

## Tanggap Fisiologi dan Hasil Bawang Merah (*Allium cepa* L. Kelompok Aggregatum) terhadap Lengas Tanah dan Ketinggian Tempat Berbeda

### Physiological Response and Yield of Shallot (*Allium cepa* L. Aggregatum Group) on Different Soil Moist and Elevation

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

<sup>1</sup>Fakultas Pertanian Universitas Tadulako Palu Sulawesi Tengah

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

E-mail: apasigai@yahoo.com \* Penulis untuk korespondensi

#### Abstract

An experiment in the green house had been conducted in Yogyakarta Special Province from March to June 2009. The aim of the experiment was to determine the physiological response and yield of shallot toward the different soil moisture conditions at different elevations. Experiment was arranged based on interlocation in a Split Split Plot Design by three replications. The main plot was located at different elevations above sea level (asl.), consisting of: (1) 100 m asl., (2) 400 m asl., and (3) 800 m asl. Sub plots were local varieties of shallots: (1) Palasa; (2) Palu; and (3) Sumenep. Subs of sub plots were soil moisture (Field Capacity percentage/% FC), consisting of: (1) 50% FC; (2) 100% FC; and (3) 150% FC. The location with different elevation gave different physiological response and shallot yield. Palu variety had larger photosynthesis activity in all different environmental condition and it was endurable toward deficiency and excess threatment of soil moisture, especially in the lowland area. Soil moisture 100% FC produced the higher physiological activity and dry-bulb. On the other hand, 50% FC and 150% FC of soil moist reduced physiological activity and shallot yield of Palasa, Palu and Sumenep varieties on all elevations.

Keywords: shallot, elevation, soil moisture, physiology

#### Abstrak

Percobaan di rumah kaca telah dilaksanakan di provinsi DIY pada bulan Maret-Juni 2009. Percobaan bertujuan mengkaji tanggap fisiologis dan hasil bawang merah terhadap kondisi lengas tanah berbeda pada ketinggian tempat berbeda. Penelitian disusun berdasarkan percobaan lokasi dalam Rancangan Petak Petak Terbagi (*Split Split Plot Design*) diulang tiga kali. Petak utama adalah lokasi dengan ketinggian tempat berbeda di atas permukaan laut (dpl.) terdiri atas: (1) 100 m dpl., (2) 400 m dpl., dan (3) 800 m dpl.; Sub-plot adalah varietas bawang merah terdiri atas: (1) 'Palu', (2) 'Palasa', dan (3) 'Sumenep'. Sub-sub-plot adalah lengas tanah dalam persentase kapasitas lapangan (% KL) terdiri atas: (1) 50% KL, (2) 100% KL, dan (3) 150% KL (kondisi jenuh). Lokasi dengan ketinggian tempat berbeda memberikan tanggap fisiologi dan hasil bawang merah yang berbeda. Varietas Palu memiliki aktivitas fotosintesis lebih besar pada semua kondisi lingkungan berbeda dan lebih tahan terhadap cekaman kekurangan dan kelebihan lengas tanah terutama di dataran rendah. Lengas tanah 100% KL menghasilkan aktivitas fisiologi dan hasil umbi kering panen lebih tinggi, sebaliknya lengas tanah 50% KL dan 150% KL menurunkan pertumbuhan dan hasil bawang merah varietas Palasa, Palu dan Sumenep pada semua ketinggian tempat.

Kata kunci: bawang merah, ketinggian tempat, lengas tanah, fisiologi

Diterima: 10 Desember 2012, disetujui: 04 Februari 2013

#### Pendahuluan

Bawang merah (*Allium cepa* L. Kelompok Aggregatum) telah lama dikenal

sebagai salah satu sayuran umbi multiguna, yang sering didayagunakan sebagai bahan bumbu dapur penyedap berbagai masakan, obat tradisional dan bahan baku bawang goreng.

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, termasuk untuk ekspor ke beberapa negara terutama di Asia dan Eropa cukup tinggi, tetapi permintaan tersebut belum dapat dipenuhi, akibat terbatasnya bahan baku bawang merah (Anonim, 2005).

Di Sulawesi Tengah terdapat dua varietas bawang merah yang baik untuk bahan baku bawang goreng, yaitu varietas lokal 'Palu' dan 'Palasa'. Bawang merah 'Palasa' telah ditetapkan sebagai varietas unggul berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pertanian R.I No. 2480/Kpts/LB.240/8/2004 (Anonim, 2004b); sedangkan bawang merah 'Palu' telah ditetapkan sebagai varietas unggul berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pertanian R.I. No. 1843/Kpts/SR.120/4/2011 (Anonim, 2011). Ketersediaan bahan baku bawang merah yang berasal dari kedua varietas tersebut masih kurang disebabkan oleh produksi yang rendah. Rendahnya produksi, selain disebabkan oleh luas panen yang terbatas juga karena produktivitas tanaman yang masih rendah. Bawang merah 'Palu' saat ini hanya dapat dikembangkan pada areal dengan ketinggian tempat 100 m dpl. (Anonim, 2009), sedangkan bawang merah 'Palasa' hanya dikembangkan pada ketinggian tempat 500–700 m dpl. (Anonim, 2010). Produktivitas bawang merah 'Palu' dan 'Palasa' rata-rata hanya 3,5–4,5 t/ha, sedangkan potensi hasil dapat mencapai 10–12 t/ha (Anonim, 2004a).

