

**PENGARUH ACETYL SALICYLIC ACID (ASA) TERHADAP  
PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN PROLIN SELADA  
MERAH (*Lettuca sativa* L. var. *Crispa*) PADA KONDISI  
CEKAMAN KEKERINGAN**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
Noer Afny Mulyati Sodik  
NIM. 14620019**



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2019**

**PENGARUH ACETYL SALICYLIC ACID (ASA) TERHADAP  
PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN PROLIN SELADA  
MERAH (*Lettuca sativa* L. var. *Crispa*) PADA KONDISI  
CEKAMAN KEKERINGAN**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
Noer Afny Mulyati Sodik  
NIM. 14620019**

**diajukan Kepada:  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang  
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2019**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

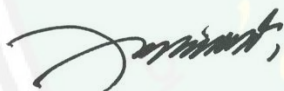
**PENGARUH ACETYL SALICYLIC ACID (ASA) TERHADAP  
PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN PROLIN SELADA  
MERAH (*Lettuca sativa* L. var. *crispa*) PADA KONDISI  
CEKAMAN KEKERINGAN**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**Noer Afny Mulyati Sodik**  
**NIM. 14620019**

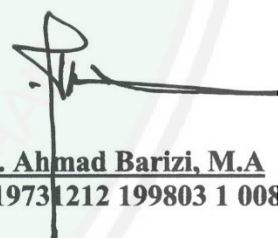
**Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:**  
**Tanggal: 03 Januari 2019**

**Pembimbing I**



**Dr. Evika Sandi Savitri, M.P**  
**NIP. 19741018 200312 2 002**

**Pembimbing II**



**Dr. H. Ahmad Barizi, M.A**  
**NIP. 19731212 199803 1 008**

**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Biologi**



**Romaidi M. Si., D. Sc**  
**NIP. 19810201 200901 1 019**

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH ACETYL SALICYLIC ACID (ASA) TERHADAP  
PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN PROLIN SELADA  
MERAH (*Lettuca sativa* L. var. *crispa*) PADA KONDISI  
CEKAMAN KEKERINGAN

SKRIPSI

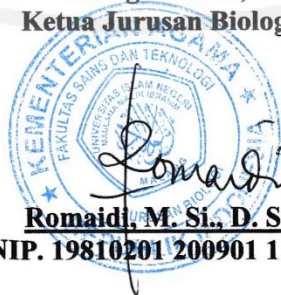
Oleh:  
Noer Afny Mulyati Sodik  
NIM. 14620019

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal: 03 Januari 2019

Penguji Utama : Suyono, M.P  
NIP. 19710622 200312 1 002  
Ketua penguji : Ruri Siti Resmisari, M.Si  
NIDT. 19790123 20160801 2 063  
Sekretaris Penguji : Dr. Evika Sandi Savitri, M.P  
NIP. 19741018 200312 2 002  
Anggota Penguji : Dr. H. Ahmad Barizi, M.A  
NIP. 19731212 199803 1 008

(.....)  
(.....)  
(.....)  
(.....)

Mengesahkan,  
Ketua Jurusan Biologi

  
Romaidi, M. Si., D. Sc  
NIP. 19810201 200901 1 019

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Alhamdulillah* *rabbi'l alamin*, segala puji syukur atas keagungan nikmat dan karunia Allah SWT yang selalu memeberikan rahmat dan hidayah-Nya dalam penyelesaian karya sederhana ini. Karya ini, saya persembahkan kepada:

- Ayah dan Ibuku (M. Sodiq dan Indayati) yang selalu menyayangi, mendidik, mendoakan, menasehati, memberikan semangat dan memotivasi untuk menjadi orang yang lebih baik, berguna dan bertanggungjawab.
- Kedua adikku (Siti Aisyah Sodiq dan Muhammad Khoirul Musthofa Sodiq) yang mengisi hari-hariku dan memberikan banyak pelajaran tentang ketegasan. Mudah-mudahan karya ini bisa memotivasi adik-adikku untuk belajar lebih giat.
- Ibu dan Bapak Dosen Pembimbing, ibu Dr. Evika Sandi Savitri, M.P, bapak Dr. H. Ahmad Barizi. M.A, ibu Ruri Resmisari, M.Si, dan bapak Suyono, M.P yang telah memberikan pendidikan dan bimbingannya, sehingga memudahkan saya menyelesaikan skripsi ini. Tak lupa pula kepada seluruh dosen dan sivitas akademika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, atas semua bimbingan, fasilitas serta layanan yang diberikan sehingga mempermudah dalam menuju tahap ini.
- Terima kasih yang selalu membantu dan menemani, kepada teman rasa sahabat dan keluarga, Eva zunia dan mb Shodiqoh. Teman-teman (Eva, mb shodiqoh, Mifta, Fika, Affan, Arina, kiki, Ayu, Erlin, masalah, isna, Alya, Hari, Nisa, Inna), adik-adik (Miftah farid, Bahrul, Rizka, Septian, Andini, dan ambar) yang selalu membantu dan menemani dengan ikhlas dalam menyelesaikan skripsi ini.
- Terimakasih seluruh keluarga besar serta teman seperjuangan Jurusan Biologi angkatan 2014 “Telomer”, sebagai teman seperjuangan selama lebih dari 4 tahun yang sangat berarti. Cerita tentang kalian akan menjadi kenangan yang tak terlupakan.

**PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Noer Afny Mulyati Sodik

NIM : 14620019

Jurusan : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Pengaruh Acetyl Salicylic Acid (ASA) Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Prolin Selada Merah (*Lettuca Sativa L var Crispa*) pada Kondisi Cekaman Kekeringan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 03 Januari 2019

Yang membuat pernyataan,



Noer Afny Mulyati Sodik  
NIM. 14620019

Motto

“Be better than you were yesterday”

*“Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui.” (QS. Al-Baqarah: 216).*

“Percayalah Allah akan selalu tunjukkan kepadamu jalan yang benar dan segala sesuatu yang baik dan yang buruk, jika kamu tidak melupakan-Nya”

**Pengaruh Acetyl Salicylic Acid (ASA) Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Prolin Selada Merah (*Lactuca sativa* L. var *Crispa*) pada Kondisi Cekaman Kekeringan**

Noer Afny Mulyati S., Evika Sandi Savitri, Ahmad Barizi

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh cekaman kekeringan, pengaruh ASA, dan interaksi cekaman kekeringan dan ASA pada pertumbuhan dan kandungan prolin tanaman selada merah. Rancangan penelitian eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dua faktor. Faktor pertama kapasitas lapang (100% KL, 70% KL, 50% KL, dan 25% KL) dan kedua ASA (0 mM, 1 mM, 1,5 mM, dan 2 mM) yang dikombinasikan sebanyak 3 kali ulangan. Bahan yang digunakan yaitu biji selada merah (*Lactuca sativa* L. var *Crispa*), media tanam pasir, tanah, dan kompos (1:1:1) perpolybag, air, dan ASA. Biji selada merah ditanam di dalam polybag dengan pemberian ASA pada 14 dan 21 HST dan cekaman kekeringan dari 17-42 HST. Analisis data dengan analisis varian (ANOVA) menggunakan SPSS 23. Hasil analisis varian yang berbeda nyata dilanjutkan dengan uji DMRT taraf 5%. Hasil penelitian dengan pemberian 100% KL-25% KL menurunkan seluruh parameter pertumbuhan dan meningkatkan kandungan prolin. Konsentrasi 1,5 mM ASA meningkatkan jumlah daun, tinggi tanaman 1,16 cm, luas daun 1,30 cm<sup>2</sup>, panjang akar 1,16 cm, berat basah 5,84 g, dan kandungan prolin 6,693 µM/g. Interaksi 1,5 mM ASA pada 70 % KL dan 50 % KL memiliki berat basah 33,17 g dan 31,60 g, luas daun 103,33 cm<sup>2</sup> dan 105 cm<sup>2</sup>, dan tinggi tanaman 16,67 cm dan 14,17 cm yang tidak berbeda nyata dengan kontrol.

Kata kunci: Acetyl salicylic acid (ASA), cekaman kekeringan, selada merah (*Lactuca sativa* L. var *Crispa*), prolin



## **Effect of Acetyl Salicylic Acid (ASA) on the growth and Proline Content of Red Lettuce (*Lactuca sativa* L. var *Crispa*) in Drought Stress Conditions**

Noer Afny Mulyati S., Evika Sandi Savitri, Ahmad Barizi

### **ABSTRACT**

This study aims to determine the effect of drought stress, the effect of ASA, and the interaction of drought stress and ASA on the growth and proline content of red lettuce plants. The design of the experimental study used a completely randomized design (CRD) of two factors. The first factor was field capacity (100% FC, 70% FC, 50% FC, and 25% FC) and both ASA (0 mM, 1 mM, 1.5 mM, and 2 mM) combined with 3 replications. The ingredients used were red lettuce seeds (*Lactuca sativa* L. var *Crispa*), sand, soil, and compost growing media (1: 1: 1) polybags, water, and ASA. Red lettuce seeds are planted in polybags with ASA at 14 and 21 DAS and drought stress from 17-42 DAS. Data analysis with variance analysis (ANOVA) using SPSS 23. The results of the analysis of variance were significantly different followed by the DMRT test at 5%. The results of the study by giving 100% FC-25% FC decreased all growth parameters and increased proline content. The concentration of 1.5 mM ASA increased the number of leaves, plant height 1.16 cm, leaf area 1.30 cm<sup>2</sup>, root length 1.16 cm, wet weight 5.84 g, and proline content 6.693 µM/g. Interaction of 1.5 mM ASA at 70% FC and 50% FC has a wet weight of 33.17 g and 31.60 g, leaf area of 103.33 cm<sup>2</sup> and 105 cm<sup>2</sup>, and plant height of 16.67 cm and 14.17 cm which not significantly different from controls.

