

GROWTH OF PURPLE CABBAGE (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* f. *rubra*) ON THE ADMINISTRATION OF POLYETHYLENE GLYCOL 6000 (PEG 6000)

Chandra Aria Wicaksono*, Tundjung T, Handayani, Zulkifli, Martha L. Lande

Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Soemantri Brodjonegoro No.1. Bandar Lampung 35145

*Email: ariacancer45@gmail.com

ABSTRACT

Purple cabbage plants require an adequate supply of water in the process of growing. So that if there is a lack of water it can result in stressful conditions then the growth of purple cabbage is disrupted and can even cause death. The purpose of this study was to determine the tolerance limits of purple cabbage to PEG 6000, and to determine the effect of PEG 6000 on the growth of purple cabbage as a simulation of drought stress. This research was conducted using a completely randomized design with the main factor being PEG 6000 with 5 concentration levels: 0 % w/v, 10% w/v, 20% w/v, 30% w/v and 40% w/v with 5 replications. As parameters are plant height, length, width, and number of leaves, also chlorophyll content. Then analyzed with the Levene test, one way ANOVA and the Tukey HSD test at 5% level. Based on the results of the research, it can be concluded that giving PEG 6000 shows that the tolerance limit for purple cabbage plants to PEG 6000 treatment is at a concentration of 10%, then giving PEG 6000 gives a negative response to the growth of purple cabbage which is indicated by a decrease in plant height, leaf length, leaf width, number of leaf, also chlorophyll a, b, and total chlorophyll content.

Keywords: Purple Cabbage, PEG 6000, Growth

Pendahuluan

Kubis ungu merupakan tanaman sayuran yang berasal dari daerah subtropis. Temperatur untuk pertumbuhan kubis ungu adalah minimum 15,5°C - 18°C dan maksimum 24°C. Kelembapan optimum bagi tanaman kubis ungu adalah antara 80% - 90%. Tanah lempung berpasir lebih baik untuk budidaya kubis ungu dari pada tanah liat, tetapi tanaman kubis ungu toleran pada tanah berpasir atau liat berpasir. Kemasaman tanah yang baik adalah antara 5,5 - 6,5 dengan pengairan dan drainase yang memadai. Tanah harus subur, gembur dan mengandung banyak bahan organik. Di Indonesia, sebenarnya kubis ungu hanya cocok dibudidayakan di daerah pegunungan berudara sejuk sampai dingin pada ketinggian 1.000 - 2.000 mdpl (Balai Besar Pelatihan Pertanian Lembang, 2012).

Air sangat berpengaruh pada proses vegetatif maupun generatif kubis ungu. Besar kecilnya curah hujan akan berpengaruh langsung terhadap ketersediaan air di dalam tanah serta kelembapan tanah. Kubis ungu dapat ditanam di dataran tinggi maupun dataran rendah dengan rata-rata curah hujan 850 - 900 mm dan umur

panen berbeda-beda berkisar dari 90 hari sampai 150 hari. Kubis dapat diperbanyak melalui biji atau setek tunas (Dalimartha, 2000).

Penurunan produksi pada tanaman kubis ungu salah satu penyebabnya yaitu kekeringan. Kekeringan merupakan istilah untuk menyatakan bahwa tanaman mengalami kekurangan air akibat keterbatasan air dari lingkungan atau media tanam. Widiatmoko et al. (2012) menyatakan bahwa kekeringan disebabkan karena (1) kekurangan suplai air di daerah sistem perakaran dan (2) permintaan air yang berlebihan oleh daun karena laju transpirasi lebih tinggi dibandingkan dengan laju absorpsi air oleh akar meskipun keadaan air tanah tersedia cukup. Apabila jumlah air terbatas, maka air harus dimanfaatkan secara efisien.

PEG (Polietilen Glikol) menyebabkan penurunan potensial air secara homogen sehingga dapat digunakan untuk mensimulasi besarnya potensial air tanah (Michel dan Kaufmann, 1973). Besarnya penurunan potensial air sangat tergantung pada konsentrasi dan berat molekul PEG. Sifat PEG yang demikian dapat

dimanfaatkan untuk melakukan simulasi penurunan potensial air (Kaufmann dan Eckard, 1971).

