

## **Produksi dan Profil Metabolit Bunga Krisan (*Chrysanthemum* sp.) pada Intensitas Cahaya Lampu LED dengan Durasi Yang Berbeda**

### **Production and Metabolites Profile of Chrysanthemum on Different LED Light Intensity and Duration**

**Ika Nur Utami<sup>a</sup>, Yulita Nurchayati<sup>a</sup> dan Endah Dwi Hastuti<sup>a</sup>**

<sup>a</sup>Departemen Biologi Fakultas Sains dan Matematika  
Universitas Diponegoro, Semarang  
Corresponding Author E-mail : utamikan.e1@gmail.com

<sup>a</sup>Departemen Biologi Fakultas Sains dan Matematika  
Universitas Diponegoro, Semarang  
E-mail : yulita.yoko@gmail.com

<sup>a</sup>Departemen Biologi Fakultas Sains dan Matematika  
Universitas Diponegoro, Semarang

#### **Abstract**

Chrysanthemum is a Short Day Plant (SDP) that will flower if the day length is less than 12 hours. Indonesian Chrysanthemum farmers provide additional light at night to maintain the Chrysanthemum's vegetative phase so obtained the stem length which accordance to the cut flower standard ( $\pm 76$  cm). In other side, Chrysanthemum flowers are known has contain metabolites product and potentially useful. This study is purpose to determine the effect of differences in LED light intensity and light exposure duration on growth, flower production, and metabolites profile of chrysanthemum. The study used a RAL method 3x2 factorial pattern which is in the form of giving an additional light intensity of 0 W, 10 W and 20 W and an additional light exposure duration of 2 hrs and 4 hrs. The results showed that the combination of 20 W + 4 hrs is optimally increases the stem length (96,2 cm) and flowers diameter (6,6 cm). The 20 W light intensity is optimally inhibits the flower initiation and increases the amount of flower. The most compounds produced by chrysanthemum are from fatty acid groups, then hydrocarbons, and diterpenes. The combination of 10 W + 4 hrs is an optimally increases flower metabolites production that produces the most compounds compared to other treatments.

Key Words : *light addition, flower produtction, metabolites profile*

#### **Abstrak**

Krisan merupakan tanaman *Short Day Plant* (SDP) yang akan berbunga apabila panjang hari kurang dari 12 jam. Petani krisan di Indonesia memberikan tambahan cahaya lampu pada malam hari untuk mempertahankan fase vegetatifnya agar panjang batang yang diperoleh sesuai dengan standar bunga potong (76 cm). Bunga krisan diketahui mengandung senyawa metabolit yang memiliki potensi untuk dimanfaatkan selain sebagai bunga potong. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan intensitas cahaya lampu LED dan durasi pencahayaan terhadap pertumbuhan, produksi bunga, dan profil metabolit bunga krisan. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 3x2 yaitu berupa pemberian intensitas cahaya tambahan dari lampu LED 0 W, 10 W, dan 20 W serta durasi pencahayaan tambahan 2 jam dan 4 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan 20 W + 4 jam meningkatkan panjang batang dan diameter bunga secara optimal. Intensitas cahaya lampu LED 20 watt optimal menghambat inisiasi bunga dan meningkatkan jumlah bunga. Senyawa yang dihasilkan oleh bunga krisan paling banyak adalah senyawa-senyawa dari kelompok asam lemak, kemudian hidrokarbon, dan diterpen. Kombinasi perlakuan 10 watt + 4 jam adalah perlakuan yang menghasilkan senyawa paling banyak dibandingkan dengan perlakuan lain.

Kata Kunci : *Pencahayaian tambahan, produksi bunga, profil metabolit*

## **PENDAHULUAN**

Bunga potong merupakan salah satu komoditas hortikultura yang banyak diperdagangkan karena memiliki berbagai manfaat. Salah satu bunga potong yang banyak diminati adalah bunga krisan (*Chrysanthemum* sp.) (Purwono dkk, 2014). Syafriyudin & Ledhe (2015) menyatakan bahwa krisan merupakan tanaman hari pendek. Krisan akan berbunga jika mendapat pencahayaan kurang dari 12 jam namun berdampak pada panjang batang yang tidak sesuai dengan harapan petani, sehingga petani krisan memberikan cahaya tambahan agar krisan dapat mencapai panjang batang yang optimal. Menurut Kurniawati (2010), pencahayaan tambahan diberikan di awal masa penanaman dapat menunda waktu pembungaan krisan sehingga krisan akan tetap berada pada vase vegetatif.

Krisan tidak hanya memiliki potensi sebagai bunga potong yang dapat dinikmati keindahannya, tetapi juga adanya kandungan bahan alam yang memiliki banyak manfaat (Iskandar, 2007). Senyawa yang terkandung dalam bunga krisan dapat dimanfaatkan sebagai penambah rasa pada makanan serta minuman (Sanseera *et al.*, 2015), obat herbal untuk perawatan terhadap infeksi seperti pneumonia, vertigo, demam, kolik, serta kanker. Senyawa-senyawa yang terkandung antara lain sesquiterpen, flavonoid, fenol, dan asam lemak (Farag *et al.*, 2015). Ekstrak dari beberapa jenis krisan juga berfungsi sebagai inhibitor terhadap aktifitas bakteri maupun virus (Pubchem, 2019). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh intensitas dan durasi penambahan cahaya terhadap produksi bunga krisan sekaligus mengetahui senyawa metabolit yang terkandung didalam bunga krisan berdasarkan pengaruh perlakuan cahaya yang diberikan.

## **BAHAN DAN METODE**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman krisan jenis aster warna putih, media tanam, lampu LED 10 watt (P1) dan 20 watt (P2), zat pemacu tumbuh akar, pupuk NPK, fungisida, herbisida, pelarut ethil alkohol, heksan, kertas saring, dan aluminium foil.