Keywords: Acetyl salicylate (ASA), drought stress, red lettuce (*Lactuca sativa* L. var *Crispa*), proline

## تأثير (ASA) Acetyl Salicylic Acid على نمو ومحتوى البرولين في الخس الأحمر (*Lactuca sativa L. var Crispa*) في ظروف الجفاف

نور أفنى مولياتي س.، إيفيكا سندي سافترى، احمد بارزي

### ملخص البحث

يهدف هذا البحث إلى تحديد تأثير ظروف الجفاف، وتأثير ASA، والتفاعل بين الجفاف و ASA على النمو ومحتوى البرولين لنباتات الخس الحمراء. استخدم تصميم البحث بتصميم عشوائي كامل (CRD) لعاملين. العامل الأول هو القدرة الميدانية (100% كيل لتر و 70% كيل لتر و 50% كيل لتر و 25% كيل لتر) والثاني هو ASA (0ملي مول و 1 ملي مول و 1.5 ملي مول و 2 ملي مول) مع 3 مكررات. المكونات هي بذور الخس الحمراء (*Lactuca sativa L. var Crispa*) وسيلة زراعة الرمل، التربة، و الكومبوست (1: 1: 1) فيربوليباغ، ماء، و ASA. زرع بذور الخس الحمراء في بوليباغ مع ASA في 14 و 21 (اليوم بعد الزراعة (HST)) و الجفاف هو 17-42 (اليوم بعد الزراعة). استخدم تحليل البيانات تحليل التباين (ANAVA) باستخدام SPSS 23. نتائج تحليل التباين مختلفة وكبيرة تستمر باختبار DMRT بنسبة 5%. نتائج البحث بإعطاء 25% كيل لتر - 100% كيل لتر تنخفض عوامل النمو وزيادة محتوى البرولين. يزيد تركيز 1.5 ملي مول من ASA لمساحة الورقة، وارتفاع النبات 1.16 سم مساحة الورقة هي 1.30 سم<sup>2</sup>، طول الجذر هو 1.16 سم، الوزن الرطب هو 5.84 غرام، ومحتوى البرولين هو 6.693 ميكرومتر/جرام. التفاعل في 1.5 ملي مول ل ASA عند 70% كيل لتر و 50% كيل لتر له وزن رطب 33.17 غرام و 31.60 غرام، مساحة ورقة هي 103.33 سم<sup>2</sup> و 105 سم<sup>2</sup>، وارتفاع النبات هو 16.67 سم و 14.17 سم الذي لا يختلف كثيرا بالسيطرة

الكلمات الرئيسية: (ASA) Acetyl salicylic acid، الجفاف، الخس الأحمر (*Lactuca sativa L. var Crispa*)، البرولين

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Wr. Wb.*

Puji syukur penulis haturkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi dengan judul **“Pengaruh Acetyl Salicylic Acid (ASA) Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Prolin Selada Merah (*Lettuca sativa L. var Crispa*) pada Kondisi Cekaman Kekeringan”**. Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Keberhasilan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, arahan, dan bantuan dari berbagai pihak. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Abdul Haris, M.Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
3. Dr. Romaidi M.Si D.Sc, selaku Ketua Jurusan Biologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P selaku pembimbing bidang biologi serta Bapak Dr. H. Ahmad Barizi. M.A, selaku dosen pembimbing bidang integrasi sains dan Islam, yang selalu memberikan pengarahan dan nasehat dalam penyelesaian skripsi.
5. Seluruh dosen, laboran dan staf jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
6. Kedua orang tua Bapak M. Sodiq dan Ibu Indayati.
7. Teman rasa sahabat dan keluarga, Eva zunia dan mb Shodiqoh. Teman-teman yang selalu membantu (Eva, mb shodiqoh, Mifta, Fika, Affan, Arina, kiki, Ayu, maslaha, isna Hari, Nisa, Inna), adik-adik (Miftah farid, Bahrul, Rizka, Septian, Alfi, Andini, dan ambar) yang dengan ikhlas selalu membantu dan menemani dalam penelitian skripsi ini.
8. Terimakasih seluruh keluarga besar serta teman seperjuangan Jurusan Biologi angkatan 2014 “Telomer”, sebagai teman seperjuangan selama lebih dari 4 tahun yang sangat berarti. Cerita tentang kalian akan menjadi kenangan yang tak terlupakan.
9. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, atas keikhlasan bantuan motivasi, doa, dan saran, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dari penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak terutama dalam pengembangan ilmu biologi di bidang terapan. Amin.

*Wassalamualaikum Wr. Wb.*

Malang, 03 Januari 2019

Noer Afny Mulyati Sodiq

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....	v
MOTTO .....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT.....	viii
المخلص .....	ix
KATA PENGANTAR .....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan.....	7
1.4 Hipotesis .....	8
1.5 Manfaat .....	8
1.6 Batasan Masalah .....	9
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>11</b>
2.1 Peran Air Bagi Tumbuhan dalam Al-Qur`an .....	11
2.2 Selada Merah ( <i>Lactuca sativa</i> L.var. <i>Crispa</i> ).....	14
2.2.1 Klasifikasi Tanaman Selada .....	14
2.2.2 Deskripsi Tanaman Selada .....	14
2.2.3 Syarat Tumbuh Tanaman Selada.....	17

2.2.4 Kandungan Gizi dan Manfaat Tanaman Selada .....	18
2.3 Fase Pertumbuhan Tanaman.....	19
2.4 Respon Pertumbuhan Terhadap Kondisi Cekaman Kekeringan .	20
2.5 Efek Cekaman Kekeringan pada Kadar Prolin.....	24
2.6 Asam Salisilat .....	27
2.7 Mekanisme Asam Salisilat pada Kondisi Cekaman Kekeringan ..	30
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>36</b>
3.1 Rancangan Penelitian .....	36
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	37
3.3 Variabel Penelitian .....	37
3.4 Alat dan Bahan .....	38
3.4.1 Alat .....	38
3.4.2 Bahan .....	38
3.5 Prosedur Kerja .....	38
3.6 Analisis Data.....	43
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>44</b>
4.1 Pengaruh cekaman kekeringan pada pertumbuhan dan kandungan prolin tanaman selada merah ( <i>Lactuca sativa</i> L. var. Crispa) .....	44
4.2 Pengaruh Acetyl Salicylic Acid (ASA) pada pertumbuhan dan kandungan prolin tanaman selada merah ( <i>Lactuca sativa</i> L. var. Crispa) .....	49
4.3 Pengaruh interaksi ASA dan cekaman kekeringan pada pertumbuhan dan kandungan prolin tanaman selada merah ( <i>Lactuca sativa</i> L. var. Crispa) .....	53
4.4. Hasil Penelitian dalam Perseptetif Islam .....	59
<b>BAB V KESIMPULAN.....</b>	<b>62</b>
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran .....	62

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>63</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>68</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Kandungan gizi selada merah ( <i>Lactuca sativa</i> L.var. Crispa) .....	19
3.1. Notasi faktor, taraf, kombinasi perlakuan pada pertumbuhan .....	36
4.1. Pengaruh tingkat cekaman kekeringan pada pertumbuhan dan kandungan prolin.....	44
4.2. Pengaruh pemberian asa pada pertumbuhan dan kandungan prolin .....	50
4.3. Pengaruh interaksi pemberian ASA dan cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin selada merah .....	54



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Tanaman selada keriting merah ( <i>Lactuca sativa</i> L. var. Crispa) Olga red ..	15
2.2. Pengaruh cekaman kering terhadap proses fotosintesis .....	22
2.3. Jalur pembentukan asam salisilat .....	28
2.4. Acetyl Salicylic Acid (aspirin) .....	28
2.5. Mekanisme asam salisilat pada tanaman yang toleran terhadap cekaman kekeringan .....	31
4.1. Pengaruh cekaman kekeringan .....	46
4.2. Pengaruh pemberian ASA .....	51
4.3. Pengaruh pemberian ASA dan cekaman kekeringan .....	55
4.4. Pengaruh pemberian ASA dan cekaman kekeringan terhadap kandungan prolin .....	56



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Pengamatan.....	68
2. Data Analisis Statistik ANAVA dengan 2 Faktor.....	74
3. Perhitungan konsentrasi ASA .....	95
4. Dokumentasi penelitian.....	96



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air dan berbagai macam tumbuhan sebagai salah satu bukti kekuasaan Allah SWT sebagai sang maha pencipta segala sesuatu di bumi. Air dan tumbuhan memiliki hubungan berkaitan satu dengan yang lain. Seperti yang tercantum dalam salah satu ayat al- Qur`an bahwa Allah berfirman:

وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya : “...Dan kami telah turunkan air hujan dari langit, lalu kami tumbuhkan padanya segala macam tumbuh-tumbuhan yang baik.” (Q.S. Luqman: 10)

Firman Allah: وَأَنْزَلْنَا “Dan kami telah turunkan” terjadi perubahan dari penggunaan *dhamir ghaib* (kata ganti orang ketiga) ke *dhamir mutakallim* (kata ganti orang pertama). Perubahan *dhamir* disebabkan karena Allah SWT memerintahkan kepada malaikat untuk menurunkan hujan. Hal ini merupakan bukti kekuasaan Allah dapat merubah gumpalan awan menjadi air hujan. Kemudian air itu membasahi seluruh permukaan bumi dan masuk ke dalam tanah. Kata فَأَنْبَتْنَا فِيهَا “lalu kami tumbuhkan” yaitu dengan air yang telah diturunkan oleh Allah, dengan segala kuasa-Nya mampu menghidupkan yang mati. Sehingga mampu tumbuh dan berkembang menjadi مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ “Segala macam tumbuh-tumbuhan yang baik” yaitu jenis tumbuh-tumbuhan yang baik, karena mamiliki manfaat bagi kesehatan dan tidak bersifat membahayakan berdasarkan tafsir Jalalain (As-Suyuthi, 2010).

Air hujan yang diturunkan Allah merupakan bentuk rahmat-Nya kepada seluruh ciptaan-Nya. Seperti yang telah dijelaskan ayat diatas bahwa dengan kuasa-Nya, air yang masuk kedalam tanah mampu menghidupkan yang mati seperti tumbuhan. Air membasahi biji-bijian yang ada didalam tanah berguna untuk membantu proses pemecahan dormansi sehingga biji bisa tumbuh dan berkembang. Biji-bijian yang ada didalam tanah tumbuh dan berkembang menjadi bermacam-macam tumbuhan yang bermanfaat. Salah satu tumbuhan yang bermanfaat dari jenis sayur-sayuran yaitu tanaman selada merah (*Lactuca sativa L. var. Crispa*).

Selada merah merupakan sayuran yang sering digunakan sebagai campuran salad dan memiliki banyak manfaat bagi kesehatan (Bevly *et al*, 2016). Selada juga memiliki nilai penting secara ekonomi setelah tomat (FAOSTAT, 2012). Selada merah memiliki senyawa bioaktif dan antioksidan yang tinggi. Terutama karena jumlah fenol 1,78 mg 100/g dan senyawa flavonoid (*isohamnetin* 3,37 mg 100/g, *quercetin* 2,85 mg 100/g, *kaempferol* 0,78 mg 100/g, *epicatechin* 0,52 mg 100/g, *mycetin* 0,49 mg 100/g, *antosianin* 2,91 mg 100/g), dan  $\beta$ -karoten 8,63 mg 100/g (Bevly *et al*, 2016). Kandungan  $\beta$ -karoten dan kandungan lutein dalam selada dapat mengurangi risiko kanker, katarak, penyakit jantung dan stroke. Serat yang tinggi dalam selada juga sangat baik dikonsumsi saat diet (Lopez *et al*, 2014). Selada merah memiliki Jumlah total dan aktivitas antioksidan yang tinggi dibandingkan selada lainnya (Gan and Azrina, 2016). Produksi Selada merah di Indonesia masih sangat sedikit, karena selada merah bukan tanaman asli Indonesia.

Sayuran selada merah berasal Turki dan Yunani. Jenis selada ini juga sangat populer di beberapa negara seperti Amerika, Italia, dan Prancis (Kristkova, 2008).

