

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Komponen Pertumbuhan Tanaman Temulawak

Komponen pertumbuhan tanaman temulawak terdiri dari beberapa parameter pengamatan yaitu jumlah tunas, jumlah akar, jumlah daun, panjang tanaman serta perubahan warna daun. Pemberian berbagai konsentrasi unsur Cu dan Mo pada tanaman temulawak secara *in vitro* tidak berbeda nyata terhadap jumlah tunas dan jumlah akar, tetapi berbeda nyata terhadap jumlah daun dan panjang tanaman.

Dari hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian berbagai konsentrasi unsur Cu dan Mo pada temulawak tidak berbeda nyata terhadap jumlah tunas, namun jumlahnya meningkat disetiap umur pengamatan (Lampiran 6). Rerata jumlah tunas disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata – Rata Jumlah Tunas pada Pemberian Beberapa Konsentrasi Unsur Cu dan Mo pada Umur 1 – 9 Minggu Setelah Tanam

Perlakuan (ppm)	Rata - Rata Jumlah Tunas pada Umur 1 – 9 (MST)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cu 0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,13	1,13	1,17	1,33	1,33
Cu 0,25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,08	1,33	1,33
Cu 0,5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,22	1,22	1,44	1,61	1,61
Cu 0,75	1,50	1,83	1,83	2,00	2,00	2,11	2,22	2,67	2,67
Mo 0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,33	1,57	1,83	1,83
Mo 0,25	1,08	1,08	1,20	1,37	1,43	1,49	1,67	1,83	1,83
Mo 0,5	1,00	1,17	1,50	1,50	1,50	1,50	1,78	2,17	2,17
Mo 0,75	1,33	1,11	1,50	1,56	1,67	1,67	2,00	2,33	2,50
BNT (5%)	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn
KK (%)	40,34	37,22	40,40	36,33	39,97	42,87	42,12	42,88	41,44

Keterangan : tn = tidak berbeda nyata, MST = Minggu Setelah Tanam

Dari hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian berbagai konsentrasi unsur Cu dan Mo pada temulawak tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah akar (Lampiran 7), namun jumlahnya meningkat di setiap umur pengamatan. Rerata jumlah akar disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata – Rata Jumlah Akar pada Pemberian Beberapa Konsentrasi Unsur Cu dan Mo pada Umur 1 – 9 Minggu Setelah Tanam

Perlakuan (ppm)	Rata - Rata Jumlah Akar pada Umur 1 – 9 (MST)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cu 0	1,10	1,75	2,13	2,40	2,80	3,07	3,37	4,27	4,27
Cu 0,25	1,20	1,83	2,50	2,93	3,00	3,47	4,40	4,87	4,87
Cu 0,5	1,13	2,32	2,63	3,23	3,23	3,67	4,47	4,93	4,93
Cu 0,75	1,44	2,33	2,89	3,57	3,77	4,55	4,75	5,35	5,35
Mo 0	1,00	1,86	2,02	2,23	2,80	3,07	4,00	4,67	4,67
Mo 0,25	1,00	1,92	2,00	2,63	3,25	3,85	4,93	5,07	5,07
Mo 0,5	1,00	1,98	2,45	3,33	3,80	4,27	5,13	5,47	5,47
Mo 0,75	1,67	2,25	2,75	3,33	3,83	4,36	5,28	5,44	5,44
BNT (5%)	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn
KK (%)	56,60	31,54	27,98	25,81	20,93	18,89	18,00	11,66	11,66

Keterangan : tn = tidak berbeda nyata, MST = Minggu Setelah Tanam

Dari hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian berbagai konsentrasi unsur Cu dan Mo pada temulawak tidak berbeda nyata terhadap panjang tanaman pada umur 1, 2, 3, 4, 7 dan 8 mst, namun berbeda nyata pada umur 5, 6, dan 9 mst (Lampiran 8). Rerata panjang tanaman disajikan pada Tabel 5.