## **Penanaman dan Pemberian Perlakuan**

Media tanam menggunakan campuran tanah, pupuk kandang, dan arang sekam dengan perbandingan 1:1:1. Bibit diperoleh dari tanaman krisan yang berasal dari stek pucuk. Bibit disemai pada media arang sekam hingga umur 7-10 hari. Bibit ditanam pada lahan yang telah dipasang jaring-jaring yang terbuat dari tali sebagai pembatas jarak antar tanaman agar teratur yaitu sekitar 10-12 cm. Penambahan cahaya diberikan sejak tanaman berusia 3 hst hingga 45 hari setelah tanam (hst). Penutup dari mulsa hitam digunakan sebagai pembatas antara perlakuan yang satu dengan yang lain. Perbedaan waktu nyala lampu diatur dengan timer masing-masing lampu yaitu 2 jam dan 4 jam. Perlakuan tambahan cahaya pada penelitian ini menggunakan lampu LED dengan tingkat intensitas cahaya yang mewakili, yaitu 0 watt (tanpa penambahan lampu), 10 watt (setara dengan 60 lux), dan 20 watt (setara dengan 384 lux).

## **Pengukuran Pertumbuhan dan Produksi Bunga**

Pengukuran panjang batang dilakukan pada akhir penelitian yaitu minggu ke 14. Panjang batang ini mewakili tinggi tanaman yang diukur dari permukaan tanah hingga ujung apikal tanaman. Panjang batang bunga potong merupakan panjang batang keseluruhan dikurangi  $\pm 15$  cm. Data pada penelitian mencantumkan panjang batang keseluruhan. Inisiasi bunga diamati sejak kuncup bunga pertama muncul pada setiap tanaman dari setiap perlakuan. Jumlah bunga keseluruhan pada setiap tanaman dicatat saat proses pemanenan bunga dan dipisahkan antara bunga yang kuncup dengan bunga yang sudah mekar. Setiap bunga yang telah mekar sempurna dari setiap tanaman diukur diameternya menggunakan penggaris saat bunga sudah mekar sempurna.

## **Analisis Kualitatif Profil Metabolit**

Profil metabolit bunga krisan diperoleh dari hasil uji GC-MS terhadap ekstrak bunga krisan. Proses ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi

sederhana sesuai dengan metode yang digunakan oleh Gallo *et al.* (2016). Bunga yang telah dipanen kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 60 °C. Bunga krisan yang telah kering kemudian diambil sebanyak 2 g lalu direndam dalam pelarut ethanol sebanyak 20 ml. Rendaman ditutupi kain hitam untuk menghindari kontak langsung dengan cahaya. Rendaman diaduk dengan menggunakan batang pengaduk untuk menghindari pengendapan. Rendaman kemudian disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan larutan dengan ampasnya. Hasil penyaringan kemudian dievaporasi pada suhu ruangan. Sisa endapan yang tertinggal pada wadah kemudian ditambah dengan pelarut heksan sebanyak 20 ml kemudian dievaporasi hingga pelarut habis. Sampel kemudian diuji kandungan piretrinnya menggunakan metode Gas Chromatography-Mass Spectrofotometer (GC-MS).

### Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 3x2. Faktor pertama adalah Intensitas cahaya lampu LED (P) yang terdiri dari 3 taraf yaitu 0 watt (P0), 10 watt (P1), dan 20 watt (P2). Faktor kedua adalah durasi pencahayaan lampu LED (W) yaitu penambahan cahaya lampu selama 2 jam (W1) dan 4 jam (W2). Data panjang batang, waktu inisiasi bunga, jumlah bunga, dan diameter bunga dianalisis dengan sidik ragam Analysis of Variance (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95% dan dilanjutkan dengan uji Duncan. Profil metabolit bunga dianalisis secara kualitatif dengan uji GC-MS.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil uji ANOVA, intensitas cahaya lampu LED berpengaruh terhadap panjang batang tanaman krisan. Durasi pencahayaan lampu LED juga berpengaruh terhadap panjang batang tanaman krisan. Interaksi antara intensitas dan durasi pencahayaan lampu LED berpengaruh terhadap panjang batang tanaman krisan. Uji Duncan menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan intensitas dan durasi pencahayaan lampu LED berbeda nyata dengan kontrol (P0W1 dan P0W2).

Tabel 1. Rerata panjang batang tanaman krisan (cm) pada perlakuan intensitas cahaya lampu LED serta durasi yang berbeda

Durasi (jam)	Intensitas Cahaya Lampu LED (watt)		
	0	10	20
2	75,4 <sup>d</sup>	82,2 <sup>c</sup>	91,8 <sup>b</sup>
4	75,4 <sup>d</sup>	72,2 <sup>e</sup>	96,2 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata berdasarkan uji Duncan dengan taraf kepercayaan 95%.

Cahaya merupakan salah satu faktor yang mempunyai pengaruh yang penting bagi pertumbuhan tanaman budidaya, terutama karena perannya dalam proses fotosintesis, membuka dan menutupnya stomata, dan sintesis klorofil. (Buntoro *et al.*, 2014). Perlakuan P2W2 merupakan perlakuan paling efektif untuk meningkatkan panjang batang tanaman krisan. Menurut Imansyah *et al.* (2016) hal ini dikarenakan respon fitokrom (komponen yang berperan dalam penyerapan cahaya) akan mendorong pertumbuhan vegetatif karena cahaya dengan intensitas tinggi yang diberikan mampu merangsang tanaman untuk terus berada pada fase vegetatif. Intensitas cahaya tinggi yang diberikan pada malam hari menurut Sutoyo (2011) akan menyebabkan perubahan bentuk Pr menjadi Pfr dimana Pfr akan menghambat munculnya bunga pada tanaman.

