

Tanggapan Distribusi Asimilat dan Luas Daun Spesifik Tanaman Tomat terhadap Aplikasi ZnSO₄ pada Dua Interval Penyiraman (Assimilate Distribution and Specific Leaf Area of Tomato Plants in Response to ZnSO₄ Application Under Two Watering Interval)

Sakya, AT¹⁾, Sulistyaningsih, E²⁾, Indradewa, D²⁾, dan Purwanto, BH²⁾

¹⁾Fakultas Pertanian UNS, Jln. Ir. Sutami 36 A Kentingan Solo, Jawa Tengah, Indonesia

²⁾Fakultas Pertanian UGM, Jln. Sosio Yustisia Bulak Sumur, Yogyakarta, Indonesia

E-mail: sakya_at@yahoo.com

Naskah diterima tanggal 26 Maret 2015 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 6 November 2015

ABSTRAK. Seng (Zn) merupakan salah satu unsur hara yang berperan penting dalam aktivitas enzim karbonik anhidrase dan enzim ribulose 1,5 biphosphate karboxilase (RuBPC) yang dalam kegiatan fotosintesis akan memproduksi bahan kering. Penelitian bertujuan untuk mengetahui distribusi bahan kering tanaman tomat pada penyiraman 2 dan 12 hari sekali dengan adanya aplikasi ZnSO₄. Penelitian dilakukan di Banguntapan Yogyakarta pada bulan Maret sampai dengan Agustus 2014. Penelitian menggunakan dua unit percobaan masing-masing untuk penyiraman 2 hari sekali dan 12 hari sekali. Pada masing-masing unit percobaan digunakan rancangan acak kelompok lengkap faktorial dengan tiga faktor perlakuan dan tiga ulangan. Ketiga faktor tersebut adalah metode aplikasi ZnSO₄ (melalui tanah dan daun), dosis ZnSO₄ (0, 40, dan 60 mg/kg), dan kultivar (Permata dan Tyrana). Hasil penelitian menunjukkan bahwa proporsi asimilat ke batang dan akar sama antara aplikasi ZnSO₄ melalui daun maupun tanah, tetapi proporsi asimilat ke daun lebih rendah pada aplikasi ZnSO₄ melalui daun, baik pada kultivar Tyrana maupun Permata dengan penyiraman 2 hari maupun 12 hari sekali dan aplikasi ZnSO₄ melalui tanah pada penyiraman 2 maupun 12 hari sekali mengakibatkan daun semakin luas dan tebal. Hasil penelitian akan menambah wawasan dalam upaya meningkatkan produksi bahan kering tanaman melalui aplikasi hara mikro, khususnya Zn.

Katakunci: Distribusi asimilat; Interval penyiraman; Luas daun spesifik; Tomat; ZnSO₄

ABSTRACT. Zinc (Zn) is one of the essential micro nutrients that plays an important role in carbonic anhydrase and ribulose 1.5 biphosphate karboxilase (RuBPC) enzyme activity which are play a role in photosynthesis activity that will produce dry matter. The study aimed to determine the effect of Zn application on dry matter distribution and specific leaf area of tomato plant on different watering. The research was done in UGM Research Station, Yogyakarta on March to August 2014. The study used two experimental units each for 2 and 12 days interval watering. In each experimental unit is used a factorial randomized block design with three replications. The treatment consists of three factors: the method of application of Zn (soil and foliar), Zn doses (0, 40 and 60 mg/kg), and cultivars (Permata and Tyrana). The results showed that the proportion of assimilates to stem and root are same between foliar and soil ZnSO₄ application on 2 and 12 days interval watering of Tyrana and Permata cultivar, but the foliar ZnSO₄ application reduce the proportion of assimilates to the leaves. Soil application of ZnSO₄ on 2 and 12 days interval watering resulted in wider and thicker leaves than foliar ZnSO₄ application in both cultivars. Results of the study will be useful in increasing the rate of photosynthesis through the application of micronutrients Zn.

Keywords: Assimilate distribution; Watering interval; Specific leaf area; Tomato; ZnSO₄

Ketersediaan air yang cukup pada media tanam akan menjamin kelangsungan pertumbuhan, perkembangan, dan hasil tanaman. Salah satu faktor penentu ketersediaan air tanah adalah penyiraman, baik jumlah maupun frekuensi penyiraman. Interval penyiraman yang semakin panjang akan menurunkan ketersediaan air dalam tanah dan mengakibatkan tanaman berada pada kondisi cekaman kekeringan. Hasil penelitian yang dilaporkan oleh Setiawan *et al.* (2013) menunjukkan bahwa penyiraman dengan interval 9 hari sekali menurunkan kadar lengas tanah sekitar 51,2% dibandingkan penyiraman setiap hari dan menyebabkan tanaman mengalami cekaman kekeringan.