Untuk dapat mengatasi ketersediaan bahan baku tersebut, selain perlu diupayakan peningkatan produktivitas bawang merah 'Palu' dan 'Palasa', juga perlu dilakukan introduksi varietas bawang merah yang memiliki produktivitas tinggi, dapat beradaptasi pada berbagai kondisi lingkungan dan dapat digunakan sebagai alternatif bahan baku bawang goreng dengan mutu yang baik. Salah satu varietas bawang merah yang dapat digunakan sebagai bahan baku bawang goreng adalah bawang merah varietas 'Sumenep'. Bawang merah 'Sumenep' memiliki kelebihan karena dapat diusahakan pada kondisi lingkungan lebih beragam, terutama ketinggian tempat dari permukaan laut. Seperti

dikemukakan Rahayu dan Berlian (2007) bawang 'Sumenep' dapat diusahakan pada dataran rendah hingga dataran tinggi (0–1200 m dpl.).

Budidaya tanaman bawang merah di luar lingkungan asalnya, terutama pada ketinggian tempat berbeda diduga akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah tersebut. Perbedaan ketinggian tempat selain berpengaruh terhadap curah hujan, kelembaban udara juga secara langsung akan berpengaruh terhadap suhu udara. Seperti dikemukakan oleh Lockwood, (1974) dalam Levitt, (1980) bahwa tinggi tempat merupakan faktor utama yang mengubah keseragaman panas, dan suhu rata-rata berkurang 0,6°C pada setiap kenaikan ketinggian tempat 100 m dari permukaan laut. Hal ini yang menjadi dasar pentingnya dilakukan penelitian untuk mengetahui tanggap fisiologi dan hasil ketiga varietas bawang merah terhadap pengaruh lengas tanah pada ketinggian tempat berbeda; karena ketinggian tempat berperan sebagai peubah suhu yang berperan sebagai faktor penentu pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah. Dari percobaan ini dapat diajukan hipotesis bahwa setiap varietas bawang merah memiliki tanggap fisiologi dan pertumbuhan berbeda terhadap kadar lengas tanah dan ketinggian tempat dari permukaan laut.

## Metode Penelitian

Penelitian dalam bentuk percobaan pot dalam rumah kaca, telah dilaksanakan di provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) pada bulan Maret–Juni 2009. Penelitian disusun berdasarkan percobaan antarlokasi dalam Rancangan Petak Petak Terbagi (*Split Split Plot Design*) diulang tiga kali. Petak utama adalah lokasi dengan ketinggian tempat berbeda di atas permukaan laut (dpl.) terdiri atas: (1) ketinggian tempat 100 m dpl., bertempat di kebun penelitian Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada di Banguntapan, (2) ketinggian tempat 400 m dpl., bertempat di areal kantor Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan di Desa Pulowatu Pakem, dan (3) ketinggian tempat 800 m dpl. bertempat di

areal laboratorium kultur jaringan Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan di Desa Kaliurang. Sebagai Sub-Petak adalah varietas bawang merah, terdiri atas varietas: (1) 'Palu', (2) 'Palasa', dan (3) 'Sumenep' dan sub-sub-plot adalah lengas tanah dalam persentase kapasitas lapangan (% KL) terdiri atas: (1) 50% KL, (2) 100% KL, dan (3) 150% KL (kondisi jenuh).

Setiap unit perlakuan diwakili 10 polibag tanaman yang berisi 3.500 g tanah kering angin. Tanah media penelitian bertekstur geluh lempung pasir dengan kandungan fraksi pasir 62%, pH tanah 6,21. Media tanah yang digunakan memiliki lengas kapasitas jenuh (pF 0=50,73%), lengas kapasitas lapangan (pF 2,54=27,24%) dan titik layu permanen (pF 4,2=6,02%). Air tersedia adalah selisih antara kadar air kapasitas lapangan dan kadar air titik layu permanen, sehingga lengas tanah tersedia pada media tanam adalah 21,22%.

Pada setiap polibag diberikan pupuk urea 0,28 g, ZA 0,56 g, SP-36 0,42 g dan KCl 0,28 g. Pupuk ZA, SP-36 dan KCl hanya diberikan sekali pada umur tanaman 7 hari setelah tanam (HST); sedangkan pupuk urea diberikan dua tahap, yaitu tahap pertama pada 7 HST dan tahap kedua pada umur 30 HST. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara fisik sesuai dengan kondisi serangan hama dan penyakit di lapangan.

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. Untuk penentuan kondisi lengas tanah sebagai medium tumbuh tanaman dilakukan analisis potensial air (pF). Pemberian air siraman dilakukan dengan metode gravimetri, yakni dengan cara menimbang pot yang berisi tanah beserta tanaman, namun untuk mengetahui berat tanaman pada setiap periode tertentu telah dilakukan penelitian lebih awal, sehingga data berat tanaman sudah tersedia untuk dijadikan koreksi pengurangan berat tanah dalam setiap pot.