Durasi pencahayaan yang paling lama dan intensitas cahaya paling tinggi pada perlakuan ini pada penambahan cahaya lampu 20 watt selama 4 jam (P2W2) dan menghasilkan panjang batang tanaman krisan 96,2 cm (Tabel 1). Mufarrikha *et al.* (2012) menyatakan bahwa penambahan cahaya buatan yang semakin lama mampu meningkatkan panjang batang tanaman tersebut. Palai *et al.* (2018) menyatakan bahwa semakin lama panjang hari memungkinkan terjadinya peningkatan panjang batang yang disebabkan meningkatnya laju fotosintesis dan respirasi dengan meningkatkan fiksasi karbondioksida. Blanchard & Runkle (2009) menyatakan bahwa durasi pencahayaan mempengaruhi fotoperiode. Menurut Imansyah (2016), fotoperiode merupakan salah satu faktor yang dapat mengubah respon tanaman dan dapat mempengaruhi pemanjangan batang, pertumbuhan

daun, gugur daun dormansi, dan pembentukan organ.

Penambahan cahaya baik intensitas maupun durasi dapat mempengaruhi produksi hormon yang mengatur pertumbuhan. Hormon pengatur pertumbuhan menurut Taiz & Zeiger (2002) antara lain auksin, giberelin, dan sitokinin. Auksin merupakan hormon yang berperan dalam pemanjangan batang dan perkembangan sel. Peran auksin lebih dominan pada tanaman yang terpapar cahaya redup dan karena hormon auksin akan mengalami kerusakan jika terpapar cahaya. Giberelin juga berperan dalam pembelahan sel namun pada bagian nodus batang. Sitokinin merangsang pembelahan pada sel meristem ujung batang, dominansi apikal, dan perkembangan morfogenetik.

Menurut Crozier *et al.* (2001), Apabila tanaman terpapar cahaya dengan intensitas tinggi dan durasi yang lama, maka produksi auksin akan berkurang, sehingga peran pertambahan panjang batang lebih dominan dipengaruhi oleh giberelin dan sitokinin. Hal ini menyebabkan perlakuan P1W1, P2W1, dan P2W2 menghasilkan panjang batang yang lebih panjang dibandingkan kontrol karena diduga produksi giberelin dan sitokinin pada tanaman lebih tinggi. Perlakuan P1W2 (72 cm) menghasilkan panjang batang lebih pendek dibandingkan kontrol (75,4 cm) karena diduga produksi hormon untuk pertumbuhan pada intensitas cahaya 10 watt durasi 4 jam lebih sedikit dan fotosintat dialihkan untuk memproduksi enzim yang menjadi prekursor pembentuk senyawa metabolit bukan hormon. Hal ini sesuai dengan pendapat Nofiani (2007) bahwa hasil fotosintesis dapat disintesis menjadi berbagai macam senyawa antara lain pigmen, hormon, senyawa antibiotik, dan enzim.

Waktu inisiasi bunga krisan ditentukan saat pucuk vegetatif yang biasa menghasilkan kuncup daun berubah menjadi pucuk generatif yang akan berkembang menjadi kuncup bunga. Hasil uji ANOVA (Lampiran 2) menunjukkan bahwa intensitas cahaya lampu LED mempengaruhi waktu inisiasi bunga krisan. Durasi pencahayaan lampu LED juga berpengaruh terhadap waktu inisiasi bunga. Tidak terdapat interaksi antara intensitas cahaya lampu LED dengan durasi terhadap proses inisiasi bunga, artinya masing-masing faktor tidak

saling mempengaruhi dalam mempercepat atau menghambat waktu inisiasi bunga krisan.

Tabel 2. Rerata waktu inisiasi bunga (hst) pada perlakuan intensitas cahaya lampu LED serta durasi yang berbeda

Durasi (jam)	Intensitas Cahaya Lampu LED (watt)			Rerata
	0	10	20	
2	56	56	71	61 <sup>a</sup>
4	56	56	73	62 <sup>p</sup>
Rerata	56 <sup>b</sup>	56 <sup>b</sup>	72 <sup>a</sup>	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata berdasarkan uji Duncan dengan taraf kepercayaan 95%.

Berdasarkan Tabel 2, intensitas cahaya lampu LED yang paling lama menghambat waktu inisiasi bunga adalah P2 (72 hst) sementara P0 dan P1 lebih cepat mengalami inisiasi bunga (56 hst). Perlakuan P0 dan P1 memiliki rerata waktu inisiasi bunga yang sama (56 hst) menunjukkan bahwa tanaman yang tidak diberikan cahaya lampu maupun diberi cahaya lampu yang lebih redup (watt) akan mempercepat inisiasi pembungaan. Pembungaan terlihat mengalami penghambatan apabila diberi tambahan cahaya lampu dengan intensitas 20 watt (72 hst). Durasi penambahan cahaya berpengaruh terhadap waktu inisiasi bunga krisan. Durasi pencahayaan 2 jam menyebabkan tanaman krisan lebih cepat berbunga (61 hst) dibanding durasi pencahayaan 4 jam (62 hst). Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat dinyatakan bahwa waktu inisiasi bunga pada tanaman krisan dapat dihambat atau dipercepat dengan cara meningkatkan intensitas cahaya lampu tambahan menjadi 20 watt atau menambah durasi pencahayaan.

Menurut Syafriyudin dan Ledhe (2015), untuk mempertahankan fase vegetatif dari tanaman krisan maka perlu dilakukan penambahan cahaya di malam hari sebesar 70-100 lux sehingga akan diperoleh bunga krisan sebagai bunga potong dengan kualitas yang diharapkan, yaitu panjang batang > 76 cm. Intensitas cahaya pada perlakuan yang diberikan yaitu P0 (0 lux), P1 (60 lux), dan P2 (384 lux). Perlakuan P0 dan P1 memberikan intensitas cahaya kurang dari 70 lux sehingga tidak cukup untuk menghambat perubahan vase vegetatif

menuju vase generatif. Hal ini yang menyebabkan tanaman krisan pada perlakuan P0 dan P1 lebih cepat mengalami inisiasi bunga.