Penurunan ketersediaan air tanah menyebabkan penyerapan air oleh tanaman berkurang dan mengakibatkan gangguan fisiologis dan proses

metabolisme di dalam tanaman sehingga akan menyebabkan adanya perubahan morfologi dan fisiologi tanaman. Air yang diserap oleh akar tanaman dari dalam tanah, diangkut sampai ke daun dan terjadi transpirasi sehingga hubungan luas daun dengan berat kering akar memengaruhi keseimbangan antara organ tanaman yang mengatur kehilangan dan serapan air. Perubahan keseimbangan antara daun dan akar di bawah cekaman kekeringan memainkan peran penting dalam mengendalikan status air tanaman (James & William 1998). Kekeringan juga memodifikasi komponen morfologi tanaman melalui penurunan nisbah luas daun (*leaf area ratio/LAR*) dan luas daun spesifik (*specific leaf area*), yang merupakan indikator ketebalan daun dan memungkinkan tanaman memiliki kepadatan protein daun lebih tinggi sehingga meningkatkan kapasitas fotosintesis (Marcelis *et al.*

1998). Cekaman kekeringan mengurangi pertumbuhan akar dan tunas, namun pertumbuhan akar tampaknya kurang terpengaruh sehingga terjadi peningkatan rasio akar tajuk pada tanaman yang mengalami cekaman kekeringan (Chartzoulakis *et al.* 1993, Liu & Stutzel 2002). Demikian juga, cekaman kekeringan sering menyebabkan penurunan nisbah berat kering daun pada banyak spesies tanaman (Van Den Boogaard *et al.* 1996).

Fotosintesis adalah proses fisiologis yang bertanggung jawab dalam hampir semua akumulasi bahan kering pada tanaman. Berlangsungnya proses fotosintesis sangat tergantung pada aktivitas enzim yang sangat dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi. Salah satu nutrisi penting yang memengaruhi berbagai aktivitas enzim adalah seng (Zn). Seng berperan sebagai katalis, aktivator, dan atau struktural dalam beberapa sistem enzim (Parker *et al.* 1992). Zinc merupakan komponen enzim karbonik anhidrase dan enzim ribulose 1,5 biphosphate karboxilase (RuBPC), enzim yang terlibat dalam aktivitas fotosintesis dan enzim yang lain seperti dehidrogenase, transphosphorilase, RNA, dan DNA polimerase yang sangat memengaruhi aktivitas metabolisme karbohidrat dan protein (Cakmak & Marschner 1988, Welch 2001).

Beberapa penelitian menunjukkan defisiensi seng akan menekan kapasitas fotosintesis pada daun. Sharma *et al.* (1994) melaporkan adanya penurunan tingkat klorofil dan degradasi ultrastruktur kloroplas sehingga menyebabkan penurunan fotosintesis pada tanaman yang kahat Zn. Imtiaz *et al.* (2003) menambahkan bahwa pada tanaman yang kahat Zn mempunyai kandungan Fe pada tajuk yang lebih besar daripada tanaman yang cukup Zn sehingga kemungkinan aplikasi Zn, akan memengaruhi kandungan klorofil. Pada kembang kol, penurunan fotosintesis disebabkan oleh Zn defisiensi diduga karena adanya penurunan konsentrasi CO₂ antarsel dan konduktivitas stomata. Aplikasi Zn dalam bentuk ZnSO₄ dengan dosis 10 dan 15 mg/kg pada tomat kultivar VCT-1 dan Riogrande meningkatkan kandungan klorofil, gula, dan protein terlarut, demikian juga aktivitas superoksida dismutase dan katalase pada daun (Gurmani *et al.* 2012). Hasil tersebut sejalan dengan pernyataan Wang & Dong (2011) bahwa aplikasi pupuk Zn 27,1–36,0 mg Zn/kg dapat meningkatkan biomassa, konsentrasi Zn, dan hasil tanaman tomat. Kedua penelitian tersebut dilakukan pada kondisi penyiraman normal.