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan September hingga November 2020 di Laboratorium Botani Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah benih kubis ungu sebanyak 1 sachet yang diperoleh dari toko pertanian online, aquadest, ethanol 95%, kertas saring, PEG 6000, kompos dan tanah yang diperoleh dari Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Rancangan percobaan pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu konsentrasi PEG 6000 yang terdiri dari 5 taraf konsentrasi sebagai perlakuan (0%, 10%, 20%, 30%, 40%). Setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali sehingga diperoleh 25 satuan percobaan.

Variabel yang diukur pada penelitian ini yaitu variabel bebas dan variabel tidak bebas (terikat). Variabel bebasnya adalah konsentrasi PEG 6000 dan variabel tidak bebasnya adalah tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, jumlah daun, dan kandungan klorofil.

Penanaman tanaman kubis ungu dilakukan dengan cara benih kubis ungu dipilih yang bersih dan bernaas (memiliki cadangan makanan yang penuh) sebanyak 100 biji. Kemudian benih kangkung direndam didalam air selama kurang lebih 15 menit untuk memastikan benih yang baik, yaitu ciri-cirinya bila direndam akan tenggelam. Kemudian benih kubis ungu dikecambahkan pada cawan petri hingga berumur 1 minggu sebelum siap di tanam pada media tanam.

Selanjutnya media tanam disiapkan dengan cara tanah dan kompos dengan perbandingan 1 : 1 dimasukkan kedalam polybag sebanyak $\frac{3}{4}$ dari ukuran polybag yang digunakan. Media tanam yang disiapkan sebanyak 25 polybag berisi tanah atau 25 satuan percobaan. Setiap polybag diberi label keterangan sesuai perlakuan dan ulangan yang telah ditentukan. Kemudian

benih kubis ungu yang sebelumnya sudah dikecambahkan di tanam ke dalam setiap polybag yang sudah berisi tanah dan kompos dengan perbandingan 1 : 1.

Benih kubis ungu yang sudah ditanam disiram setiap pagi dan sore agar benih kubis ungu tumbuh dengan baik. Perlakuan menggunakan larutan PEG 6000 dengan konsentrasi PEG sesuai perlakuan (0%, 10%, 20%, 30%, dan 40%) pada bibit kubis ungu dilakukan pada hari ke-10 setelah ditanam di media tanam dengan cara disiram sebanyak 50 ml setiap 2 hari sekali pada sore hari. Kemudian dilakukan pengambilan data tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, jumlah daun, kandungan klorofil..

Data yang diperoleh kemudian diuji homogenitasnya dengan uji Levene, setelah homogen dilanjutkan dengan Analisis Ragam (ANARA) dengan taraf nyata 5%, jika hasil signifikan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ). Kemudian dilakukan persamaan garis regresi untuk melihat berapa besar pengaruh pemberian perlakuan terhadap tanaman kubis ungu (*Brassica oleracea L. var. capitata f. rubra*).

Terlihat bahwa semakin besar konsentrasi PEG 6000 yang diberikan maka semakin menghambat pertumbuhan kubis ungu (*Brassica oleracea L. var. capitata f. rubra*). Pemberian PEG 6000 dengan konsentrasi 10% b/v mulai menunjukkan penghambatan pada proses pertumbuhan morfologi kubis ungu. Sedangkan pada kandungan klorofil yang diamati, PEG 6000 0% b/v menunjukkan hasil yang non signifikan terhadap 10%, dan 20%, kemudian penghambatan mulai terjadi pada pemberian PEG 6000 dengan konsentrasi 30% dan 40 %.

Tinggi Tanaman. Rata-rata tinggi tanaman kubis ungu setelah pemberian PEG 6000 umur 5 minggu setelah ditanam pada media tanam ditunjukkan pada tabel 1 di atas

Rata-rata tinggi tanaman pada pemberian PEG 6000 10% dengan tinggi 5,00 cm yang signifikan terhadap tanaman kubis ungu dengan perlakuan PEG 6000 0% (kontrol) dengan tinggi 8,60 cm. Setelah dilakukan uji lanjut BNJ taraf 5%, rata-rata tinggi tanaman kubis ungu dengan perlakuan PEG 6000 10%, 20%, 30% dan 40% non signifikan antar perlakuan.

Hasil

Tabel 1. Rangkuman hasil pengukuran berbagai variable dan konsentrasi hasil BNJ 5% pada pertumbuhan kubis ungu usia 5 minggu.

