl.)	209.63	202.11	220.32	210.69 b
Rerata	514.11 b	655.90 a	618.49 ab	(-)

Ket: Angka rata-rata yang diikuti huruf sama pada baris dan kolom sama, tidak berbeda nyata pada uji DMRT  $\alpha$  0,05.

(-) = interaksi tidak nyata

Tabel 3. Laju Asimilasi Bersih [(g.cm<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>.hari<sup>-1</sup>] Tiga Varietas Bawang Merah pada Berbagai Lengas Tanah dan Ketinggian Tempat

Lokasi (Ketinggian tempat)	Varietas	Lengas Tanah (% Kapasitas Lapang)			Rerata
		50% KL	100% KL	150% KL	
Banguntapan (100 mdpl.)	Palasa	0.00048 ab	0.00055 ab	0.00036 b	0.00046
	Palu	0.00038 b	0.00043 ab	0.00056 ab	0.00046
	Sumenep	0.00027 b	0.00034 b	0.00025 b	0.00029
Pulowatu (400 mdpl.)	Palasa	0.00014 b	0.00013 b	0.00025 b	0.00017
	Palu	0.00016 b	0.00024 b	0.00022 b	0.00021
	Sumenep	0.00013 b	0.00010 b	0.00014 b	0.00012
Kaliurang (800 mdpl.)	Palasa	0.00054 ab	0.00068 a	0.00045 ab	0.00056
	Palu	0.00039 ab	0.00034 b	0.00035 b	0.00036
	Sumenep	0.00025 b	0.00024 b	0.00032 b	0.00027
Rerata		0.00030	0.00034	0.00032	(+)

Ket: Angka rata-rata yang diikuti huruf sama pada baris dan kolom sama, tidak berbeda nyata pada uji DMRT  $\alpha$  0,05.

(+) = interaksi nyata

Varietas Sumenep menunjukkan LAB lebih rendah pada semua kondisi lengas tanah dan lokasi dengan ketinggian tempat berbeda, walaupun tidak berbeda nyata dengan beberapa interaksi perlakuan lainnya. Laju asimilasi bersih tertinggi diperoleh pada varietas Palasa dengan lengas tanah 100% KL pada lokasi dengan ketinggian 800 mdpl. Bawang merah varietas Palu menunjukkan LAB lebih tinggi pada kondisi lengas tanah 100% dan 150% pada ketinggian tempat 100 mdpl. (Tabel 3). Hal tersebut dapat terjadi karena LAB selain dipengaruhi oleh luas daun tanaman juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan terutama intensitas cahaya, air dan unsur hara. Ketersediaan lengas tanah 100% KL dengan intensitas cahaya lebih tinggi pada dataran rendah memacu laju fotosintesis sehingga meningkatkan LAB bawang merah terutama varietas Palu yang dikenal beradaptasi baik pada dataran rendah.

**Laju Pertumbuhan Tanaman.** Laju pertumbuhan tanaman (LPT) adalah menunjukkan produksi biomasa tanaman persatuan waktu tertentu (Sitompol dan Guritno, 1995). Interaksi lokasi, varietas dan

lengas berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan tanaman (LPT) bawang merah umur 25-40 hari setelah tanam. Varietas Palasa, Palu dan Sumenep menghasilkan LPT lebih rendah dengan lengas tanah 50% KL pada semua ketinggian tempat dibandingkan dengan lengas tanah 100% KL dan 150% KL. Sebaliknya LPT lebih tinggi diperoleh dari varietas Palu dengan lengas tanah 100% KL dan 150% KL pada lokasi dengan ketinggian 100 mdpl. (Tabel 4).

Rendahnya LPT pada kondisi lengas tanah 50% KL menunjukkan terjadinya cekaman air yang dapat menurunkan laju pertumbuhan tanaman bawang merah, sebaliknya LPT menjadi lebih tinggi pada kondisi lengas tanah 100-150% KL pada dataran rendah 100 mdpl. Karena suplai lengas tanah yang cukup dengan intensitas cahaya cukup meningkatkan laju fotosintesis dan memacu laju pertumbuhan tanaman. Intensitas cahaya merupakan faktor pembatas fotosintesis karena semakin besar intensitas cahaya yang diserap tanaman, maka laju fotosintesis semakin tinggi dan kondisi sebaliknya akan menurunkan laju fotosintesis (Gest, 2000).

Tabel 4. Laju Pertumbuhan Tanaman ( $G \cdot G^{-1} \cdot Cm^{-1}$ ) Tiga Varietas Bawang Merah pada Berbagai Lengas Tanah dan Lokasi dengan Ketinggian Tempat Berbeda

Lokasi (Ketinggian tempat)	Varietas	Lengas Tanah (% Kapasitas Lapang)			Rerata
		50% KL	100% KL	150% KL	
Banguntapan (100 mdpl.)	Palasa	0.083 c	0.153 bc	0.093 c	0.110
	Palu	0.165 bc	0.243 ab	0.324 a	0.244
	Sumenep	0.156 bc	0.209 b	0.125 bc	0.163
Pulowatu (400 mdpl.)	Palasa	0.029 c	0.026 c	0.035 c	0.030
	Palu	0.069 c	0.123 bc	0.085 c	0.092
	Sumenep	0.077 c	0.079 c	0.108 bc	0.088
Kaliurang (800 mdpl.)	Palasa	0.042 c	0.049 c	0.036 c	0.042
	Palu	0.073 c	0.063 c	0.069 c	0.068
	Sumenep	0.052 c	0.042 c	0.062 c	0.052
Rerata		0.083	0.110	0.104	(+)

Ket: Angka rata-rata yang diikuti huruf sama pada baris dan kolom sama, tidak berbeda nyata pada uji DMRT  $\alpha$  0,05.