Pusat nutrisi, diet dan kesehatan di *University Of The Distric Of Columbia* mencantumkan bahwa terdapat beberapa varietas pada selada seperti romaine, butterhead, crisphead dan looseleaf. Looseleaf memiliki daun yang longgar dengan tepi keriting yang menyatu dengan tangkai. Memiliki tekstur daun yang mengkilat dan ringan, adapun jenis yang umum pada varietas ini memiliki daun berwarna hijau dan merah. Pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa selada yang memiliki daun berwarna merah memiliki jumlah mineral (Ca, P, Mn dan K), total karotenoid, total antosianin dan fenolat yang lebih tinggi dari pada daun selada yang berwarna hijau (Kim, 2016).

Selada dapat tumbuh dengan baik di dataran tinggi pada daerah tropis (Grubben dalam Pitriana, 2016). Selada merah juga telah digunakan sebagai objek pada penelitian Muliani (2017) di daerah Padang. Sehingga tanaman ini sangat cocok ditanam di Indonesia karena memiliki iklim tropis. Tanaman selada biasa ditanam pada akhir musim penghujan. Selain tidak tahan saat terkena hujan, tanaman selada juga tidak bisa bertahan dengan paparan sinar matahari yang terlalu panas. Sehingga pada musim kemarau, selada membutuhkan penyiraman yang teratur (Haryanto, 2007). Perubahan dari musim penghujan ke musim kemarau yang cukup ekstrim akibat perubahan iklim dapat menyebabkan tanaman mengalami stress abiotik seperti kekeringan.

Kekeringan sebagai faktor abiotik yang berhubungan dengan rendahnya ketersediaan air tanah, yang menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman. Cekaman kekeringan dapat disebabkan karena terjadi perubahan signifikan pada intensitas dan frekuensi suhu bumi. Serta pola curah hujan dan peningkatan suhu

atau penurunan kelembaban dengan cepat dapat mengakibatkan kondisi defisit air yang parah pada tanaman. Kondisi lingkungan seperti ini menimbulkan stress pada tanaman, sehingga berpotensi menyebabkan terjadinya perubahan fisiologis (Anggraini, 2015). Pertumbuhan dan stabilitas produksi tanaman juga sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan terutama pada kondisi kekeringan (Kurniawati, 2014).

Cekaman kekeringan dengan kadar air tanah 50 % KL (kapasitas lapang) pada varietas padi gogo menyebabkan penurunan tinggi tanaman, jumlah anakan total per (batang), jumlah anakan produktif (batang), umur panen, panjang malai, total panjang akar, umur berbunga, jumlah bulir per malai, dan berat biji per rumpun. Sedangkan kadar prolin meningkat seiring dengan semakin tingginya cekaman kekeringan (Rahayu, 2016). Tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) yang ditanam dalam kondisi cekaman kekeringan dengan kadar air 50% KL mengalami peningkatan pada kandungan prolin (Nazar, 2015). Cekaman kekeringan menyebabkan ABA meningkat didalam kloroplas menyebabkan kalium dan kalsium keluar dari sel penjaga sehingga terjadi penutupan stomata (Bagheri, 2009), untuk mengurangi pengikatan CO<sub>2</sub> sehingga proses fotosintesis terhambat (Turner, 2001). Produksi auksin terhambat karena terjadi peningkatan ABA dan etilen, menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat (Farooq *et al*, 2009).

Cekaman kekeringan dengan kadar air 30% KL menyebabkan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) mengalami penurunan pada berat basah dari 261,541 g menjadi 195,726 g, luas daun dari 91,198 cm<sup>2</sup> menjadi 49,366 cm<sup>2</sup>, dan peningkatan kandungan prolin dari 37,827 µg/ml menjadi 77,328 µg/ml (Sayyari, 2013).

Tanaman kemangi (*Ocimum basilicum* L.) yang ditanam dalam kondisi cekaman kekeringan dengan kadar air 30% KL mengalami penurunan pada tinggi tanaman dari 55,93 cm menjadi 31,48 cm dan peningkatan kandungan prolin dari 15,40  $\mu\text{m/g}$  menjadi 27,70  $\mu\text{m/g}$  (Kordi, 2013). Penurunan kuantitas terhadap pertumbuhan ataupun kandungan pada tanaman yang disebabkan kondisi kekeringan menjadi salah satu permasalahan petani untuk mendapatkan hasil produksi yang maksimal. Salah satu upaya meningkatkan pertumbuhan dan toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan yaitu dengan pemberian hormon pertumbuhan.

Asam salisilat sebagai salah satu hormon pertumbuhan yang dapat digunakan untuk mengatasi efek negatif yang ditimbulkan oleh cekaman kekeringan. Asam salisilat termasuk salah satu senyawa fenolik (didefinisikan sebagai senyawa yang mengandung cincin benzen yang mengandung satu atau lebih gugus hidroksil) yang disintesis dari tanaman. Hormon yang dapat berperan langsung maupun tidak langsung dalam mengatur pertumbuhan dan perkembangan, serta *thermogenesis* (produksi suhu panas) dan resistensi penyakit pada tanaman (Dempsey, 2017). Aplikasi SA secara eksogen mampu meningkatkan aktivitas enzim antioksidan dan tingkat toleransi tanaman dalam kondisi stress abiotik (Rajeshwari dan Bhuvaneshwari, 2017).

Penyemprotan 1,5 mM asam salisilat pada tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) meningkatkan berat basah dari 219,383 g menjadi 241,027 g, luas daun dari 61,993  $\text{cm}^2$  menjadi 74,681  $\text{cm}^2$ , dan kandungan prolin dari 52,396  $\mu\text{g/ml}$  menjadi 69,513  $\mu\text{g/ml}$  dibandingkan dengan kontrol (Sayyari, 2013). Pemberian asam salisilat dengan konsentrasi 1,5 mM pada kemangi (*Ocimum basilicum* L.) meningkatkan

tinggi tanaman dari 39,93 cm menjadi 48,76 cm, dan kandungan prolin dari 18,14  $\mu\text{m/g}$  menjadi 24,89  $\mu\text{m/g}$  dibandingkan dengan kontrol (Kordi, 2013). Penyemprotan 1,5 mM asam salisilat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan dan kualitas selada. Aplikasi eksogen asam salisilat mampu mengurangi akumulasi nitrat pada daun. Penyemprotan kalsium klorida pada 20 mM dengan asam salisilat 1,5 mM adalah konsentrasi yang paling efektif yang digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktifitas selada romaine (Youssef, 2017).

Pemberian asam salisilat pada tanaman dalam kondisi cekaman kekeringan memberikan sinyal kepada asam absisat (ABA), hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) dan kalsium ( $\text{Ca}^{+2}$ ). Sehingga terjadi akumulasi asam absisat yang mengaktifkan sintesis protein kinase secara spesifik. Sintesis protein kinase akan mempengaruhi proses transkripsi yang menyebabkan terjadinya perubahan pada hasil ekspresi gen, protein atau enzim dan regulasi. Hal ini menyebabkan perubahan pada hasil proses metabolisme tumbuhan seperti sintesis antioksidan, akumulasi osmoprotektan dan zat terlarut, akumulasi prolin dan glysinbetain, serta penutupan stomata di bawah tekanan kekeringan sehingga tanaman menjadi toleran (Farooq *et al*, 2009).

Pengaruh pemberian konsentrasi 1,5 mM asam salisilat dan 30% KL pada kemangi (*Ocimum basilicum* L.) menunjukkan hasil yang signifikan meningkatkan kandungan prolin (Kordi, 2013). Konsentrasi  $10^{-6}$  M dan 50% KL pada sawi (*Brassica juncea* L.) dalam hasil penelitian Tahani (2016) menunjukkan peningkatan pada seluruh parameter pertumbuhan. Tinggi tanaman tertinggi sebesar 10,99 cm, jumlah daun terlebar sebesar 7,67 pertanaman, luas area daun

sebesar 18,29 cm<sup>2</sup>, panjang akar sebesar 3,20 cm, dan berat segar sebesar 6,02 g. Berdasarkan pentingnya kandungan selada merah yang dibutuhkan masyarakat, asam salisilat yang berperan sebagai fitohormon dapat mempertahankan proses pertumbuhan tanaman pada kondisi kekeringan sebagai permasalahan dibidang pertanian. Sehingga membantu tanaman menjadi toleran dalam kondisi stress, sehingga dilakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh *Acetyl Salicylic Acid* (ASA) terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada Merah (*Lactuca sativa* L. var. *Crispa*) pada Kondisi Cekaman kekeringan”.

### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin tanaman selada merah (*Lactuca sativa* L. var. *Crispa*)?
2. Bagaimana pengaruh *Acetyl Salicylic Acid* (ASA) terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin tanaman selada merah (*Lactuca sativa* L. var. *Crispa*)?
3. Bagaimana interaksi *Acetyl Salicylic Acid* (ASA) dan cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin tanaman selada merah (*Lactuca sativa* L. var. *Crispa*)?

### 1.3 Tujuan

Tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi pengaruh cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin tanaman selada merah (*Lactuca sativa* L. var. *Crispa*).



2. Mengidentifikasi pengaruh *Acetyl Salicylic Acid* (ASA) terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin tanaman selada merah (*Lactuca sativa* L. var. Crispa).
3. Mengidentifikasi interaksi *Acetyl Salicylic Acid* (ASA) dan cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin tanaman selada merah (*Lactuca sativa* L. var. Crispa).

#### 1.4 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Terdapat kondisi cekaman kekeringan yang berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin tanaman selada merah (*Lactuca sativa* L. var. Crispa).
2. Terdapat konsentrasi *Acetyl Salicylic Acid* (ASA) yang berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin tanaman selada merah (*Lactuca sativa* L. var. Crispa).
3. Terdapat interaksi *Acetyl Salicylic Acid* (ASA) dan cekaman kekeringan yang berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin tanaman selada merah (*Lactuca sativa* L. var. Crispa).

#### 1.5 Manfaat

Manfaat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai bukti ilmiah tentang pengaruh *Acetyl Salicylic Acid* (ASA) terhadap pertumbuhan selada merah (*Lactuca sativa* L. var. Crispa) pada kondisi normal dan cekaman kekeringan. Serta tingkat toleransi selada merah

(*Lactuca sativa* L. var. Crispa) pada kondisi cekaman kekeringan, sebagai informasi dan referensi tambahan dalam bidang ilmu biologi untuk penelitian selanjutnya.

2. Menemukan interaksi *Acetyl Salicylic Acid* (ASA) sebagai hormon pertumbuhan tanaman yang efektif mempertahankan pertumbuhan selada merah (*Lactuca sativa* L. var. Crispa) pada kondisi cekaman kekeringan, sehingga memberikan solusi atau alternatif kepada masyarakat khususnya petani selada merah yang memiliki lahan pada daerah dengan kondisi tanah kekeringan untuk mendapatkan hasil panen yang sama seperti pada kondisi normal.
3. Sebagai bukti ilmiah yang bisa diaplikasikan secara langsung oleh masyarakat khususnya petani selada merah dalam mengatasi kondisi lahan kering atau perubahan musim, agar hasil panen yang diperoleh tetap maksimal.

### **1.6 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Biji selada merah (*Lactuca sativa* L. var. Crispa) dengan nama dagang olga red yang diproduksi oleh PT. Known-You Seed Indonesia dengan masa kadaluarsa September 2019.
2. Penanaman selada merah dilakukan di Green House, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang pada suhu dan kelembaban (diukur pada waktu penanaman).