Rerata panjang tanaman pada pemberian berbagai unsur Cu dan Mo pada umur pengamatan 1 – 4 mst tidak berbeda nyata, namun panjang tanaman meningkat di setiap umur pengamatan. Pada umur pengamatan 5 – 6 mst, pemberian 0,75 ppm unsur Cu menunjukkan hasil panjang tanaman lebih rendah apabila dibandingkan dengan perlakuan unsur Cu lain dan berbeda nyata dengan pemberian 0 – 0,25 ppm unsur Cu. Sedangkan pemberian 0,5 – 0,75 ppm unsur Mo menunjukkan hasil panjang tanaman lebih tinggi dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan unsur Mo lain pada umur 5 – 6 mst.

Pada umur pengamatan 7 – 8 mst, pemberian berbagai konsentrasi unsur Cu dan Mo tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Namun pada umur 9 mst, pemberian 0,75 ppm unsur Cu menunjukkan hasil panjang tanaman lebih rendah dan berbeda nyata dengan pemberian 0 – 0,5 ppm unsur Cu. Sedangkan pemberian 0,5 – 0,75 ppm unsur Mo menunjukkan hasil panjang tanaman lebih

tinggi namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan unsur Mo lain pada umur 9 mst (Tabel 5).

Tabel 5. Rata – Rata Panjang Tanaman (cm) pada Pemberian Beberapa Konsentrasi Unsur Cu dan Mo pada Umur 1 – 9 Minggu Setelah Tanam

Perlakuan (ppm)	Rata - Rata Panjang Tanaman (cm) pada Umur 1 – 9 (MST)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cu 0	2,15	3,28	4,00	5,27	6,15 bc	6,85 bc	8,01	9,14	12,21 b
Cu 0,25	1,99	3,30	4,22	5,17	6,49 bc	7,27 bc	8,20	9,05	12,47 b
Cu 0,5	1,77	2,69	3,43	4,23	5,54 ab	6,44 ab	7,42	8,28	12,55 b
Cu 0,75	1,55	2,45	3,39	4,03	4,47 a	5,25 a	6,50	7,27	9,03 a
Mo 0	1,90	2,93	3,92	4,65	6,31 bc	6,96 bc	7,47	7,88	9,75 a
Mo 0,25	1,88	2,77	3,64	4,86	6,38 bc	7,27 bc	7,75	8,23	9,95 a
Mo 0,5	1,75	2,98	4,19	5,64	7,36 c	7,72 c	8,23	8,64	10,69 ab
Mo 0,75	2,07	3,33	4,42	5,74	7,34 c	7,81 c	8,39	8,84	10,70 ab
BNT(5%)	tn	tn	tn	tn	1,24	1,19	tn	tn	2,08
KK (%)	17,64	16,52	15,38	15,01	11,31	9,77	8,57	8,49	10,88

Keterangan : Angka – angka yang diikuti huruf yang sama dan pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%, tn = tidak berbeda nyata, MST = Minggu Setelah Tanam

Dari analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian berbagai konsentrasi unsur Cu dan Mo tidak berbeda nyata terhadap jumlah daun pada umur 1 – 3 mst, tetapi berbeda nyata pada umur 4 – 9 mst (Lampiran 9). Rerata jumlah daun disajikan pada Tabel 6.

Rerata jumlah daun pada berbagai konsentrasi unsur Cu dan Mo tidak berbeda nyata pada umur 1 – 3 mst, namun jumlahnya meningkat di setiap umur pengamatan. Pada umur 4 – 5 mst, pemberian 0,75 ppm unsur Cu menunjukkan hasil jumlah daun lebih rendah dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan unsur Cu lain. Pada umur 6 – 9 mst, pemberian 0,75 ppm unsur Cu menunjukkan perbedaan yang nyata apabila dibandingkan dengan pemberian 0 – 0,25 ppm unsur Cu. Sedangkan pada umur 4 mst, tanpa pemberian unsur Mo menunjukkan hasil jumlah daun lebih tinggi dan tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan perlakuan Mo lain. Pemberian 0 – 0,25 ppm unsur Mo menunjukkan hasil jumlah daun lebih tinggi dan berbeda nyata apabila dibandingkan dengan pemberian 0,75 ppm unsur Mo pada umur 5 – 9 mst (Tabel 6).