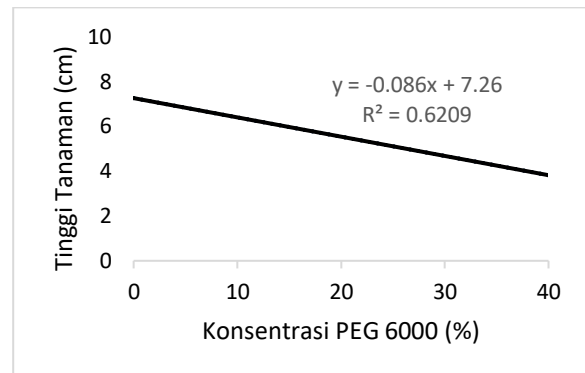
Variabel yang diukur	Konsentrasi PEG 6000					Korelasi Persamaan Linier
	0%	10%	20%	30%	40%	
1 Tinggi Tanaman (cm)	8,60 ^a	5,00 ^b	5,00 ^b	4,60 ^b	4,50 ^b	<i>Moderate</i>
2 Panjang Daun (cm)	10,76 ^a	6,06 ^{bc}	6,22 ^b	4,96 ^{bcd}	4,38 ^{cd}	<i>Moderate</i>
3 Lebar Daun (cm)	8,30 ^a	5,50 ^b	5,38 ^b	4,04 ^c	3,62 ^c	<i>Strong</i>
4 Jumlah Daun	12,60 ^a	8,40 ^b	8,00 ^{bc}	6,20 ^c	6,60 ^{bc}	<i>Moderate</i>
5 Kandungan Klorofil a (mg chl/g)	1,92 ^a	1,82 ^a	1,09 ^{ab}	0,87 ^b	0,74 ^b	<i>Strong</i>
6 Kandungan Klorofil b (mg chl/g)	1,73 ^a	1,62 ^{ab}	1,34 ^{ab}	1,27 ^{ab}	1,12 ^b	<i>Strong</i>
7 Kandungan Klorofil total (mg chl/g)	3,65 ^a	3,44 ^{ab}	2,43 ^{abc}	2,15 ^{bc}	1,86 ^c	<i>Strong</i>

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata.

Hal ini diduga karena walaupun ada perbedaan penyerapan molekul air oleh akar tanaman kubis ungu pada pemberian PEG 6000 dengan konsentrasi yang berbeda, namun karena hormon-hormon sitokinin yang berfungsi untuk proses pembelahan sel pada batang lebih banyak digunakan untuk inisiasi terbentuknya tunas-tunas calon daun, maka menyebabkan tinggi tanaman 10%, 20%, 30% serta 40% adalah hampir sama tingginya walaupun berbeda nyata (signifikan) dengan tanaman 0% (kontrol).

Hal ini sesuai dengan pendapat Yunin (2014) bahwa sitokinin berfungsi untuk pembelahan sel dan pembesaran sel sehingga memacu pertumbuhan pada tanaman. Sitokinin juga memacu pembentukan tunas baru dan dapat meningkatkan mobilitas unsur-unsur didalam tanaman.

Korelasi antara konsentrasi PEG 6000 dengan tinggi tanaman kubis ungu ditunjukkan dengan kurva pada gambar 1.



Gambar 1. Kurva Korelasi antara konsentrasi PEG 6000 dengan tinggi tanaman kubis ungu

Dari gambar 1 menunjukkan bahwa konsentrasi PEG 6000 berkorelasi negatif dengan tinggi tanaman kubis ungu yang ditunjukkan pada persamaan garis $Y = -0,086x + 7,26$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,6209 dan koefisien korelasi (R) sebesar 0,787. Nilai koefisien korelasi lebih kecil dari 0,9 namun lebih besar dari 0,4 yang menunjukkan pemberian konsentrasi PEG 6000 berpengaruh sedang

(*moderate*) terhadap tinggi tanaman kubis ungu yang tumbuh. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian PEG 6000 dengan beberapa taraf konsentrasi berpengaruh sedang dalam menekan pertumbuhan tinggi tanaman kubis ungu.