3. Media tanam (tanah, pasir, dan kompos) yang digunakan sebanyak 3 kg (1:1:1) perpolybag.
4. Polybag dengan ukuran 23 cm x 32 cm
5. Kuantitas penyiraman yang diberikan untuk menstimulus kondisi cekaman kekeringan pada fase pertumbuhan vegetatif berdasarkan kapasitas lapang (KL) yaitu 100% (Kontrol), 70%, 50% dan 25%.
6. Asam Salisilat sebagai fitohormon yang digunakan adalah *Acetyl Salicylic Acid* (ASA), dengan merek dagang asiplets yang diproduksi oleh PT. Medifarma Laboratories, Depok-Indonesia, dengan masa kadaluarsa 2019
7. Konsentrasi *Acetyl Salicylic Acid* (ASA) yang diberikan yaitu 0 mM (Kontrol), 1 mM, 1,5 mM dan 2 mM
8. Waktu pertumbuhan hingga pengamatan berlangsung selama 42 hari.
9. Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah pertumbuhan (tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat basah, dan panjang akar) dan kandungan prolin.

## BAB II KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Peran Air Bagi Tumbuhan dalam Al-Qur`an

Salah satu bukti kekuasaan Allah SWT yaitu menciptakan air yang memiliki peran penting dalam kelangsungan hidup berbagai macam makhluk hidup. Pentingnya peran air bagi tumbuhan dapat mempengaruhi setiap organisme yang ada dilingkungannya. Ayat ini merupakan salah satu perintah agar manusia banyak memperhatikan tumbuhan sebagai salah satu ciptaan-Nya yang sangat bermanfaat bagi manusia dan makhluk hidup lainnya. Seperti yang telah disebutkan dalam salah satu ayat al- Qur`an bahwa Allah berfirman:

أَوَلَمْ يَرَوْا أَنَّا نَسُوقُ الْمَاءَ إِلَى الْأَرْضِ الْجُرُزُفُحْرِ بِهٖ زَرْعًا تَأْكُلُ مِنْهُ أَنْعَامُهُمْ وَأَنْفُسُهُمْ أَفَلَا يُبْصِرُونَ (٢٧)

Artinya: *“Dan apakah mereka tidak memperhatikan, bahwasanya Kami menghalau (awan yang mengandung) air ke bumi yang tandus, lalu kami tumbuhkan dengan air hujan itu tanaman yang dari padanya makan hewan ternak mereka dan mereka sendiri. Maka apakah mereka tidak memperhatikan?”* (As-Sajdah: 27)

Lafadz *أَوَلَمْ يَرَوْا أَنَّا نَسُوقُ الْمَاءَ إِلَى الْأَرْضِ الْجُرُزُفُحْرِ* “Dan apakah mereka tidak memperhatikan, bahwasanya Kami menghalau awan yang mengandung air ke bumi yang tandus” berdasarkan tafsir Jalalain yakni tanah yang kering tanpa ada tumbuh-tumbuhan di sana (As-Suyuthi, 2010). Maksudnya yaitu apakah mereka tidak menyadari kekuasaan Allah, yang telah menurunkan air hujan di muka bumi yang kering dan tandus mulai dari permukaan yang tidak tumbuh apapun berubah menjadi permukaan hijau dan subur. Makna dari kata *الْجُرُزُفُحْرِ* “yang tandus” yaitu permukaan bumi dengan tanah yang gersang dan tidak ada apapun yang tumbuh di

atasnya, dikarenakan tidak ada air atau sengaja digunduli tetapi bukan berarti untuk tanah yang tidak bisa sama sekali ditumbuhi (Al Qurthubi, 2009). Lafadz *فَنُخْرِجُ بِهِ* *زُرْعًا تَأْكُلُ مِنْهُ أَنْعَامُهُمْ وَأَنْفُسُهُمْ أَفَلَا يُبْصِرُونَ* “*lalu Kami tumbuhkan dengan air hujan itu tanam-tanaman yang daripadanya dapat makan binatang-binatang ternak mereka dan mereka sendiri*” Maka apakah mereka tidak memperhatikan?” kejadian ini, sehingga menuntun mereka untuk mengetahui, bahwa Kami mampu untuk mengembalikan mereka hidup kembali sesudah mereka mati nanti (As-Suyuthi, 2010).

Allah menciptakan air dengan segala fungsi yang bermanfaat bagi seluruh ciptaan-Nya. Seperti kekuasaannya dalam mengubah keadaan tanah yang kering tanpa tumbuhan hingga berubah menjadi ditumbuhi dengan tanaman yang hijau. Sehingga Allah memerintahkan manusia untuk memperhatikan segala sesuatu yang diciptakan-Nya agar selalu bersyukur. Salah satu bentuk syukur kepada Allah yaitu dengan menjaga dan memelihara alam. Usaha yang dapat dilakukan untuk menjaga dan memelihara alam yaitu dengan menanam dan menyiram tumbuhan, agar dapat tumbuh dan berkembang dengan baik untuk memperbaiki lingkungan sekitar.

Pertumbuhan dan perkembangan secara morfologi maupun fisiologi selada merah (*Lactuca sativa* L. var. *Crispa*) tidak lepas dari kesempurnaan kekuasaan Allah. Allah juga selalu menegaskan untuk memperhatikan segala ciptaan-Nya sebagai pelajaran untuk selalu mengingat dan bersyukur. Allah berfirman dalam sebuah ayat yang terkandung dalam surat Abassa ayat 24-28 yaitu:

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ (24) أَنَّا صَبَبْنَا الْمَاءَ صَبًّا (25) ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا (26) فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا

(27) وَعُنبًا وَقَضْبًا (28)

Artinya: “Maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya. Sesungguhnya Kami benar-benar telah mencurahkan air (dari langit). Kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya. Lalu Kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu, anggur dan sayur-sayuran”. (Abassa 24-28)

Makna lafadz *فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ* “Maka hendaklah manusia itu melihat”, yang dimaksud yaitu hendaklah memperhatikan dan menjadikan sebuah pelajaran, *إِلَى طَعَامِهِ* “makanannya”. Bagaimana makanan itu diciptakan Allah kemudian diberikan kepadanya. Sedangkan lafadz *أَنَّا صَبَبْنَا الْمَاءَ* “Sesungguhnya Kami benar-benar telah mencurahkan air” yakni dari mendung *صَبًّا* “dengan sebenarnya” sebagai uap yang naik membentuk awan dan turun menjadi hujan (As-Suyuthi, 2010). Lafadz *ثُمَّ شَقَقْنَا* “Kemudian Kami belah” yaitu dengan masuk melalui celah-celah *الْأَرْضِ* “bumi” *شَقًّا* “dengan sebaik-baiknya” kemudian meresap ke dalam biji-bijian yang telah disimpan di dalam tanah. Maka tumbuhlah biji-bijian itu menjadi tetumbuhan yang muncul di permukaan bumi, lalu meninggi (Al Qurthubi, 2009). Sedangkan lafadz *فَأَنْبَتْنَا* “Lalu Kami tumbuhkan” *فِيهَا* “di bumi itu” *حَبًّا* “tumbuh-tumbuhan”, yang dimaksud adalah seperti gandum dan beras. Makna lafad *وَعُنبًا* “anggur”, *وَقَضْبًا* “dan sayur-sayuran” memiliki maksud yang basah dan segar (As-Suyuthi, 2010).

Air sangat penting dalam kelangsungan hidup segala macam tumbuh-tumbuhan. Allah menciptakan air dengan segala fungsi yang bermanfaat bagi makhluk hidup. Salah satunya dalam proses pemecahan dormansi dan metabolisme

dalam proses pertumbuhan, Sehingga Allah memerintahkan manusia untuk memperhatikan segala sesuatu yang diciptakan-Nya agar selalu bersyukur. Salah satu contoh ciptaan-Nya yaitu sayur-sayuran yang selalu kita makan sehari-hari. Makanan ini dapat dijadikan sebuah pelajaran tentang bagaimana diciptakan oleh Allah yang kemudian bermanfaat bagi manusia.

## **2.2 Selada Merah (*Lactuca sativa* L. var. *Crispa*)**

Tanaman selada merah memiliki warna yang lebih merah saat ditanam di dataran tinggi. Sedangkan pada dataran rendah, tanaman semusim ini tetap mengeluarkan warna merah tetapi disertai warna hijau. Daun selada dewasa berwarna merah dengan bagian tepi lebih merah dibandingkan pada bagian dalam yang dekat dengan batang (Syariefa, 2014). Selada biasa dikonsumsi penduduk Indonesia sebagai lalap dalam keadaan masih segar. Selada baik dikonsumsi karena dapat mencegah sembelit, mengandung banyak mineral dan vitamin (Pracaya, 2007).

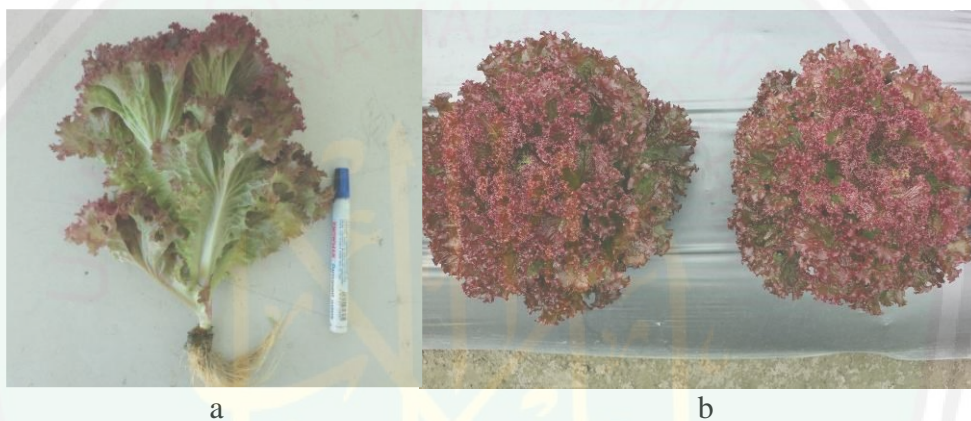
### **2.2.1 Klasifikasi Tanaman Selada**

Klasifikasi tanaman selada (*Lactuca sativa* L. var. *Crispa*) dalam ilmu taksonomi menurut Flann (2015) yaitu Kingdom: Plantae, Devisi: Magnoliophyta, Class: Magnoliopsida, Ordo: Asterales, Famili: Asteraceae, Genus: *Lactuca*, Spesies: *Lactuca sativa* L., Varietas: *Crispa*.

### **2.2.2 Deskripsi Tanaman Selada**

Selada merah (*Lactuca sativa* L. var. *Crispa*) merupakan tanaman jenis sayuran yang berasal dari Turki dan Yunani (Křístková, 2008). Tanaman selada

termasuk tanaman herba. Selada merah (*Lactuca sativa* L. var. *Crispa*) memiliki bentuk roset yang longgar. Memiliki tekstur daun yang halus dan lembut. Daunnya lebar dengan tepi yang berumbai sehingga biasa disebut selada keriting (Pracaya, 2007). Dapat dipanen pada saat umur 30 sampai 40 hari setelah pembenihan (Syariefa, 2014).