Menurut Sutoyo (2011), pembungaan pada tanaman dipengaruhi oleh faktor fotoperiode. Fotoperiode adalah perbandingan antara lama penyinaran matahari pada waktu siang dan malam. Berdasarkan tanggapan terhadap panjang hari, tanaman krisan tergolong tanaman berhari pendek. Tanaman krisan memiliki titik kritis antara 13,5-16,0 jam yaitu tanaman akan berbunga apabila panjang malam lebih lama dibanding titik kritis minimumnya. Pengaruh respon fotoperiode terhadap pertumbuhan generatif tanaman krisan selain pada pembentukan bunga juga mempengaruhi pembentukan biji (Imansyah et al., 2016). Proses pembungaan menurut Higuchi et al. (2012) dapat dihambat apabila fase panjang malam dihambat oleh paparan cahaya. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian bahwa perlakuan W2 dapat menghambat waktu inisiasi bunga lebih lama dibanding W1.

Fotoperiode juga mempengaruhi biosintesis hormon yang menginduksi pembungaan. Hormon-hormon yang berperan dalam proses pembungaan antara lain florigen dan sitokinin. Hormon yang bekerja dalam proses pembentukan bunga antara lain sitokinin dan florigen. Hormon-hormon tersebut tidak bekerja sendiri-sendiri melainkan saling bekerjasama. Florigen merupakan hormon yang berperan dalam permulaan pembentukan bunga pada tanaman. Florigen disintesis pada daun kemudian dipindahkan ke daerah pertumbuhan yang menjadi tempat pembentukan kuncup bunga. Pembentukan florigen bergantung pada fotoperiode tanaman. Tanaman krisan yang panjang harinya lebih lama akan menghambat pembentukan hormon florigen (Kimball, 2005).

Hormon sitokinin berperan dalam mematahkan dominasi apikal dan memacu inisiasi bunga. Sitokinin mengendalikan proses translokasi fotosintat untuk menjamin ketersediaan energi selama proses pembungaan. Energi yang dihasilkan dari metabolisme fotosintat tersebut kemudian ditransfer untuk membentuk kuncup-kuncup bunga (Bernier et al., 1993).

Faktor lain yang dapat mempengaruhi proses pembungaan adalah fitokrom. Menurut Sutoyo (2011), fitokrom adalah sejenis pigmen yang

tersusun atas protein dan memiliki komponen yang dapat menyerap cahaya. Fitokrom menyerap spektrum cahaya merah. Ada dua macam bentuk fitokrom, yaitu fitokrom yang mengabsorpsi cahaya merah (Pr) dan yang mengabsorpsi cahaya merah jauh (Pfr). Setiap hari, Pfr akan berubah bentuk menjadi Pr pada waktu gelap dan berubah kembali menjadi Pfr pada saat matahari terbit. Pemberian cahaya akan mengubah Pr menjadi Pfr. Cahaya yang efektif untuk interupsi panjang malam adalah cahaya merah (660 nm). Interupsi panjang malam dapat dihambat dengan adanya cahaya merah jauh (730 nm). Cahaya merah menyebabkan Pr berubah menjadi Pfr, namun saat gelap Pfr menangkap cahaya merah jauh dan diubah menjadi Pr.

Menurut Campbell *et al.* (2003) bentuk Pfr mengakibatkan beberapa respon antara lain respon menghambat pembungaan untuk tanaman hari pendek. Pfr dianggap sebagai bentuk aktif dalam respon fisiologi pembungaan. Taiz & Zeiger (2002) menyatakan bahwa penambahan cahaya berfungsi mempertahankan agar fitokrom tetap pada bentuk Pfr. Tanaman pada kontrol dan perlakuan 10 watt (setara dengan 60 lux) juga mengalami induksi pembungaan yang lebih cepat dibandingkan tanaman yang diberi pencahayaan lampu 20 watt. Sesuai pendapat Campbell *et al.* (2003), tanaman yang tidak terkena cahaya pada malam hari atau terkena cahaya redup akan mengakibatkan Pfr berubah menjadi Pr sehingga terjadi proses pembungaan yang lebih cepat.

Inisiasi bunga pada tanaman krisan ditandai dengan munculnya kuncup bunga pada bagian pucuk. Hal ini sesuai dengan pendapat Anderson (2007) bahwa proses pembungaan pada tanaman umumnya diawali dengan adanya rangsangan yang menyebabkan bagian meristem apikal tidak lagi membentuk daun melainkan membentuk bunga. Campbell *et al.* (2019) menyatakan bahwa transisi dari pertumbuhan vegetatif menuju pertumbuhan bunga dikaitkan dengan pengaktifan gen identitas meristem bunga. Jika meristem tunas diinduksi untuk berbunga, informasi posisional akan mengarahkan masing-masing primordia yang muncul pada ketiak ujung tunas untuk berkembang menjadi suatu organ dengan struktur dan fungsi yang spesifik.

Intensitas cahaya lampu LED berpengaruh terhadap jumlah bunga pada tanaman krisan. Durasi

pencahayaan tidak berpengaruh terhadap jumlah bunga pada tanaman krisan. Tidak terdapat interaksi antara intensitas cahaya lampu LED dan durasi pencahayaan yang diberikan terhadap perbedaan jumlah bunga tanaman krisan. Jumlah bunga paling banyak terdapat pada perlakuan P2 (24 buah). Perlakuan P0 (kontrol) maupun P1 menghasilkan jumlah bunga yang sama (19 buah). Hal ini menunjukkan bahwa intensitas cahaya lampu yang optimal untuk meningkatkan jumlah bunga krisan adalah perlakuan P2. Durasi pencahayaan tidak berpengaruh terhadap jumlah bunga krisan. Perlakuan W1 menghasilkan jumlah bunga sebanyak 20 buah dan perlakuan W2 menghasilkan jumlah bunga sebanyak 21 buah (tabel 3).

Tabel 3. Rerata jumlah bunga (buah) pada perlakuan intensitas cahaya lampu LED serta durasi yang berbeda

Durasi (jam)	Intensitas Cahaya Lampu LED (watt)			Rerata
	0	10	20	
2	19	18	22	20 <sup>P</sup>
4	19	20	25	21 <sup>P</sup>
Rerata	19 <sup>b</sup>	19 <sup>b</sup>	24 <sup>a</sup>	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata berdasarkan uji Duncan dengan taraf kepercayaan 95%.

