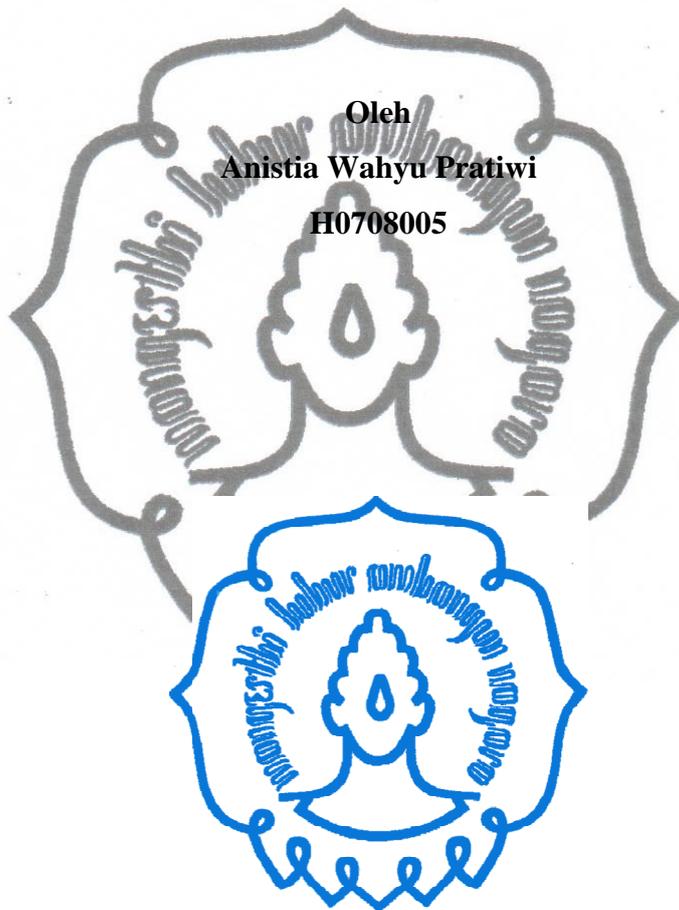


SKRIPSI

**PENGARUH PERIODE CEKAMAN AIR TERHADAP PERTUMBUHAN
DAN KANDUNGAN METABOLIT SEKUNDER
ROSELA MERAH DAN ROSELA UNGU**

Oleh
Anistia Wahyu Pratiwi
H0708005



PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
commit to user
2012

**PENGARUH PERIODE CEKAMAN AIR TERHADAP PERTUMBUHAN
DAN KANDUNGAN METABOLIT SEKUNDER
ROSELA MERAH DAN ROSELA UNGU**

SKRIPSI

**untuk memenuhi sebagian persyaratan
guna memperoleh derajat Sarjana Pertanian
di Fakultas Pertanian
Universitas Sebelas Maret**

Oleh

**Anistia Wahyu Pratiwi
H0708005**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS SEBELAS MARET**

SURAKARTA
commit to user
2012

SKRIPSI

**PENGARUH PERIODE CEKAMAN AIR TERHADAP PERTUMBUHAN
DAN KANDUNGAN METABOLIT SEKUNDER
ROSELA MERAH DAN ROSELA UNGU**

**Anistia Wahyu Pratiwi
H0708005**

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Prof. Dr. Ir. Edi Purwanto, MSc.

NIP.19601008 198503 1 001

Komariah, STP., MSc., PhD.

NIP. 19780523 200812 2 001

**Surakarta,
Universitas Sebelas Maret Surakarta
Fakultas Pertanian
Dekan,**

Prof. Dr. Ir. Bambang Pujiasmanto, M.S.

NIP. 19560225 198601 1 001

commit to user

SKRIPSI

**PENGARUH PERIODE CEKAMAN AIR TERHADAP PERTUMBUHAN
DAN KANDUNGAN METABOLIT SEKUNDER
ROSELA MERAH DAN ROSELA UNGU**

yang dipersiapkan dan disusun oleh

Anistia Wahyu Pratiwi

H0708005

telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal : 17 Oktober 2012
dan dinyatakan telah memenuhi syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian
Program Studi Agroteknologi

Susunan Tim Penguji :

Ketua

Anggota I

Anggota II

Prof. Dr. Ir. Edi Purwanto, MSc.

NIP.19601008 198503 1 001

Komariah, STP., MSc., PhD.

NIP. 19780523 200812 2 001

Ir. Noorhadi, MSi

NIP. 19510101 198403 1 003

commit to user

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Fakultas Pertanian UNS.

Dalam penulisan skripsi ini tentunya tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan dukungan berbagai pihak, sehingga penulis tak lupa mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Bambang Pujiasmanto, M.S. selaku Dekan Fakultas Pertanian UNS.
2. Dr. Ir. Hadiwiyono, M.Si. selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian UNS.
3. Prof. Dr. Ir. Edi Purwanto, MSc. selaku Pembimbing Utama dan Pembimbing Akademik.
4. Komariah, STP., MSc., PhD. selaku Pembimbing Pendamping.
5. Ir. Noorhadi, MSi selaku Dosen Pembahas.
6. Keluarga yang saya sayangi, Ibu Dian Ukin Lusiyanti dan Bapak Sugiyarto yang telah memberikan dukungan baik materi, semangat, dan doa.
7. Miftahul Ulum yang selalu memberikan semangat dan dukungan.
8. Endah Martiningtyas, Andri Eko Permadi, teman-teman Agroteknologi 2008 (SOLMATED), COAGULASI, dan MAGMA 2008 yang luar biasa.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran penelitian ini, yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan karya ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada kita semua.

Surakarta, Oktober 2012

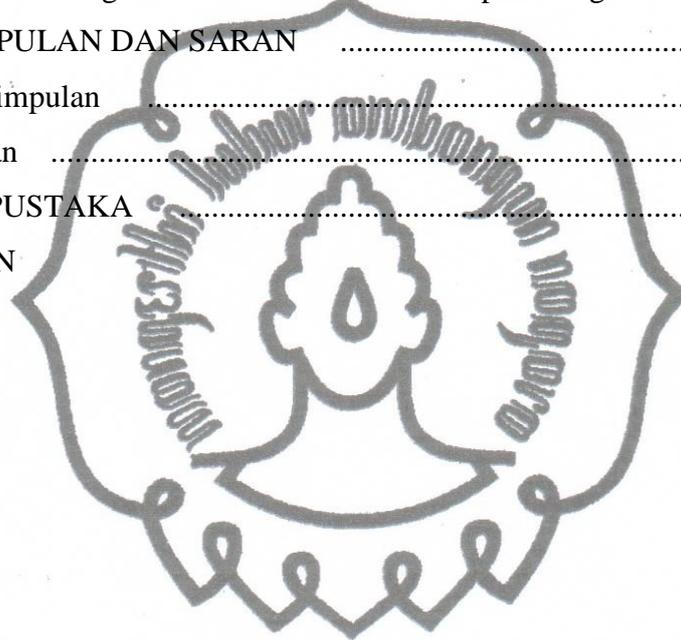
commit to user

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
RINGKASAN	ix
<i>SUMMARY</i>	x
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Rosela (<i>Hibiscus Sabdariffa</i> L.)	4
B. Pertumbuhan Tanaman	6
C. Kandungan Metabolit Sekunder	9
D. Kebutuhan Air Tanaman dan Cekaman Air	13
E. Hipotesis	15
III. METODE PENELITIAN	16
A. Tempat dan Waktu Penelitian	16
B. Bahan dan Alat	16
C. Rancangan Penelitian dan Analisis Data	16
D. Pelaksanaan Penelitian	17
E. Pengamatan Peubah	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
A. Kondisi Umum Lokasi Penelitian	21
B. Variabel Pengamatan	21
1. Tinggi Tanaman	23
2. Jumlah Cabang Produktif	25

3. Saat Muncul Kelopak Bunga	26
4. Jumlah Kelopak Bunga	28
5. Berat Segar Kelopak	29
6. Berat Kering Kelopak	30
7. Ratio Tajuk dan Akar	31
8. Kandungan Metabolit Sekunder Kelopak Bunga	32
V. KESIMPULAN DAN SARAN	35
A. Kesimpulan	36
B. Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Nomor	Judul dalam Teks	Halaman
1.	Sidik Ragam Pengaruh Periode Cekaman Air terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Metabolit Sekunder Rosela Merah dan Rosela Ungu	22
2.	Pengaruh Periode Cekaman Air terhadap Rerata Tinggi Tanaman Rosela Merah dan Rosela Ungu	23
3.	Pengaruh Periode Cekaman Air terhadap Saat Muncul Kelopak Bunga Rosela Merah dan Rosela Ungu	27
4.	Pengaruh Periode Cekaman Air terhadap Rerata Berat Segar Kelopak Bunga Rosela Merah dan Rosela Ungu	29
5.	Pengaruh Periode Cekaman Air terhadap Rerata Berat Kering Kelopak Bunga Rosela Merah dan Rosela Ungu	30
Judul dalam Lampiran		
6.	Hasil Uji Normalitas	41
7.	Hasil Uji F Tinggi Tanaman	42
8.	Hasil Uji F Jumlah Cabang Produktif	42
9.	Hasil Uji F Jumlah Jumlah Kelopak Bunga	42
10.	Hasil Uji F Berat Segar Kelopak	43
11.	Hasil Uji F Berat Kering Kelopak	43
12.	Hasil Uji F Ratio Akar dan Tajuk	43
13.	Hasil Uji DMRT Tinggi Tanaman	44
14.	Hasil Uji DMRT Berat Segar Kelopak	43
15.	Hasil Uji DMRT Berat Kering Kelopak	44
16.	Hasil Uji Antosianin Total Rosela Merah dan Rosela Ungu	45
17.	Hasil Analisis Lengas Aktual Tanah	45
18.	Hasil Analisis Kapasitas Lapang Tanah	46

commit to user

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul dalam Teks	Halaman
1.	Rumus Bangun Antosianin	10
2.	Pertumbuhan Tinggi Tanaman Rosela Merah	23
3.	Pertumbuhan Tinggi Tanaman Rosela Ungu	24
4.	Histogram Jumlah Cabang Produktif	25
5.	Histogram Jumlah Kelopak Bunga	28
6.	Histogram Ratio Tajuk dan Akar	31
7.	Pengaruh Periode Cekaman Air terhadap Kandungan Antosianin Total Rosela Merah	33
8.	Pengaruh Periode Cekaman Air terhadap Kandungan Antosianin Total Rosela Ungu	34
Judul dalam Lampiran		
9.	Pembibitan Tanaman	47
10.	Penempatan Perlakuan	47
11.	Metode Penyiraman Tanaman	47
12.	Kelopak Bunga Siap Panen	47
13.	Panen	48
14.	Pemisahan Biji dan Kelopak Bunga	48
15.	Kelopak Bunga Segar	48
16.	Kelopak Bunga Kering	48
17.	Hama Kutu Putih	48

RINGKASAN

PENGARUH PERIODE CEKAMAN AIR TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN METABOLIT SEKUNDER ROSELA MERAH DAN ROSELA UNGU. Skripsi: Anistia Wahyu Pratiwi (H0708005). Pembimbing: Edi Purwanto, Komariah, Noorhadi. Program Studi: Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret (UNS), Surakarta.

Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L) merupakan salah satu tanaman yang dapat dijadikan sebagai bahan obat. Kandungan metabolit sekunder penting pada rosela adalah antosianin. Rosela di Indonesia jumlahnya melimpah, namun pemanfaatannya masih terbatas. Selain itu, data pemanfaatannya untuk berbagai penelitian sebagai tanaman yang berkhasiat bagi kesehatan belum banyak tersedia. Produktivitas dan mutu kelopak bunga rosela dipengaruhi oleh banyak faktor. Cekaman air dapat berpengaruh terhadap menurunnya produktivitas, tetapi dapat meningkatkan aktivitas metabolit sekunder yang berhubungan dengan mutu tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh periode cekaman air terhadap pertumbuhan dan kandungan metabolit sekunder rosela merah dan rosela ungu.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta pada bulan Januari sampai Juni 2012. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan terdiri atas dua faktor perlakuan yaitu varietas rosela (rosela merah dan rosela ungu) dan periode cekaman air (tanpa cekaman, dicekam pada umur 4-7 MST, dicekam pada umur 6-9 MST, dan dicekam pada umur 8-11 MST). Pengamatan peubah meliputi tinggi tanaman, jumlah cabang produktif, saat muncul kelopak bunga, jumlah kelopak bunga, berat segar kelopak, berat kering kelopak, ratio akar dan tajuk, dan kandungan metabolit sekunder kelopak bunga.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi tanaman dipengaruhi oleh varietas dan periode cekaman air, sedangkan berat segar kelopak dan berat kering kelopak dipengaruhi oleh varietas. Cekaman air pada periode 8-11 MST dapat meningkatkan kadar antosianin total pada rosela merah, sedangkan pola yang berbeda terjadi pada rosela ungu.

SUMMARY

EFFECT OF WATER STRESS PERIOD TO THE GROWTH AND SECONDARY METABOLITE CONTENT OF LIGHT RED ROSELLE AND DARK RED ROSELLE. Thesis-S1: Anistia Wahyu Pratiwi (H0708005). Supervisors: Edi Purwanto, Komariah, Noorhadi. Study Program of Agrotechnology, Faculty of Agriculture University of Sebelas Maret (UNS) Surakarta.

Roselle (Hibiscus sabdariffa L.) is a crop that can be used for medicine. Anthocyanins is an important content of secondary metabolite in roselle. Roselle in Indonesia are abundant, but the usage is still limited. In addition, data utilization for research as efficacious for the health of plants not yet widely available. Productivity and quality of roselle calyxes are influenced by many factors. Water stress can decrease the productivity, but may increase the activity of secondary metabolites related to the quality of crops. This research aimed to determining the effect of water stress period to the growth and secondary metabolite content of light red roselle and dark red roselle.

This research was conducted at Greenhouse of Faculty of Agriculture, UNS from January to June 2012. A completely randomized design was conducted in the two levels of roselle varieties (light red and dark red roselle) and four levels of water stress period (without water stress, 4-7, 6-9, and 8-11 weeks after planting, respectively). The observations variables were plant height, total of productive branches, calyxes appeared, total of calyxces, weight of fresh calyxes, weight of dry calyxes, shoot-root ratio, and secondary metabolites content.

The results showed that plant height was affected by varieties and water stress periods, whereas the weight of fresh calyxes and the weight of dry calyxes are influenced by varieties. Water stress during the period 8-11 weeks after planting increased total anthocyanins content in light red roselle, while different patterns occured in dark red roselle.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dewasa ini penggunaan obat herbal cenderung terus meningkat, baik di negara yang sedang berkembang maupun di negara-negara maju. Peningkatan penggunaan obat herbal ini mempunyai dua dimensi korelatif yaitu aspek medis terkait dengan penggunaannya yang sangat luas diseluruh dunia dan aspek ekonomi terkait dengan nilai tambah yang mempunyai makna pada perekonomian masyarakat. Berbagai macam tanaman dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan maupun bahan obat. Salah satu tanaman yang dapat dijadikan bahan obat dan dihidangkan yaitu tanaman rosela (*Hibiscus sabdariffa* L).

Bunga rosela merah mengandung nutrisi yang cukup tinggi, diantaranya protein, lemak, serat, kalsium, niasin, riboflavin, besi, karoten, tiamin, dan vitamin C yang baik untuk kesehatan sehingga dapat dikembangkan sebagai sumber nutrisi. Di Indonesia jumlahnya melimpah namun pemanfaatannya masih terbatas. Rosela merah telah banyak dikenal di negara India, Jamaica, Inggris, Taiwan, Jepang, Pilipina, Malaysia, dan negara Eropa sebagai tanaman yang dapat menyehatkan dan bermanfaat sebagai obat. Namun, data pemanfaatannya untuk berbagai penelitian sebagai tanaman yang berkhasiat bagi kesehatan belum banyak tersedia, khususnya di Indonesia (Sarhini 2007).

Kelopak rosela mengandung antioksidan yang dapat menghambat terakumulasinya radikal bebas penyebab penyakit kronis, seperti kerusakan ginjal, diabetes, jantung koroner, dan kanker (darah). Antioksidan juga dapat mencegah penuaan dini. Dalam hal ini, salah satu zat aktif yang berperan adalah antosianin. Antosianin merupakan pigmen tumbuhan yang memberikan warna merah pada bunga rosela dan berperan mencegah kerusakan sel akibat paparan sinar ultra violet berlebih. Salah satu khasiatnya adalah dapat menghambat pertumbuhan sel kanker, bahkan mematikan sel kanker tersebut (Widyanto dan Nelisty 2009).

Produktivitas dan mutu kelopak bunga rosela dipengaruhi oleh banyak faktor. Salah satu faktor yang mempunyai pengaruh penting yaitu status air. Kebutuhan air bagi tanaman berbeda-beda tergantung jenis tanaman dan fase pertumbuhan. Air dibutuhkan untuk bermacam-macam fungsi yaitu pelarut dan medium untuk reaksi kimia, medium untuk transport zat terlarut organik dan anorganik, medium yang memberikan turgor pada sel tanaman, hidrasi dan netralisasi muatan pada molekul-molekul koloid, bahan baku untuk fotosintesis, proses hidrolisis, dan reaksi kimia lainnya dalam tumbuhan (Gardner et al. 1991).

Cekaman air dapat berpengaruh terhadap menurunnya produktivitas, tetapi dapat meningkatkan aktivitas metabolit sekunder yang berhubungan dengan mutu tanaman. Ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan dikarenakan adanya pengaturan osmotik yaitu meningkatnya akumulasi gula alkohol, asam amino bebas (prolin), gula bataine, dan ion-ion anorganik seperti K^+ , Ca^+ , dan Cl^- (Morgan et al. 1998 *cit.* Darwati et al. 2002).

Kandungan metabolit sekunder suatu tumbuhan perlu dikaji karena senyawa metabolit sekunder merupakan senyawa kimia yang umumnya mempunyai kemampuan bioaktifitas dan berfungsi sebagai pelindung tumbuhan tersebut dari gangguan hama penyakit untuk tumbuhan itu sendiri atau lingkungannya. Selain itu, senyawa kimia sebagai hasil metabolit sekunder mempunyai banyak manfaat, yaitu telah banyak digunakan sebagai zat warna, racun, aroma makanan, obat-obatan dan sebagainya (Lenny 2006).

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan pengkajian periode cekaman air terhadap pertumbuhan dan kandungan metabolit sekunder rosela merah dan rosela ungu. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat tentang pengaruh periode cekaman air terhadap pertumbuhan dan kandungan metabolit sekunder tanaman rosela dan menambah informasi untuk meningkatkan mutu simplisia (kandungan metabolit sekunder) dengan periode ketersediaan air yang berbeda.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, dapat dibuat suatu rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh periode cekaman air terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman rosela merah dan rosela ungu?
2. Bagaimana pengaruh periode cekaman air terhadap kandungan metabolit sekunder rosela merah dan rosela ungu?

C. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk :

1. Untuk mengkaji pengaruh periode cekaman air terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman rosela merah dan rosela ungu.
1. Untuk mengkaji periode cekaman air terhadap kandungan metabolit sekunder rosela merah dan rosela ungu.

D. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang pengaruh periode cekaman air terhadap pertumbuhan dan kandungan metabolit sekunder tanaman rosela.
2. Menambah informasi untuk meningkatkan mutu simplisia (kandungan metabolit sekunder) dengan periode ketersediaan air yang berbeda.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.)

Rosela termasuk dalam bangsa malvales (columniferae) dan suku malvaceae. Suku malvaceae merupakan terna atau semak-semak, jarang berupa pohon, seringkali dengan batang yang mempunyai serabut-serabut kulit, serta penutup permukaan organ-organ tertentu yang berupa rambut-rambut bintang atau sisik-sisik. Daun tunggal, bertepi rata atau berlekuk beraneka ragam, kebanyakan bertulang menjari, duduknya tersebar, mempunyai daun penumpu. Bunga besar, banci, aktinomorf, daun kelopak 4-5, sedikit banyak berlekatan, dengan susunan seperti katup, disamping itu seringkali terdapat kelopak tambahan, daun mahkota 5, bebas satu sama lain, tetapi pada pangkal sering berlekatan dengan buluh (columna) yang merupakan perlekatan tangkai-tangkai sarinya, letaknya seperti genting. Benangsari banyak dengan tangkai sari yang berlekatan membentuk suatu kolom yang berongga menyelubungi putik dan pada bagian atas terbagi-bagi dalam cabang-cabang yang masing-masing mendukung kepala sari yang hanya beruang 1 dan membuka dengan celah yang membujur, serbuk sari dengan permukaan berbenjol-benjol. Bakal buah menumpang, beruang 2 atau beruang banyak, seringkali beruang 5 dengan 1 sampai banyak bakal biji, tangkai putik sama banyaknya dengan jumlah ruang dalam bakal buah atau 2 x jumlah ruang. Buahnya buah kendaga atau buah berbelah. Biji kebanyakan mempunyai endosperm dan lembaga yang lurus atau bengkok (Tjitrosoepomo 2002).

Dalam taksonomi tumbuhan, rosela diklasifikasikan sebagai berikut :

Divisi : Spermatophyta
Subdivisi : Angiospermae
Kelas : Dicotyledoneae
Bangsa : Malvales
Suku : Malvaceae
Marga : Hibiscus
Jenis : *Hibiscus sabdariffa* L.

(Widyanto dan Nelistya 2009). *commit to user*

Sebenarnya ada beberapa jenis rosela yang beredar dipasaran. Para pecinta rosela sering menyebutnya rosela Sudan/Afrika. Jenis ini berwarna kehitaman. Jenis lain adalah rosela caberry. Rosela jenis ini banyak terdapat di Belanda. Warnanya merah, namun sosok kelopaknya menyerupai kotak dan ujung kelopaknya berbentuk oval, tidak menguncup seperti rosela yang dibudidayakan di Indonesia. Ada pula jenis rosela Taiwan yang berwarna merah dengan panjang sekitar 5 cm dan ujung kuncupnya agak merekah. Jenis-jenis rosela tersebut kini banyak ditanam dan dibudidayakan di Indonesia antara lain di Jawa Barat, Jawa Tengah, Yogyakarta, dan Jawa Timur (Widyanto dan Nelistya 2009).

Pada rosela merah, kaliks berwarna merah menyala, panjang, batang kuat tidak mudah patah, daun menjari. Kaliks kering berwarna merah cerah dan aromanya kuat. Sedangkan, rosela ungu (Burgundy, rosela Sudan, rosela hitam), kaliks berwarna merah gelap, agak bulat, berbulu lebih banyak dibanding yang merah, daun menjari tebal dan agak membulat, batang gampang patah. Kaliks kering berwarna merah kehitaman dan aromanya kuat (Anonim 2008).

Salah satu tumbuhan tropis yang dapat digunakan sebagai fitofarmaka untuk pencegahan terjadinya aterosklerosis adalah bunga rosela merah yang mempunyai aktifitas antioksidan (Duke 1998 *cit.* Sarbini 2007). Aterosklerosis adalah penyakit pembuluh darah dimana sebagian permukaan bagian dalam arteri besar membentuk *plaque/raised plaque* yang terdiri dari peninggian sel-sel urat daging licin, serat, lipid, dan puing-puing dengan berbagai tingkat nekrose, kalsifikasi, dan hemoragi (Linder 1992). Keistimewaan *Hibiscus sabdariffa* L. adalah mudah dibudidayakan di berbagai jenis tanah terutama di daerah tropis dan tidak memerlukan banyak air. Bunga rosela merah mengandung nutrisi yang cukup tinggi, diantaranya protein, lemak, serat, kalsium, niasin, riboflavin, besi, karoten, tiamin, dan vitamin C yang baik untuk kesehatan sehingga dapat dikembangkan sebagai sumber nutrisi (Duke 1998 *cit.* Sarbini 2007).