Pengamatan dilakukan terhadap aspek fisiologi dan pertumbuhan serta hasil umbi kering tiga varietas bawang merah. Parameter yang diamati meliputi laju fotosintesis,

kerapatan dan konduktivitas stomata, laju transpirasi, suhu permukaan daun, kadar air sel daun, kadar CO<sub>2</sub> sel daun, suhu sel daun dan kelembaban nisbi sel daun yang semuanya diamati menggunakan alat *Photosynthetic Analyzer* LI-6400, yang diamati pada umur 40 HST.

#### Analisis data

Analisis data menggunakan software SAS-9.1 (*Statistical analysis System* versi 9.1). Data hasil pengamatan dari tiga lokasi berbeda dianalisis menggunakan model analisis gabungan antarlokasi berdasar Rancangan Petak Petak Terbagi (*Split Split Plot Design*) dengan tiga ulangan; apabila perlakuan berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada  $\alpha$  0,05, menurut Gomez dan Gomez (1995).

## Hasil dan Pembahasan

### Kondisi lingkungan mikro di rumah kaca

Perbedaan ketinggian tempat dari permukaan laut menyebabkan perbedaan nyata terhadap kondisi lingkungan mikro yang diamati. Hasil uji DMRT  $\alpha=0,05$  terhadap kondisi iklim mikro menunjukkan bahwa intensitas sinar matahari dan suhu udara menurun secara nyata dengan peningkatan ketinggian tempat hingga 800 m dpl. dan berbeda dengan dataran rendah 100 m dpl., sebaliknya kelembaban udara meningkat dengan meningkatnya ketinggian tempat hingga 800 m dpl. dan nyata berbeda dengan dataran rendah 100 m dpl (Tabel 1).

### Tanggap fisiologi dan pertumbuhan tanaman

Laju fotosintesis setiap varietas bawang merah yang diuji dipengaruhi oleh kadar lengas tanah dan ketinggian tempat. Laju fotosintesis bawang merah menurun dengan menurunnya suhu udara yang disebabkan oleh meningkatnya ketinggian tempat dari permukaan laut; pada lokasi 100 m dpl. dengan suhu udara 29,6°C diperoleh laju fotosintesis yang tinggi dan terendah pada lokasi 800 m dpl. serta berbeda nyata dengan lokasi 800 m dpl. yang memiliki suhu udara 25,7°C. Bawang

merah 'Sumenep' memiliki laju fotosintesis lebih tinggi dan nyata berbeda dengan 'Palasa', tetapi tidak nyata berbeda dengan 'Palu'. Lengas tanah 100% KL menghasilkan laju fotosintesis lebih tinggi dan nyata berbeda dengan lengas tanah 50% KL, tetapi tidak berbeda nyata dengan lengas tanah 150% KL (Tabel 2).

Tabel 2 menggambarkan bahwa bawang merah 'Palu' dan 'Sumenep' memiliki kemampuan fotosintesis lebih tinggi dibandingkan dengan 'Palasa'. Bawang merah lebih baik dikembangkan pada dataran rendah hingga 400 m dpl. dan membutuhkan kadar lengas tanah 100% KL. Kondisi ini menunjukkan setiap varietas memiliki tanggap berbeda terhadap kondisi lingkungan terutama suhu dan lengas tanah. Menurunnya laju fotosintesis pada lengas tanah rendah 50% KL dapat terjadi karena adanya efek cekaman air (kekurangan air). Penurunan fotosintesis akibat kekurangan air disebabkan oleh terjadinya penutupan stomata dan penurunan difusi CO<sub>2</sub> (Musgrave, 1964 dalam Slatyer, 1968). Kebutuhan air dan unsur hara tanaman dapat dipenuhi melalui tanah dengan jalan penyerapan oleh akar dan besarnya air dan unsur hara yang diserap oleh akar tanaman tergantung pada kadar air tanah dan kondisi lingkungan di atasnya. Seperti dikemukakan Below (2002), kandungan unsur hara terutama unsur N dapat meningkatkan klorofil dan kapasitas fotosintesis daun.

Kerapatan stomata menunjukkan banyaknya jumlah stomata pada daun dengan luasan tertentu (mm<sup>2</sup>). Kerapatan stomata bawang merah 'Palu' dan 'Sumenep' diperoleh lebih tinggi pada ketinggian tempat 800 m dpl. dan nyata berbeda dengan bawang merah 'Palasa', 'Palu' dan 'Sumenep' pada ketinggian tempat 100–400 m dpl., tetapi tidak berbeda dengan bawang merah 'Palasa' pada ketinggian tempat 800 m dpl. (Tabel 3).

Gambar 1 menunjukkan bahwa peningkatan suhu udara akan menurunkan kerapatan stomata pada setiap varietas; dan peningkatan suhu udara akan meningkatkan konduktivitas stomata pada setiap varietas. Hal ini mengindikasikan bahwa konduktivitas stomata dipengaruhi oleh faktor lingkungan dalam hal ini suhu yang berbeda karena

perbedaan ketinggian tempat dari permukaan laut. Konduktivitas stomata atau konduktivitas air daun merupakan ukuran kemampuan daun melepaskan air melalui stomata dan hal ini berkaitan dengan laju transpirasi. Konduktivitas stomata bawang merah 'Palasa' meningkat di dataran rendah, dan bawang merah 'Palu' mengalami penurunan konduktivitas stomata pada lokasi lebih tinggi (400–800 m dpl.), sedangkan bawang merah 'Sumenep' tidak mengalami perbedaan konduktivitas stomata pada lokasi dengan ketinggian tempat berbeda (Tabel 3).