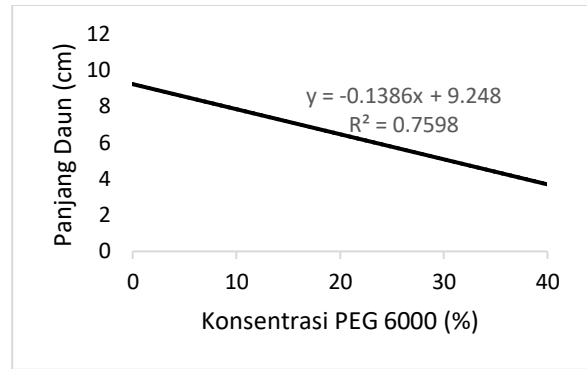
Panjang Daun dan Lebar Daun, Rata-rata tinggi tanaman kubis ungu setelah pemberian PEG 6000 umur 5 minggu setelah ditanam pada media tanam ditunjukkan pada tabel 1 di atas.

Pertumbuhan rata-rata panjang daun kubis ungu pada konsentrasi PEG 6000 10% yaitu 6,06 cm, dan juga rata-rata lebar daunnya pada konsentrasi PEG 6000 10% yaitu 5,50 cm signifikan terhadap perlakuan kontrol (0%). Semakin tinggi konsentrasi maka semakin besar nilai penurunan pertumbuhan panjang dan lebar daun yang terjadi. Setelah diuji lanjut dengan BNJ taraf 5%, pada panjang dan lebar daun tanaman dengan perlakuan 40% menunjukkan hasil yang signifikan terhadap tanaman dengan perlakuan 0%, 10%, serta 20%. Walaupun 40% non signifikan terhadap 30%.

Hal tersebut menunjukkan panjang dan lebar daun mengalami keterhambatan dalam proses pertumbuhannya pada perlakuan PEG 30% dan 40%. Sedangkan pada perlakuan 10% dan 20% masih bisa bertahan untuk tumbuh walaupun pertumbuhannya tidak secepat pada perlakuan kontrol (0%).

Karena salah satu fungsi air adalah untuk pembentangan sel, maka ketersediaan air di dalam tumbuhan mempengaruhi tekanan turgor yang juga berpengaruh dalam kinerja hormon pertumbuhan seperti auksin dan sitokinin (Salisbury dan Ross, 1995). Oleh karenanya, kurangnya ketersediaan air di lingkungan dapat menghambat proses pertumbuhan tanaman.

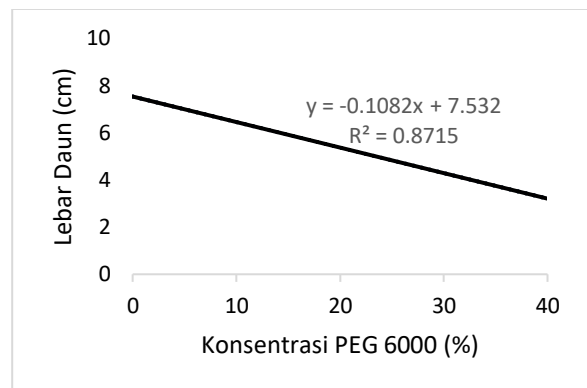
Korelasi antara konsentrasi PEG 6000 dengan panjang daun kubis ungu ditunjukkan dengan kurva berikut.



Gambar 2. Kurva korelasi antara PEG 6000 dengan panjang daun tanaman kubis ungu

Dari gambar 2, terlihat bahwa konsentrasi PEG 6000 berkorelasi negatif dengan panjang daun kubis ungu yang ditunjukkan pada persamaan garis $Y = -0,1386x + 9,248$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,7598 dan koefisien korelasi (R) sebesar 0,871. Nilai koefisien korelasi lebih kecil dari 0,9 namun lebih besar dari 0,4 yang menunjukkan pemberian konsentrasi PEG 6000 berpengaruh sedang (*moderate*) terhadap panjang daun kubis ungu yang tumbuh. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian PEG 6000 dengan beberapa taraf konsentrasi berpengaruh sedang dalam menekan pertumbuhan panjang daun kubis ungu.

Korelasi antara konsentrasi PEG 6000 dengan lebar daun kubis ungu ditunjukkan dengan kurva berikut.