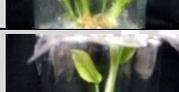
Tabel 6. Rata – Rata Jumlah Daun (helai) pada Pemberian Beberapa Konsentrasi Unsur Cu dan Mo pada Umur 1 – 9 Minggu Setelah Tanam

Perlakuan (ppm)	Rata - Rata Jumlah Daun (helai) pada Umur 1 – 9 (MST)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cu 0	1,00	1,08	1,40	1,53 abc	1,87 bc	2,60 bc	3,20 c	4,20 c	4,20 c
Cu 0,25	1,00	1,07	1,22	1,53 abc	1,73abc	2,60 bc	3,00 bc	3,60 bc	3,60 bc
Cu 0,5	1,00	1,00	1,27	1,40 ab	1,56 ab	2,02 ab	2,20 ab	2,80 ab	2,80 ab
Cu 0,75	1,00	1,00	1,00	1,07 a	1,07 a	1,33 a	1,40 a	1,73 a	1,73 a
Mo 0	1,00	1,17	1,63	2,40 d	3,07 d	3,27 c	3,40 c	3,93 c	3,93 c
Mo 0,25	1,00	1,11	1,69	2,27 cd	2,87 d	3,15 c	3,35 c	4,00 c	4,00 c
Mo 0,5	1,00	1,33	1,53	2,13 bcd	2,45 cd	3,07 c	3,40 c	3,60 bc	3,60 bc
Mo 0,75	1,00	1,00	1,11	1,72 abcd	1,89 bc	2,02 ab	2,20 ab	2,53 ab	2,53 ab
BNT(5%)	tn	tn	tn	0,74	0,74	0,96	0,89	1,12	1,12
KK (%)	39,95	20,42	27,71	24,24	20,01	21,90	18,47	19,40	19,40

Keterangan : Angka – angka yang diikuti huruf yang sama dan pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%, tn = tidak berbeda nyata, MST = Minggu Setelah Tanam

Pada pengamatan warna daun, tanpa pemberian unsur Cu, warna daun tidak mengalami perubahan pada umur 2, 4, 6 dan 8 mst dengan warna daun hijau kekuningan cerah. Pemberian 0,25 ppm unsur Cu, daun berwarna hijau kekuningan cerah pada umur 2 mst, kemudian pada umur 4, 6 dan 8 mst terjadi perubahan warna pada ujung daun menjadi hijau kekuningan pucat. Pada pemberian 0,5 ppm unsur Cu pada umur 2 dan 4 mst daun berwarna hijau kekuningan cerah, kemudian pada umur 6 dan 8 mst terjadi perubahan warna pada ujung daun menjadi hijau kekuningan terang. Pemberian 0,75 ppm unsur Cu, daun berwarna hijau kekuningan cerah pada umur 2 mst, kemudian pada umur 4 mst terjadi perubahan warna pada ujung daun menjadi hijau kekuningan pucat dan pada umur 6 dan 8 mst terjadi perubahan warna yang lebih dominan pada ujung daun menjadi kuning kecoklatan (Tabel 7). Pada pemberian 0 – 0,25 ppm unsur Mo, warna daun tidak mengalami perubahan pada umur 2, 4, 6 dan 8 mst dengan warna daun hijau kekuningan cerah.. Pemberian 0,5 ppm unsur Mo, daun berwarna hijau kekuningan cerah pada umur 2, 4 dan 6 mst, kemudian pada umur 8 mst terjadi perubahan warna menjadi hijau kekuningan pucat pada bagian tepi daun. Pemberian 0,75 ppm unsur Mo, daun berwarna hijau kekuningan cerah pada umur 2, 4 dan 6 mst, kemudian pada umur 8 mst terjadi perubahan warna menjadi hijau kekuningan pucat pada bagian tepi daun (Tabel 7).