Lengas tanah berbeda menyebabkan konduktivitas stomata berbeda pada ketinggian tempat berbeda. Pada ketinggian tempat 100 m dpl. konduktivitas stomata lebih tinggi terjadi pada lengas tanah 100% KL dan 150% KL dan konduktivitas stomata paling rendah terjadi pada lengas tanah 50% KL, tetapi pada ketinggian 400 dan 800 m dpl. kadar lengas tanah berbeda tidak menyebabkan konduktivitas stomata daun bawang merah berbeda (Tabel 4). Hal ini disebabkan oleh lengas tanah yang rendah tanaman akan menurunkan turgor sel dan menyebabkan penutupan stomata. Seperti dikemukakan oleh Sivakumar dan Shaw (1978) terdapat hubungan linier positif antara potensial air dan daya hantar stomata dan semakin rendah kandungan lengas tanah semakin tinggi tahanan stomata. Hal ini menunjukkan bahwa varietas bawang merah secara genetik memiliki konduktivitas yang tidak berbeda, tetapi tergantung pada kondisi lingkungan yang diterimanya. Besarnya konduktivitas stomata dipengaruhi oleh gradien kelembapan udara atmosfer dengan kelembapan sel daun serta suhu permukaan daun. Selanjutnya, penurunan konduktivitas stomata berdampak pada menurunnya konsentrasi CO<sub>2</sub> pada kloroplas dan lebih lanjut terjadinya penurunan laju fotosintesis (Gama dkk., 2007). Bukaan stomata yang besar akan meningkatkan konduktivitas daun jika kelembapan atmosfer semakin rendah. Peningkatan suhu menyebabkan laju transpirasi meningkat dan serapan kalium oleh sel penjaga meningkat seiring dengan tergantungnya air oleh tanaman yang ditranspirasikan mengakibatkan dorongan terhadap stomata untuk membuka (Salisbury dan Ross, 1992).

Gambar 2 menunjukkan hasil analisis regresi suhu udara terhadap laju transpirasi pada tanaman bawang merah menunjukkan bahwa peningkatan suhu udara akan

meningkatkan laju transpirasi pada setiap varietas. Selain faktor suhu, konduktivitas stomata yang meningkat akan meningkatkan laju fotosintesis tanaman bawang merah.

Tabel 1. Rata-rata suhu udara, kelembaban udara dan intensitas sinar matahari di rumah kaca pada lokasi dengan ketinggian tempat berbeda.

Lokasi (ketinggian tempat)	Intensitas sinar matahari ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{detik}^{-1}$ )	Suhu udara ( $^{\circ}\text{C}$ )	Kelembaban udara (%)
Banguntapan (100 m dpl.)	351,67 <sup>a</sup>	29,58 <sup>a</sup>	71,36 <sup>b</sup>
Pulowatu (400 m dpl.)	318,00 <sup>a</sup>	27,85 <sup>b</sup>	72,29 <sup>ab</sup>
Kaliurang (800 m dpl.)	238,67 <sup>b</sup>	25,73 <sup>c</sup>	74,95 <sup>a</sup>

Keterangan: Nilai yang diikuti huruf sama pada kolom sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT  $\alpha$  0,05. (n = 9).

Tabel 2. Laju fotosintesis tanaman bawang merah pada setiap ketinggian tempat, varietas dan lengas tanah.

Lokasi (ketinggian tempat)	Laju FS ( $\times 10^3 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{detik}^{-1}$ )	Varietas	Laju FS ( $\times 10^3 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{detik}^{-1}$ )	Lengas tanah (% KL)	Laju FS ( $\times 10^3 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{detik}^{-1}$ )
Banguntapan (100 m dpl.)	107,4 <sup>a</sup>	Palasa	36,9 <sup>b</sup>	50	62,6 <sup>b</sup>
Pulowatu (400 m dpl.)	84,4 <sup>a</sup>	Palu	87,5 <sup>a</sup>	100	85,0 <sup>a</sup>
Kaliurang (800 m dpl.)	28,1 <sup>b</sup>	Sumenep	95,5 <sup>a</sup>	150	72,3 <sup>ab</sup>

Keterangan : Dalam suatu kolom, angka diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut DMRT  $\alpha$  0,05. (n=9). m dpl. = meter di atas permukaan laut; FS= Fotosintesis.

Tabel 3. Kerapatan stomata, konduktivitas stomata dan laju transpirasi tiga varietas bawang merah pada ketinggian tempat berbeda.