Berdasarkan penelitian ini, penambahan intensitas cahaya lampu yang tinggi (20 watt) akan meningkatkan produksi bunga dibandingkan tanaman yang tidak diberi tambahan cahaya lampu maupun diberi tambahan cahaya lampu dengan intensitas yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan intensitas cahaya pada perlakuan P0 (0 lux) dan P1 (60 lux) lebih kecil dibanding dengan standar intensitas cahaya tambahan yang dibutuhkan tanaman krisan untuk tumbuh (70-100 lux) menurut Syafriyudin dan Ledhe (2015) sehingga tanaman krisan yang diberi perlakuan P2 (384 lux) menghasilkan jumlah bunga yang lebih banyak, artinya jumlah bunga krisan yang dihasilkan akan meningkat apabila intensitas cahaya tambahan yang diberikan ditingkatkan, namun lebih efisien jika menggunakan lampu 20 watt karena jika kurang dari itu, jumlah bunga yang dihasilkan tidak akan berbeda nyata dengan tanaman yang tidak diberi perlakuan pencahayaan tambahan.

Jumlah bunga krisan yang tinggi disebabkan oleh pertumbuhan vegetatif yang tinggi pula. Perlakuan P2 menghasilkan panjang batang paling tinggi sehingga mendukung pertumbuhan generatifnya. Hal ini sesuai dengan Palai *et al.*, (2018) bahwa peningkatan hasil bunga per tanaman dapat disebabkan karena peningkatan pertumbuhan vegetatif selama tahap awal pertumbuhan yang kemudian cukup untuk mengakumulasi karbohidrat yang digunakan untuk diferensiasi tunas. Peningkatan jumlah bunga menurut Campbell *et al.* (2003) juga disebabkan karena hormon giberelin. Ketika tumbuhan beralih ke fase pertumbuhan generatif, produksi hormon giberelin akan menginduksi batang untuk memanjang dengan cepat, sehingga meningkatkan jumlah bunga yang berkembang dari tunas pada ujung batang tersebut.

Intensitas cahaya lampu LED berpengaruh terhadap diameter bunga. Durasi pencahayaan lampu LED juga berpengaruh terhadap diameter bunga. Terdapat interaksi antara perlakuan intensitas pencahayaan lampu LED dan durasi terhadap diameter bunga. Uji DUNCAN menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan intensitas dan durasi pencahayaan lampu LED berbeda nyata dengan kontrol (tanpa perlakuan). Pemberian intensitas cahaya lampu LED yang berbeda pada durasi yang sama meningkatkan diameter bunga. Penambahan durasi berbeda pada intensitas cahaya lampu yang sama juga meningkatkan diameter bunga (Gambar 4.4). Diameter bunga yang paling besar dihasilkan oleh perlakuan P2W2 (6,6 cm) diikuti perlakuan P2W1 (6,2 cm), P1W2 (6,1 cm), dan P1W1 (5,8 cm). Diameter bunga paling kecil dihasilkan oleh perlakuan P0W1 dan P0W2 (5,6 cm) yang merupakan kontrol (Tabel 4).

Perbedaan diameter bunga krisan ini menurut Imansyah *et al.* (2016) merupakan respon dari fotoperiode yang berbeda terhadap pertumbuhan generatif tanaman krisan ditunjukkan pada pembentukan bunga dan biji. Palai *et al.*, (2018) menyatakan bahwa diameter bunga dapat mengalami peningkatan dikarenakan panjang kelopak bunga. Besarnya diameter bunga didukung oleh tangkai bunga yang sesuai. Tangkai bunga yang pertumbuhannya optimal akan mendukung bunga dengan ukuran yang optimal pula.

Tabel 4. Rerata diameter bunga krisan (cm) pada perlakuan intensitas cahaya lampu LED serta durasi yang berbeda

Durasi (jam)	Intensitas Cahaya Lampu LED (watt)		
	0	10	20
2	5,6 <sup>e</sup>	5,8 <sup>d</sup>	6,2 <sup>b</sup>
4	5,6 <sup>d</sup>	6,1 <sup>c</sup>	6,6 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata berdasarkan uji Duncan dengan taraf kepercayaan 95%.

Menurut Muffarikha *et al.*, (2014), penambahan cahaya buatan dapat meningkatkan ukuran diameter bunga dan tangkai bunga. Hal ini berarti intensitas cahaya yang lebih tinggi dapat meningkatkan ukuran diameter bunga. Palai *et al.* (2018) juga menyatakan bahwa peningkatan hasil bunga per tanaman dapat disebabkan karena peningkatan pertumbuhan vegetatif selama tahap awal pertumbuhan yang kemudian cukup untuk mengakumulasi karbohidrat yang digunakan untuk diferensiasi tunas. Diameter bunga dapat mengalami peningkatan dikarenakan terjadi peningkatan panjang kelopak bunga yang disebabkan karena fotosintesis.

Ukuran tangkai bunga dan diameter bunga krisan dipengaruhi oleh cahaya yang diperoleh. Intensitas dan durasi pencahayaan yang sesuai akan membantu tanaman terus berfotosintesis agar dapat terus tumbuh sekaligus menghambat inisiasi bunga yang dapat menghentikan pertumbuhan. Hal ini sesuai dengan Campbell *et al.*, (2003) bahwa kontrol perbungaan diatur oleh kombinasi antara faktor lingkungan, seperti panjang hari dan sinyal internal, seperti hormon. Transisi dari pertumbuhan vegetatif menuju pertumbuhan generatif dikaitkan dengan pengaktifan gen identitas bunga. Protein yang dihasilkan dari gen ini adalah berupa faktor transkripsi yang akan membantu mengaktifkan gen yang diperlukan untuk perkembangan meristem bunga. Faktor transkripsi yang dihasilkan kemungkinan menginduksi ekspresi gen yang bertanggungjawab atas pembentukan organ bunga seperti putik, benang sari, mahkota bunga, dan kelopak bunga.