Gambar 3. Kurva Korelasi antara PEG 6000 dengan lebar daun tanaman kubis ungu

Pada gambar 3, konsentrasi PEG 6000 berkorelasi negatif dengan panjang daun kubis ungu yang ditunjukkan pada persamaan garis $Y = -0,1082x + 7,532$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,8715 dan koefisien korelasi (R) sebesar 0,933. Nilai koefisien korelasi yaitu 0,9 yang menunjukkan pemberian konsentrasi PEG 6000 berpengaruh kuat (*strong*) terhadap lebar daun kubis ungu yang tumbuh. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian PEG 6000 dengan beberapa taraf konsentrasi berpengaruh kuat dalam menekan pertumbuhan lebar daun kubis ungu.

Jumlah Daun, Tanaman kubis ungu juga mengalami penurunan rata-rata jumlah daun kubis yang ditunjukkan pada tanaman dengan perlakuan PEG 6000 10% sebanyak 8 helai daun signifikan terhadap perlakuan PEG 6000 0% (kontrol) dengan jumlah daun sebanyak 12 helai. Walaupun tanaman dengan perlakuan PEG 6000 10%, 20%, 30 % dan 40% non signifikan antar perlakuan.

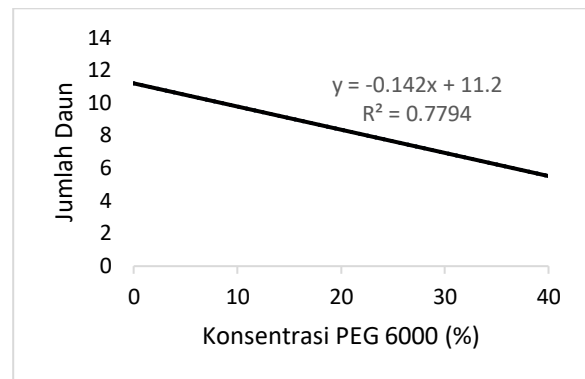
Hal ini diduga karena jumlah helai daun tidak terlalu terpengaruh terhadap kondisi kekurangan air sehingga perlakuan PEG 6000 10%, 20%, 30% dan 40% tidak berbeda nyata.

Berbeda dengan variabel panjang dan lebar daun yang membutuhkan air agar proses fotosintesis tetap berjalan lancar. Dengan ketersediaan air yang berkurang pada tanaman menyebabkan tumbuhan harus mengurangi panjang dan lebar daun. Salah satu mekanisme toleransi tanaman merespon cekaman kekeringan adalah dengan menurunkan luas daun agar tetap tumbuh saat kondisi kekurangan air (Lestari, 2006). Penurunan luas daun ini berhubungan dengan akibat transpirasi yang juga akan makin berkurang, sehingga tanaman tidak akan terlalu banyak kehilangan air.

Perbedaan yang nyata pada jumlah helai daun yang dihasilkan pada PEG 0% dengan PEG 10% disebabkan karena proses translokasi hormon-hormon pada ujung-ujung akar yang berfungsi untuk menginisiasi tunas-tunas calon daun tidak terhambat karena pada PEG 0% molekul-molekul air didalam tanah mudah diserap oleh akar. Sehingga akan mempercepat inisiasi terbentuknya tunas-tunas daun yang akhirnya jumlah daun yang dihasilkan akan lebih banyak dibandingkan pada perlakuan PEG 10%. Sebab pada PEG 10% molekul-molekul air didalam tanah banyak yang terikat oleh PEG, sehingga air sulit diserap oleh akar. Akibatnya menghambat

proses translokasi sitokinin ke bagian batang untuk menginisiasi terbentuknya helai-helai daun, maka jumlah helai daun yang dihasilkan lebih sedikit.

Korelasi antara konsentrasi PEG 6000 dengan jumlah daun kubis ungu ditunjukkan dengan kurva berikut.



Gambar 4. Kurva Korelasi antara PEG 6000 dengan Jumlah Daun tanaman kubis Ungu.

Pada gambar 4, konsentrasi PEG 6000 berkorelasi negative dengan jumlah daun kubis ungu yang ditunjukkan pada persamaan garis $Y = -0,142x + 11,2$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,7794 dan koefisien korelasi (R) sebesar 0,882. Nilai koefisien korelasi lebih kecil dari 0,9 dan lebih besar dari 0,4 yang menunjukkan pemberian konsentrasi PEG 6000 berpengaruh sedang (*moderate*) terhadap jumlah daun kubis ungu yang tumbuh. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian PEG 6000 dengan beberapa taraf konsentrasi berpengaruh sedang dalam menekan pertumbuhan jumlah daun kubis ungu.