Lokasi (Ketinggian tempat)	Varietas	Kerapatan stomata (per $\text{mm}^{-2}$ )	Konduktivitas stomata ( $\text{mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{detik}^{-1}$ )	Laju transpirasi ( $\text{mmol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{detik}^{-1}$ )
Banguntapan (100 m dpl.)	Palasa	0,83 <sup>b</sup>	1,17 <sup>a</sup>	17,30 <sup>a</sup>
	Palu	0,79 <sup>b</sup>	0,92 <sup>a</sup>	15,22 <sup>ab</sup>
	Sumenep	0,82 <sup>b</sup>	0,72 <sup>ab</sup>	14,35 <sup>b</sup>
Pulowatu (400 m dpl.)	Palasa	0,72 <sup>b</sup>	0,39 <sup>b</sup>	7,68 <sup>cd</sup>
	Palu	0,70 <sup>b</sup>	0,65 <sup>b</sup>	9,17 <sup>c</sup>
	Sumenep	0,80 <sup>b</sup>	0,53 <sup>b</sup>	9,20 <sup>c</sup>
Kaliurang (800 m dpl.)	Palasa	0,84 <sup>ab</sup>	0,40 <sup>b</sup>	3,48 <sup>d</sup>
	Palu	0,96 <sup>a</sup>	0,54 <sup>b</sup>	3,07 <sup>d</sup>
	Sumenep	0,92 <sup>a</sup>	0,57 <sup>b</sup>	5,48 <sup>d</sup>
		(+)	(+)	(+)

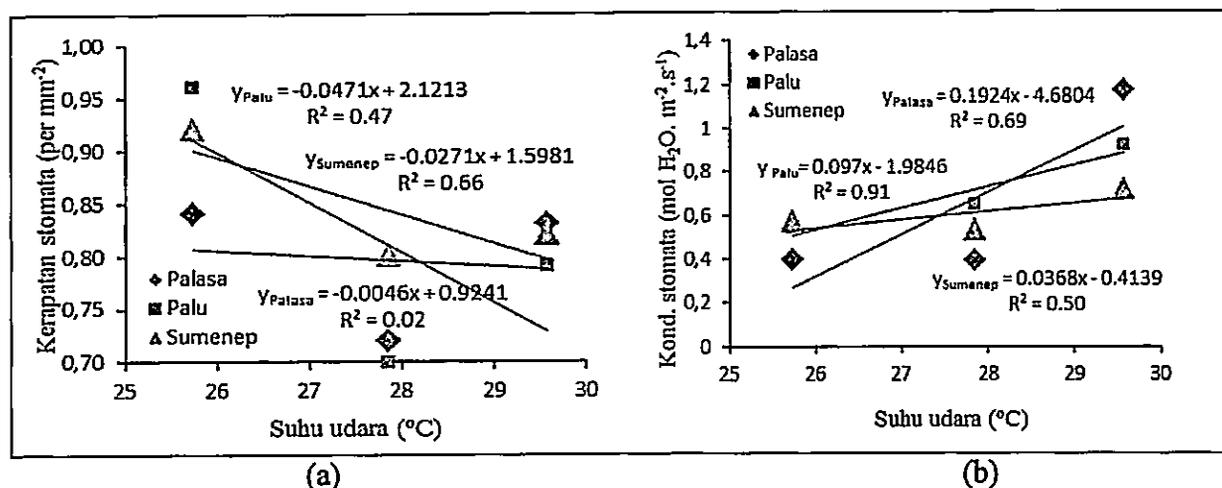
Keterangan: (+) terjadi interaksi, angka yang diikuti huruf sama pada kolom sama, tidak berbeda nyata menurut uji DMRT  $\alpha$  0,05 (n=27). m dpl. = meter di atas permukaan laut.

Tanggap Fisiologi dan Hasil Bawang Merah

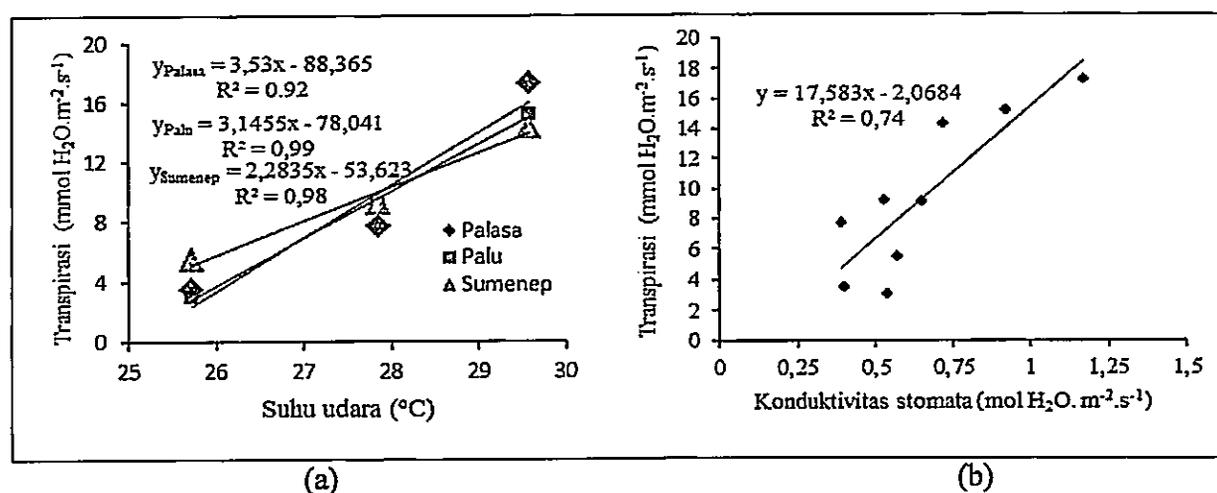
Tabel 4. Suhu permukaan daun dan konduktivitas stomata pada berbagai lengas tanah dan ketinggian tempat berbeda.