Tabel 5 Profil metabolit yang diperoleh dari uji GC-MS terhadap bunga krisan

No	Nama Senyawa	Kelompok Senyawa	P	P	P	P	P	P
			0 W	0 W	1 W	1 W	2 W	2 W
1	Hexadecanoic acid, ethyl ester (CAS)	Asam lemak	√	√		√	√	√
2	2-Hexyl-1-decanol	Lemak-alkohol	√	√				
3	9,12-Octadecadienoic acid (Z, Ethyl Linoleolate)	Asam lemak	√	√			√	√
4	Ethyl linoleate	Asam lemak				√		
5	Octacosane 1-	Asam lemak				√	√	√
6	Dodecanol, 3, 7, 11-trimethyl-9-	Asam lemak						√
7	Octadecenoic acid, methyl ester E-	Asam lemak				√	√	
8	Octadecanoic acid, ethyl ester (CAS)	Asam lemak						√
9	Heneicosane	Hidrokarbon-alkana	√	√	√	√	√	√
10	Tetratetracontanane	Hidrokarbon-alkana			√			√
11	Tetradecanal (CAS)	Hidrokarbon-Aldehid				√		
12	1-Docosene	Hidrokarbon-Alkena				√		
13	Nonadecane, 2-methyl- (CAS)	Hidrokarbon-alkana						√
14	Pentatriacontane (CAS)	Hidrokarbon-alkana				√		
15	Phytol	Diterpen	√	√	√	√	√	√
16	Total Senyawa		6	6	3	10	7	9

Keterangan: perlakuan tanpa tambahan lampu LED (P0W1 dan P0W2), intensitas cahaya lampu 10 watt durasi 2 jam (P1W1), intensitas cahaya lampu 10 watt durasi 4 jam (P1W2), intensitas cahaya lampu 20 watt durasi 2 jam (P2W1) dan intensitas cahaya lampu 20 watt durasi 4 jam (P2W2).

Kandungan senyawa metabolit sekunder pada bunga krisan diperoleh melalui uji GC-MS yang dilakukan terhadap ekstrak bunga krisan yang sudah mekar sempurna. Berdasarkan hasil uji, ekstrak bunga krisan dari tanaman yang tidak diberi perlakuan P0W1 dan P0W2 menghasilkan 6 senyawa. Ekstrak bunga krisan dari tanaman yang diberi perlakuan P1W1 diketahui menghasilkan 3 senyawa. Ekstrak bunga krisan dari tanaman yang diberi perlakuan P2W1 menghasilkan 7 senyawa.

Ekstrak bunga krisan dari tanaman yang diberi perlakuan P2W2 menghasilkan 9 senyawa (Tabel 5).

Perlakuan penambahan lampu LED menunjukkan respon yang berbeda terhadap profil metabolit yang dihasilkan. Penambahan intensitas cahaya lampu dapat menghambat produksi senyawa 2-Hexyl-1-decanol karena senyawa ini hanya muncul pada perlakuan tanpa tambahan lampu (P0W1 dan P0W2) dan tidak muncul pada saat tanaman diberi tambahan lampu (Tabel 5). 2-Hexyl-1-decanol merupakan senyawa asam lemak alkohol rantai panjang. Senyawa ini dapat ditemukan pada produk kosmetik seperti shampoo, lotion, atau krim wajah. Umumnya digunakan sebagai opacifier, emulsifier, dan agen yang dapat mengentalkan larutan serta menstabilkan pembentukan busa sabun. 2-Hexyl-1-decanol berfungsi melembutkan dan mencegah kulit menjadi kering dan kasar serta melindungi kulit dari iritasi karena racun tanaman maupun gigitan serangga namun dapat menyebabkan iritasi pada mata (Pubchem, 2019).

Beberapa produksi senyawa dipacu oleh satu perlakuan saja baik intensitas cahaya maupun durasi. Senyawa-senyawa tersebut antara lain Tetradecanal (P1W2), 1-Docosene (P1W2), Ethyl linoleate (P1W2), Pentatriacontane (P1W2), 1-Dodecanol, 3, 7, 11-trimethyl- (P2W2), dan Octadecanoic acid, ethyl ester (P2W2). Tetradecanal merupakan senyawa hidrokarbon aldehid yang biasa ditemukan pada tanaman ketumbar (Coriander). Tetradecanal umumnya merupakan produk metabolit yang dihasilkan oleh bakteri dan tumbuhan (Pubchem, 2019). Senyawa 1-Docosene termasuk ke dalam kelompok senyawa hidrokarbon alkena yang menjadi pelindung dalam metabolisme kanker dan bekerja sebagai produk metabolit pada manusia (Pubchem, 2019).

Ethyl linoleate hanya terdapat pada perlakuan intensitas cahaya lampu 10 watt durasi 4 jam. Senyawa Ethyl linoleate merupakan senyawa komponen asam lemak esensial. Kegunaannya dalam industri adalah sebagai pemberi rasa dan aroma tambahan serta komponen yang dipakai untuk pembuatan sabun dan shampo (Sanseera et al., 2015). Ethyl linoleate juga dapat dimanfaatkan sebagai senyawa anti inflamasi (PubChem, 2019).

Senyawa Pentatriacontane muncul pada perlakuan intensitas cahaya lampu 10 watt durasi 4 jam (P1W2). Pentatriacontane merupakan senyawa golongan asam lemak. Pentatriacontane belum diketahui pemanfaatannya dalam dunia industri, namun senyawa ini tidak menunjukkan efek yang berbahaya jika terjadi kontak langsung dalam kondisi normal dengan senyawa ini (Pubchem, 2019).