Tabel 7. Warna Daun pada Pemberian Beberapa Konsentrasi Unsur Cu dan Mo pada Umur 2, 4, 6 dan 8 Minggu Setelah Tanam

Perlakuan	2 MST		4 MST		6 MST		8 MST	
Cu 0 ppm		149A		149A		149A		149A
Cu 0,25 ppm		149A		149A; 149D		149A; 149D		149A; 149D
Cu 0,5 ppm		149A		149A		149A; 150D		149A; 150D
Cu 0,75 ppm		149A		149A; 149D		149A; 161A		149A; 161A
Mo 0 ppm		149A		149A		149A		149A
Mo 0,25 ppm		149A		149A		149A		149A
Mo 0,5 ppm		149A		149A		149A		149A; 149D
Mo 0,75 ppm		149A		149A		149A		149A; 150D

Keterangan : 149A (Brilliant Yellowish Green); 149D (Pale Yellowish Green); 150D (Light Yellowish Green); 161A (Moderate Yellow)

4.1.2 Komponen Hasil Tanaman Temulawak

Komponen hasil tanaman temulawak terdiri dari beberapa parameter pengamatan yaitu bobot segar planlet, bobot kering planlet dan kadar kurkumin temulawak. Pemberian berbagai konsentrasi unsur Cu dan Mo pada temulawak secara *in vitro* berbeda nyata pada kadar kurkumin, tetapi tidak berbeda nyata pada bobot segar planlet dan bobot kering planlet.

Dari hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian berbagai konsentrasi unsur Cu dan Mo pada temulawak memberikan pengaruh nyata terhadap kadar kurkumin, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap bobot segar planlet dan bobot kering planlet pada umur 9 mst (Lampiran 10). Rerata bobot segar planlet, bobot kering planlet dan kadar kurkumin disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rata – Rata Bobot Segar Plantlet, Bobot Kering Plantlet dan Kadar Kurkumin Perlakuan Unsur Cu pada Umur 9 Minggu Setelah Tanam

Perlakuan (ppm)	Umur Tanaman 9 MST		
	Bobot Segar Planlet (g.tan ⁻¹)	Bobot Kering Planlet (g.tan ⁻¹)	Kadar Kurkumin (%)
Cu 0	3,35	0,13	0,45 de
Cu 0,25	2,39	0,13	0,30 bcd
Cu 0,5	2,34	0,13	0,19 abc
Cu 0,75	1,66	0,11	0,07 a
Mo 0	2,32	0,13	0,13 ab
Mo 0,25	2,62	0,15	0,39 cd
Mo 0,5	2,60	0,18	0,60 e
Mo 0,75	2,99	0,16	0,62 e
BNT (5%)	tn	tn	0,20
KK (%)	22,00	24,62	25,06

Keterangan : Angka – angka yang diikuti huruf yang sama dan pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%, tn = tidak berbeda nyata, MST = Minggu Setelah Tanam

Pada pengamatan kadar kurkumin, pemberian 0,75 ppm unsur Cu menunjukkan hasil kadar kurkumin lebih rendah apabila dibandingkan dengan perlakuan unsur Cu lain. Pemberian unsur Cu 0,75 ppm berbeda nyata apabila dibandingkan dengan pemberian 0 – 0,25 ppm unsur Cu pada umur 9 mst. Sedangkan pada perlakuan Mo, tanpa pemberian unsur Mo (T5) menunjukkan hasil kadar kurkumin lebih rendah dan berbeda nyata apabila dibandingkan

dengan perlakuan Mo yang lain. Pemberian 0,5 – 0,75 ppm unsur Mo menunjukkan hasil yang lebih tinggi dan berbeda nyata apabila dibandingkan dengan pemberian 0 – 0,25 ppm unsur Mo umur 9 mst (Tabel 9).