Lokasi (Ketinggian Tempat)	Lengas tanah (% KL)	Suhu Permukaan Daun (°C)	Konduktivitas Stomata (mol H <sub>2</sub> O.m <sup>-2</sup> .detik <sup>-1</sup> )
Banguntapan (100 mdpl.)	50	35,22 <sup>a</sup>	0,66 <sup>b</sup>
	100	33,81 <sup>b</sup>	1,15 <sup>a</sup>
	150	33,73 <sup>b</sup>	1,01 <sup>a</sup>
Pulowatu (400 mdpl.)	50	32,46 <sup>c</sup>	0,48 <sup>b</sup>
	100	32,35 <sup>c</sup>	0,55 <sup>b</sup>
	150	32,68 <sup>c</sup>	0,54 <sup>b</sup>
Kaliurang (800 mdpl.)	50	25,83 <sup>d</sup>	0,51 <sup>b</sup>
	100	26,19 <sup>d</sup>	0,53 <sup>b</sup>
	150	25,91 <sup>d</sup>	0,47 <sup>b</sup>
		(+)	(+)

Keterangan: (+) terjadi interaksi, nilai yang diikuti huruf sama pada kolom sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT α 0,05 (n=27).



Gambar 1. Regresi suhu udara terhadap (a) kerapatan dan (b) konduktivitas stomata.



Gambar 2. Regresi (a) suhu udara dan (b) konduktivitas stomata terhadap transpirasi.

Berdasarkan hasil analisis statistik diperoleh bahwa laju transpirasi tanaman bawang merah semakin tinggi dengan meningkatnya suhu udara dari dataran tinggi ke dataran rendah, sedangkan antara bawang merah 'Palasa', 'Palu' dan 'Sumenep' memiliki laju transpirasi tidak berbeda nyata pada ketinggian tempat berbeda (Tabel 3). Meningkatnya laju transpirasi pada dataran rendah juga karena tingginya intensitas penyinaran matahari yang memacu meningkatnya suhu udara dan memengaruhi proses membuka dan menutupnya stomata termasuk meningkatkan konduktivitas stomata.

Suhu permukaan daun lebih dominan dipengaruhi oleh perbedaan suhu udara yang disebabkan oleh perbedaan ketinggian tempat dibandingkan dengan kadar lengas tanah. Meningkatnya suhu udara menyebabkan suhu permukaan daun meningkat. Suhu permukaan daun lebih tinggi ( $35,22^{\circ}\text{C}$ ) terjadi pada dataran rendah 100 m dpl. dengan suhu udara rata-rata harian  $29,58^{\circ}\text{C}$  dan berbeda dengan lengas tanah lainnya pada semua ketinggian tempat. Pada ketinggian 400 m dpl. dan 800 m dpl. dengan rata-rata suhu udara harian masing-masing  $27,85^{\circ}\text{C}$  dan  $25,73^{\circ}\text{C}$  menyebabkan suhu permukaan daun tidak berbeda, demikian pula dengan kandungan lengas tanah berbeda (Tabel 4). Meningkatnya suhu permukaan daun pada dataran daerah (100 m dpl.) sebagai akibat tingginya intensitas penyinaran matahari yang tidak disertai dengan ketersediaan lengas tanah dapat menyebabkan terbatasnya aliran air dari akar ke sel-sel daun, sehingga mengganggu laju fotosintesis dan menurunkan hasil tanaman.

Kandungan  $\text{CO}_2$  sel daun bawang merah dan kelembaban nisbi sel daun lebih tinggi pada dataran tinggi 800 mdpl. dengan suhu udara  $25,73^{\circ}\text{C}$  dan berbeda nyata dengan dataran rendah 400 dan 100 mdpl. yang memiliki suhu udara masing-masing  $27,85^{\circ}\text{C}$  dan  $29,58^{\circ}\text{C}$ , sedangkan  $\text{H}_2\text{O}$  sel daun dan suhu sel daun menurun dengan meningkatnya lokasi dari permukaan laut (Tabel 5). Hasil analisis regresi suhu udara terhadap suhu permukaan daun (Gambar 3) menunjukkan bahwa peningkatan suhu udara ikut menaikkan suhu

permukaan daun tanaman bawang merah mengikuti persamaan  $Y = 2,1841X_{\text{suhu}} - 29,634$  ( $R^2 = 0,93$ ); selanjutnya Gambar 4 menunjukkan suhu permukaan daun yang meningkat menyebabkan penurunan  $\text{CO}_2$  pada sel daun mengikuti persamaan  $Y = -3,6859X_{\text{suhu}} + 468,06$  ( $R^2 = 0,88$ ).

#### Hasil umbi bawang merah

Berat kering jemur umbi bawang merah lebih tinggi pada lengas tanah 100% KL dan terendah pada lengas tanah 50% KL terutama pada 100 m dpl. dan 400 m dpl. dengan suhu udara masing-masing  $29,58^{\circ}\text{C}$  dan  $27,85^{\circ}\text{C}$ , namun pada 800 m dpl. dengan suhu udara  $25,73^{\circ}\text{C}$  perbedaan lengas tanah tidak nyata berbeda terhadap berat kering panen umbi bawang merah (Tabel 6).