Senyawa 1-Dodecanol, 3, 7, 11-trimethyl- merupakan senyawa golongan asam lemak jenuh. Senyawa ini berupa cairan tidak berwarna dan memiliki aroma harum. Senyawa ini banyak dimanfaatkan dalam pembuatan deterjen dan dimanfaatkan sebagai pelumas. Fungsi pada tanaman adalah sebagai atraktan terhadap serangga (Pubchem, 2019). Senyawa Octadecanoic acid, ethyl ester muncul pada perlakuan intensitas cahaya lampu 20 watt durasi 4 jam (P2W2). Octadecanoic acid, ethyl ester merupakan senyawa kelompok asam lemak yang dapat dimanfaatkan sebagai penambah rasa dalam komposisi makanan (Pubchem, 2019).

Beberapa senyawa merupakan metabolit yang terbentuk baik pada kontrol maupun perlakuan yaitu senyawa Phytol dan Heneicosane. Diduga produksi senyawa Phytol dan Heneicosane tidak dipengaruhi oleh intensitas maupun durasi pencahayaan yang diberikan, sehingga diproduksi pada semua perlakuan yang diberikan. Hal ini menunjukkan bahwa kedua senyawa ini disintesis oleh tanaman krisan baik dengan perlakuan tambahan cahaya lampu maupun tidak.

Phytol merupakan senyawa golongan diterpenoid. Senyawa Phytol dapat dimanfaatkan sebagai antioksidan, antikanker, antivirus, dan antidiuretik (Jenecius et al., 2012). Menurut Pubchem (2019), Phytol adalah senyawa yang membentuk klorofil. Umumnya Phytol dimanfaatkan sebagai prekursor dalam pembentukan vitamin E dan vitamin K1 sintetis.

Heneicosane merupakan senyawa alami yang termasuk senyawa kelompok hidrokarbon alifatik. Heneicosane memiliki rumus kimia  $C_{21}H_{44}$  dan memiliki berat molekul 296.57 g/mol. Heneicosane memiliki 21 rantai karbon dan struktur rantai lurus, memiliki peran sebagai feromon, metabolisme tanaman, dan komponen minyak atsiri (Pubchem, 2019). Heneicosane serta beberapa senyawa lain

seperti Nonadecene dan Tricosane merupakan senyawa yang masuk ke dalam golongan senyawa alkana rantai panjang yang dapat digunakan dalam pembuatan biopestisida, pembuatan lilin, bahan bakar penerbangan, minyak pelumas, dan sebagai senyawa pencegah korosi (Adesalu *et al.*, 2016).

Berdasarkan hasil penelitian, metabolit yang terdeteksi menunjukkan bahwa pada bunga krisan terdapat beberapa kelompok besar senyawa yaitu golongan asam lemak, hidrokarbon, dan diterpen (Tabel 4.5). Dari seluruh profil metabolit tersebut, didominasi oleh asam lemak yang diperoleh dari peristiwa glikolisis. Produksi metabolit dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang spesifik. Ada senyawa-senyawa yang muncul pada kisaran intensitas cahaya dan durasi tertentu, ada pula senyawa yang spesifik hanya muncul pada satu perlakuan saja. Namun ada kondisi dimana beberapa senyawa muncul pada semua perlakuan. Hal ini dapat disebabkan karena ada faktor lain selain intensitas dan durasi penambahan cahaya lampu.

Penambahan cahaya diduga akan mempengaruhi pembentukan molekul Asetil Ko-A karena senyawa ini diperoleh dari hasil fotosintesis. Menurut Wink (2010), pembentukan senyawa metabolit diawali dari proses fotosintesis yang menghasilkan glukosa. Selama proses glikolisis, glukosa diubah menjadi gliseraldehid-3-fosfat kemudian menghasilkan asam piruvat. Proses dekarboksilasi oksidatif membentuk Acetyl Coenzyme-A (Asetil Ko-A) dari asam piruvat. Menurut Dewick (2002) Asetil Ko-A menjadi dasar pembentukan senyawa-senyawa asam lemak, terpenoid, dan senyawa hidrokarbon lainnya. Asetil Ko-A yang masuk ke jalur asam asetat akan menghasilkan senyawa-senyawa asam lemak dan poliketida. Asetil Ko-A yang masuk ke jalur asam mevalonat akan membentuk DMAPP dan IPP dan membentuk senyawa terpen.

Penambahan cahaya lampu 10 watt dengan durasi 4 jam diduga dapat meningkatkan produksi metabolit senyawa-senyawa asam lemak dan hidrokarbon. Hal ini diduga karena fotosintat yang diproduksi tanaman pada perlakuan ini lebih banyak digunakan untuk produksi enzim yang menjadi prekursor terbentuknya senyawa-senyawa asam lemak dan hidrokarbon dibandingkan untuk produksi hormon pertumbuhan. Hal ini sesuai

dengan pendapat Nofiani (2007) bahwa kondisi lingkungan tertentu dapat mempengaruhi pembentukan senyawa-senyawa metabolit seperti antibiotik, pigmen, toksin, efektor kompetisi ekologi dan simbiosis, feromon, inhibitor enzim, agen immunomodulasi, reseptor antagonis dan agonis, pestisida, agen antitumor, dan hormon pertumbuhan.

## KESIMPULAN

Penambahan intensitas dan durasi pencahayaan lampu LED secara umum berpengaruh meningkatkan panjang batang, penghambatan inisiasi bunga, serta meningkatkan jumlah dan diameter bunga. Kombinasi perlakuan intensitas dan durasi penambahan lampu LED menghasilkan profil metabolit yang berbeda pada setiap kombinasi perlakuan. Perlakuan intensitas 10 watt durasi 2 jam menghasilkan ragam metabolit paling sedikit (3 senyawa). Perlakuan intensitas 10 watt durasi 4 jam menghasilkan ragam metabolit paling banyak (10 senyawa). Kombinasi perlakuan yang optimal terhadap panjang batang dan diameter bunga adalah pada intensitas 20 watt selama 4 jam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adesalu, T. A., Temenu, T. O., & Julius, M. L. 2016. Molecular Characterization, Lipid Analysis and GC-MS Determination Of Bioactive Compound Identified In A West African Strain Of The Green Alga *Oedogonium* (Chlorophyta). *Journal Of Pharmacognosy and Phytochemistry*. Vol. 5(6) : 01-06.
- Andiani, Y. 2013. *Budidaya Bunga Krisan*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Anderson, N. 2007. *Chrysanthemum, Flower Breeding and Genetics*. The Netherlands: Springer.
- Ariyani, F., Setiawan, L.E., dan Soetaredjo, F.E. 2008. Ekstraksi Minyak Atsiri dari Tanaman Sereh dengan Menggunakan Pelarut Metanol, Aseton, dan N-Heksana. *Widya Teknik*. Volume 7 w(2): 124-133.
- Bernier, G., H. Andre, H., Claude, P., Anne, L., Pierre. 1993. Physiological Signals that Induce Flowering. *Journal American Society of Plant Physiologists*. Vol. 5, 1147-1 155.