Produktivitas tanaman dalam kondisi cekaman kekeringan sangat terkait dengan proses pembagian bahan kering tanaman dan distribusi akar, sedangkan

produksi bahan kering tanaman sangat tergantung pada laju fotosintesis. Dari studi pustaka, telah banyak dibahas mengenai pengaruh aplikasi hara seperti nitrogen dan kalium terhadap pembagian bahan kering tanaman, namun masih sedikit yang melakukan penelitian terhadap nutrisi mikro, khususnya Zn. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi Zn terhadap distribusi bahan kering dan spesifik luas daun tanaman tomat pada dua penyiraman yang berbeda. Diduga aplikasi Zn pada penyiraman 2 dan 12 hari sekali dapat meningkatkan alokasi bahan kering ke daun dan spesifik luas daun tanaman tomat.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Banguntapan Yogyakarta, mulai bulan Maret sampai dengan Agustus 2014. Bahan tanam yang digunakan adalah benih tomat kultivar Permata dan Tyrana, pupuk NPK, ZnSO₄.7.H₂O (21% Zn). Alat utama yang digunakan meliputi peralatan pengolahan tanah, peralatan penyemprotan dan pemeliharaan tanaman, timbangan analitik, *leaf area meter*, mistar, dan oven.

Penelitian menggunakan dua unit percobaan, masing-masing untuk penyiraman 2 hari sekali dan penyiraman setiap 12 hari sekali. Pada setiap unit percobaan digunakan rancangan acak kelompok lengkap faktorial dengan tiga faktor perlakuan yaitu metode aplikasi Zn, dosis Zn dan kultivar. Perlakuan metode aplikasi Zn terdiri atas dua level, yaitu melalui tanah dan daun, perlakuan dosis Zn terdiri atas tiga level, yaitu tanpa aplikasi Zn (0 mg/kg), 40 mg/kg, dan 60 mg/kg, dan perlakuan kultivar terdiri dari dua kultivar, yaitu Permata dan Tyrana sehingga terdapat 12 kombinasi perlakuan dan masing-masing kombinasi perlakuan diulang tiga kali.

Tanaman tomat ditanam pada petakan berukuran 1,8 m x 1,2 m dengan jarak tanam 40 cm x 60 cm sehingga setiap petak berisi enam tanaman. Jarak antar petak 0,5 m dan jarak antarblok 0,75 m. Aplikasi Zn diberikan dalam bentuk ZnSO₄. Aplikasi Zn melalui tanah diberikan bersamaan dengan pemberian pupuk dasar NPK. Aplikasi melalui daun diberikan dengan konsentrasi 1% dimulai dari umur 3 minggu setelah pindah tanam sampai dengan umur 8 minggu. Pemupukan NPK dan pemeliharaan dilakukan sesuai rekomendasi budidaya tanaman tomat.

Pengamatan meliputi luas daun, berat kering daun, batang, dan akar tanaman pada saat tanaman berumur 9 minggu. Dari hasil penimbangan, dilakukan

perhitungan nisbah berat daun, nisbah berat batang, nisbah berat akar, dan nisbah akar tajuk melalui perhitungan perbandingan berat kering per bagian tanaman dengan berat kering tanaman total. Luas daun spesifik dihitung melalui perbandingan antara luas daun dengan berat daun (Gardner *et al.* 1991).

Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam dan jika terdapat pengaruh nyata dilanjutkan dengan uji Duncan 5%. Data dari setiap kelompok dianalisis secara terpisah dan analisis data dilakukan dengan menggunakan program SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produktivitas tanaman (*yield*) ditentukan oleh kemampuan tanaman berfotosintesis dan pengalokasian sebagian besar hasil fotosintesis ke bagian yang bernilai ekonomi. Hasil fotosintesis tanaman (asimilat) diukur secara tidak langsung dengan mengukur produksi bahan keringnya. Produksi bahan kering merupakan dasar dari produksi tanaman. Peningkatan laju fotosintesis akan meningkatkan produksi bahan kering sehingga dengan adanya peningkatan bahan

Tabel 1. Pengaruh $ZnSO_4$ terhadap distribusi asimilat pada dua kultivar tomat umur 9 minggu pada penyiraman 2 hari sekali (*Effect of $ZnSO_4$ on assimilate distribution (%) of 9 weeks old two tomato cultivars under 2 day interval watering*)