Gambar 2.1. Tanaman Selada Merah (*Lactuca sativa* L. var. *Crispa*) Olga red  
Sumber: (a. Sugara, 2012 dan b. PT. YOU KNOW SEED)

Terdapat beberapa varietas pada tanaman salada yaitu:

1. Selada kepala (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*)

Selada ini berbentuk seperti kepala atau daun kol, dengan ukuran lebih kecil dan tekstur yang kurang keras. Memiliki daun yang lebar, hampir bulat, dengan tekstur yang halus dan lembut (Pracaya, 2007). Selada kepala terdapat 2 macam yaitu:

- a. Butterhead lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *Capitata*) memiliki tekstur daun lembut dan empuk, yang dapat dikonsumsi dalam kondisi masih mentah. Selada ini paling sering dibudidayakan di Inggris, Prancis, Belanda dan Eropa barat dan tengah (Křístková, 2008).



- b. Crisphead lettuce (*Lactuca sativa* L. var *Capitata*) memiliki tekstur daun yang kering, tebal dan dapat dikonsumsi mentah. Selada ini terutama dibudidayakan di AS. Tetapi juga dibudidayakan di negara-negara Eropa, termasuk Belanda, Kerajaan Inggris, Prancis, Spanyol, Belgia, Jerman, Polandia, dan Republik Ceko, serta di Jepang, Cina, dan Australia (Křístková, 2008).
2. Selada silindris (*Lactuca sativa* var. *Longifolia* Lam., Var. *Romana* Hort.)  
Nama lain dari selada ini adalah selada kerucut, selada romain dan selada cos. Selada ini membentuk krop dengan silinder atau kerucut. Daun memanjang, ujung yang melengkung, memiliki tekstur daun yang keras, kaku, dan agak kasar (Pracaya, 2007). Tanaman memiliki daun yang kaku, memiliki pelepah, dan dapat dikonsumsi pada kondisi mentah atau dimasak terlebih dahulu. Selada silindris banyak dibudidayakan di negara-negara Mediterania Eropa, Asia Barat dan Afrika Utara (Křístková, 2008).
3. Selada daun atau selada keriting (*Lactuca sativa* L. var *Crispa*)  
Selada daun atau keriting ini berasal dari Turki dan Yunani. Jenis selada yang dapat dipanen secara keseluruhan, memiliki bentuk roset terbuka, yang kadang-kadang sebagian daunnya terpisah, dan bisa dimakan mentah. Selada ini banyak dibudidayakan di AS, Italia, Prancis, Republik Ceko dan Republik Slovakia. Daun memiliki bentuk keriting atau berumbai (Křístková, 2008). Daunnya memanjang atau lebar, masing-masing daun berwarna hijau dan merah dalam satu individu atau kombinasi merah dan hijau dalam satu individu. Tidak membentuk krop dan secara umum dapat dipanen dengan memetik daun satu persatu (Pracaya, 2007). Daun selada dewasa berwarna merah dengan

bagian tepi lebih merah dibandingkan pada bagian dalam yang dekat batang (Syariefa, 2014).

#### 4. Selada batang (*Lactuca sativa* var. *Asparagine*)

Selada ini memiliki batang yang berdaing tebal dan dapat dikonsumsi. Selada tidak membentuk krop. Sedangkan daunnya tidak dapat dikonsumsi karena kasar dan tidak enak. Salah satu contoh selada ini adalah varietas Celtuse (Pracaya, 2007).

### 2.2.3 Syarat Tumbuh Tanaman Selada

Selada dapat tumbuh sesuai di beberapa daerah Indonesia karena kondisi lingkungan yang sangat mendukung. Terdapat beberapa kondisi lingkungan yang sangat berperan pada proses pertumbuhan selada diantaranya seperti tanah dan iklim (Pracaya, 2007). Selada dapat tumbuh dengan baik di dataran tinggi pada daerah tropis (Grubben dalam Pitriana, 2016). Selada sangat baik untuk ditanam pada daerah yang memiliki ketinggian 500-2.000 mdpl. Selada juga dapat tumbuh di dataran rendah, tetapi dapat mempengaruhi bentuk krop yang kurang baik. Daerah yang memiliki curah hujan dan kelembapan tinggi menyebabkan tanaman mudah terserang penyakit (Pracaya, 2007).

Jenis tanah sebagai media yang baik bagi selada adalah lempung, pasir dan tanah yang masih mengandung humus. PH tanah pada media tanam yang sesuai untuk tanaman selada yaitu yang bersifat netral. Tanah yang bersifat asam dapat menyebabkan perubahan warna pada daun selada menjadi kuning (Supriati, 2010). Kondisi pH tanah yang terlalu rendah atau asam dapat diatasi dengan pengapuran (Pracaya, 2007).

#### **2.2.4 Kandungan Gizi dan Manfaat Tanaman Selada**

Selada merupakan sayuran yang sangat sering dikonsumsi daunnya dan memiliki nilai gizi yang tinggi. Sayuran memiliki nilai tinggi berdasarkan kualitasnya yang mencakup nilai gizi maupun warna, aroma, rasa dan tekstur (Vargas *et al*, 2017). Selada termasuk tanaman hortikultura, sebagai sayuran yang memiliki kandungan bermanfaat bagi manusia (Sugara, 2012).

Selada merah memiliki senyawa bioaktif dan khasiat antioksidan yang sangat tinggi. Terutama karena jumlah fenol dan senyawa flavonoid (isohamnetin, quercetin, kaempferol, epicatechin, mycetin, antosianin), dan  $\beta$ -karoten yang lebih tinggi. Kadar Antosianin yang tinggi dapat dilihat pada daun selada yang memiliki warna merah sampai keunguan. Sayuran yang memiliki kandungan antosianin yang tinggi dapat memberikan banyak manfaat bagi kesehatan seperti peningkatan penglihatan, anti-karsinogenik, anti-mutagenik, terutama karena sifat antioksidan yang kuat (Bevly *et al*, 2016).

Tabel 2.1. Kandungan gizi selada merah (*Lactuca sativa* L. var. Crispa)

No	Komponen Gizi	Jumlah
1	Klorofil a	13,95 mg 100/g
2	Klorofil b	5,50 mg 100/g
3	Total klorofil	19,45 mg 100/g
4	$\beta$ -karoten	8,63 mg 100/g
5	Asam askorbat	28,55 mg 100/g
6	Total fenol	1,78 mg 100/g
7	Isohamnetin	3,37 mg 100/g
8	Quercetin	2,85 mg 100/g
9	Kaempferol	0,78 mg 100/g
10	Epicatechin	0,52 mg 100/g
11	Mycertin	0,49 mg 100/g
12	Antosianin	2,91 mg 100/g
13	DPPH	46,85 mg 100/g
14	ABTS <sup>+</sup>	4,72 mg 100/g
15	FRAP	127,57 mg 100/g
16	Nitrat	4,78 %
17	Magnesium	0,38 %
18	Ca	1,28 %
19	P	0,94 %
20	K	9,55 %
21	Fe	1,691 mg/Kg
22	Zn	85,3 mg/Kg

(Sumber: Bevly *et al.*, 2016).

### 2.3 Fase Pertumbuhan Tanaman

Setiap tumbuhan memiliki dua fase pertumbuhan yaitu fase vegetative dan fase generatif. Masing-masing fase memiliki kebutuhan yang berbeda dalam menunjang pertumbuhannya. Ketika terjadi kesalahan dalam pemenuhan kebutuhan dasar pada fase tersebut, maka dapat mengganggu proses keseimbangan pertumbuhan tumbuhan. Fase vegetatif merupakan fase yang dimulai sejak perkecambahan biji hingga tanaman tumbuh besar. Proses pembentukan akar, batang dan daun terjadi pada fase vegetatif. Pembentukan dan perkembangan kuncup bunga, bunga, buah,

biji dan pembesaran struktur penyimpanan akar merupakan proses yang terjadi saat fase generatif (Endah, 2002).

#### **2.4 Respon Pertumbuhan Terhadap Kondisi Cekaman Kekeringan**

Kekeringan sebagai salah satu faktor abiotik yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan. Cekaman kekeringan menyebabkan proses pertumbuhan tanaman menurun. Salah satu bentuk adaptasi tumbuhan terhadap cekaman kekeringan yaitu melakukan mekanisme tertentu untuk menyesuaikan potensial osmotik (Sinay, 2015). Kekurangan air akan menyebabkan terjadinya penutupan stomata yang ditimbulkan dari akumulasi asam absisat pada sel mesofil daun (Campbell and Reece, 2003).

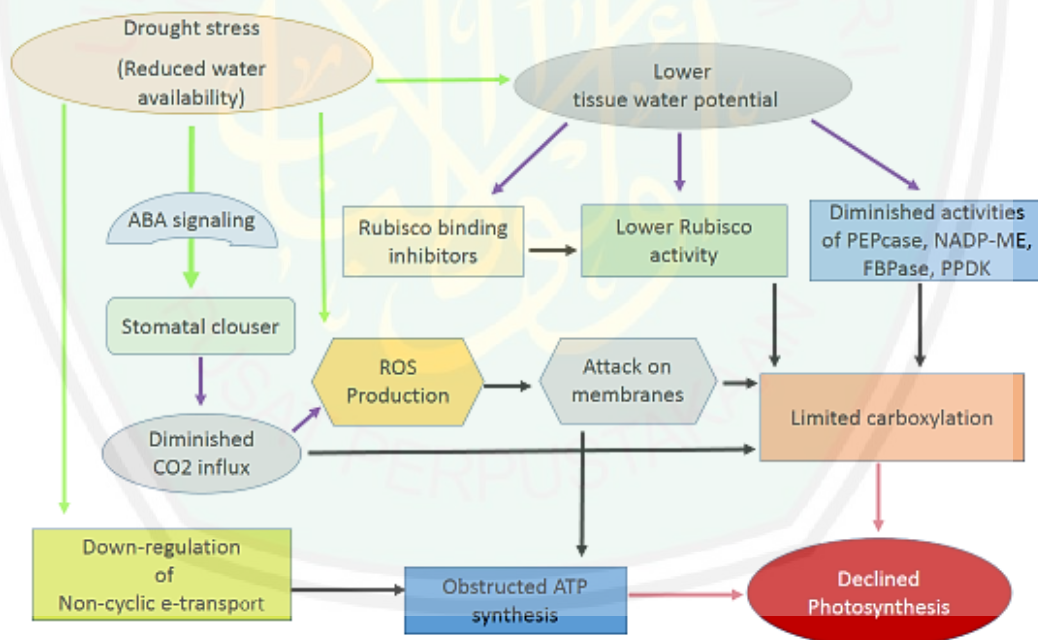
Tanaman dengan kondisi kekeringan yang kurang menguntungkan, akan membentuk respon untuk menghindari kekeringan (*avoidance*), toleransi terhadap kekeringan (*tolerance*) dan resistensi terhadap kekeringan. Secara umum, kondisi kekeringan mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman dengan terjadinya perubahan fisiologi maupun anatomi. Selain itu, kekeringan juga menyebabkan terjadinya penurunan dalam proses fotosintesis dan luas daun. Perubahan seperti menutupnya stomata dan meningkatnya konsentrasi materi terlarut (*solute*) di dalam sel dan kadar prolin terjadi pada tingkat seluler dan organ tumbuhan (Hendrati, 2016). Tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) yang ditanam dalam kondisi cekaman kekeringan dengan kadar air 50% KL mengalami kandungan prolin 168,6% (Nazar, 2015). Tanaman kemangi (*Ocimum basilicum* L.) yang ditanam dalam kondisi cekaman kekeringan dengan kadar air 30% KL mengalami

penurunan pada tinggi tanaman dari 55,93 cm menjadi 31,48 cm dan peningkatan kandungan prolin dari 15,40  $\mu\text{m/g}$  menjadi 27,70  $\mu\text{m/g}$  (Kordi, 2013).