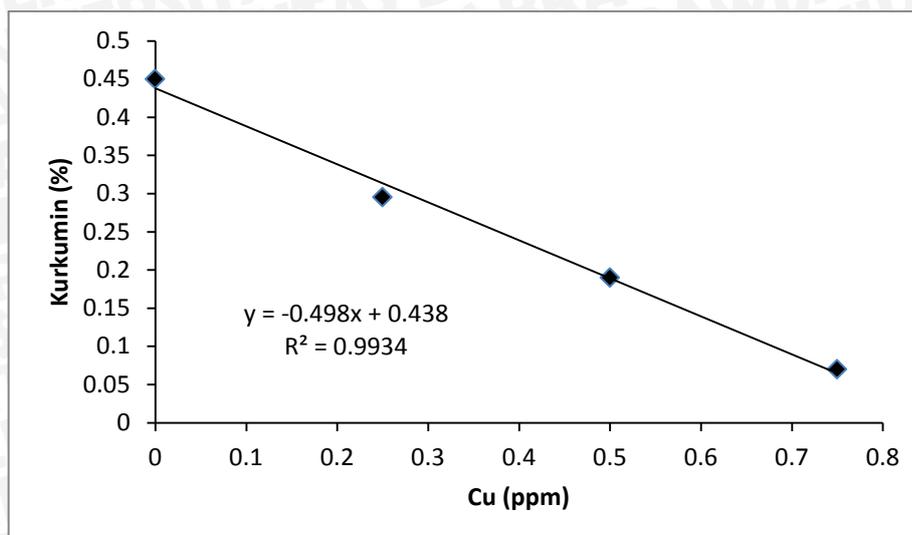
4.2 Pembahasan

Pemberian beberapa konsentrasi unsur Cu dan Mo secara *in vitro* tidak berpengaruh nyata pada variabel pengamatan jumlah tunas, jumlah akar, bobot segar planlet dan bobot kering planlet, namun berpengaruh nyata pada variabel pengamatan panjang tanaman, jumlah daun dan kurkumin, dimana komponen pertumbuhan akan menunjang komponen hasil pada tanaman temulawak. Unsur Cu merupakan elemen transisi reduksi aktif yang berperan dalam proses fotosintesis, sekitar 50% Cu ditemukan di kloroplas pada tanaman, terikat dengan plastosianin (Marschner, 2012). Cu merupakan salah satu unsur mikro logam yang penting diperlukan untuk pertumbuhan tanaman sehat dalam jumlah yang terbatas (sedikit) tetapi dapat menjadi racun dalam jumlah yang berlebih. Oleh karena itu tanaman mempunyai mekanisme penyerapan unsur logam dimana melibatkan ion transporter logam untuk penyerapan, translokasi dan kompartementalisasi (Haydon dan Cobbett, 2007). Cu diangkut pada transport jarak jauh dalam bentuk kompleks dengan ligan nitrogen organik, khususnya asam amino. Transporter *Yellow Stripe Like* (YSL) adalah sebagai perantara Cu^{2+} - nicotianamin pada membran plasma (Marschner, 2012). Menurut Haydon dan Cobbett (2007), asam amino metionin berperan sebagai prekursor pada sintesis nicotianamin (NA).

Berdasarkan hasil, pada variabel panjang tanaman pemberian beberapa konsentrasi unsur Cu berpengaruh secara nyata pada umur 5, 6 dan 9 mst. Peningkatan konsentrasi unsur Cu diikuti dengan penurunan panjang tanaman tanaman temulawak secara *in vitro*. Pemberian unsur Cu 0 – 0,25 ppm secara umum menunjukkan panjang tanaman yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan pemberian 0,75 ppm unsur Cu (Tabel 5). Hal ini mengindikasikan bahwa dalam penambahan unsur hara Cu pada tanaman akan mengikat nicotianamin lebih banyak yang diakumulasi dari unsur nitrogen untuk penyerapan dan translokasi unsur Cu pada *in vitro*. Hal ini menyebabkan aktivitas unsur N terfokus pada pembentukan ligan (nicotianamin) daripada nitrogen sebagai sumber pendukung untuk pertumbuhan vegetatif tanaman temulawak.

Begitu pula pada parameter jumlah daun, pemberian beberapa unsur Cu pada parameter jumlah daun menunjukkan pengaruh nyata pada umur 4 – 9 mst. Penambahan 0,75 ppm unsur Cu menunjukkan penurunan jumlah daun apabila dibandingkan dengan perlakuan unsur Cu lain secara *in vitro* (Tabel 6). Hal ini mengindikasikan bahwa dengan penambahan konsentrasi unsur Cu yang mengikat ligan nicotianamin lebih banyak dalam penyerapannya akan menyebabkan penurunan aktivitas unsur N pada pembentukan jumlah daun tanaman temulawak pada *in vitro*. Selain itu diduga terjadi toksisitas pada pemberian 0,5 ppm – 0,75 ppm unsur Cu ditandai dengan gejala klorosis pada ujung daun yang kemudian menyebar pada bagian tepi daun (Tabel 7). Pada tanaman geranium dengan perlakuan peningkatan kadar Cu menunjukkan gejala daun menguning dengan penurunan kadar klorofil (Lee *et al.*, 1996). Klorosis menyebabkan gejala menguning karena terjadi degradasi klorofil pada daun sehingga laju fotosintesis akan terganggu dan akan mengurangi hasil fotosintat yang akan ditranslokasikan ke seluruh organ tanaman. Susanto (2014) menyatakan bahwa pertumbuhan daun yang terhambat tidak akan mampu menyerap cahaya secara optimal sehingga proses fotosintesis tidak akan menghasilkan karbohidrat yang cukup untuk pertumbuhan dan produksi.