Rosela memiliki efek anti kanker dan yang paling berperan adalah antosianin. Antosianin berperan menjaga kerusakan sel akibat penyerapan sinar ultraviolet berlebih. Ia melindungi sel-sel tubuh dari perubahan akibat radikal bebas. Pembuktian khasiat anti kanker *oseille rouge* (sebutan rosela di Perancis)

tidak hanya di Indonesia. Di luar negeri, penelitiannya sudah banyak. Salah satunya hasil penelitian Hui-Hsuan Lin dari *Institute of Biochemistry and Biotechnology, Chung Shan Medical University, Taichung, Taiwan*. Ia membuktikan rosela bersifat anti kanker lambung manusia. Penelitiannya menemukan antioksidan rosela membunuh sel kanker dengan metode sitotoksik dan apoptosis (Fitriani 2007).

Banyak bagian dari rosela termasuk biji, daun, buah dan akar digunakan dalam berbagai makanan. Diantaranya, kaliks berdaging merah adalah yang paling populer. Mereka digunakan untuk membuat anggur, jus, selai, jeli, sirup, gelatin, puding, kue, es krim dan juga dikeringkan dan diseduh menjadi teh, rempah-rempah, dan digunakan untuk mentega, pai, saus, tart, dan makanan penutup lainnya. Daun muda dan batang rosela yang lembut bisa dimakan mentah sebagai salad atau dimasak sendiri dan dapat dikombinasikan dengan sayuran lain dan atau dengan daging. Mereka juga ditambahkan ke kari sebagai bumbu. Mereka memiliki rasa asam seperti *rhubarb* (Qi et al. 2005).

B. Pertumbuhan Tanaman

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman merupakan proses yang penting dalam kehidupan dan perkembangbiakan suatu spesies. Pertumbuhan dan perkembangan berlangsung secara terus menerus sepanjang daur hidup, bergantung pada tersedianya meristem, hasil asimilasi, hormon dan substansi pertumbuhan lainnya, serta lingkungan yang mendukung. Secara empiris, pertumbuhan tanaman dapat dinyatakan sebagai suatu fungsi dari genotipe x lingkungan = f (faktor pertumbuhan internal x faktor pertumbuhan eksternal) (Gardner et al. 1991).

Dalam arti sempit pertumbuhan berarti pembelahan sel (peningkatan jumlah) dan pembesaran sel (peningkatan ukuran). Kedua proses ini memerlukan sintesis protein dan merupakan proses yang tidak dapat berbalik. Proses yang disebut belakangan meliputi hidrasi dan vakuolasi (pembentukan vakuola). Proses diferensiasi (spesialisasi sel) seringkali dianggap sebagai bagian dari

pertumbuhan. Perkembangan tanaman membutuhkan pertumbuhan dan diferensiasi (Gardner et al. 1991).

Pertumbuhan berarti penambahan dalam volume, bobot, dan jumlah sel. Semua ciri pertumbuhan dapat diukur, ada dua pengukuran yang lazim digunakan untuk mengukur pertumbuhan yaitu volume dan massa. Pertambahan volume (ukuran) sering ditentukan dengan cara mengukur perbesaran yaitu: tinggi batang, luas daun, dan panjang akar. Tinggi tanaman merupakan ukuran tanaman yang sering diamati baik sebagai indikator pertumbuhan maupun sebagai parameter yang digunakan untuk mengukur pengaruh lingkungan atau perlakuan yang diterapkan. Ini didasarkan atas kenyataan bahwa tinggi tanaman merupakan parameter yang sensitif terhadap pengaruh lingkungan. Daun juga merupakan parameter yang bisa diamati karena daun juga sensitif terhadap perubahan lingkungan. Peranan akar sama pentingnya dengan tajuk karena menyediakan hara dan air yang diperlukan tumbuhan, tumbuhan yang berada dalam kekurangan air akan membentuk akar lebih banyak (Salisbury dan Ross 1995, Sitompul dan Guritno 1995).

Fase besar dalam siklus hidup tanaman, yaitu fase vegetatif dan fase reproduktif, banyak dipengaruhi oleh berbagai mekanisme yang merupakan kontrol genetik. Fase vegetatif atau juvenil adalah interval waktu selama tanaman tersebut belum mampu bereproduksi (membentuk biji). Lamanya periode juvenil lebih dipengaruhi oleh kontrol genetik. Fase juvenil diawali dengan pembukaan tunas dan perluasan sel meristem apikal. Semua proses yang berlangsung dalam tubuh tanaman ditujukan untuk penambahan jumlah dan volume sel meristem pada titik-titik tumbuh tanaman. Pertumbuhan meninggi dan pembentukan tunas-tunas pucuk mendominasi proses pertumbuhan. Transisi menuju tingkat dewasa pada umumnya berlangsung secara bertahap, dan dalam satu pohon tertentu, tidak semua karakter juvenil berubah pada tahap yang sama (Anwar 2012).

Fase reproduktif adalah masa ketika tanaman telah mampu membentuk organ-organ reproduksi dan melangsungkan proses reproduksi untuk membentuk biji. Fase ini terjadi setelah penambahan jumlah dan volume sel memadai (tanaman mencapai jumlah primordia tertentu yang memungkinkan tanaman

untuk mulai berbunga), yang ditandai dengan stabilnya pembelahan sel. Pola pembelahan berubah untuk mulai membentuk meristem lateral. Tanaman memasuki fase reproduktif setelah tercapainya suatu karakter genetik yang disebut *size effect* dan *endogenous timing*. *Size effect* adalah ukuran tertentu yang berhubungan dengan kemampuan tanaman mengatur penyerapan, suplai dan alokasi makanan. *Endogenous timing* adalah umur tertentu yang secara genetis berhubungan dengan kesiapannya untuk berbunga (Anwar 2012).

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan, yang secara luas dapat dikategorikan sebagai faktor eksternal (lingkungan) dan faktor internal (genetik), dikelompokkan sebagai berikut :

1. Faktor Eksternal
 - a. Iklim : cahaya, temperatur, air, panjang hari, angin, dan gas (CO_2 , O_2 , N_2 , SO_2 , nitrogen [N], oksida, F1, Cl, dan O_3). Gas-gas ini seringkali merupakan polutan atmosfer (kecuali untuk tiga gas pertama) dan konsentrasinya dapat cukup tinggi untuk penghaambat pertumbuhan.
 - b. Edafik (tanah) : tekstur, struktur, bahan organik, kapasitas pertukaran kation (*cation exchange capacity*, CEC), pH, kejenuhan basa, dan ketersediaan nutria.
 - c. Biologis : gulma, serangga, organisme penyebab penyakit, nematoda, macam-macam tipe herbivora, dan mikroorganisme tanah, seperti bakteri pemfiksasi N_2 dan bakteri denitrifikasi, serta mikorhiza (asosiasi simbiotik antara jamur dengan akar tanaman).
2. Faktor Internal
 - a. Ketahanan terhadap tekanan iklim, tanah, dan biologis
 - b. Laju fotosintetik
 - c. Respirasi
 - d. Pembagian hasil asimilasi dan N
 - e. Klorofil, karoten, dan kandungan pigmen lainnya
 - f. Tipe dan letak meristem
 - g. Kapasitas untuk menyimpan cadangan makanan
 - h. Aktifitas enzim

- i. Pengaruh langsung gen (misalnya, heterosis, epistasis)
- j. Diferensiasi

(Gardner et al. 1991).

C. Kandungan Metabolit Sekunder

Metabolit sekunder merupakan hasil tanaman yang khas dan dijumpai sebagai terpenoid, glikosida (seroid dan fenolik), dan alkaloid. Senyawa ini dibentuk melalui alur (*pathway*) khusus dari metabolit primer dan dapat dianggap sebagai produk proses morfogenetik (Manitto 1992). Metabolit sekunder adalah zat kimia bukan nutrisi, mempunyai struktur kimia yang beragam, penyebaran relative terbatas, proses biosintesis dipengaruhi oleh jumlah dan aktivitas enzim, merupakan aspek spesialisasi sel dalam proses deferensiasi dan perkembangan organisme dan bersifat kurang penting bagi sel penghasil tetapi penting bagi organisme secara keseluruhan (Harborne 1996; Manitto 1992).

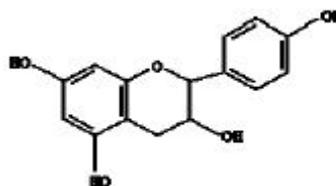
Keragaman struktur kimia metabolit sekunder sangat luas namun penyebaran masing-masing umumnya terbatas. Hal ini berhubungan dengan ketersediaan dan jenis enzim yang diperlukan untuk analisis. Proses fotosintesis menghasilkan senyawa sederhana dan terdistribusi luas yang memiliki berat molekul rendah seperti asam amino, karbohidrat, lemak, dan protein. Senyawa-senyawa ini merupakan senyawa prekursor metabolit sekunder (Sulandjari 2008).

Kaliks merah rosela mengandung antioksidan termasuk flavonoid, gossypetine, hibiscetine dan sabdaretine. Kaliks segar juga kaya akan riboflavin, asam askorbat, niacin, karoten, kalsium, dan besi yang bergizi penting (Qi et al. 2005). Flavonoid terdapat dalam tumbuhan sebagai campuran, jarang sekali dijumpai hanya flavonoid tunggal dalam jaringan tumbuhan. Di samping itu, sering terdapat campuran yang terdiri atas flavonoid yang berbeda kelas. Antosianin yang berwarna yang terdapat dalam daun bunga hampir selalu disertai oleh flavon flavonol tanwarna. Hasil penelitian akhir-akhir ini membuktikan bahwa flavon merupakan ko-pigmen penting, karena sangat diperlukan untuk menyatakan warna antosianin secara penuh dalam jaringan bunga. Biasanya antosianin juga terdapat sebagai campuran, terutama dalam bunga tanaman hias,

dan suatu jaringan bunga dapat mengandung sampai sepuluh pigmen yang berlainan (Harborne 1996).

Antosianin merupakan pewarna yang paling penting dan paling tersebar luas dalam tumbuhan. Pigmen yang berwarna kuat dan larut dalam air ini adalah penyebab hampir semua warna merah jambu, merah marak, merah, merah senduduk, ungu, dan biru dalam daun bunga, daun, dan buah pada tumbuhan tinggi. Secara kimia semua antosianin merupakan turunan suatu struktur aromatik tunggal, yaitu sianidin, dan semuanya terbentuk dari pigmen sianidin ini dengan penambahan atau pengurangan gugus hidroksil atau dengan metilasi atau glikosilasi (Harborne 1996).

Antosianin berfungsi sebagai antioksidan yang berperan penting baik bagi tanaman itu sendiri maupun bagi kesehatan manusia. Antosianin dapat berfungsi sebagai pencegah tumbuhnya bibit penyakit kanker. Peranan antosianin dalam tanaman antara lain adalah memberikan sifat-sifat yang khusus, yaitu memberikan warna pada buah dan sayuran, sebab itu juga dapat memberikan daya tarik bagi serangga dan burung yang sangat membantu proses penyerbukan bunga dan pembentukan biji. Warna yang disebabkan oleh adanya antosianin tergantung beberapa faktor, yaitu konsentrasi, pH dari media atau adanya pigmen lain. Rumus bangun antosianin disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rumus Bangun Antosianin

(Winarno 2002, Suprpta 2004 *cit.* Tripatmasari 2008).