Cekaman kekeringan terbukti menyebabkan terjadinya perubahan fisiologis pada tanaman Black Locust (*Robinia pseudoacacia*). Respon pertama pada tumbuhan Black Locust (*Robinia pseudoacacia*) dalam penelitian Anggraini (2015) ketika menanggapi kondisi defisit air yang parah karena kondisi cekaman kekeringan menunjukkan dengan volume penyiraman berupa kapasitas lapang 30-40 % menunjukkan terjadinya pengaruh terhadap perilaku fisiologis dengan cara menutup stomata. Tekanan turgor yang menurun secara bersamaan dengan meningkatnya asam absisat bebas pada daun menimbulkan penyempitan stomata. Penutupan maupun penyempitan stomata yang menghambat proses fotosintesis, disebabkan karena terhambatnya transportasi air dalam tubuh tanaman dan menurunnya aliran karbondioksida pada daun.

Kondisi kekeringan menyebabkan proses mekanisme fotosintesis terhambat. Cekaman kekeringan di dalam jaringan tanaman dapat mengganggu keseimbangan antara produksi *reactive oxygen species* (ROS) dan pertahanan antioksidan yang mengakibatkan terjadinya peningkatan senyawa radikal bebas berupa *reactive oxygen species* (ROS) (Turner, 2001). Radikal bebas mempunyai sifat reaktif di dalam jaringan tanaman sehingga dapat memicu terjadinya kerusakan sel tanaman (Abdillah, 2015). Kurangnya jumlah air yang tersedia menyebabkan proses penutupan stomata (disebabkan akumulasi ABA) untuk mengurangi  $\text{CO}_2$ . Pengurangan  $\text{CO}_2$  tidak hanya mengurangi karboksilasi secara langsung tetapi juga mengarahkan lebih banyak elektron untuk membentuk *reactive oxygen species*

(ROS). Kondisi kekeringan yang tinggi dapat menghambat proses fotosintesis karena penurunan aktivitas *ribulose-1, 5-bisphosphate carboxylase/oxygenase* (Rubisco), *phosphoenolpyruvate carboxylase* (PEPCase), *NADP-malic enzyme* (NADP-ME), *fructose-1, 6-bisphosphatase* (FBPase) and *pyruvate orthophosphate dikinase* (PPDK). Kurangnya air pada sel akan menghambat aktivitas Rubisco. Menurunkan regulasi transport elektron non siklik untuk menyesuaikan dengan berkurangnya kebutuhan produksi NADPH. Terjadinya penurunan sintesis ATP sehingga menghambat proses fotosintesis (Gambar 2.2) (Turner, 2001).



Gambar 2.2 Pengaruh cekaman kekeringan terhadap proses fotosintesis  
Sumber: (Turner, 2001).

Tanaman yang mengalami cekaman kekeringan menyebabkan penurunan yang signifikan dalam pertumbuhan dan parameter fotosintesis, aktivitas ribulosa 1,5-bisfosfat karboksilase (Rubisco), nitrat reduktase (NR), ATP-sulfurylase (ATPS)

yang menyumbang penurunan nitrogen (N) dan sulfur (S) asimilasi. Sedangkan, peningkatan yang nyata diamati dalam prolinemetabolisme (Nazar, 2015). Defisit air menyebabkan penurunan yang signifikan dalam kandungan relatif air, hasil biji-bijian dan biomassa dan peningkatan kebocoran elektrolit membran plasma, dan kandungan proline (Kabiri dan Mehdi, 2015).

Ketersediaan air (40, 60, 80, dan 100%) pada ginseng jawa penelitian Solichatun (2005) mempengaruhi berat kering, laju pertumbuhan relatif, efisiensi penggunaan air, kadar saponin umbi, dan kadar saponin total pada tanaman ginseng jawa. Pengaruh kekurangan air selama tingkat vegetative yaitu menyebabkan pertumbuhan daun terhambat sehingga memiliki ukuran yang lebih kecil, yang dapat mengurangi penyerapan cahaya. Respon fisiologis akar seperti bobot kering akar, jumlah dan efektivitas bintil akar mengalami penurunan yang pesat dengan meningkatnya cekaman kekeringan. Pemberian interval penyiraman 2 hari sekali, interval penyiraman 8 hari sekali dan interval penyiraman 12 hari sekali pada tanaman jagung juga dapat mempengaruhi proses pertumbuhan seperti hasil penelitian Sinay (2015) menyebabkan terjadinya penurunan pada tinggi tanaman, jumlah daun, dan panjang daun seiring dengan meningkatnya perlakuan cekaman kekeringan.

Tanaman yang toleran terhadap cekaman seperti tanaman sorgum akan melakukan suatu adaptasi dengan cara memproduksi senyawa-senyawa yang bersifat antioksidan. Penelitian Abdillah (2015) menunjukkan adanya peningkatan kandungan fenolik dan flavonoid sejalan dengan semakin meningkatnya cekaman yang diberikan. Pemberian PEG 2,5% dan PEG 5% menunjukkan peningkatan



persentase flavonoid per fenolik tertinggi, masing-masing menunjukkan 27,40 % dan 26,98 %. Semakin tinggi persentase flavonoid per fenoliknya maka semakin tinggi pula aktivitas antioksidannya pada tanaman sorgum.

Pemberian tingkat tekanan kekeringan termasuk kondisi normal (kontrol), tekanan ringan (60% KL) dan tekanan berat (30% KL) pada tanaman selada hingga masa panen. Penelitiannya menunjukkan bahwa cekaman kekeringan secara signifikan menurunkan bobot segar dan kering serta luas daun tanaman. Berat segar tertinggi (261,54 g), dan luas daun (91,19 cm<sup>2</sup>) yang diamati di bawah kondisi non stres (kontrol) dan berat segar terendah (195,72 g), dan luas daun (49,36 cm<sup>2</sup>) dalam kondisi stres yang parah (Sayyari, 2013).

### **2.5 Efek Cekaman Kekeringan pada Kadar Prolin**

Prolin sebagai senyawa metabolit osmotik yang banyak disintesis dan diakumulasi pada berbagai jaringan tanaman terutama ketika tanaman menghadapi cekaman kekeringan. Asam glutamat berfungsi sebagai prekursor dalam proses pembentukan prolin melalui jalur asam glutamat. Enzim glutamat kinase fosforilase dan pyrroline-5-carboxylate synthetase (P5CS) yang mengkatalisis perubahan asam glutamat menjadi glutamil fosfatase. Setelah itu kerja enzim glutamil fosfatase reduktase dan P5CS akan mereduksi lebih lanjut menjadi glutamat semialdehid (GSA). Proses siklasi yang terjadi secara spontan, akan menyebabkan perubahan glutamat semialdehid menjadi pyrroline-5- carboxilate (P5C). Enzim P5CR ini kemudian akan mengubah P5C menjadi prolin (Novenda dan Setyo, 2016). Enzim ini dapat ditingkatkan karena cekaman kekeringan (Sperdouli, 2012).

Tanaman yang toleran dalam kondisi kekeringan, melakukan mekanisme dengan meningkatkan kadar senyawa osmotik seperti prolin dan asam-asam organik sebagai bentuk penyesuaian osmotik dalam mempertahankan turgor sehingga tidak terjadi plasmolisis. Tanaman yang toleran pada kekeringan akan meningkatkan kandungan prolin dibandingkan pada tanaman yang peka terhadap kekeringan. Kadar prolin menjadi salah satu indikator sifat ketahanan pada tanaman terhadap cekaman kekeringan, tetapi tidak semua tanaman dapat memproduksi prolin, termasuk spesies yang tahan kekeringan sekalipun. Tekanan osmotik pada tanaman dalam menghadapi kondisi kekeringan merupakan proses adaptif, dengan memproduksi senyawa terlarut (solute) yang tidak bersifat toksik (termasuk prolin) di dalam sel sehingga akan mengurangi potensial osmotik ketika terjadi defisit air (Hendrati, 2016).

Prolin berfungsi sebagai zat yang menjaga agar daun tidak rusak ketika terjadi dehidrasi. Toleransi terhadap cekaman kekeringan berhubungan dengan peningkatan kandungan prolin yang memiliki peran penting dalam menjaga pertumbuhan akar saat terjadi potensial osmotik air yang rendah. Penurunan potensi osmosis, menjadi salah satu respons tanaman yang baik untuk bertahan pada kondisi cekaman kekeringan dengan mengakumulasi senyawa- senyawa terlarut sebagai bentuk penyesuaian sehingga sel-sel tanaman tetap mampu mempertahankan turgornya (Rahayu, 2016).

Cekaman kekeringan dengan kadar air 30% KL menyebabkan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) mengalami penurunan pada pertumbuhan. Seperti berat basah dari 261,541 g menjadi 195,726 g, luas daun dari 91,198 cm<sup>2</sup> menjadi 49,366 cm<sup>2</sup>,

dan peningkatan kandungan prolin dari 37,827  $\mu\text{g/ml}$  menjadi 77,328  $\mu\text{g/ml}$  (Sayyari, 2013). Tanaman kemangi (*Ocimum basilicum* L.) yang ditanam dalam kondisi cekaman kekeringan dengan kadar air 30% KL mengalami penurunan pada tinggi dari 55,93 cm menjadi 31,48 cm dan peningkatan kandungan prolin dari 15,40  $\mu\text{m/g}$  menjadi 27,70  $\mu\text{m/g}$  (Kordi, 2013).