Kultivar (<i>Cultivar</i>)	Aplikasi Zn (<i>Zn application</i>)			Rerata (<i>Mean</i>) KxMxZ	Rerata (<i>Mean</i>) Kultivar (<i>Cultivar</i>)
	Metode (<i>Method</i>)	Dosis (<i>Dose</i>) mg/kg			
		0	40		
Nisbah berat daun/nbd (<i>Leaf weight ratio/lwr</i>)					
Permata	Tanah (<i>Soil</i>)	14,82 a	17,24 a	16,42 a	14,27 a
	Daun (<i>Foliar</i>)	13,21 a	11,69 a	12,24 a	
Tyrana	Tanah (<i>Soil</i>)	17,04 a	15,79 a	17,65 a	16,01 b
	Daun (<i>Foliar</i>)	18,97 a	13,58 a	13,05 a	
Rerata (<i>Mean</i>) dosis (<i>dose</i>)		16,01 a	14,58 a	14,84 a	(-)
Nisbah berat batang/nbb (<i>Stem weight ratio/swr</i>)					
Permata	Tanah (<i>Soil</i>)	70,21 a	68,78 a	67,45 a	69,56 a
	Daun (<i>Foliar</i>)	71,93 a	68,01 a	71,01 a	
Tyrana	Tanah (<i>Soil</i>)	70,04 a	72,69 a	67,45 a	72,37 a
	Daun (<i>Foliar</i>)	66,29 a	70,36 a	87,40 a	
Rerata (<i>Mean</i>) Dosis (<i>Dose</i>)		69,62 a	69,96 a	73,33 a	(-)
Nisbah berat akar/nba (<i>Root weight ratio/rwr</i>)					
Permata	Tanah (<i>Soil</i>)	14,97 a	13,98 a	16,13 a	16,17 a
	Daun (<i>Foliar</i>)	14,86 a	20,30 a	16,75 a	
Tyrana	Tanah (<i>Soil</i>)	12,92 a	11,52 a	14,90 a	13,42 b
	Daun (<i>Foliar</i>)	14,74 a	13,84 a	12,60 a	
Rerata (<i>Mean</i>) Dosis (<i>Dose</i>)		14,37 a	14,91 a	15,10 a	(-)

KK (*CV*) nbd (*lwr*) = 18,02; CV nbb (*swr*) = 10,89; CV nba (*rwr*) = 29,21; tanda (*sign*) (-) : tidak terdapat interaksi (*no interaction*). Angka pada baris atau kolom yang sama yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5% (*Mean followed by the same letter in the same column or row is not significant by Duncan test at 5% level*)

kering asimilat yang ditranspor ditranslokasikan ke bagian ekonomi juga akan meningkat.

Hasil analisis ragam pada penyiraman 2 hari sekali menunjukkan hanya interaksi antara metode dan dosis aplikasi yang menunjukkan berpengaruh nyata terhadap nisbah berat daun, sedangkan interaksi yang lain baik tiga level (metode x dosis x kultivar) maupun dua level (metode x dosis, metode x kultivar, dosis x kultivar) tidak berpengaruh nyata terhadap nisbah berat batang, nisbah berat akar, maupun nisbah luas daun.

Penggunaan kultivar menunjukkan perbedaan yang nyata pada nisbah berat daun dan nisbah berat akar.

Tabel 1 menyajikan data persentase distribusi asimilat pada dua kultivar tomat dengan aplikasi Zn pada penyiraman 2 hari sekali. Pada penyiraman 2 hari sekali sebagian besar asimilat didistribusikan ke batang, yaitu berkisar antara 66,3 – 77,4%, sedangkan proporsi berat kering ke daun dan akar hampir sama berkisar antara 11,7 – 18,9% dan 11,5 – 20,3%. Distribusi asimilat ke akar pada kultivar Permata lebih tinggi

Tabel 2. Pengaruh metode dan dosis aplikasi ZnSO₄ terhadap nisbah berat daun tanaman tomat pada penyiraman 2 hari sekali (Effect of method and dose application ZnSO₄ on leaf weight ratio of tomato plant under 2 days interval watering)

Metode (Method)	Dosis Zn (Zn dose), mg/kg			Rerata (Mean)
	0	40	60	
Tanah (Soil)	15,93 a	16,51 a	17,04 a	16,49
Daun (Foliar)	16,09 a	12,64 b	12,64 b	13,79
Rerata (Mean)	16,01	14,58	14,84	(+)

KK (CV) = 18,02; tanda (sign) (+) : terdapat interaksi (interaction). Angka pada kolom atau baris yang sama yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5% (Mean followed by the same letter in the same column or row is not significant different by Duncan test at 5% level)

Tabel 3. Pengaruh aplikasi Zn terhadap distribusi asimilat (%) pada dua kultivar tomat umur 9 minggu pada penyiraman 12 hari sekali (Effect ZnSO₄ on asimilate distribution (%) of 9 weeks old two tomato cultivars under 12 days interval watering)