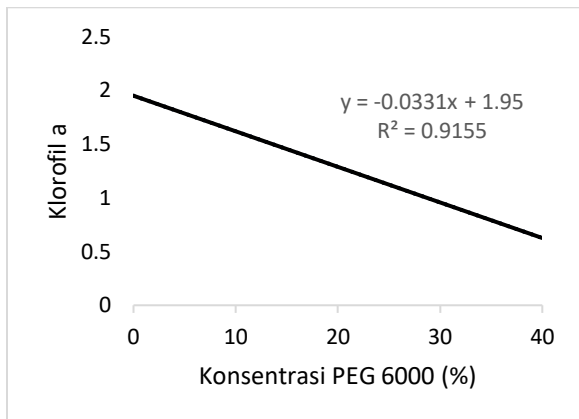
Kandungan Klorofil, Hasil pengukuran kandungan klorofil a, b dan total pada daun kubis ungu menunjukkan bahwa perlakuan PEG 6000 10% masih toleran dan pada perlakuan PEG 20% mulai mengalami penurunan walaupun tidak signifikan dan penurunan yang signifikan ditunjukkan pada kandungan klorofil a dan total dengan perlakuan PEG 6000 30%, sedangkan penurunan yang signifikan pada kandungan klorofil b ditunjukkan pada perlakuan PEG 6000 40%.

Penurunan kandungan klorofil ini diduga karena terjadinya penurunan laju fotosintesis. Penurunan laju fotosintesis akan mengakibatkan sintesis klorofil menjadi terhambat. Kekurangan

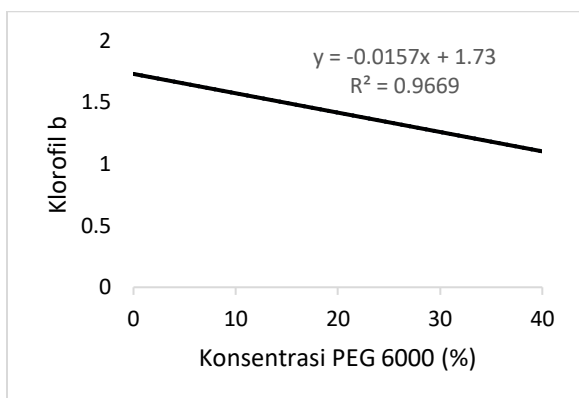
air juga menghambat penyerapan unsur hara yang dibutuhkan untuk sintesis klorofil. Menurut Ai dan Banyo (2011), bahwa penurunan konsentrasi klorofil pada daun disebabkan adanya respon fisiologis tanaman yang mengalami kekurangan air.

Respon fisiologis tersebut terdiri dari pembentukan klorofil yang terhambat, penurunan enzim rubisco dan terhambatnya penyerapan unsur hara yang dibutuhkan dalam sintesis klorofil.

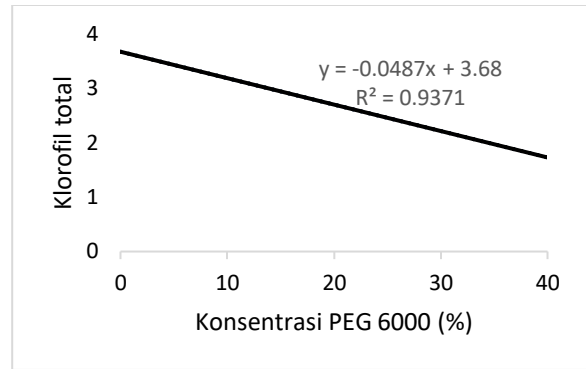
Berikut ini kurva korelasi hubungan antara konsentrasi PEG 6000 terhadap kandungan klorofil a, klorofil b, dan klorofil total.