Bawang merah 'Sumenep' menghasilkan berat kering panen umbi per hektar lebih tinggi, diikuti 'Palu' dan terendah 'Palasa'. Kondisi lengas tanah 100% KL cenderung menghasilkan berat kering panen umbi per hektar lebih tinggi untuk ketiga varietas yang diuji, tetapi lengas tanah 100% KL tidak nyata berbeda dengan lengas tanah 50% KL dan 150% KL pada bawang merah 'Palasa' dan 'Palu'. Bawang merah 'Sumenep' menghasilkan berat kering panen umbi lebih tinggi pada lengas tanah 100% KL dan berbeda dengan lengas tanah 50% KL dan 150% KL (Tabel 7). Hal ini menunjukkan bahwa pembentukan umbi sangat tergantung pada varietas dan dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap aktivitas fotosintesis. Berat kering panen umbi yang dihasilkan tanaman bawang merah sangat tergantung pada kemampuan menyalurkan hasil fotosintesis ke hasil ekonomis (umbi). Seperti dikemukakan Turk dkk., (1980) hasil pada tanaman yang cukup air dibatasi oleh kekuatan sumber. Seperti yang dikemukakan oleh Bradford (1994) saat tanaman mengalami cekaman air akibat suhu yang tinggi menyebabkan fotosintesis yang dihasilkan sangat terbatas dan menghambat perkembangan umbi yang merupakan lubuk tempat penyimpanan hasil fotosintesis.

Tanggap Fisiologi dan Hasil Bawang Merah

Tabel 5. Kandungan H<sub>2</sub>O sel daun, CO<sub>2</sub> sel daun, suhu sel daun dan kelembaban nisbi sel daun tanaman bawang merah pada ketinggian tempat berbeda.

Lokasi –Ketinggian Tempat	H <sub>2</sub> O Sel Daun (nmol CO <sub>2</sub> . mol <sup>-1</sup> )	CO <sub>2</sub> Sel Daun (μmol CO <sub>2</sub> .mol <sup>-1</sup> )	Suhu Sel Daun (°C)	Kelembaban Nisbi Sel Daun (%)
Banguntapan (100 m dpl.)	34,17 <sup>a</sup>	345,72 <sup>b</sup>	40,13 <sup>a</sup>	45,83 <sup>b</sup>
Pulowatu (400 m dpl.)	32,31 <sup>a</sup>	335,37 <sup>b</sup>	38,47 <sup>a</sup>	46,79 <sup>b</sup>
Kaliurang (800 m dpl.)	28,88 <sup>b</sup>	380,57 <sup>a</sup>	28,98 <sup>b</sup>	66,38 <sup>a</sup>
	(-)	(-)	(-)	(-)

Keterangan: (-) tidak terjadi interaksi, angka yang diikuti huruf sama pada kolom sama, tidak berbeda nyata menurut uji DMRT α 0,05 (n=9). m dpl. = meter di atas permukaan laut.

Tabel 6. Berat kering panen umbi per rumpun pada interaksi lokasi dengan lengas tanah.

Lokasi (Ketinggian Tempat)	Lengas Tanah (% KL)	Berat Kering Panen Umbi Per Rumpun (g)
Banguntapan (100 m dpl.)	50	11,31 <sup>b</sup>
	100	18,27 <sup>a</sup>
	150	13,98 <sup>ab</sup>
Pulowatu (400 m dpl.)	50	10,80 <sup>bc</sup>
	100	16,20 <sup>a</sup>
	150	10,20 <sup>bc</sup>
Kaliurang (800 m dpl.)	50	6,43 <sup>c</sup>
	100	6,59 <sup>c</sup>
	150	6,79 <sup>c</sup>
		(+)

Keterangan: (+) terjadi interaksi, nilai yang diikuti huruf sama pada kolom sama, tidak berbeda nyata menurut uji DMRT α 0,05 (n=27).

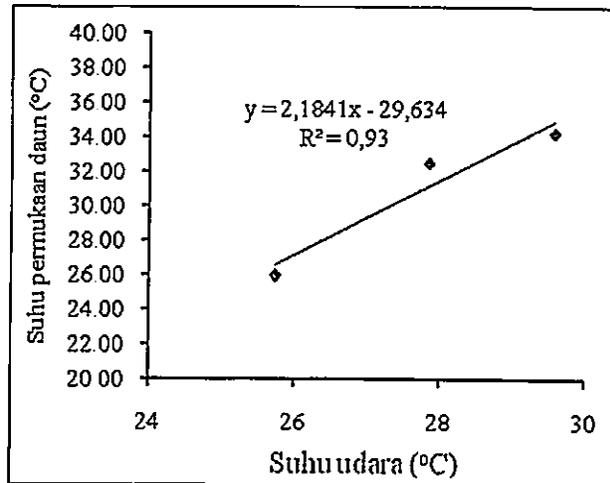
% KL = Persen Kapasitas Lapangan;  
m dpl.= meter di atas permukaan laut

Tabel 7. Berat kering panen umbi per rumpun pada interaksi varietas dengan lengas tanah.