Kandungan kimia suatu tumbuhan dapat dipengaruhi oleh faktor dalam dan faktor luar, antara lain :

1. Faktor Dalam
 - a. Genetis

Pengaruh yang bisa terjadi karena dari tumbuhan satu spesies tertentu jarang sekali memiliki faktor genetika yang homogeny, kecuali apabila

memang dipelihara secara khusus dan sangat teliti. Apabila perbedaan genetika cukup besar, dapat menimbulkan tidak hanya perbedaan morfologi saja, tetapi juga penyimpangan biokimia yang mengakibatkan perbedaan-perbedaan dalam jumlah dan tipe dari konstituen kimia yang dihasilkan.

b. Morfologi

Banyak dijumpai pada beberapa tumbuhan obat. Sebagai contoh tanaman yang menghasilkan kamfora, Bulbus skila yang berwarna putih dan merah. Juga Rauwolfia. Antara *Rauwolfia serpentina* dan *Rauwolfia verticillata*.

c. Mutasi

Mutasi adalah perubahan susunan atau konstruksi dari gen maupun kromosom suatu individu tanaman, sehingga memperlihatkan penyimpangan atau perubahan dari individu asalnya dan bersifat baka (turun-temurun).

d. Poliploidi

Poliploidi adalah pengaruh yang disebabkan karena bertambahnya komplemen kromosom dan inti sel hidup suatu tumbuhan, yang bisa menyebabkan perubahan fisiologis dan kandungan kimia suatu tumbuhan.

e. Pengaruh hibridisasi

Pemuliaan tanaman dengan hibridisasi ditujukan untuk mengkombinasikan satu atau beberapa karakter dari suatu varietas dengan varietas atau spesies lainnya untuk mempersatukan sifat-sifat unggul dari kedua tetua. Hibridisasi antar varietas *Mentha* telah menghasilkan bermacam minyak essensial antara lain menthol, carvone, dan pulegone (Evans 1989).

f. Pengaruh mikrobia

Keadaan tumbuhan yang mempunyai daya tahan tidak sama dengan tumbuhan lain terhadap mikrobia yang sama, bisa mempengaruhi kandungan kimia dari suatu tumbuhan.

2. Faktor Luar

a. Iklim dan Cahaya Matahari

Iklim dan cahaya matahari besar pengaruhnya terhadap proses fotosintesis hubungannya dalam pembentukan metabolit primer dan sekunder.

b. Pengaruh Tinggi Tempat

Setiap jenis tanaman menghendaki ketinggian tempat yang berbeda. Ketinggian tempat juga berpengaruh pada keberadaan dan produksi alkaloid suatu tanaman.

c. Nutrisi

Nutrisi atau unsur hara sangat mempengaruhi pembentukan metabolit sekunder karena unsur hara merupakan prekursor dari metabolit primer dan sekunder.

d. Umur tumbuhan

Umur tumbuhan akan mempengaruhi kadar dan akumulasi metabolit sekunder. Kadar reserpina dari pule padak akan meningkat sejalan dengan pertambahan umur tanaman.

e. Parasit

Tumbuhan dalam keadaan terkena parasit/sakit, dalam mempertahankan hidup timbul mekanisme yang tidak normal. Dengan sendirinya akan terbentuk produk yang tidak normal pula, antara lain menghasilkan metabolit sekunder.

(Sulandjari 2008).

Nutrisi atau unsur hara sangat mempengaruhi pembentukan metabolit sekunder (Sulandjari 2008). Pada penelitian Tripatmasari (2008) menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara pupuk kotoran sapi dan waktu panen yang nyata meningkatkan bobot basah daun dan produksi total antosianin daun. Perlakuan pupuk kotoran sapi (20 ton/ha) dan panen 4 bulan nyata meningkatkan bobot basah daun tertinggi (38.83 g) dan meningkatkan produksi total antosianin daun tertinggi (13.41 mg/tanaman).

Pengaruh berbagai makronutrien pertumbuhan dan pembentukan antosianin dalam kultur kalus dari rosela juga telah diteliti. Dari faktor nutrisi telah diuji jenis dan konsentrasi sumber karbon dan nitrogen dan konsentrasi fosfat menunjukkan hasil yang ditandai pada pertumbuhan dan produksi antosianin. Penggunaan media yang optimal berdasarkan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan peningkatan 2,5 kali lipat kandungan antosianin. Ada kemungkinan untuk penerapan dua metode taraf kultur untuk produksi pigmen antosianin (Mizukami 1991).

Pada penelitian lain menunjukkan bahwa tanah dengan pupuk kandang ayam 20 ton ha⁻¹ secara signifikan dapat meningkatkan pertumbuhan, pembagian lebih dari 80% dari berat kering untuk tunas. Antosianin lebih terkonsentrasi pada daun tanaman dengan perlakuan pupuk kimia dari pada perlakuan pupuk kandang dan kontrol, tetapi hal ini berbalik pada 18 minggu. Jadi, dapat disimpulkan bahwa 20 ton ha⁻¹ pupuk kandang ayam secara signifikan meningkatkan pertumbuhan, biomassa, dan hasil ekonomi dari rosela (Anyinkeng dan Mih 2011).

Reaksi terhadap stres garam ditunjukkan oleh akumulasi prolin di antara kedua akar dan tunas dua kultivar rosela, dengan respon yang lebih tinggi pada kelopak merah tua. Kandungan antosianin juga lebih tinggi pada kultivar kelopak merah cerah (lebih toleran terhadap garam) dari pada kultivar kelopak merah tua (lebih sensitif garam). Hasil ini menunjukkan bahwa perbedaan kandungan antosianin pada dua kultivar rosela di bawah NaCl adalah semacam respon terhadap stres lingkungan abiotik. Hasil penelitian yang sama ditunjukkan bahwa aplikasi BA (benzyladenine) sebagian dapat mengurangi gejala stres garam di kedua kultivar rosela (Latef et al. 2009).

D. Kebutuhan Air Tanaman dan Cekaman Air

Air, sebagai pelarut yang mobil, adalah pembawa hara dan gas ke sel-sel organisme yang hidup. Pada tanaman ia sangat diperlukan sebagai pereaksi dalam proses-proses fotosintesis dan hidrolisis, dan dalam mempertahankan turgor sel. Pada hewan ia juga bertindak sebagai agen pembersih, menghilangkan kotoran,

dan hasil sampingan metabolisme. Penyerapan, penyimpanan, dan pelepasan air oleh organisme adalah pengatur-pengatur panas yang efektif, mengurangi eekstrim-ekstrim suhu badann yang tidak sehat (Lee 1990).

Kebutuhan air suatu tanaman dapat didefinisikan sebagai jumlah air yang diperlukan untuk memenuhi kehilangan air melalui evapotranspirasi (ET-tanaman) tanaman yang sehat, tumbuh pada sebidang lahan yang luas dengan kondisi tanah yang tidak mempunyai kendala (kendala lengas tanah dan kesuburan tanah) dan mencapai potensi produksi penuh pada kondisi lingkungan tumbuh tertentu (Sumarno 2004).

Cekaman air pada tanaman terjadi karena (1) ketersediaan air dalam media tanam tidak cukup; atau (2) transpirasi yang berlebihan atau kombinasi kedua faktor tersebut. Di dalam tanah meskipun air cukup tersedia, namun tanaman dapat mengalami cekaman air. Hal ini terjadi jika kecepatan absorpsi tidak dapat mengimbangi kehilangan air melalui proses transpirasi (Islami dan Utomo 1995).

Bila ketersediaan air pada fase pertumbuhan dan perkembangan tanaman tidak terpenuhi, maka terjadi stres (cekaman). Stres air merupakan kondisi yang mengganggu keseimbangan pertumbuhan tanaman, yaitu terjadinya kekurangan atau kelebihan air di lingkungan tanaman. Stres air terjadi ketika tanaman tidak mampu menyerap air untuk menggantikan kehilangan akibat transpirasi sehingga terjadi kelayuan, gangguan pertumbuhan bahkan kematian (FAO 2007 *cit.* Desmarina et al. 2009).

Tanaman yang menderita cekaman air secara umum mempunyai ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh normal. Cekaman air mempengaruhi semua aspek pertumbuhan tanaman. Dalam hal ini cekaman air mempengaruhi proses fisiologi dan biokimia tanaman serta menyebabkan terjadinya modifikasi anatomi dan morfologi tanaman (Islami dan Utomo 1995).

Pengaruh cekaman air terhadap pertumbuhan tanaman tergantung pada tingkat cekaman yang dialami dan jenis atau kultivar yang ditanam. Pengaruh awal dari tanaman yang mendapat cekaman air adalah terjadinya hambatan terhadap pembukaan stomata daun yang kemudian berpengaruh besar terhadap

proses fisiologis dan metabolisme dalam tanaman (Penny-Packer et al. 1990 *cit.* Mapegau 2006).

Dalam hal meningkatkan kandungan metabolit sekunder, pemberian cekaman air dapat meningkatkan mutu (asam asiaticosid, asiatic, dan madecasic) simplisia pegagan. Berdasarkan nilai dugaan dari uji statistik, bahwa kadar asam asiaticosid mencapai optimal (3,56%) pada perlakuan cekaman air 53,9% KL, kadar asam asiatic mencapai optimal (1,42%) pada perlakuan cekaman air 65,1% KL, dan kadar asam madecasic mencapai optimal (1,76%) pada perlakuan cekaman air 68,5% KL (Rahardjo et al. 1999). Pada tanaman tempuyung, cekaman air dapat meningkatkan flavonoid (Rahardjo dan Darwati 1997 *cit.* Darwati et al. 2002).

Berdasarkan hasil dari uji kualitatif tanaman Sidaguri (*Sida rhombifolia* Linn) menunjukkan bahwa cekaman kekeringan dapat meningkatkan senyawa sekunder, khususnya tanin. Kandungan alkaloid dan tanin lebih besar dari pada kandungan steroid dan flavanoid. Selain itu, kadar total fenol cenderung meningkat dengan bertambahnya cekaman kekeringan, tetapi ini tidak berlaku pada cekaman 4 minggu. Total fenol tanaman yang mengalami cekaman 4 minggu menyusut secara signifikan. Hal ini dimungkinkan karena tanaman sudah mencapai batas dimana cekaman tersebut sangat berat (Soeyono 2008).

Pada tanaman tapak dara (*Vinca rosea* L.), cekaman air berpengaruh nyata terhadap semua karakter morfologi (kecuali bobot kering akar), persentase jumlah stomata terbuka dan kandungan prolin bebas. Cekaman air sampai 40 persen nyata mengakibatkan turunnya persentase jumlah stomata terbuka. Kandungan prolin bebas meningkat sejalan dengan meningkatnya perlakuan cekaman air (Sukarman et al. 2000).

E. Hipotesis

1. Periode cekaman air mempengaruhi perbedaan pertumbuhan dan perkembangan pada masing-masing varietas rosela.
2. Periode cekaman air mempengaruhi kandungan metabolit sekunder pada masing-masing varietas rosela.

commit to user

III. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai Juni 2012 di Laboratorium Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta dengan ketinggian tempat 95 m dpl menggunakan tanah entisol.

B. Bahan dan Alat

1. Bahan
 - a. Benih tanaman rosela merah dan rosela ungu
 - b. Tanah entisol
 - c. Pupuk *Fine Compost*
 - d. Air bersih
2. Alat
 - a. Polibag
 - b. Timbangan digital
 - c. Timbangan analitik
 - d. Cangkul
 - e. Cethok
 - f. Gelas ukur
 - g. *Cutter*
 - h. Penggaris
 - i. Camera digital

C. Perancangan Penelitian dan Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan terdiri atas dua faktor perlakuan.

1. Faktor pertama yaitu varietas rosela (R) yang terdiri dari 2 macam, yaitu :
R1 : rosela merah
R2 : rosela ungu

commit to user

2. Faktor kedua yaitu periode cekaman air (C) yang terdiri dari 4 macam , yaitu:

C0 : tanpa cekaman

C1 : dicekam pada umur 4-7 MST

C2 : dicekam pada umur 6-9 MST

C3 : dicekam pada umur 8-11 MST

Intensitas cekaman air yang digunakan sebesar 50% dari kadar lengas/air tersedia (KAT).