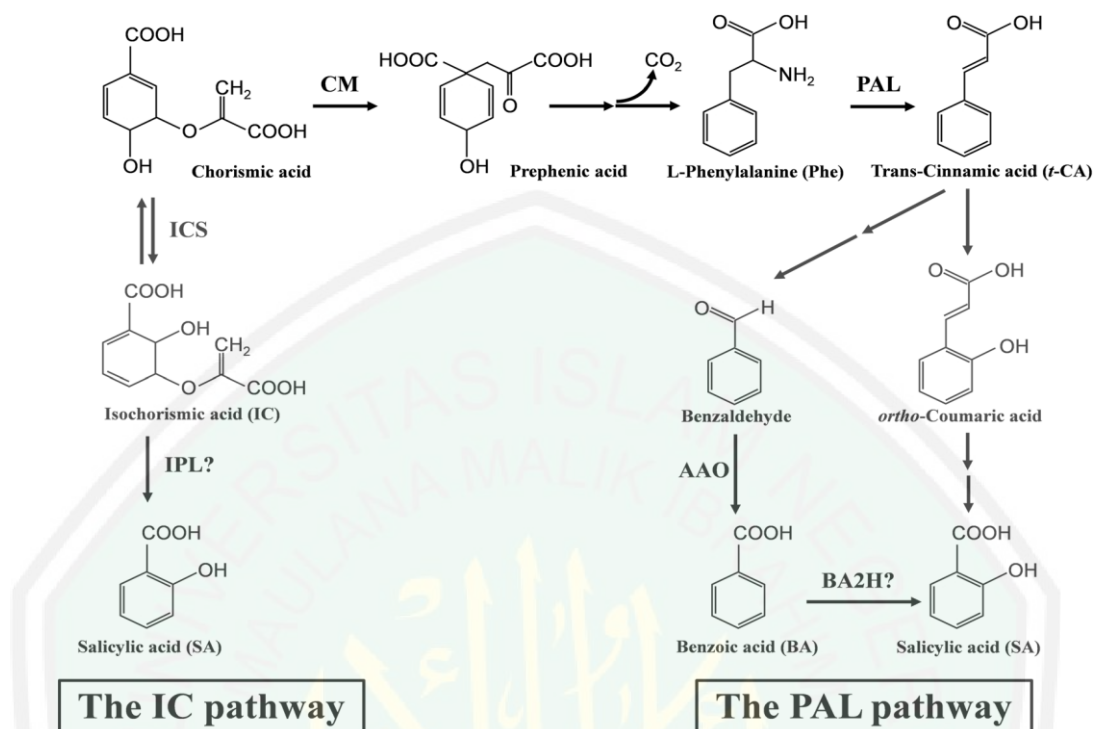
Pemberian perlakuan untuk kontrol dengan interval penyiraman 2 hari sekali, perlakuan 1 dengan interval penyiraman 8 hari sekali dan perlakuan 2 dengan interval penyiraman 12 hari sekali) pada tanaman jagung dalam penelitian Sinay (2015) menyebabkan kadar prolin meningkat seiring dengan meningkatnya perlakuan cekaman kekeringan. Menurut Novenda dan Setyo (2016) cara adaptasi toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan dengan mengakumulasi (senyawa non toksik seperti prolin) berfungsi untuk melindungi sel dari kerusakan akibat potensial air sel rendah. Tanaman melakukan proses pengaturan tekanan osmotik dengan akumulasi solut non toksik yang terjadi di dalam sel ketika menghadapi cekaman kekeringan.

Peningkatan kadar prolin merupakan salah satu cara adaptasi toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan (Novenda dan Setyo, 2016). Terjadinya peningkatan senyawa prolin dan poliamin (PA) pada jaringan daun *Solanum melongena* L. pada penelitian Kurniawati (2014) dalam kondisi kekeringan dengan 20% kapasitas lapang. Peningkatan kadar prolin terjadi saat umur 14 hari setelah perlakuan cekaman kekeringan dan meningkat pada umur 21 hari setelah perlakuan cekaman kekeringan dengan kadar prolin tertinggi (134.70  $\mu\text{mol g}^{-1}$ ).

## 2.6 Asam Salisilat

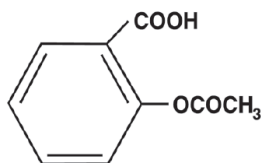
Asam salisilat (SA; *2-hydroxybenzoic acid*) adalah salah satu senyawa fenolik (didefinisikan sebagai senyawa yang mengandung cincin benzena yang mengandung satu atau lebih gugus hidroksil) yang disintesis oleh tanaman. SA, merupakan hormon penting yang memiliki peran secara langsung maupun tidak langsung langsung dalam mengatur banyak aspek pertumbuhan dan perkembangan tanaman, serta thermogenesis dan ketahanan terhadap penyakit. Tumbuhan memanfaatkan *isochorismate* (IC) dan *phenylalanine jalur ammonia-lyase* (PAL) untuk mensintesis SA. Biosintesis SA membutuhkan metabolit utama chorismate (Dempsey, 2017).

Jalur PAL mengubah fenilalanin (Phe) ke asam trans-cinnamic (t-CA). Tergantung pada spesies tanaman, t-CA diubah menjadi SA melalui perantara asam ortho-coumaric atau asam benzoat (BA). Konversi BA ke SA mungkin terjadi melalui BA 2-hidroksilase. Jalur IC diidentifikasi berdasarkan hipotesis bahwa tanaman mensintesis SA melalui jalur analog dengan beberapa bakteri. Gen yang mengkode *isochorismate synthase* (ICS), yang mengkonversi chorismate to *isochorismate*, telah diidentifikasi dalam banyak spesies tanaman. Setelah disintesis, Arabidopsis ICS1 dikirim ke stroma kloroplas sebagai tempat terjadinya sintesis SA (Gambar2.3) (Dempsey, 2017).



Gambar 2.3 Jalur pembentukan asam salisilat  
Sumber: (Dempsey, 2017)

Asam salisilat dan turunan asetilasinya (umumnya dikenal sebagai aspirin) adalah agen farmakologis penting bagi manusia. Proses Asetilasi mampu meningkatkan toleransi asam salisilat tanpa mempengaruhi sifatnya sebagai obat. Bayer dan Perusahaan mulai mensintesis *Acetyl Salicylic Acid* (ASA) pada tahun 1897 dengan nama dagang aspirin, yang dihasilkan dengan menggabungkan "a" dari asetil dan "Spirin" dari nama latin untuk *meadowsweet* (*Spiraea ulmaria*) (Dempsey, 2017).



Acetylsalicylic Acid (aspirin)

Gambar 2.4 *Acetylsalicylic acid* (aspirin)  
Sumber: (Dempsey, 2017).

Pemberian asam salisilat secara eksogen menyebabkan tanaman menjadi resisten terhadap stress biotik dan toleransi terhadap stres abiotik (kekeringan, kedinginan, panas, logam berat, radiasi UV, dan salinitas / osmotik stres) dalam berbagai proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Salah satunya seperti proses perkecambahan biji, fase pertumbuhan vegetatif, pembungaan, hasil buah, penuaan, termogenesis, penutupan stomata, pertumbuhan akar, fotosintesis, respirasi. Pemberian asam salisilat secara endogen dan eksogen berperan dalam metabolisme antioksidan dan memiliki kontrol yang ketat terhadap seluler ROS (Khan *et al*, 2015).

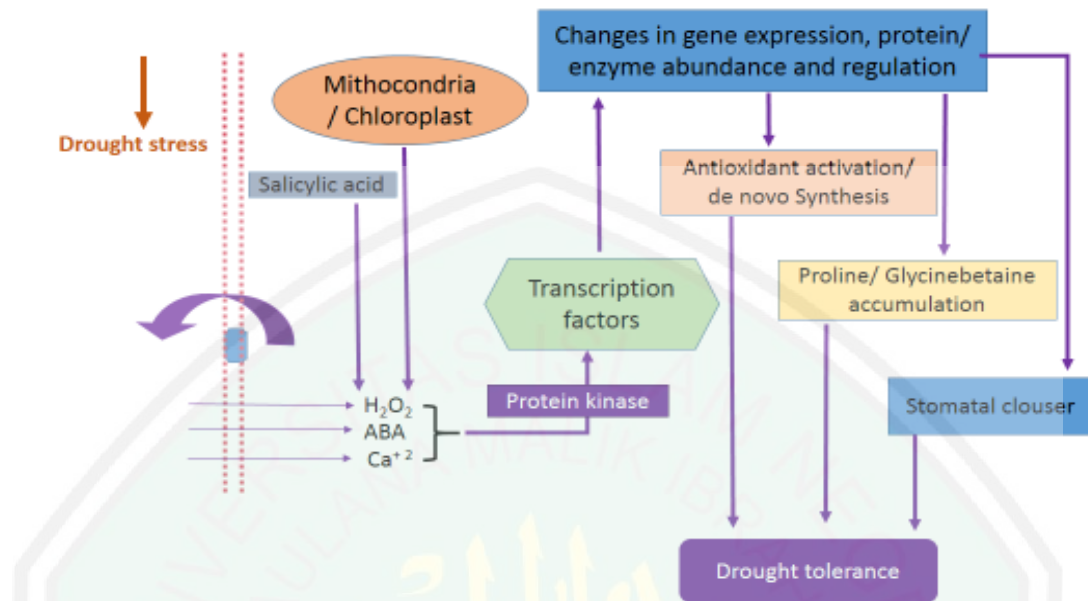
Pemberian SA dengan cara eksogen maupun endogen agar dapat bekerja dengan baik bergantung pada tinggi rendahnya konsentrasi yang diberikan. Konsentrasi yang sesuai akan membuat SA bekerja dengan baik pada tanaman (Dempsey, 2017). Produksi SA melalui peningkatan aktivitas enzim biosintesis jalur SA (terutama sintase isochorismate, ICS; PAL) pada tanaman membantu dalam perlindungan mereka terhadap tekanan lingkungan. Enzim ini adalah regulator utama fungsi SA dan disebabkan oleh faktor stres abiotik dan biotik. ICS juga berperan dalam biosintesis SA selama proses pertahanan tanaman. (khan *et al*, 2015).

Beberapa penelitian terbaru menunjukkan bahwa SA memiliki peran penting pada konsentrasi yang berbeda dengan mengatur banyak mekanisme metabolisme. (khan *et al*, 2015). Penyemprotan 1,5 mM SA pada selada dalam hasil penelitian Sayyari (2013) menunjukkan adanya peningkatan pada berat basah dari 219,383 g menjadi 241,027 g, luas daun dari 61,993 cm<sup>2</sup> menjadi 74,681 cm<sup>2</sup>, dan kandungan

prolin dari 52,396  $\mu\text{g/ml}$  menjadi 69,513  $\mu\text{g/ml}$  dibandingkan dengan control. Penelitian Youssef (2017) dengan pemberian asam salisilat dan *acetyl salyclic acid* (aspirin) pada konsentrasi yang sama sebesar 0,1 mM dan 0,5 mM dapat mencegah layu daun dan meningkatkan kadar antioksidan. Sehingga asam salisilat dan turunannya (aspirin) berpotensi untuk meningkatkan toleransi pada keadaan stress kekeringan.