Pengamatan kadar kurkumin dilakukan pada umur 9 mst menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada pemberian beberapa konsentrasi unsur Cu secara *in vitro* (Tabel 9). Berdasarkan hasil, peningkatan konsentrasi unsur Cu diikuti dengan penurunan persentase kadar kurkumin pada tanaman temulawak secara *in vitro*. Pemberian 0,75 ppm unsur Cu menunjukkan persentase kadar kurkumin yang lebih rendah apabila dibandingkan dengan tanpa pemberian unsur Cu secara *in vitro*. Hubungan konsentrasi unsur Cu (x) dengan dengan kadar kurkumin (y) ditunjukkan pada Gambar 5 yaitu $y = -0,498x + 0,438$ dengan $R^2 = 0,993$. Hubungan tersebut menunjukkan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi unsur Cu dapat menurunkan kadar kurkumin pada tanaman temulawak.



Gambar 5. Hubungan antara Pemberian Beberapa Konsentrasi Unsur Cu dengan Kadar Kurkumin pada Umur 9 MST

Penurunan kadar kurkumin ini mengindikasikan bahwa peningkatan konsentrasi unsur Cu diikuti oleh peningkatan nicotianamin sebagai transporter logam sehingga akan menurunkan suplai unsur N pada tanaman temulawak. Unsur N mempengaruhi ketersediaan Cu dan mobilitas di dalam tanaman, proporsi yang lebih tinggi dari unsur Cu kompleks dengan asam amino dan protein dalam jaringan dewasa (Marschner, 2012). Penurunan aktivitas unsur N pada pembentukan metabolit primer akan berpengaruh pada pembentukan metabolit sekunder pada tanaman temulawak.

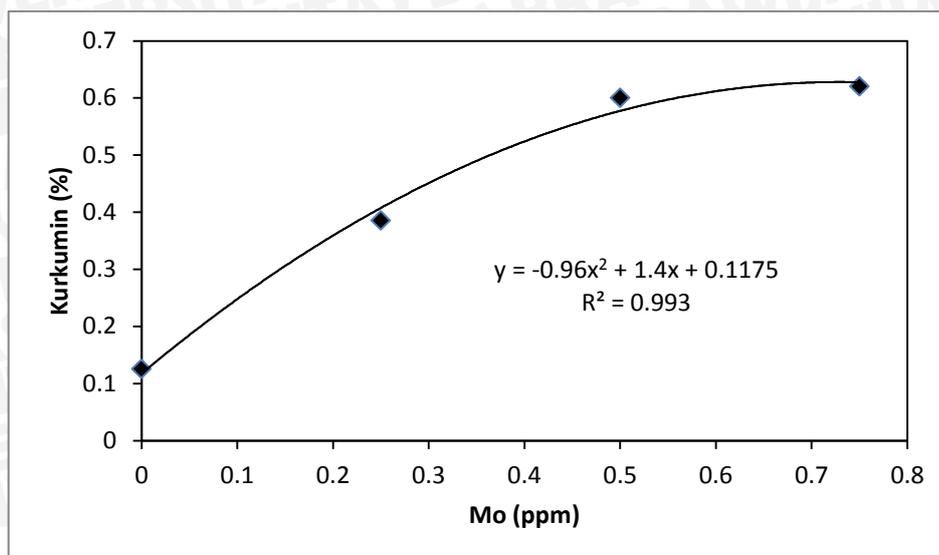
Pada perlakuan tanpa pemberian unsur Cu menunjukkan persentase kadar kurkumin tertinggi dibandingkan dengan tiga perlakuan lain. Hal ini mengindikasikan bahwa aktivitas unsur N tidak terfokus pada pembentukan ligan nicotianamin pada penyerapan unsur Cu sehingga aktivitas unsur N akan mendukung pembentukan metabolit primer. Metabolit primer digunakan untuk menyusun metabolit sekunder yaitu kurkumin, dimana kurkumin terbentuk dari 2 unit fenilpropanoid berasal dari fenilalanin dan satu unit karbon berasal dari asam malonat (Kita *et al.*, 2008). Taiz dan Zieger (2002) menyatakan bahwa jalur asam shikimat mengubah prekursor karbohidrat sederhana yang berasal dari glikolisis menjadi asam amino aromatik.