Gambar 5. Kurva Korelasi antara PEG 6000 dengan klorofil a tanaman kubis ungu



Gambar 6. Kurva Korelasi antara PEG 6000 dengan klorofil b tanaman kubis ungu



Gambar 7. Kurva Korelasi antara PEG 6000 dengan klorofil total tanaman kubis ungu

Pada gambar 5, menunjukkan bahwa konsentrasi PEG 6000 berkorelasi negative dengan kandungan klorofil a kubis ungu yang ditunjukkan pada persamaan garis $Y = -0,0331x + 1,95$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9155 dan koefisien korelasi (R) sebesar 0,9. Nilai koefisin korelasi yaitu 0,9 yang menunjukkan bahwa hubungan pemberian konsentrasi PEG 6000 berpengaruh kuat (*strong*) terhadap kandungan klorofil a tanaman kubis ungu. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian PEG 6000 dengan beberapa taraf konsentrasi berpengaruh kuat dalam menekan kandungan klorofil a kubis ungu.

Pada gambar 6, menunjukkan bahwa konsentrasi PEG 6000 berkorelasi negatif dengan kandungan klorofil b kubis ungu yang ditunjukkan pada persamaan garis $Y = -0,0157x + 1,73$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9669 dan koefisien korelasi (R) sebesar 0,9. Nilai koefisin korelasi yaitu 0,9 yang menunjukkan hubungan pemberian konsentrasi PEG 6000 berpengaruh kuat (*strong*) terhadap kandungan klorofil b tanaman kubis ungu. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian PEG 6000 dengan beberapa taraf konsentrasi berpengaruh kuat dalam menekan kandungan klorofil b kubis ungu.

Pada gambar 7, menunjukkan bahwa konsentrasi PEG 6000 berkorelasi negatif dengan kandungan klorofil total kubis ungu yang ditunjukkan pada persamaan garis $Y = -0,0487x + 3,68$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9371 dan koefisien korelasi (R) sebesar 0,9. Nilai koefisin korelasi lebih besar dari 0,9 yang menunjukkan hubungan pemberian konsentrasi PEG 6000 berpengaruh tinggi terhadap kandungan klorofil total tanaman kubis ungu. Hal ini menunjukkan

bahwa pemberian PEG 6000 dengan beberapa taraf konsentrasi berpengaruh kuat (*strong*) dalam menekan kandungan klorofil total kubis ungu.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa didapat batas toleransi pada PEG 6000 dengan konsentrasi 10%. Kemudian pemberian PEG 6000 menunjukkan respon negatif terhadap pertumbuhan kubis ungu yang ditunjukkan dengan penurunan tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, jumlah helai daun, serta kandungan klorofil a, b, dan total.

cekaman kekeringan diberbagai stadia pertumbuhan. *Jurnal Agrin*, 16(1).

Yunin H. 2014. Kadar Hormon Sitokinin pada Tanaman Kenaf (*Hibiscus cannabinus L.*) Bercabang dan Tidak Bercabang. *Jurnal Pena Sains Vol.1, No.1*. ISSN: 2407-2311.

DAFTAR PUSTAKA

- Ai NS, fa Y. 2011. Konsentrasi klorofil daun sebagai indikator kekurangan air pada tanaman. *Jllmiah Sains*.11(2):166-173.
- Balai Besar Pelatihan Pertanian Lembang. 2012. *Teknik Budidaya Tanaman Kubis Ungu (Brassica oleraceae L. var capitata. f. rubra)*. Balai Besar Pelatihan Pertanian Lembang. Lembang.
- Dalimartha Setiawan. 2000. *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia*. Trobus Agriwidya. Bogor.
- Kaufmann, M.R. and A.N. Eckard. 1971. *Evaluation of water stress control with polyethylene glycol*. *Science*. 33: 1486-1487.
- Lestari, E. G. dan I. Mariska. 2006. Identifikasi somaklon padi Gajah mungkur, Towuti dan IR64 tahan kekeringan menggunakan polyethylene glycol. *Buletin Agronomi*. 34(2): 71-78.
- Michel B. E. and M. R. Kaufmann. 1973. The Osmotic Potential of Polyethylene Glycol 6000. *Plant Physiol*. 57:914-916.
- Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan jilid III*. Bandung. Institut Teknologi Bandung. 343 hal.Supijatno. (2012). *Studi mekanisme toleransi genotype padi gogo terhadap cekaman ganda pada lahan kering di bawah naungan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Widiatmoko, T., Agustono, T., dan Imania, M. 2012. Pertumbuhan dan hasil beberapa genotip kedelai berbiji besar pada