Kultivar (Cultivar)	Metode (Method)	Aplikasi Zn (Zn application)			Rerata (Mean) KxMxZ	Rerata (Mean) Kultivar (Cultivar)
		Dosis (Dose) mg/kg				
		0	40	60		
Nisbah berat daun/nbd (Leaf weight ratio/lwr)						
Permata	Tanah (Soil)	13,06 a	13,75 a	16,42 a	14,41 a	12,59 a
	Daun (Foliar)	12,00 a	10,14 a	10,14 a	10,76 a	
Tyrana	Tanah (Soil)	13,98 a	17,11 a	14,26 a	15,12 a	12,64 a
	Daun (Foliar)	10,98 a	9,39 a	10,11 a	10,16 a	
Rerata (Mean) Dosis (Dose)		16,01	12,51	12,60	(-)	
Nisbah berat batang/nbb (Stem weight ratio/swr)						
Permata	Tanah (Soil)	70,00 a	66,75 a	66,99 a	67,91 a	70,71 a
	Daun (Foliar)	72,31 a	76,92 a	71,32 a	73,52 a	
Tyrana	Tanah (Soil)	67,87 a	69,90 a	72,01 a	69,93 a	68,63 a
	Daun (Foliar)	70,63 a	77,03 a	54,33 a	67,33 a	
Rerata (Mean) Dosis (Dose)		69,62	70,20	72,65	(-)	
Nisbah berat akar/nba (Root weight ratio/rwr)						
Permata	Tanah (Soil)	16,95 a	19,50 a	17,25 a	17,90 a	16,81 a
	Daun (Foliar)	15,69 a	12,94 a	18,54 a	15,72 a	
Tyrana	Tanah (Soil)	18,15 a	12,99 a	13,73 a	14,96 a	15,15 a
	Daun (Foliar)	18,39 a	13,58 a	14,05 a	15,34 a	
Rerata (Mean) Dosis (Dose)		14,37	17,29	14,75	(-)	

KK (CV) nbd (lwr) = 12,40; CV nbb (swr) = 6,43; CV nba (rwr) = 27,48; tanda (sign) (-) : tidak terdapat interaksi (no interaction). Angka pada baris atau kolom yang sama yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5% (Mean followed by the same letter in the same column or row is not significant different by Duncan test at 5% level)

daripada kultivar Tyrana. Hal ini menggambarkan bahwa pada kultivar Permata, fotosintat lebih banyak ditranslokasikan ke akar daripada ke tajuk. Pada penyiraman 2 hari sekali, aplikasi Zn dengan dosis 40 dan 60 mg/kg, baik melalui tanah maupun daun tidak mengakibatkan perbedaan pembagian asimilat ke batang maupun akar.

Terdapat interaksi antara metode dan dosis Zn terhadap nisbah berat daun tanaman tomat pada penyiraman 2 hari sekali, hal ini menunjukkan terdapat perbedaan tanggapan nisbah berat daun antara aplikasi $ZnSO_4$ melalui daun dan tanah (Tabel 2). Aplikasi Zn melalui daun sampai dengan 60 mg/kg menurunkan secara nyata nisbah berat daun, hal ini menunjukkan aplikasi Zn sampai dengan 60 mg/kg melalui daun mengakibatkan pembagian asimilat ke daun lebih kecil dibandingkan tanpa aplikasi Zn. Meskipun aplikasi Zn melalui tanah meningkatkan nisbah berat daun, namun sampai dengan 60 mg/kg belum menunjukkan peningkatan pembagian asimilat ke daun yang nyata dibandingkan dengan tanpa aplikasi Zn.

Hasil analisis ragam pada penyiraman 12 hari sekali menunjukkan hanya interaksi antara metode dan dosis aplikasi yang berpengaruh nyata dan hanya berpengaruh nyata terhadap nisbah berat daun, sedangkan interaksi yang lain baik tiga level (metode x dosis x kultivar) maupun dua level (metode x dosis, metode x kultivar, dosis x kultivar) demikian juga masing-masing faktor tunggal tidak berpengaruh nyata terhadap nisbah berat batang, nisbah berat akar, maupun nisbah luas daun.

Tabel 3 menunjukkan distribusi asimilat pada penyiraman 12 hari sekali. Seperti pada penyiraman 2 hari sekali, pada penyiraman 12 hari sekali, sebagian asimilat didistribusikan ke batang, yaitu berkisar antara 66,75 – 77,03%. Proporsi berat kering ke daun dan akar, yaitu berkisar antara 9,39 – 17,11% dan 12,9 – 19,5% berturut-turut.