Pemberian beberapa konsentrasi unsur Mo secara *in vitro* (0 – 0,75 ppm) berpengaruh nyata pada variabel pengamatan jumlah daun, panjang tanaman dan

kadar kurkumin. Berdasarkan hasil, pemberian berbagai konsentrasi unsur Mo pada parameter panjang tanaman menunjukkan pengaruh nyata pada umur 5, 6 dan 9 mst (Tabel 5). Peningkatan konsentrasi unsur Mo diikuti dengan peningkatan panjang tanaman temulawak secara *in vitro*. Pemberian 0,5 – 0,75 ppm unsur Mo menunjukkan hasil panjang tanaman lebih tinggi tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan pemberian 0 – 0,25 ppm unsur Mo. Hal ini mengindikasikan bahwa pemberian unsur Mo tidak mempengaruhi secara nyata pada panjang tanaman temulawak secara *in vitro*.

Pemberian beberapa unsur Mo pada parameter jumlah daun menunjukkan pengaruh nyata pada umur 4 – 9 mst. Berdasarkan hasil, pemberian 0,75 ppm unsur Mo menunjukkan penurunan jumlah daun apabila dibandingkan dengan pemberian unsur Mo lain secara *in vitro*. Selain terjadi penurunan pada jumlah daun, perubahan warna daun juga terjadi pada pemberian 0,75 ppm unsur Mo. Hal ini mengindikasikan bahwa terjadi toksisitas unsur Mo yang ditandai dengan gejala klorosis pada daun (Tabel 8). Menurut Marschner (2012), tanaman umumnya cukup toleran dengan keracunan Mo, tetapi pada toksisitas Mo terjadi kegagalan pembentukan daun dan terjadi perubahan warna dari kehijauan menjadi kekuningan pada jaringan tunas.

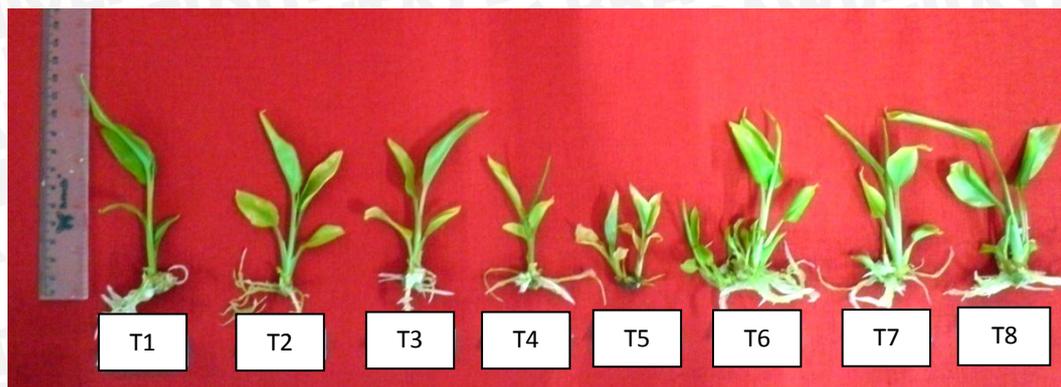
Fungsi molibdenum dalam tumbuhan yang telah diketahui adalah menjadi bagian dari enzim nitrat reduktase yang mereduksi ion nitrat menjadi ion nitrit (Gardner *et al.*, 2008). Enzim nitrat merupakan enzim yang penting dalam rantai reduksi unsur nitrat menjadi amonia yang berguna dalam pembentukan asam amino dan protein (Peni *et al.*, 2004). Berdasarkan hasil, penambahan unsur Mo meningkatkan persentase kadar kurkumin temulawak dan menunjukkan perbedaan nyata. Pada perlakuan 0 ppm unsur Mo menunjukkan hasil kadar kurkumin lebih rendah apabila dibandingkan dengan tiga perlakuan lain secara *in vitro*. Hubungan konsentrasi unsur Mo (x) dengan dengan kadar kurkumin (y) ditunjukkan pada Gambar 6 yaitu $y = -0,96x^2 + 1,4x + 0,117$ dengan $R^2 = 0,993$. Hubungan tersebut menunjukkan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi unsur dapat meningkatkan kadar kurkumin pada tanaman temulawak secara kuadratik.