(+) = interaksi nyata

**Berat Segar Umbi Per Rumpun.** Interaksi lokasi dengan lengas tanah serta varietas dengan lengas berpengaruh nyata terhadap berat segar umbi per rumpun bawang merah. Berat segar umbi per rumpun semakin

menurun dengan semakin meningkatnya lokasi dari permukaan laut, baik pada interaksi lengas tanah 50% KL dan 100% KL maupun 150% KL, dan pada lengas tanah 150% KL di dataran rendah 100 mdpl.

menghasilkan berat segar umbi per rumpun tertinggi. Ketiga varietas akan memberikan berat segar umbi per rumpun lebih besar pada kondisi lengas 100% KL, dimana varietas Sumenep menghasilkan berat segar umbi per rumpun tertinggi dan berbeda nyata dengan interaksi perlakuan lainnya (Tabel 5). Menurunnya hasil tanaman (umbi) pada kondisi cekaman air karena menurunnya jumlah fotosintat yang tersedia

dan distribusinya ke dalam umbi berkurang, sebagaimana yang dikemukakan oleh Harnowo (1993) bahwa cekaman air menghambat fotosintesis dan distribusi asimilat ke dalam organ reproduktif. Perbedaan bobot umbi menunjukkan bahwa diantara varietas terdapat perbedaan genetik yang mengendalikan tanggap tersebut terhadap suhu (Nagarajan dan Minhas, 1995)

Tabel 5. Berat Segar (g.rumpun<sup>-1</sup>) Umbi Bawang Merah pada Interaksi Lengas Tanah dengan Lokasi dan Varietas

Lokasi (Ketinggian tempat)	Lengas Tanah (% Kapasitas Lapang)			Rerata
	50% KL	100% KL	150% KL	
Banguntapan (100 mdpl.)	15.12 b	21.45 a	18.81 ab	18.46
Pulowatu (400 mdpl.)	14.11 b	19.76 ab	13.73 b	15.87
Kaliurang (800 mdpl.)	10.79 b	11.55 b	11.29 b	11.21
Rerata	13.34	17.59	14.61	(+)
Varietas	Lengas Tanah (% Kapasitas Lapang)			Rerata
	50% KL	100% KL	150% KL	
Palasa	6.43 d	8.00 cd	6.76 d	7.06
Palu	13.04 c	17.66 bc	16.98 bc	15.89
Sumenep	20.56 b	27.09 a	20.11 b	22.59
Rerata	13.34	17.58	14.62	(+)

Ket: Angka rata-rata yang diikuti huruf sama pada baris dan kolom sama, tidak berbeda nyata pada uji DMRT  $\alpha$  0,05.  
(+) = interaksi nyata

## KESIMPULAN

Setiap varietas memiliki tanggap berbeda terhadap lengas tanah dan ketinggian tempat berbeda. Varietas Sumenep memiliki laju asimilasi bersih (LAB) terendah dan varietas Palasa menghasilkan berat segar umbi terkecil pada semua lengas tanah dan ketinggian tempat.

Lengas tanah 100% kapasitas lapangan meningkatkan laju pertumbuhan tanaman, dan berat segar umbi per rumpun bawang merah varietas lokal Palu terutama pada lokasi dengan ketinggian tempat 100 mdpl., sedangkan lengas tanah 50% KL menurunkan pertumbuhan dan hasil bawang merah pada semua ketinggian tempat.

## DAFTAR PUSTAKA

- BPTP Sulteng. 2004. *Satu Dasawarsa Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sulawesi Tengah*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sulawesi Tengah, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Dinas Pertanian Sulteng. 2005. *Profil Bawang Merah Lokal Palu*. Sub-Din Bina Pengolahan dan Pemasaran Hasil Dinas Pertanian Perkebunan dan Peternakan Sulawesi Tengah. Palu.
- Gardner, F.P; R. Brent Pearce and L. Mitkhell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Terjemahan, Herawati Susilo. Universitas Indonesia Press. Hal. 247-275.

- Gest H. 2000. Bicentenary homage to Dr Jan Ingen-Housz, MD (1730–1799), *Pioneer Of Photosynthesis Research*. *Photosynthesis Research* 63: 183–190.
- Gomez, K.A. and A.A.Gomez. 1995. *Prosedure Statistik Untuk Penelitian Pertanian*. Terjemahan Endang Syamsuddin dan Justika S Baharsjah. Edisi kedua. UI-Press. Jakarta.
- Levitt, L. 1980. *Responses of Plants to Environment Stresses*. Dep. Of Plant Biology. Carnages Ins. Of Washington Standford, California, MD
- Harnowo, D. 1993. *Repon Tanaman Kedelai (Glycine max L. Merrill) terhadap Pemupukan Kalium dan Cekaman Kekeringan pada Fase Reproduksi*. Tesis S2. Program Pascasarjana IPB. Bogor.
- Nagarajan, S., and J.S. Minhas. 1995. *Internodal Elongation: A potential Screening Technique For Heat Tolerance in Potato*. *Pot. Res.* 38(2): 179-186.
- Neumann, P., E.V. Volkenburgh and R.E. Cleland. 1988. *Salinity Stress Inhibits Bean leaf expansion by Reducing Turgor Not Wall Extensibility*. *Plant Physiol.* (88): 233-237.
- Sitompul, S.M. dan B. Guritno. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Whigham, D.K., and H.C. Minor., 1978. *Agronomic Characteristic And Environmental Stress In A.G. Norman (Eds.) Soybean, Physiology, Agronomy and Utilization*. Academic Press. New York. p:77-188.