Hasil analisis ragam diperoleh adanya interaksi antara metode dan dosis Zn terhadap nisbah berat daun tanaman tomat pada penyiraman 12 hari. Tabel 4 menunjukkan aplikasi Zn melalui daun tidak

Tabel 4. Pengaruh metode dan dosis aplikasi $ZnSO_4$ terhadap nisbah berat daun tanaman tomat pada penyiraman 12 hari sekali (Effect of method and dose application $ZnSO_4$ on leaf weight ratio of tomato plant under 12 days interval watering)

Metode (Method)	Dosis Zn (Zn dose), mg/kg			Rerata (Mean)
	0	40	60	
Tanah (Soil)	13,52 b	15,43 a	15,01 a	14,65
Daun (Foliar)	11,49 b	10,12 b	9,77 b	10,46
Rerata (Mean)	12,51	12,78	12,39	(+)

KK (CV) = 18,02; tanda (sign) (+) : terdapat interaksi (interaction). Angka pada kolom atau baris yang sama yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5% (Mean followed by the same letter in the same column or row is not significant different by Duncan test at 5% level)

Tabel 5. Pengaruh metode dan dosis aplikasi $ZnSO_4$ terhadap luas daun spesifik tanaman tomat pada penyiraman 2 hari sekali dan 12 hari sekali (Effect of method and dose application $ZnSO_4$ on specific leaf area of tomato plant under 2 days and 12 days interval watering)

Metode (Method)	Dosis Zn (Zn dose), mg/kg			Rerata (Mean)
	0	40	60	
Penyiraman interval 2 hari (2 days interval watering)				
Tanah (Soil)	380,09 bc	315,80 bc	441,76 b	379,22
Daun (Foliar)	336,74 bc	558,79 a	674,86 a	523,46
Rerata (Mean)	358,41	437,29	558,31	(+)
Penyiraman interval 12 hari (12 days interval watering)				
Tanah (Soil)	525,69 p	514,79 p	568,41 p	536,30
Daun (Foliar)	555,65 p	641,32 o	606,37 o	601,11
Rerata (Mean)	540,67	578,06	587,39	(+)

KK-2 (CV-2) = 26,78 KK-12 (CV-12) = 21,42. Tanda (sign) (+) = terdapat interaksi (interaction). Angka pada baris atau kolom yang sama yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5% (Mean followed by the same letter in the same column or row is not significant different by Duncan test at 5% level)

mengakibatkan perubahan distribusi asimilat ke daun, sedangkan aplikasi Zn melalui tanah sampai dengan 60 mg/kg meningkatkan secara nyata nisbah berat daun, hal ini menunjukkan pembagian asimilat ke daun lebih banyak pada aplikasi Zn dibandingkan tanpa aplikasi Zn.

Tanaman akan mengalami perubahan alokasi bahan kering sebagai tanggapan terhadap adanya gangguan lingkungan baik di atas tanah seperti cahaya dan karbondioksida ataupun sumber daya di dalam tanah seperti nutrisi dan air. Perubahan ini dapat sebagai proses adaptasi karena kemungkinan kemampuan tanaman untuk menangkap lebih banyak sumber daya yang paling membatasi pertumbuhan tanaman.

Penyiraman 12 hari menghasilkan berat kering yang lebih rendah daripada penyiraman 2 hari sekali, namun demikian tidak memengaruhi pembagian asimilat ke bagian tanaman. Terbentuknya asimilat yang lebih rendah pada penyiraman 12 hari sekali disebabkan pada kondisi kering diduga terjadi penurunan penyerapan air per unit massa akar dan mungkin juga serapan hara berkurang. Lebih rendahnya bahan kering yang terbentuk pada kondisi kekeringan pada tanaman tomat juga dilaporkan oleh (Nahar & Gretzmacher 2002, Shao *et al.* 2008, Rizki *et al.* 2009, Sakya *et al.* 2013). Hal ini disebabkan karena pada kondisi kering, aliran massa terhambat sehingga memengaruhi translokasi nutrisi tanaman (Marschner 1995).

Distribusi asimilat ke batang dan daun pada penyiraman 2 hari lebih tinggi daripada penyiraman 12 hari sekali, sedangkan distribusi ke akar lebih rendah pada penyiraman 2 hari lebih tinggi dari pada penyiraman 12 hari sekali. Rerata distribusi ke batang berkisar antara 71,8% dan 68,4% dan distribusi ke daun berkisar 15,3% dan 12,1%, sedangkan proporsi bahan kering ke akar berkisar 15,9% dan 17,2% pada penyiraman 2 hari dan 12 hari sekali. Pada ketersediaan air rendah, akar relatif menggunakan lebih banyak sumber daya tersebut dan hanya sedikit yang digunakan untuk tunas ataupun daun. Akibatnya pertumbuhan akar lebih tinggi daripada tunas (Poorter & Nagel 2000).