Sehingga didapatkan 8 kombinasi perlakuan. Adapun 8 kombinasi perlakuan tersebut adalah sebagai berikut :

- a. R1C0 : rosela merah dan tanpa cekaman
- b. R1C1 : rosela merah dan dicekam pada umur 4-7 MST
- c. R1C2 : rosela merah dan dicekam pada umur 6-9 MST
- d. R1C3 : rosela merah dan dicekam pada umur 8-11 MST
- e. R2C0 : rosela ungu dan tanpa cekaman
- f. R2C1 : rosela ungu dan dicekam pada umur 4-7 MST
- g. R2C2 : rosela ungu dan dicekam pada umur 6-9 MST
- h. R2C3 : rosela ungu dan dicekam pada umur 8-11 MST

Masing-masing kombinasi perlakuan tersebut diulang sebanyak empat kali sehingga terdapat 32 unit percobaan. Pada setiap unit percobaan menggunakan dua tanaman sampel, sehingga terdapat 64 tanaman percobaan.

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan uji F (*Fisher Test*) taraf 5%, dan apabila berbeda nyata dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) taraf 5%. Pada variabel saat muncul kelopak bunga dan kadar antosianin total, data dianalisis secara deskriptif.

D. Pelaksanaan Penelitian

1. Persiapan Media Pembibitan

Membuat media pembibitan dengan komposisi tanah, pasir, dan kompos dengan perbandingan 1 : 1 : 1. Media pembibitan tersebut dimasukkan ke dalam polibag kecil.

2. Persiapan Bahan Tanam

Pembibitan dilakukan dengan menggunakan biji (secara generatif). Sebelum disemaikan biji rosela merah dan rosela ungu direndam ke dalam air. Setelah itu, memilih biji yang baik yaitu biji yang tenggelam dalam air. Setelah bibit berumur 1 bulan, bibit tersebut dapat dipindah ke polibag.

3. Persiapan Tanam

Media tanam yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah entisol dengan pupuk kandang 20 ton/ha. Tanah entisol yang akan digunakan, dikering anginkan terlebih dahulu di dalam rumah kaca selama \pm 1 bulan. Pengeringan tanah dilakukan dengan membolak-balikkan tanah menggunakan cangkul. Setelah tanah kering angin, kemudian tanah digiling menggunakan mesin penggiling tanah. Setelah media tanam siap maka media tanam tersebut dimasukkan dalam polibag. Tiap polibag menggunakan 10 kg tanah kering angin.

4. Penanaman

Penanaman bibit rosela merah dan rosela ungu diawali dengan pembuatan lubang pada polibag penanaman. Kemudian menanam bibit tersebut pada lubang tanam dan disiram dengan air sampai kapasitas lapang. Bibit yang dipilih yang seragam dan masing-masing polibag berisi satu tanaman.

5. Pemeliharaan

a. Penyiraman

Penyiraman dilakukan sesuai perlakuan masing-masing. Penyiraman dilakukan pada sore hari menggunakan metode gravimetri.

b. Pemupukan

Pemberian pupuk diberikan pada awal sebagai campuran media tanam. Pupuk yang digunakan adalah pupuk *Fine Compost* dengan dosis 20 ton/ha.

c. Penyulaman

Penyulaman dilakukan pada saat tanaman berumur 1 minggu setelah tanam (MST). Penyulaman ini dilakukan pada tanaman yang mati atau tidak tumbuh dengan baik.

d. Penyiangan

Penyiangan dilakukan untuk menghilangkan gulma dan rumput liar yang tumbuh pada polibag agar tidak mengganggu proses pertumbuhan tanaman.

e. Pengendalian Hama

Pengendalian hama kutu putih dilakukan dengan cara penyemprotan menggunakan pestisida biologis dan secara mekanis.

6. Pemanenan

Tanaman rosela mulai dipanen pada umur 4-5 bulan. Kelopak bunga rosela merah dan rosela ungu dipanen setelah berkembang penuh atau telah mencapai ukuran optimal. Dalam hal ini bunga (mahkota bunga) sudah gugur, buahnya sudah membuka dan biji belum mengering. Kondisi ini biasanya tercapai pada umur 15-20 hari setelah bunga mekar.

7. Perlakuan Pencekaman

Perlakuan pencekaman dilakukan pada periode 4-7 MST, 6-9 MST, dan 8-11 MST. Intensitas cekaman air yang digunakan sebesar 50% dari kadar lengas/air tersedia (KAT). Setelah perlakuan pencekaman selesai, pemberian air dikembalikan lagi sampai kondisi 100% kapasitas lapang.

8. Pengamatan

Pengamatan terhadap pertumbuhan tanaman dilakukan 1 minggu sekali dan hasil tanaman dilakukan pada saat panen.

E. Pengamatan Peubah

1. Tinggi Tanaman

Pengamatan tinggi tanaman diukur 1 minggu sekali, pengukuran dimulai dari permukaan tanah hingga titik tumbuh. Tinggi tanaman dinyatakan dalam satuan centimeter (cm).

2. Jumlah Cabang Produktif

Cabang produktif merupakan cabang yang dapat menghasilkan bunga. Perhitungan dilakukan di akhir pengamatan.

3. Saat Muncul Kelopak Bunga

Pengamatan saat muncul kelopak bunga apabila telah ada dari 50% populasi tanaman sampel dari setiap perlakuan telah muncul kelopak bunga.

4. Jumlah Kelopak Bunga

Perhitungan jumlah kelopak bunga dilakukan di akhir penelitian, dengan menjumlahkan total bunga yang sudah dipanen setiap minggunya.

5. Berat Segar Kelopak

Berat segar kelopak dihitung setelah dilakukan pemanenan setiap minggunya dengan menggunakan timbangan analitik. Kemudian berat akhir kelopak diakumulasikan diakhir penelitian.

6. Berat Kering Kelopak

Berat kering kelopak dihitung menggunakan timbangan analitik, kelopak bunga dikeringkan dibawah sinar matahari langsung hingga kering. Berat kering total diakumulasikan dari pemanenan awal sampai akhir panen.

7. Ratio Akar dan Tajuk

Perhitungan ratio akar dan tajuk dilakukan dengan membandingkan berat kering akar dan tajuk tanaman setelah dilakukan penimbangan.

8. Kandungan Metabolit Sekunder Kelopak Bunga

Kandungan metabolit sekunder (antosianin total) kelopak bunga rosela merah dan rosela ungu diukur setelah kelopak bunga dikeringkan dan dilakukan di laboratorium kimia dan biokimia pangan FTP UGM. Kandungan antosianin total dinyatakan dalam satuan mg/100 g.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Rumah Kaca C Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta dengan ketinggian tempat 95 m dpl pada bulan Januari sampai Juni 2012. Selain tanaman rosela, di dalam rumah kaca tersebut juga terdapat tanaman mangsi, jeruk dan kaktus yang merupakan penelitian mahasiswa maupun dosen. Selain digunakan sebagai tempat penelitian, rumah kaca tersebut juga dijadikan sebagai tempat praktikum berbagai mata kuliah. Kondisi atap dan kaca yang rusak menyebabkan masuknya hama pada saat penelitian berlangsung. Hama yang menyerang tanaman rosela ini adalah kutu putih. Di dalam rumah kaca ini juga terdapat tiga kran air yang berada dekat dengan penempatan perlakuan penelitian, sehingga memudahkan dalam proses penyiraman tanaman.

Pelaksanaan penelitian mulai dari pengeringan tanah entisol hingga kering angin, pembibitan, dan penanaman rosela dilakukan di dalam rumah kaca tersebut. Pada saat dilaksanakan penelitian, berlangsung pula praktikum dari berbagai mata kuliah yang menyebabkan banyaknya aktifitas di sekitar lokasi penelitian. Banyaknya aktifitas ini mengakibatkan beberapa batang tanaman patah. Batang tanaman yang patah ini ada yang bisa diselamatkan dan ada pula yang menyebabkan kematian.

B. Variabel Pengamatan

Air merupakan kebutuhan esensial bagi tanaman. Jika suatu tanaman kekurangan atau kelebihan air akan menunjukkan proses fisiologis dan biokimia yang berbeda, sehingga mempengaruhi pertumbuhan dan kandungan senyawa kimia didalamnya. Pemberian cekaman air akan mengganggu translokasi hara, fotosintesis dan respirasi, zat pengatur tumbuh, pertumbuhan dan perkembangan, dan kandungan metabolit sekunder pada tanaman sebagai bentuk pertahanan tanaman terhadap stres lingkungan (Wibawati, 2006).

commit to user

Tabel 1. Sidik Ragam Pengaruh Periode Cekaman Air terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Metabolit Sekunder Rosela Merah dan Rosela Ungu

Sumber	Variabel Penelitian					
	T	JCP	JKB	BSK	BKK	RTA
R	**	ns	ns	*	*	ns
C	**	ns	ns	ns	ns	ns
R*C	*	ns	ns	ns	ns	ns

Keterangan : R = Varietas Rosela, C = Periode Cekaman, T = Tinggi Tanaman, JCP = Jumlah Cabang Produktif, JKB = Jumlah Kelopak Bunga, BSK = Berat Segar Kelopak, BKK = Berat Kering Kelopak, RTA = Ratio Tajuk dan Akar, * = berpengaruh nyata pada uji F taraf 5%, ** = berpengaruh sangat nyata pada uji F taraf 5%, ns = berpengaruh tidak nyata pada uji F taraf 5 %

Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil analisis uji F (*Fisher test*) 5 % terhadap sebagian variabel pengamatan menunjukkan berpengaruh tidak nyata (*non significant*) pada macam varietas rosela. Pengaruh nyata dari macam varietas rosela terdapat pada variabel berat segar kelopak dan berat kering kelopak, sedangkan tinggi tanaman berpengaruh sangat nyata. Hal ini menunjukkan bahwa setiap tanaman mempunyai keragaman pertumbuhan, yang diekspresikan pada berbagai sifat tanaman yang mencakup bentuk dan fungsi tanaman, seperti yang diungkapkan oleh Sitompul dan Guritno (1995), bahwa perbedaan varietas merupakan salah satu penyebab keragaman penampilan tanaman. Karena faktor genetik yang berbeda dapat diekspresikan pada berbagai sifat tanaman yang mencakup bentuk dan fungsi tanaman yang menghasilkan keragaman pertumbuhan tanaman.

Selanjutnya tabel 1 menunjukkan bahwa periode cekaman air juga berpengaruh tidak nyata terhadap hampir semua variabel pengamatan, kecuali tinggi tanaman yang berpengaruh sangat nyata. Hasil yang sama juga ditunjukkan pada interaksi antara macam varietas dan periode cekaman air yang berpengaruh tidak nyata terhadap hampir semua variabel pengamatan, kecuali tinggi tanaman yang berpengaruh nyata.

1. Tinggi Tanaman

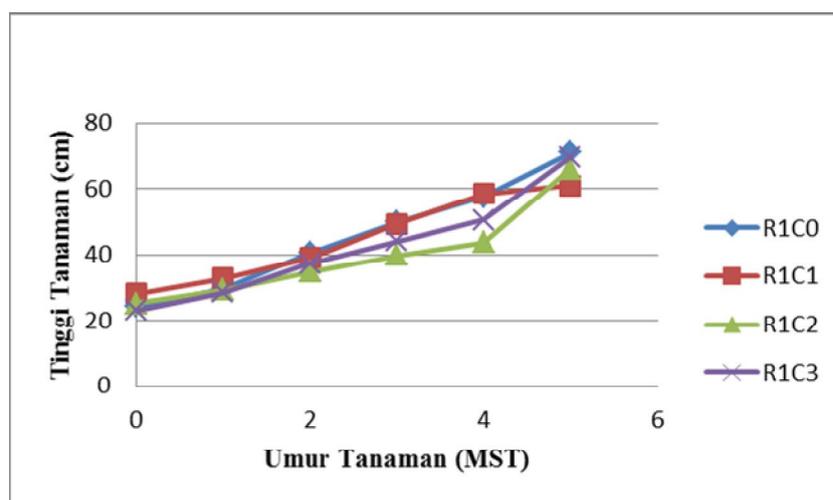
Tinggi tanaman merupakan ukuran tanaman yang sering diamati, baik sebagai indikator pertumbuhan maupun sebagai parameter yang digunakan untuk mengukur pengaruh lingkungan atau perlakuan yang diterapkan. Ini didasarkan kenyataan bahwa tinggi tanaman merupakan ukuran pertumbuhan yang paling mudah dilihat (Sitompul dan Guritno 1995).