Gambar 6. Hubungan antara Pemberian Beberapa Konsentrasi Unsur Mo dengan Kadar Kurkumin pada Umur 9 MST

Pemberian 0,75 ppm unsur Mo menunjukkan nilai kadar kurkumin lebih tinggi apabila dibandingkan dengan perlakuan Mo lain secara *in vitro*. Peningkatan kadar kurkumin mengindikasikan bahwa unsur Mo akan meningkatkan aktivitas nitrat reduktase dalam pembentukan asam amino sebagai prekursor metabolit sekunder. Sunarminingsih (2002) menyatakan bahwa biosintesis metabolit sekunder dapat terbentuk melalui jalur peptida dengan prekursor asam amino. Sedangkan pada perlakuan tanpa pemberian unsur Mo menunjukkan kadar kurkumin lebih rendah apabila dibandingkan dengan perlakuan Mo yang lain. Tidak tersedianya unsur Mo mempengaruhi aktivitas nitrat reduktase dalam pembentukan asam amino yang merupakan prekursor dalam biosintesis kurkumin. Hal ini sesuai dengan pernyataan Marschner (2012), aktivitas nitrat reduktase sangat rendah pada tanaman yang defisiensi unsur Mo.

Pemberian beberapa konsentrasi unsur Cu menurunkan pertumbuhan tanaman temulawak terlihat dari parameter panjang tanaman dan jumlah daun (Gambar 7). Pertumbuhan tanaman temulawak yang menurun juga berpengaruh kadar kurkumin temulawak secara *in vitro*. Sedangkan pemberian beberapa konsentrasi unsur Mo menurunkan pertumbuhan tanaman temulawak pada parameter jumlah daun (Gambar 7), tetapi meningkat pada parameter panjang tanaman dan kadar kurkumin temulawak secara *in vitro*.



Gambar 7. Planlet Temulawak Perlakuan T1 (0 ppm Cu), T2 (0,25 ppm Cu), T3 (0,5 ppm Cu), T4 (0,75 ppm Cu), T5 (0 ppm Mo), T6 (0,25 ppm Mo), T7 (0,5 ppm Mo), T8 (0,75 ppm Mo) Umur 9 MST



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pemberian berbagai konsentrasi unsur Cu atau Mo memberikan hasil yang berbeda pada pertumbuhan dan hasil tanaman temulawak secara *in vitro*.
2. Peningkatan konsentrasi unsur Cu menurunkan pertumbuhan panjang tanaman sebesar 26,04 % dan jumlah daun sebesar 58,80 %, diikuti dengan penurunan kadar kurkumin temulawak 84,44 % dari perlakuan tanpa unsur Cu secara *in vitro*. Disamping itu, peningkatan konsentrasi unsur Mo menurunkan pertumbuhan jumlah daun sebesar 39,52 % tetapi meningkatkan pertumbuhan panjang tanaman sebesar 8,87 % dan kadar kurkumin temulawak sebesar 79,03 % dari perlakuan tanpa unsur Mo secara *in vitro*.

5.2 Saran

1. Perlu adanya penambahan jumlah sampel tanaman temulawak untuk pengamatan pertumbuhan dan kadar kurkumin secara *in vitro*.
2. Untuk pemberian unsur Cu tidak melebihi konsentrasi unsur Cu pada media MS.