Pada penyiraman 2 dan 12 hari sekali, aplikasi Zn melalui tanah sampai 60 mg/kg meningkatkan perkembangan dan distribusi asimilat ke daun, sedangkan pada aplikasi melalui daun, peningkatan dosis Zn menurunkan proporsi asimilat ke daun, hal ini dikarenakan dosis yang digunakan terlalu tinggi jika diaplikasikan melalui daun sehingga daun mengalami keracunan Zn dan mengganggu proses fotosintesis. Kondisi ini terlihat pada saat setelah dilakukan penyemprotan daun menjadi terbakar. Aplikasi Zn berlebih dilaporkan dapat mengganggu aktivitas fotosintesis pada kacang hijau (Vassilev *et al.* 2011).

Luas daun spesifik adalah perbandingan luas daun dengan berat daun yang merupakan ukuran ketebalan daun. Hasil analisis data pada penyiraman 2 hari sekali menunjukkan terdapat interaksi antara metode dan dosis aplikasi terhadap luas daun spesifik, sedangkan interaksi yang lain baik tiga level (metode x dosis x kultivar) maupun dua level (metode x dosis, metode x kultivar, dosis x kultivar) tidak berpengaruh nyata terhadap luas daun spesifik. Aplikasi Zn melalui tanah meningkatkan luas daun spesifik. Luas daun spesifik tertinggi terdapat pada aplikasi Zn 60 mg/kg, sedangkan aplikasi melalui daun dengan dosis 40 mg/kg maupun 60 mg/kg tidak mengakibatkan luas daun spesifik yang berbeda nyata dengan tanpa aplikasi Zn.

Hasil analisis ragam pada penyiraman 12 hari sekali menunjukkan terdapat interaksi antara metode, dosis, dan kultivar terhadap luas daun spesifik. Tanggapan luas daun spesifik tanaman tomat berbeda terhadap aplikasi Zn. Pada aplikasi melalui tanah, aplikasi Zn 40 mg/kg meningkatkan luas daun spesifik, namun aplikasi Zn 60 mg/kg tanaman memiliki luas daun spesifik yang sama dengan tanpa aplikasi Zn, sedangkan aplikasi melalui daun dengan dosis 40 mg/kg maupun 60 mg/kg meningkatkan luas daun spesifik yang berbeda nyata dengan tanpa aplikasi Zn.

Semakin kecil nilai luas spesifik daun mengindikasikan daun semakin tebal. Daun yang tebal diprediksikan memiliki kandungan enzim ribulose bifosfat dan klorofil yang lebih tinggi daripada daun tipis (Sitompul & Goeritno 1995), meskipun dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa hubungan luas daun spesifik dengan fotosintesis tidak konsisten sehubungan dengan adanya sifat pengerutan daun (Thomson *et al.* 1995).

Aplikasi Zn melalui tanah baik pada penyiraman 2 hari maupun 12 hari sekali meningkatkan luas daun spesifik, hal ini menunjukkan bahwa penambahan Zn mengakibatkan daun semakin luas dan tebal sehingga memungkinkan peningkatan aktivitas fotosintesis karena dengan semakin luasnya daun maka semakin banyak cahaya yang terserap, di samping itu luas daun spesifik juga menentukan transmisi cahaya yang diserap oleh daun (Purnomo 2005).

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penyiraman 2 dan 12 hari sekali, aplikasi $ZnSO_4$ sampai dengan dosis 60 mg/kg melalui tanah maupun daun pada kultivar Tyrana ataupun Permata tidak meningkatkan ataupun menurunkan distribusi asimilat ke batang dan akar, tetapi distribusi asimilat ke daun mengalami penurunan pada aplikasi $ZnSO_4$ melalui daun.

Aplikasi $ZnSO_4$ sampai dengan dosis 60 mg/kg melalui daun pada penyiraman 2 maupun 12 hari sekali menurunkan luas daun dan ketebalan daun baik pada kultivar Tyrana maupun Permata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian didanai oleh PNBPTA 2014 Universitas Sebelas Maret Surakarta.