Tabel 2. Pengaruh Periode Cekaman Air terhadap Rerata Tinggi Tanaman Rosela Merah dan Rosela Ungu (cm).

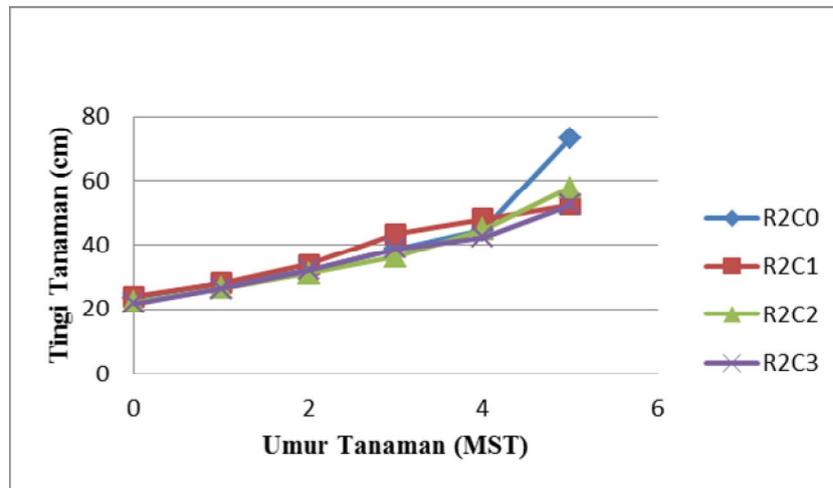
Varietas	Periode Cekaman Air (MST)				Rerata
	kontrol	4-7	6-9	8-11	
Rosela Merah	70.75 ^d	60.81 ^{bc}	66.00 ^{cd}	69.50 ^d	66.76
Rosela Ungu	73.12 ^d	52.25 ^a	57.75 ^{ab}	52.31 ^a	58.86
Rerata	71.94	56.53	61.88	60.90	

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji DMRT taraf 5 %

Tabel 2 menunjukkan bahwa tinggi tanaman pada perlakuan varietas rosela merah tanpa cekaman (kontrol) memberikan hasil tertinggi yaitu 70.75 cm dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan yang dicekam pada umur 6-9 MST dan 8-11 MST, tetapi berbeda nyata pada perlakuan yang dicekam pada umur 4-7 MST. Sedangkan, pada perlakuan varietas rosela ungu, tinggi tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa cekaman (kontrol) yaitu 73.12 cm dan berbeda nyata dengan semua perlakuan.



Gambar 2. Pertumbuhan Tinggi Tanaman Rosela Merah



Gambar 3. Pertumbuhan Tinggi Tanaman Rosela Ungu

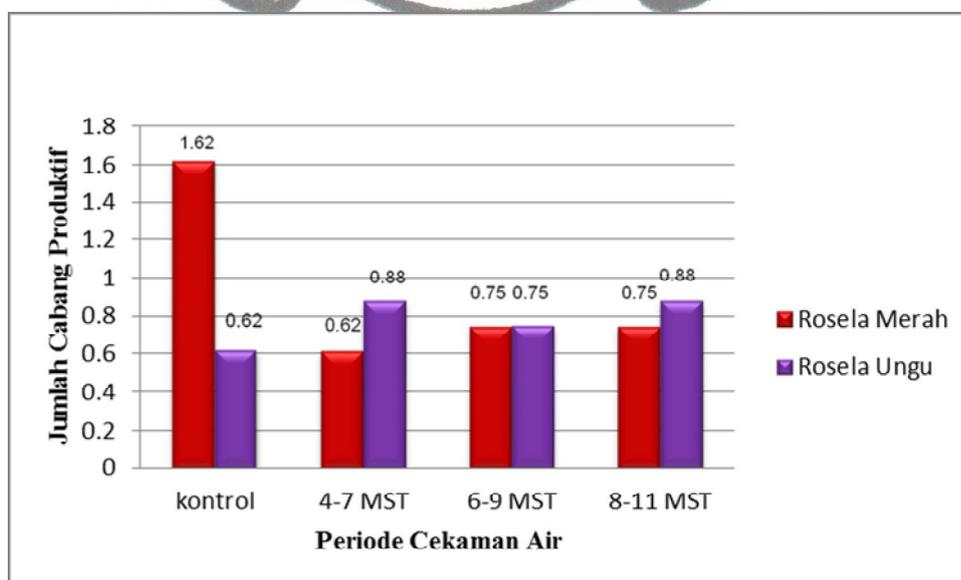
Gambar 2 dan 3 menunjukkan bahwa pada kedua varietas, pertumbuhan tanaman awal relatif sama. Pengaruh cekaman air terhadap tinggi tanaman mulai terlihat pada perlakuan R1C1 dan R2C1 di 4 MST di mana tinggi tanaman pada kedua varietas mengalami sedikit peningkatan. Hal ini disebabkan oleh peranan air yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Menurut Gardner et al. (1991), fungsi air bagi tanaman yaitu: (1) pelarut dan medium untuk reaksi kimia, (2) medium untuk transpor, zat terlarut organik dan anorganik, (3) medium yang memberikan turgor pada sel tanaman, (4) hidrasi dan netralisasi muatan pada molekul-molekul koloid, (5) bahan baku untuk fotosintesis, proses hidrolisis dan reaksi-reaksi kimia lainnya dalam tumbuhan, dan (6) transpirasi untuk mendinginkan permukaan tanaman.

Karena adanya kebutuhan air yang tinggi dan pentingnya air, tumbuhan memerlukan sumber air yang tetap untuk tumbuh dan berkembang. Setiap kali air menjadi terbatas, pertumbuhan berkurang dan biasanya berkurang pula hasil panen tanaman budidaya. Kekurangan air menurunkan perkembangan vegetatif dan hasil panen dengan cara mengurangi pengembangan daun dan penurunan fotosintesis daun, yang berakibat menurunnya fotosintesis tajuk. Penurunan ini terutama dipengaruhi oleh tingkatan kekurangan air (Gardner et al. 1991).

Menurut Harjadi dan Yahya (1988), cekaman kekeringan yang sedikit saja sudah cukup menyebabkan lambat atau berhentinya pembelahan dan pembesaran sel (antara lain perluasan daun). Jika suatu tanaman mengalami cekaman air yang semakin besar, diferensiasi organ-organ baru dan perluasan maupun pembesaran organ yang telah ada merupakan bagian yang pertama kali menunjukkan respon. Stres yang lebih lanjut akan menyebabkan berkurangnya laju fotosintesis.

2. Jumlah Cabang Produktif

Pertumbuhan dan perkembangan bagian-bagian vegetatif tanaman di atas tanah terutama ditentukan oleh aktivitas meristem apikal karena primordial daun terbentuk dan pemanjangan batang bermula. Percabangan merupakan fungsi genotipe yang berinteraksi dengan sejumlah faktor lingkungan dan biologis (Soedradjad dan Avivi 2005). Jumlah cabang produktif merupakan variabel penelitian yang dapat menentukan produksi bunga pada tanaman rosela. Hal tersebut dikarenakan dengan adanya jumlah cabang produktif yang lebih banyak, maka produksi tanaman juga meningkat.



Gambar 4. Histogram Jumlah Cabang Produktif

Berdasarkan hasil analisis uji F (*Fisher test*) 5 % dapat diketahui bahwa jumlah cabang produktif pada perlakuan varietas rosela dan periode cekaman air memberikan hasil yang berbeda tidak nyata.

Berdasarkan gambar 4 walaupun memberikan hasil yang berbeda tidak nyata secara statistik, tetapi dapat diketahui bahwa jumlah cabang produktif tertinggi dihasilkan pada kombinasi perlakuan varietas rosela merah tanpa cekaman. Menurut Tn (2010) *cit.* Apriawan (2011), air dapat sangat menguntungkan bagi tanaman bila tanah berada dalam kondisi yang baik untuk pertumbuhan yaitu air pada kondisi kapasitas lapang. Keuntungannya yaitu adanya imbalan antara pori makro dengan pori mikro tanah, sebagian besar nutrisi dalam bentuk terlarut sehingga mudah diserap tanaman, dan permukaan akar memiliki luasan terbesar untuk menjalankan proses difusi ion dan aliran masa ion. Jika penurunan suplai air diberikan ke tanaman, akan dapat mempengaruhi morfologi tanaman, yaitu perkembangan tanaman menjadi terhambat.

Selain itu, tanpa adanya cekaman air daun tanaman mempunyai ukuran yang normal yang dapat meningkatkan intersepsi cahaya matahari, sehingga kemampuan fotosintesis meningkat. Hasil fotosintesis akan ditranslokasikan keseluruh jaringan tanaman melalui pembuluh floem, selanjutnya energi dari hasil fotosintesis tersebut akan mengaktifkan pertumbuhan tunas, sehingga jumlah cabang meningkat (Widiastuti et al. 2004). Hal ini ditunjukkan oleh jumlah cabang produktif yang cukup tinggi pada perlakuan tanpa cekaman (kontrol). Akan tetapi, pada rosela ungu memberikan respon yang berbeda, di mana cekaman air dapat meningkatkan jumlah cabang produktif. Perbedaan respon ini dapat disebabkan karena faktor genetik.

3. Saat Muncul Kelopak Bunga

Pembungaaan tanaman merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari pertumbuhan tanaman. Fenologi adalah ilmu tentang periode fase-fase yang terjadi secara alami pada tumbuhan. Berlangsungnya fase-fase tersebut sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan sekitar, seperti lamanya penyinaran, suhu dan kelembaban udara (Fewless 2006 *cit.* Yulia 2007). Fenologi pembungaan suatu jenis tumbuhan adalah salah satu karakter penting dalam siklus hidup tumbuhan karena pada fase itu terjadi proses awal bagi suatu tumbuhan untuk berkembang biak. Menurut Sitompul dan Guritno (1995) pengamatan fenologi

tumbuhan yang seringkali dilakukan adalah perubahan masa vegetatif ke generatif dan panjang masa generatif tumbuhan tersebut. Ini biasanya dilakukan melalui pendekatan dengan pengamatan umur bunga, pembentukan biji dan saat panen.