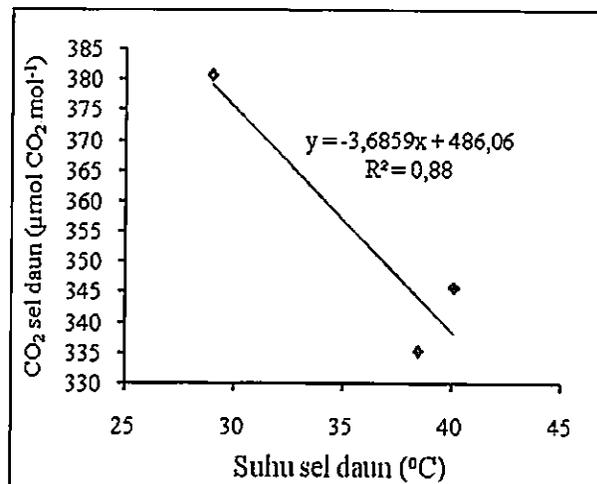
Varietas	Lengas tanah (% KL)	Berat kering panen umbi per hektar (g)
Palasa	50	3,23 <sup>d</sup>
	100	4,80 <sup>d</sup>
	150	4,33 <sup>d</sup>
Palu	50	10,11 <sup>c</sup>
	100	13,88 <sup>bc</sup>
	150	11,50 <sup>bc</sup>
Sumenep	50	15,19 <sup>b</sup>
	100	22,37 <sup>a</sup>
	150	15,14 <sup>b</sup>
		(+)

Keterangan: (+) terjadi interaksi, nilai yang diikuti huruf sama pada kolom sama, tidak berbeda nyata menurut uji DMRT α 0,05.

% KL = Persen Kapasitas Lapangan; m dpl.= meter di atas permukaan laut



Gambar 3. Regresi suhu udara terhadap suhu permukaan daun



Gambar 4. Regresi suhu sel daun terhadap kandungan CO<sub>2</sub> pada daun

## Simpulan

Lokasi dengan ketinggian tempat dari permukaan laut berbeda memberikan tanggap fisiologi dan hasil bawang merah yang berbeda. Bawang merah 'Palu' memiliki aktivitas fotosintesis lebih besar pada semua kondisi lingkungan berbeda dan lebih tahan terhadap cekaman kekurangan dan kelebihan lengas tanah terutama di dataran rendah. Lengas tanah 100% KL menghasilkan aktivitas fisiologi dan hasil umbi kering panen lebih tinggi, sebaliknya lengas tanah 50% KL dan 150% KL (kondisi jenuh) menurunkan aktivitas fotosintesis dan hasil bawang merah varietas

Palasa, Palu, dan Sumenep pada semua ketinggian tempat.

## Daftar Pustaka

- Anonim. 2004a. *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. Jakarta.
- Anonim. 2004b. *Usul pelepasan varietas bawang merah lokal calon varietas Tinombo dan Palasa*. Balai Perbenihan, Pengawasan dan Sertifikasi Benih/Bibit Pertanian, Perkebunan dan Peternakan Propinsi Sulawesi Tengah.

## Tanggap Fisiologi dan Hasil Bawang Merah

- Anonim. 2005. *Profil bawang merah lokal Palu*. Sub-Din Bina Pengolahan dan Pemasaran Hasil Dinas Pertanian Perkebunan dan Peternakan Sulawesi Tengah. Palu.
- Anonim. 2009. *Standard Operating Procedure (SOP) Budidaya Bawang Merah Varietas Palu*. Dinas Pertanian Propinsi Sulawesi Tengah. Palu.
- Below, F.E. 2002. Nitrogen metabolism and crop productivity. Second Edition. In: Pessaraki, M. (Eds.) *Handbook of Plant and Crop Physiology*. Marcel Dekker. Inc. New York. 385-406.
- Bradford, K.J. 1994. Water stress and the water relations of seed development: A critical review. *Crop Science*, 34: 1-11.
- Gama, P.B.S., Inanaga, S., Tanaka, K. dan Nakazawa, R. 2007. Physiological response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings to salinity stress. *African Journal of Biotechnology*, 6 (2): 079-088.
- Gomez, K.A. dan Gomez, A.A. 1995. *Prosedur statistik untuk penelitian pertanian*. Terjemahan Endang Syamsuddin dan Justika S. Baharsjah. Edisi kedua. UI-Press. Jakarta. 342-360.
- Levitt, L. 1980. *Responses of plants to environment stresses*. Dep. of Plant Biology. Carnages Ins. of Washington Standford, California, MD. 187-210.
- Neumann, P., Volkenburgh, E.V. dan Cleland, R.E. 1988. Salinity stress inhibits Bean leaf expansion by reducing turgor not wall extensibility. *Plant Physiology*, (88): 233-237.
- Rahayu, E. dan Berlian, N.V.A. 2007. *Bawang Merah*. Penebar Swadaya. Jakarta. 22-28.
- Salisbury, F.B. dan Ross, C.W. 1992. *Plant physiology*. Wadsworth Publ. Co. Belmont California. 551-575.
- Sivakumar, M.V.K. dan Shaw, R.H. 1978. Relative evaluation of water stress indicator for soybeans. *Agronomy Journal*, 70: 619-623.
- Slatyer, R.O. 1968. *Physiological significance of internal water relations to crop yield*. D. Van Nortstrand Comp. INC. New Yersey-New York. 275-299.
- Turk, K.J., Hall, A.E. dan Asbell, C.W. 1980. Drought adaptation of cowpea. I. Influence of drought on seed yield. *Agronomy Journal*, 72: 413-420.