DAFTAR PUSTAKA

1. Cakmak, I & Marscher, H 1986, 'Increase in membrane permeability and exudation in roots of Zn deficient plant', *J Plant Physiol.*, vol. 132, pp. 356-61.
2. Chartzoulakis, K, Noitsakis, B & Therios, I 1993, Photosynthesis, plant growth, and dry matter distribution in kiwi fruit as influenced by water deficits', *Irrig. Sci.*, vol. 14, pp. 1-5.
3. Gardner, FP, Pearce, RB & Mitchell, RL 1991, *Fisiologi tanaman budidaya*, Terjemahan Susilo, H UI-Press.
4. Gurmani, AR, Din, JU, Khan, SU, Andaleep, R, Waseem, K, Khan, A & Hadyat-Ullah 2012, 'Soil application of zinc improves growth and yield of tomato', *Int. J. Agric. Biol.*, vol. 14, pp. 91-6.
5. Imtiaz, M, Alloway, BJ, Shah, KH, Siddiqui, SH, Memon, MY, Aslam, M & Khan, P 2003, 'Zinc nutrition of wheat: II: interaction of zinc with other trace elements', *Asian Journal of Plant Sciences*, vol. 2, pp. 156-60.
6. James, AZ & William, RG 1998, 'Leaf water relations and plant development of three freeman maple cultivars subjected to drought', *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, vol. 123, pp. 371-5.
7. Liu, F & Stutzel, H 2002, 'Leaf water relations of vegetable amaranth (*Amaranthus* spp.) in response to soil drying', *Eur. J. Agron.*, vol. 16, pp. 137-50.
8. Marcelis, LFM, Heuvelink, E & Goudriaan, J 1998, 'Modelling biomass production and yield of horticultural crops: A review', *Sci Hortic.*, vol. 74, pp. 83-11.
9. Marschner, H 1995, *Mineral nutrition of hingher plants*, Academic Press, New York.
10. Nahar, K & Gretzmacher, R 2002, 'Effect of water stress on nutrient uptake, yield, and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* mill.) under subtropical conditions', *Die Bodenkultur*, vol. 53, no. 1, pp. 45-51.
11. Parker, DR, Aguilera, JJ & Thomason, DN 1992, 'Zinc-phosphorus interactions in two cultivars of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) grown in chelator-buffered nutrient solutions', *Plant and Soil*, vol. 143, pp. 163-77.
12. Poorter, H & Nagel, O 2000, 'The role of biomass allocation in the growth response of plants to different levels of light, CO₂, nutrients and water: A quantitative review', *Aust. J. Plant Physiol.*, vol. 27, no. 6, pp. 595-607.
13. Purnomo, D 2005, 'Tanggapan varietas tanaman jagung terhadap irradiasi rendah', *Agrosains*, vol. 7, no. 1, hlm. 86-93.
14. Rizky, D, Adiwirman & Widodo, WD 2009, 'Respon tanaman tomat terhadap frekuensi dan taraf pemberian air', Skripsi. IPB, Bogor.
15. Sakya, AT, Sulistyaningsih, E, Indradewa, D, Tome, VD & Lubis, JM 2013, 'Dry matter partitioning of tomato under different interval watering', *Proceeding International Conference on Sustainable Agriculture and Environmen*, 27-29 Juni 2013, Solo, Indonesia.
16. Setiawan, Tohari & Shiddieq, J 2013, 'Pengaruh cekaman kurang air terhadap beberapa karakter fisiologis tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth)', *Jurnal Litri*, vol. 19, no. 3, hlm. 108-16.
17. Shao, HB, Chu, L, Jaleel, CA & Zhao, C 2008, 'Water deficit stress induced anatomical changes in higher plants', *C. R. Biologies*, vol. 331, pp. 215-25.
18. Sharma, PN, Kumar, N & Bisht, SS 1994, 'Effect of zinc deficiency on chlorophyll content, photosynthesis and water relations of cauliflower plants', *Photosynthetica*, vol. 30, pp. 353-9.
19. Sitompul, SM & Guritno, B 1995, *Analisis pertumbuhan tanaman*, Gadjah Mada University, Yogyakarta.
20. Thompson, JA, Nelson, RL & Schweitzer, LE 1995, Relationships among specific leaf weight, photosynthetic rate, and seed yield in soybean, *Crop Sci.*, vol. 35, pp. 1575-81.
21. Van Den Boogaard, R, Veneklaas, EJ & Lambers, H 1996, 'The association of biomass allocation with growth and water use efficiency of two *Triticum aestivum* cultivars', *Aust. J. Plant Physiol.*, vol. 23, pp. 751-61.
22. Vassilev, A, Nikolova, A, Koleva, L & Lidon, F 2011, 'Effects of excess Zn on growth and photosynthetic performance of young bean plants', *Journal of Phytology*, vol. 3, pp. 56-62.
23. Wang, Q & Dong, L 2011, *Effects of zinc fertilization on the growth, zinc content and yield of tomato planted in acidic red dry soil of southern china*, viewed April 2012, <<http://www.zinccrops2011.org/presentations>>.
24. Welch, RM 2001, *Impact of mineral nutrients in plants on human nutrition on a worldwide scale*, Plant Nutrition-Food Security, Dordrecht, Netherlands, pp. 284-58.