Tabel 3. Pengaruh Periode Cekaman Air terhadap Saat Muncul Kelopak Bunga Rosela Merah dan Rosela Ungu (HST)

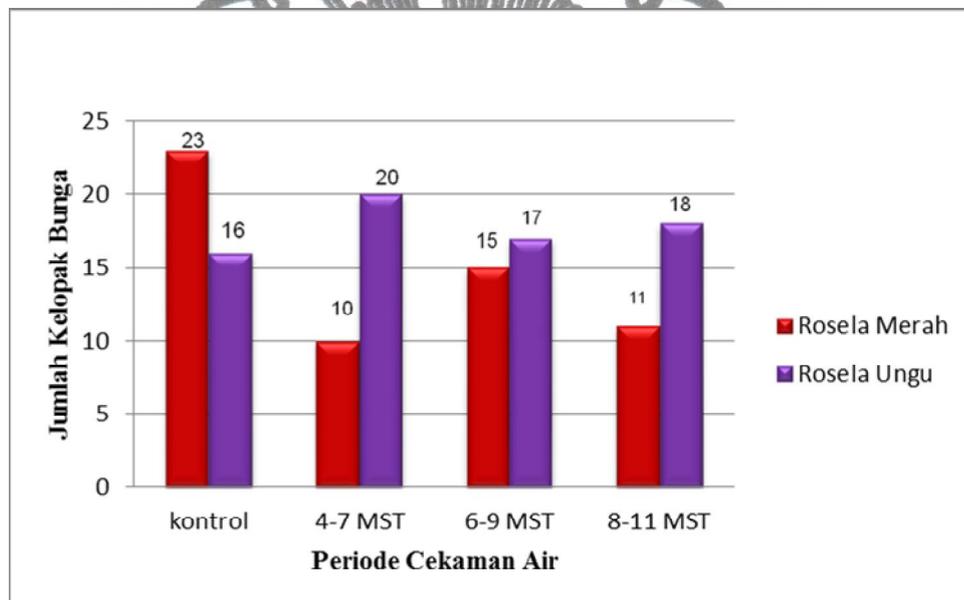
Varietas	Periode Cekaman Air (MST)			
	kontrol	4-7	6-9	8-11
Rosela Merah	58	40	40	42
Rosela Ungu	64	48	53	49

Tabel 3 menunjukkan bahwa, perlakuan varietas rosela merah tanpa cekaman (kontrol), yang dicekam pada umur 4-7 MST, 6-9 MST, dan 8-11 MST, masing-masing kelopak bunga muncul pada 58 HST, 40 HST, 40 HST, dan 42 HST. Sedangkan, pada varietas rosela ungu, perlakuan tanpa cekaman (kontrol), yang dicekam pada umur 4-7 MST, 6-9 MST, dan 8-11 MST, masing-masing kelopak bunga muncul pada 64 HST, 48 HST, 53 HST, dan 49 HST.

Menurut Astuti dan Darmanti (2010), penyiraman 240 mL menyebabkan tanaman mengalami kekurangan air karena kurang dari kapasitas lapang sehingga tanaman lebih cepat berbunga. Hal ini diduga karena adanya perubahan pertumbuhan dari vegetatif ke generatif yang diakibatkan penurunan aktivitas meristem apikal pada tanaman yang kekurangan air. Hal ini sesuai dengan pendapat Retnaningrum (2001) *cit.* Astuti dan Darmanti (2010) yang menyatakan bahwa kekurangan air pada tanaman akan mengakibatkan aktivitas meristem apikal untuk pertumbuhan vegetatif menurun sehingga terjadi mobilisasi energi dan cadangan makanan dari meristem apikal ke meristem lateral untuk pembentukan bunga. Dalam penelitian ini juga menunjukkan bahwa cekaman air pada periode 4-7 MST dapat mempercepat saat muncul kelopak bunga pada kedua varietas rosela. Pada rosela ungu saat muncul bunga tercepat juga ditunjukkan oleh perlakuan cekaman air pada periode 6-9 MST.

4. Jumlah Kelopak Bunga

Organ-organ vegetatif yang tumbuh dengan baik akan berpengaruh pada hasil tanaman, karena setelah memasuki fase generatif fotosintat yang dihasilkan akan diakumulasikan ke organ generatif seperti bunga dan biji baik fotosintat yang baru dihasilkan maupun yang tertimbun dalam organ tanaman sebagai cadangan makanan. Sehingga pertumbuhan yang baik dapat mendukung pembentukan bunga dengan jumlah yang lebih banyak (Halim 2007). Jumlah kelopak bunga ini dapat mempengaruhi berat basah dan berat kering kelopak bunga.



Gambar 5. Histogram Jumlah Kelopak Bunga

Gambar 5. menunjukkan bahwa jumlah kelopak bunga pada perlakuan varietas rosela dan periode cekaman air memberikan hasil yang berbeda tidak nyata. Walaupun secara statistik berbeda tidak nyata, berdasarkan gambar 5 dapat diketahui bahwa secara umum varietas rosela ungu menghasilkan jumlah kelopak bunga yang cukup tinggi. Sedangkan tanpa cekaman (kontrol), rosela ungu justru menunjukkan jumlah kelopak bunga relatif rendah.

Menurut Wang et al. (1995) *cit.* Novyangtri (2011), cekaman kekeringan yang dialami tanaman pada setiap periode pertumbuhan dan perkembangan dapat menurunkan hasil produksi meskipun besar penurunannya tergantung fase pertumbuhan pada saat terjadi dan lamanya cekaman. Fosket (1994) *cit.* Astuti

dan Darmanti (2010) menyatakan bahwa induksi bunga hanya akan terjadi jika kuantitas substansi induksi bunga yang berada di tunas meristem apikal mencukupi, sehingga akumulasi hasil fotosintesis selama fase vegetatif sangat mempengaruhi jumlah substansi yang akan disiapkan untuk fase reproduktif.

5. Berat Segar Kelopak

Berat segar kelopak bunga sangat dipengaruhi ketersediaan unsur hara dan kondisi lingkungan bagi tanaman. Unsur hara dan kondisi lingkungan yang menguntungkan akan memacu hasil fotosintesis dan asimilat yang diperlukan dalam pembentukan bunga. Bila unsur hara terpenuhi dengan baik maka berat segar kelopak bunga juga semakin tinggi (Hakim 2009).

Tabel 4. Pengaruh Periode Cekaman Air terhadap Rerata Berat Segar Kelopak Bunga Rosela Merah dan Rosela Ungu (g/tanaman).

Varietas	Periode Cekaman Air (MST)				Rerata
	kontrol	4-7	6-9	8-11	
Rosela Merah	1.31 ^a	2.13 ^a	5.76 ^{ab}	2.70 ^{ab}	2.98
Rosela Ungu	7.70 ^{ab}	8.52 ^{ab}	9.95 ^b	1.42 ^a	6.90
Rerata	4.50	5.32	7.86	2.06	

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji DMRT taraf 5 %

Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan rosela merah pada semua periode cekaman air berbeda tidak nyata terhadap berat segar kelopak. Hasil yang berbeda ditunjukkan pada perlakuan varietas rosela ungu, berat segar kelopak rosela ungu yang dicekam pada umur 6-9 MST memberikan hasil tertinggi yaitu 9.95 dan berbeda nyata dengan perlakuan varietas rosela ungu yang dicekam pada umur 8-11 MST yaitu 1.42.

Stress air dapat menghambat membukanya stomata. Stress air yang ringan kecil pengaruhnya terhadap menutupnya stomata. Bila stress air ini berlangsung lebih hebat akan mengurangi penyerapan CO₂, lebih dari itu fotofosforilasi dan fotolisis air juga akan terganggu. Kecepatan translokasi fotosintat dari daun ke bagian tanaman lainnya juga akan menurun, translokasi fotosintat ini memiliki respon yang lebih sensitif dari pada fotosintesisnya (Biswal & Biswal 1999 *cit.* Yuliani 2009).

Cekaman kekeringan yang terjadi pada fase vegetatif menghambat pertumbuhan tanaman dan menurunkan pembelahan dan pemanjangan sel. Cekaman kekeringan juga menyebabkan terhambatnya aktivitas fotosintesis dan translokasi fotosintat (Yakushiji et al. 1998, Savin dan Nicolas 1996 *cit.* Riduan et al. 2005). Terhambatnya fotosintesis menyebabkan fotosintat yang dihasilkan juga berkurang sehingga translokasi fotosintat ke organ generatif seperti bunga juga terhambat. Dengan adanya hal tersebut, maka berat segar kelopak bunga menurun.

6. Berat Kering Kelopak

Meningkatnya pertumbuhan dan perkembangan tanaman, dicerminkan dengan besarnya asimilat yang dihasilkan oleh proses fotosintesis. Asimilat yang terakumulasi adalah dalam bentuk bahan kering (*dry matter*) (Winten, 2009). Berat kering simplisia merupakan indikator pertumbuhan yang paling representatif karena merupakan integrasi dari hampir semua peristiwa yang dialami tanaman sebelumnya (Sitompul dan Guritno 1995).

Tabel 5. Pengaruh Periode Cekaman Air terhadap Rerata Berat Kering Kelopak Bunga Rosela Merah dan Rosela Ungu (g/tanaman).

Varietas	Periode Cekaman Air (MST)				Rerata
	kontrol	4-7	6-9	8-11	
Rosela Merah	0.14 ^a	0.23 ^{ab}	0.32 ^{ab}	0.21 ^{ab}	0.22
Rosela Ungu	0.48 ^{ab}	0.80 ^b	0.64 ^{ab}	0.38 ^{ab}	0.58
Rerata	0.31	0.51	0.48	0.23	

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji DMRT taraf 5 %

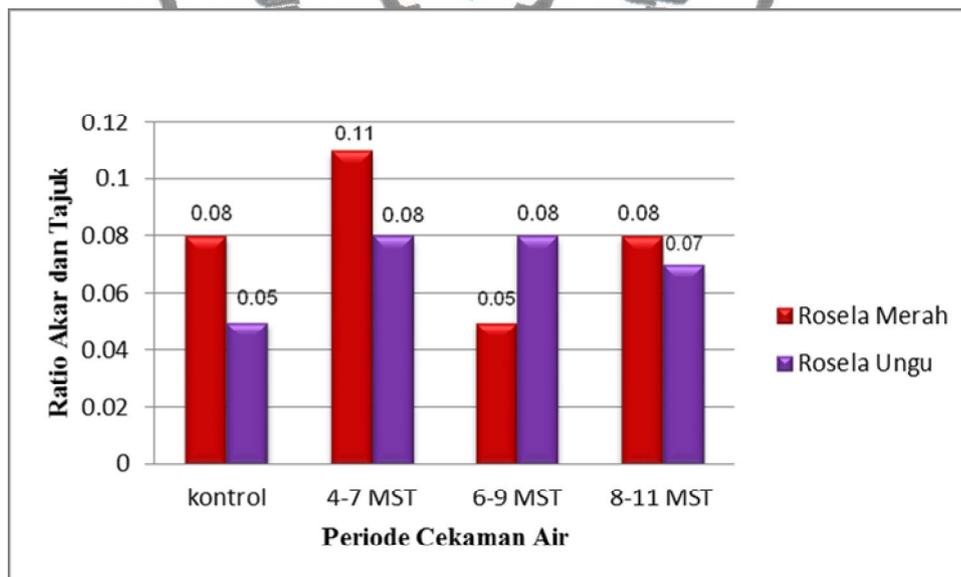
Berdasarkan tabel 5 dapat diketahui bahwa varietas rosela menunjukkan berbeda nyata pada varietas yang berbeda, tetapi berbeda tidak nyata pada varietas yang sama.

Cekaman kekeringan dapat menurunkan tingkat produktivitas (biomassa) tanaman, karena menurunnya metabolisme primer, penyusutan luas daun dan aktivitas fotosintesis. Penurunan akumulasi biomassa akibat cekaman air untuk setiap jenis tanaman besarnya tidak sama. Hal tersebut dipengaruhi oleh respon masing-masing jenis tanaman (Rahardjo et al. 1999 *cit.* Solichatun et al. 2005).

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa berat kering kelopak tertinggi rosela merah terjadi pada periode 6-9 MST, sedangkan berat kering kelopak tertinggi rosela ungu terjadi pada periode 4-7 MST. Hal ini dapat disebabkan pada perlakuan tersebut lebih diarahkan pada pembentukan tajuk atau pembentukan selain bunga.

7. Ratio Akar dan Tajuk

Alometri dari pertumbuhan ujung dan pertumbuhan akar, biasanya dinyatakan sebagai ratio tajuk-akar (rasio S-R atau *shot-root ratio*), yang mempunyai kepentingan fisiologis, karena dapat menggambarkan salah satu tipe toleransi terhadap kekeringan. Walaupun ratio S-R itu dikendalikan secara genetik, ratio itu juga sangat dipengaruhi oleh lingkungan yang kuat (Gardner et al. 1991).



Gambar 6. Histogram Ratio Akar dan Tajuk

Gambar 6 menunjukkan bahwa ratio akar dan tajuk pada perlakuan varietas rosela dan periode cekaman air memberikan hasil yang berbeda tidak nyata. Walaupun memberikan hasil yang berbeda tidak nyata secara statistik, tetapi dapat diketahui bahwa secara umum varietas rosela merah menghasilkan ratio tajuk dan akar yang cukup tinggi.