- Blanchard, M. G. R. G. Lopez, E. S. Runkle, and Y. T. Wang. Growing the best Phalaenopsis, part 4: a complete production schedule Orchids, vol. 76, no. 4, pp. 266–271, 2007.
- Budiarto, K & Y. Sulyo. 2008. Teknologi Budidaya Krisan (*Dendrathera grandiflora*). Balai Penelitian Tanaman Hias. Cianjur.
- Buntoro, B. H., R., Rohlan, T., Sri. 2014. Pengaruh Takaran Pupuk Kandang dan Intensitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Temu Putih (*Curcuma zedoaria L.*). Jurnal Vegetalika. Vol.3 No.4.
- Dewick, P. M. 2010. Medicinal Natural Products A Biosynthetic Approach Second Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Fan, H.M., T. Li., X. Sun., X. Zhi Sun, & C. Shu Zheng. 2015. Effects Of humic Acid Derived from Sediments on the Postharvest Vase Life Extension in Cut Chrysanthemum Flowers. J. Postharvest Biology and Technology. 01 (82–87).
- Farag, N. F., F., Mohamed A., A. Enas H., A., Shadia M., El-Khasoury, El-Sayed A. 2015. Metabolites Profiling of Chrysanthemum pacificum Nakai parts Using UPLG-PDA-MS Coupled to Chemometrics. Artikel Ilmiah. Natural Product Research.
- Higuchi, Y.; Sumitomo, K.; Oda, A.; Shimizu, H.; Hisamatsu, T. 2012. Day light quality affects the night-break response in the short-day plant chrysanthemum, suggesting differential phytochrome-mediated regulation of flowering. J. Plant Physiol. Vol 169, 1789–1796.
- Imansyah, A.A., Sugiyono, Y., Alice. 2016. Pengaruh Fotoperiod dan Giberelin terhadap Pertumbuhan dan Pembungaan In Vitro Krisan (*Chrysanthemum sp.*). Journal of Agroscience. Vol. 6 No. 2.
- Iskandar, Y. 2007. Karakterisasi Zat Metabolit Sekunder dalam Ekstrak Bunga Krisan (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) sebagai Bahan Pembuatan Biopestisida. Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret.
- Jenecius, A. Arockia, F. Uthayakumari, & V.R. Mohan. 2012. GC-MS Determination of Bioactive Components of *Sauropus bacciformis* Blume (Euphorbiaceae). J. Current Chemical Pharmaceutical Science. 2(4) 347-358.
- Kurniawati, L. 2010. Pengaruh Pencahayaan LED. Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Mufarrikha, L., N. Herlina, & E. Widaryanto. 2012. Respon Dua Kultivar Tanaman Krisan (*Chrysanthemum morifolium*) pada Berbagai Lama Penambahan Cahaya Buatan. Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang. Jurnal Produksi Tanaman. Vol 2 (1): 10-16.
- Palai, S. K., G. Madhuri., M. R. Nath., & S. Bhuyan., 2018. Effect of Planting Dates and Photoperiod on Growth and Flowering of Chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* Ramat) cv. yellow Reagan. The Pharma Innovation Journal, 7(5): 106-108.
- Pubchem. 2019. 1-Docosane. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/1-docosane>
- Pubchem. 2019. 1-Dodecanol,3,7,11-trimethyl- <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/1-dodecanol,3,7,11-trimethyl->
- Pubchem. 2019. 2-Hexyl-1-Docosane. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/cetyl alcohol>
- Pubchem. 2019. Ethyl linoleate. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/ethyl linoleate>
- pubchem. 2019. Octadecanoic acid, ethylester <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/octadecanoic acid, ethylester>
- Pubchem. 2019. Pentatriacontane. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/pentatriacontane>
- Pubchem. 2019. Phytol. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/phytol>
- Pubchem. 2019. Tetradecanal. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/tetradecanal>
- Purwono, J., S. Sugyaningsih, & N. Fajriah. 2014. Analisis Tataniaga Krisan di Kecamatan Cuggenang Kabupaten Cianjur. Jurnal NeO-Bis. Vol 8, No. 2.
- Sanseera, D., Niwatananun, W., Liawruangrath, B., Liawruangrath, S., Baramée, A. & Pyne, S.

- G. (2012). Chemical composition and biological activities of the essential oil from leaves of *Cleidion javanicum* Bl. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 15 (2), 186-194.
- Sutoyo. 2011. Fotoperiode dan Pembungaan Tanaman. Buana Sains. Artikel Ilmiah. Ps. Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tribhuwana Tungadewi. Vol 11 No 2: 137-144.
- Syafriyudin & N. Thabita Ledhe. 2015. Analisis Pertumbuhan Tanaman Krisan Pada Variabel Warna Cahaya Lampu LED. *Jurnal Teknologi*. Volume 8 Nomor 1.
- Taiz, L., & E. Zieger., 2002. *Plant Physiology* 3rd Edition. Publisher: Sinauer Associates, pp. 374-377.
- Wink, M. 2010. *Annual Plant Reviews Volume 40 Biochemistry Of Plant Secondary Metabolism* Second Edition. United Kingdom: Blacwell Publishing.