Menurut Kurniawan (2009), pada kondisi tanah yang kurang subur dan kurang air, akar akan aktif mencari air dan hara, sehingga dimungkinkan akar yang terbentuk akan lebih banyak dan ratio akar tajuk semakin besar. Hal tersebut selaras dengan pernyataan Sitompul dan Guritno (1995) yang menyatakan bahwa produksi biomassa paling tinggi dari bagian tajuk terdapat pada keadaan paling basah, sebaliknya yang dari akar adalah pada keadaan kering.

Dengan ratio akar dan tajuk yang tinggi menunjukkan bahwa tanaman mampu memanfaatkan tajuk yang sedikit dan air yang kurang optimal untuk melakukan metabolisme sebaik mungkin. Metabolisme yang semakin baik akan menyebabkan proses fotosintesis juga berjalan dengan sebaik mungkin, sehingga menghasilkan fotosintat cukup banyak untuk didistribusikan ke seluruh organ tanaman, terutama bagian tanaman yang akan diambil hasilnya (Kurniawan 2009). Pada penelitian ini cekaman air pada periode 4-7 MST dapat meningkatkan ratio tajuk dan akar pada rosela merah dan rosela ungu.

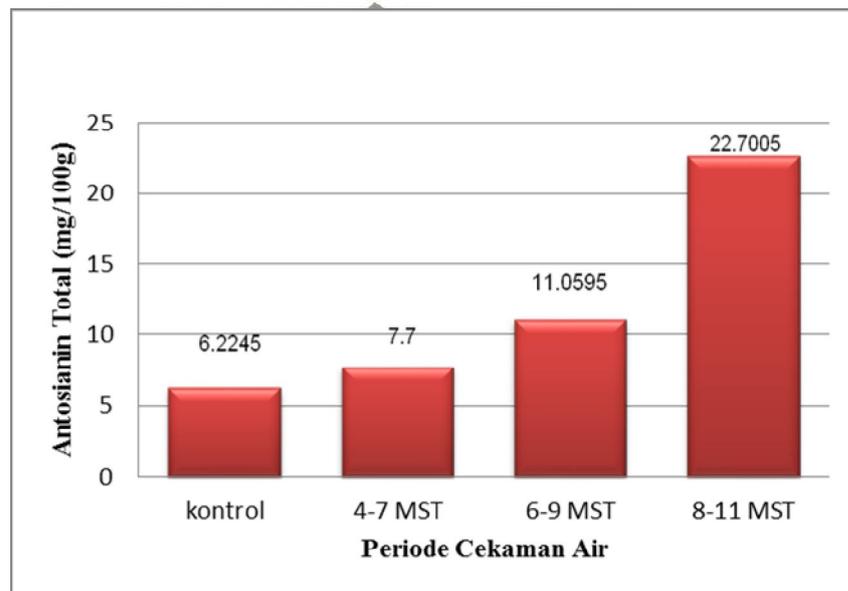
Rasio tajuk-akar digunakan untuk mengetahui kemampuan tumbuhan dalam mempertahankan keseimbangan fungsional di lingkungan yang mengalami cekaman. Rasio tajuk-akar bersifat plastis, nilainya akan meningkat pada kondisi ketersediaan air, nitrogen, oksigen, dan suhu yang rendah (Fitter dan Hay, 1998). Hal ini terjadi karena pada tumbuhan yang mengalami cekaman akan mengalokasikan sebagian besar hasil fotosintesisnya ke organ penyimpanan.

8. Kandungan Metabolit Sekunder Kelopak Bunga

Metabolit sekunder tumbuhan telah lama diketahui mempunyai banyak manfaat bagi tumbuhan diantaranya sebagai bahan obat atau farmasi, pewarna makanan, pestisida, dan pewangi (Heble 1996 *cit.* Solichatun et al. 2005). Sedang bagi tumbuhan sendiri metabolit sekunder sering berperan untuk kelangsungan hidup suatu spesies dalam menghadapi spesies yang lain (Manitto, 1992).

Pigmen warna berupa antosianin merupakan pewarna paling penting dan tersebar luas dalam tumbuhan. Pigmen yang berwarna kuat dan larut dalam air ini adalah penyebab hampir semua warna merah jambu, merah tua, lembayung, ungu dan biru dalam daun bunga, daun dan buah pada tumbuhan tinggi. Secara

kimiawi, semua antosianin merupakan turunan struktur aromatik tunggal yaitu sianidin dan semuanya terbentuk dari pigmen sianidin ini dengan penambahan atau pengurangan gugus hidroksil atau dengan metilasi atau glikosilasi. Secara kimiawi, antosianin adalah kelompok yang sangat beragam, terdapat sebanyak 550 senyawa berbeda yang dilaporkan pada awal 2006 mengandung antosianin (Cabrita L 1999, Perisa et al. 2007 *cit.* Marwati 2011).

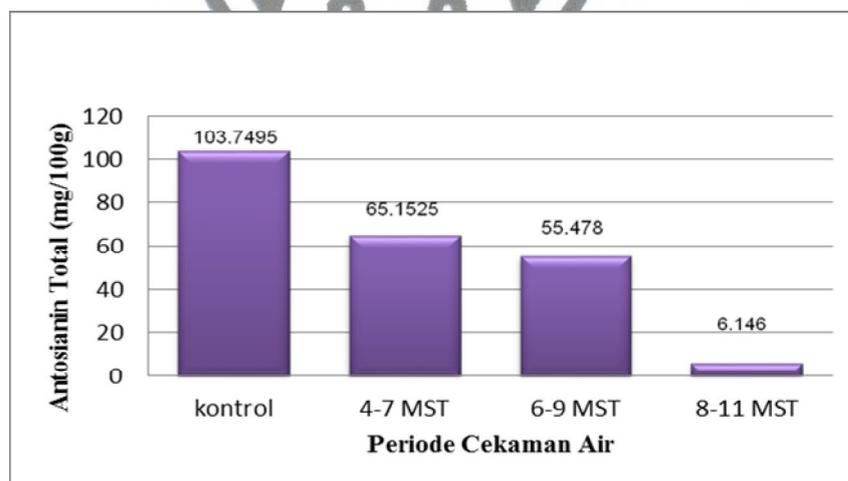


Gambar 7. Pengaruh Periode Cekaman Air terhadap Kadar Antosianin Total Rosela Merah.

Gambar 7 menunjukkan bahwa pengaruh periode cekaman air terhadap kadar antosianin total rosela merah memberikan hasil tertinggi pada perlakuan rosela merah yang dicekam pada umur 8-11 MST yaitu 22,7005 mg/100 g dan hasil terendah pada perlakuan rosela merah tanpa cekaman yaitu 6.2245 mg/100 g. Dalam hal ini dapat diketahui bahwa cekaman air pada periode 8-11 MST dapat meningkatkan kadar antosianin total kelopak bunga rosela merah. Hal ini dapat dikarenakan pada periode tersebut tanaman merespon adanya kekurangan air. Kandungan kimia suatu tumbuhan dapat dipengaruhi oleh faktor dalam dan faktor luar (Sulandjari 2008).

Penelitian Kurniawan (2009) menunjukkan bahwa pada tanaman pule pandak, periode cekaman 90-120 HST memberikan hasil yang terbaik yaitu sebesar 0,47% dan periode cekaman 30-60 HST menghasilkan kandungan reserpina paling kecil yaitu sebesar 0,42%. Periode cekaman 90-120 HST menghasilkan kandungan reserpina terbesar diduga karenan pada periode tersebut tanaman merespon adanya kekurangan air. Loyola et al. (1992) *cit.* Kurniawan (2009) menyatakan bahwa bentuk pertahanan terhadap keterbatasan pertumbuhan akibat tekanan lingkungan antara lain kondisi kekeringan adalah dengan mempertinggi biosintesis *alkaloid*. Pada periode cekaman yang awal mungkin tanaman juga merespon adanya kekurangan air, tetapi setelah mendapatkan cekaman tanaman mendapatkan siraman air yang cukup kembali sehingga tanaman tidak lagi kekurangan air.

Berbeda pada periode cekaman lainnya, pada periode cekaman 90-120 HST tanaman setelah mengalami cekaman langsung dipanen, sehingga tanaman belum mendapatkan air yang cukup setelah mengalami cekaman. Pada kondisi yang demikian tanaman akan meningkatkan kandungan metabolit sekunder (Kurniawan 2009).



Gambar 8. Pengaruh Periode Cekaman Air terhadap Kadar Antosianin Total Rosela Ungu.

Hasil yang berbeda ditunjukkan oleh varietas rosela ungu. Berdasarkan gambar 8 dapat diketahui bahwa kadar antosianin total kelopak bunga rosela ungu, hasil tertinggi ditunjukkan pada perlakuan varietas rosela ungu tanpa

cekaman (kontrol) yaitu 103.7495 mg/100 g, sedangkan hasil terendah pada perlakuan varietas rosela ungu yang dicekam pada umur 8-11 MST yaitu 6.146 mg/100 g. Pola yang berbeda pada kadar antosianin total antara varietas rosela merah dan rosela ungu ini dapat disebabkan karena faktor dalam yaitu faktor genetik. Hal ini bisa terjadi karena dari tumbuhan satu spesies tertentu jarang sekali memiliki faktor genetika yang homogeny. Apabila perbedaan genetika cukup besar, dapat menimbulkan tidak hanya perbedaan morfologi saja, tetapi juga penyimpangan biokimia yang mengakibatkan perbedaan-perbedaan dalam jumlah dan tipe dari konstituen kimia yang dihasilkan (Sulandjari 2008).

Pada penelitian varietas rosela terhadap faktor lingkungan yang lain, misalnya stress garam menunjukkan bahwa reaksi terhadap stress garam ditunjukkan oleh akumulasi prolin di antara kedua akar dan tunas dua kultivar rosela, dengan respon yang lebih tinggi pada kelopak merah tua. Kandungan antosianin juga lebih tinggi pada kultivar kelopak merah cerah (lebih toleran terhadap garam) dari pada kultivar kelopak merah tua (lebih sensitif garam). Hasil ini menunjukkan bahwa perbedaan kandungan antosianin pada dua kultivar rosela di bawah NaCl adalah semacam respon terhadap stres lingkungan abiotik (Latef et al. 2009).

Berdasarkan penelitian Muslimah (2011) pada tanaman pegagan menunjukkan bahwa perlakuan ketersediaan air dalam budidaya pegagan dapat menurunkan kadar *axiaticoside*. Penurunan kandungan *axiaticoside* pada tanaman yang diberi cekaman air dan kandungan *axiaticoside* yang optimum pada tanaman yang tidak diberi cekaman air menunjukkan bahwa *axiaticoside* tidak berfungsi sebagai perlakuan pertahanan diri dari cekaman air ataupun serangan yang dialami tanaman. Hal yang sama terjadi pada kandungan *xanthorizol* pada tanaman temulawak yang diberi cekaman air menurun dan peningkatan kandungan *xanthorizol* pada kondisi pertanaman yang optimum (Khaerana et al. 2008). Kuantitas dan kualitas *andrograpolid* pada sambiloto juga menurun seiring dengan meningkatnya cekaman air (Januwati dan Maslahah 2008).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tinggi tanaman dipengaruhi oleh varietas dan periode cekaman air, sedangkan berat segar kelopak dan berat kering kelopak dipengaruhi oleh varietas.
2. Cekaman air pada periode 8-11 MST dapat meningkatkan kadar antosianin total secara optimal pada rosela merah, sedangkan pola yang berbeda terjadi pada rosela ungu.

B. Saran

Saran yang diberikan dalam penelitian ini adalah diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai fisiologis atau genetik, mengapa rosela merah dan rosela ungu memberikan respon yang berbeda terhadap perkembangan dan kandungan metabolit sekunder.