### **2.7 Mekanisme Asam Salisilat pada Kondisi Cekaman Kekeringan**

Terjadinya perubahan seluler dan sinyal yang mengkode sebagai penanda di sel tanaman yang merespon stres kekeringan. Asam salisilat yang diberikan pada tanaman dalam kondisi stres kekeringan akan memberikan sinyal kepada asam absisat (ABA), hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) dan kalsium ( $\text{Ca}^{+2}$ ). Sehingga terjadi akumulasi asam absisat yang mengaktifkan sintesis protein kinase secara spesifik. Sintesis protein kinase akan mempengaruhi proses transkripsi yang menyebabkan perubahan ekspresi gen, enzim dan regulasi. Respons terhadap sinyal pengkode ini juga menghasilkan perubahan dalam proses metabolisme tumbuhan termasuk sintesis antioksidan, akumulasi osmoprotektan dan zat terlarut, akumulasi prolin dan gysinbetain, serta penutupan stomata di bawah tekanan kekeringan sehingga tanaman menjadi toleran (Gambar 2.5) (Farooq *et al*, 2009).



Gambar 2.5 Mekanisme asam salisilat pada tanaman yang toleran terhadap cekaman kekeringan. Sumber: (Farooq *et al*, 2009).

Respon SA akan mengikat dan menghambat aktivitas katalase (CAT), sehingga mengarah ke peningkatan konten H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, yang kemudian dapat memulai pengembangan resistensi didapat sistemik, menginduksi aktivitas Enzim ROS-detoksifikasi dan sintesis metabolit antioksidan. Dampak asam salisilat pada klorofil dapat dikaitkan dengan adanya pengaruh pada aktivitas enzim antioksidan dan metabolisme hydrogen peroksida (Kordi, 2013). Salicylic acid (SA) memiliki sifat antioksidan dan berfungsi sebagai pengikat radikal (Nazarli, 2014). Selain itu aplikasi SA akan membatasi pembentukan etilen dengan menghambat Aktivitas *1-aminocyclopropane carboxylic acid synthase* (ACS) yang lebih signifikan terjadi pada kondisi cekaman kekeringan dibandingkan pada kondisi normal. Sehingga aplikasi SA mengurangi penurunan dalam proses pertumbuhan dan fotosintesis karena kondisi cekaman kekeringan melalui peningkatan kadar prolin (Nazar,



2015). ASA memperbaiki efek negatif dari tekanan air melalui pengurangan kebocoran elektrolit dan peningkatan kandungan prolin bendera (Kabiri dan Mehdi, 2015).

Pemberian asam salisilat (SA) secara eksogen dengan konsentrasi (0 mM, 0,75 mM dan 1,5 mM) terhadap toleransi cekaman kekeringan dengan konsentrasi 100% FC , 60% dan 30% pada tanaman kemangi (*Ocimum basilicum* L.) menunjukkan hasil yang signifikan. Penelitian menunjukkan bahwa cekaman kekeringan memberikan efek negatif pada pertumbuhan tanaman dan produktifitas. Dalam kondisi kekeringan, pertumbuhan dan produktifitas akan menurun, sedangkan kadar proline meningkat. Aplikasi SA dalam kondisi kekeringan secara signifikan meningkatkan pertumbuhan tanaman, klorofil, dan kandungan prolin. Pemberian SA secara eksogen mampu meningkatkan laju pertumbuhan dan mengubah proses fisiologis tanaman dalam mengurangi efek negatif kondisi cekaman kekeringan pada tanaman kemangi (Kordi, 2013).

Penelitian tentang pemberian cekaman kekeringan yang diatur dengan penentuan waktu irigasi (irigasi normal dan menahan irigasi saat berbunga) dan konsentrasi asam asetilsalisilat (0, 0,5 mM, 1 mM) telah dilakukan pada tanaman jelai (*Hordeum vulgare*). Penelitiannya menunjukkan bahwa konsentrasi 1 mM asam asetilsalisilat dapat meningkatkan aktivitas enzim antioksidan, kadar air relatif, hasil biji-bijian, biomassa serta kandungan proline dan mengurangi kebocoran elektrolit lebih efektif. Cekaman kekeringan menyebabkan terjadinya peningkatan sebanyak 60% dalam kadar proline. Pemberian ASA memberikan efek signifikan pada peningkatan kadar prolin sekitar 25% dalam kondisi cekaman.

ASA tidak mempengaruhi kadar proline dalam kondisi normal bendera (Kabiri dan Mehdi, 2015).

Pemberian SA 0,0 dan 0,5 mM juga telah diaplikasikan pada tanaman *Matricaria chamomilla* pada kondisi cekaman kekeringan dengan 2 tingkat irigasi yaitu 4 hari sekali dan 10 hari. Penelitiannya menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kadar prolin (19,72%) kondisi cekaman kekeringan. Pemberian 0,5 mM SA meningkatkan prolin tertinggi (24,05 n mol g<sup>-1</sup> FW). Akumulasi prolin sebagai bentuk penyesuaian osmotik pada tingkat sel di banyak tanaman, yang disebabkan oleh hilangnya air (Nazarli, 2014). Aplikasi asam salisilat (SA) dengan tiga konsentrasi yang berbeda ( $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  dan  $10^{-5}$  M) juga telah dilakukan dalam penelitian Khandaker (2011) pada bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dengan interval penyiraman 7 hari satu minggu setelah disemai. Penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi asam asalisilat  $10^{-5}$  M mampu meningkatkan aktivitas antioksidan, jumlah betasianin, klorofil dan polifenol total.

Aspirin telah digunakan dalam mempertahankan pertumbuhan sawi (*Brassica juncea* L.) pada kondisi cekaman kekeringan. Pemberian konsetrasi  $10^{-6}$  M ASA pada umur tanaman 7, 21, dan 24 HST paling efektif dibandingkan dengan konsentrasi  $10^{-4}$  M, dan  $10^{-5}$  M ASA. Konsentrasi  $10^{-6}$  M mampu meningkatkan luas area daun, panjang akar, berat segar, dan klorofil total pada daun dalam kondisi cekaman kekeringan (Tahani, 2016). Interaksi SA (0,5 mM) pada penelitian Mohamed dan Naglaa (2010) menunjukkan terjadinya perubahan pada beberapa parameter fisiologis dan biokimia kultivar gandum (*Triticum aestivum*. Cv Giza164) dan (*Triticum aestivum*. Cv Gemaza 1) pada kondisi cekaman kekeringan

90%, 60% dan 30% berdasarkan kapasitas lapang. Tanaman yang diberi perlakuan asam salisilat (SA) menyebabkan terjadinya peningkatan kandungan gula, protein, mineral dan prolin. Peran SA mampu mengatur respon kekeringan tanaman dan menunjukkan bahwa SA dapat digunakan sebagai pengatur pertumbuhan yang potensial, untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman di bawah tekanan air.

Asam salisilat (SA) 1 mM telah diaplikasikan saat 30, 40 dan 50 Hari Setelah semai dalam penelitian Sperdouli (2012) pada tanaman Sorghum dalam kondisi kekeringan dengan interval 3, 6 dan 9 Hari. Penelitiannya menunjukkan bahwa kadar prolin menurun setelah dilakukan pemberian asam salisilat pada tanaman shorgum. Akumulasi kadar prolin adalah respons terhadap cekaman abiotik sebagai adaptasi stres tanaman dalam sel. Hasil kami menunjukkan bahwa peningkatan prolin ditekankan pada tanaman Sorghum. Asam salisilat yang disemprotkan pada tanaman violet (*Viola cornuta*) dalam empat tingkatan yaitu 0,1 mM, 0,7 mM dan 1,5 mM menunjukkan bahwa asam salisilat berpengaruh nyata kapasitas antioksidan total. Asam salisilat menginduksi aktivitas enzim untuk meningkatkan zat-zat aktif dan flavonoid (Ghorbani, 2013).

Cekaman kekeringan yang diatur dengan penentuan waktu irigasi (irigasi normal dan menahan irigasi saat berbunga) dan konsentrasi asam asetilsalisilat (0, 0,5 mM, 1 mM) telah dilakukan pada tanaman jelai (*Hordeum vulgare*). Penelitiannya menunjukkan bahwa konsentrasi 1 mM asam asetilsalisilat dapat meningkatkan aktivitas enzim antioksidan, kadar air relatif, hasil biji-bijian, biomassa serta kandungan proline dan mengurangi kebocoran elektrolit lebih efektif. Cekaman kekeringan menyebabkan terjadinya peningkatan sebanyak 60%

dalam kadar proline. Pemberian ASA memberikan efek signifikan pada peningkatan kadar prolin sekitar 25% dalam kondisi cekaman. ASA tidak mempengaruhi kadar proline dalam kondisi normal (Kabiri dan Mehdi, 2015).



## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian yang dilakukan termasuk kedalam jenis penelitian eksperimental dengan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 2 faktor. Faktor I yaitu kuantitas penyiraman berdasarkan kapasitas lapang dengan 4 taraf yaitu 100% KL (kontrol), 70% KL, 50% KL, dan 25% KL. Faktor II yaitu konsentrasi Acetyl Salicylic Acid (ASA) dengan 4 taraf yaitu 0 M (kontrol), 1 mM, 1,5 mM dan 2 mM. Kombinasi dari masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali dengan setiap polybag berisi 1 tanaman. Satuan percobaan berjumlah sebanyak 48 unit. Jumlah ulangan penelitian ditentukan berdasarkan rumus Murdiyanto (2005) yaitu:

$$(t - 1)(r - 1) \geq 15$$

$$(16 - 1)(r - 1) \geq 15$$

$$(15)(r - 1) \geq 15$$

$$r \geq 2$$

Keterangan: r = jumlah ulangan

t = jumlah perlakuan

Notasi faktor, taraf, kombinasi perlakuan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Notasi faktor, taraf, kombinasi perlakuan pada pertumbuhan

Faktor <b>B</b>	A				
	Taraf	A1	A2	A3	A4
<b>B1</b>		A1B1	A2B1	A3B1	A4B1
<b>B2</b>		A1B2	A2B2	A3B2	A4B2
<b>B3</b>		A1B3	A2B3	A3B3	A4B3
<b>B4</b>		A1B4	A2B4	A3B4	A4B4

Keterangan:

Faktor I = kadar air tanah

A1= 100 % KL (Kontrol)

A2= 70 % KL (kapasitas lapang)

A3= 50 % KL

A4= 25 % KL

Faktor II = Konsentrasi ASA

B1= 0 (Kontrol)

B2= 1 mM

B3= 1,5 mM

B4= 2 mM

### 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada 11 September – 14 Desember 2018, bertempat di Green House, Laboratorium Fisiologi Tumbuhan, dan Laboratorium Genetika, Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, Jawa Timur.

### 3.3 Variabel Penelitian

Variable penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variable bebas yaitu, cekaman kekeringan (kuantitas penyiraman) dan konsentrasi ASA.
2. Variable terikat yaitu, pertumbuhan (tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, panjang akar, berat basah, dan kadar prolin) tanaman selada merah.
3. Variabel terkontrol yaitu, suhu dan jumlah air.

### **3.4 Alat dan Bahan**

#### **3.4.1 Alat**

Alat-alat yang digunakan pada penelitian antara lain adalah enlenmeyer 100 ml, beker glass 50 ml dan 500 ml, gelas ukur 10 ml, 25 ml, 100 ml, dan 1000 ml, pipet tetes, micropipette, mortar dan alu, polybag 3 kg (diameter 23 cm dan tinggi 32 cm), thermo-hygrometer, lux meter, botol sprayer, botol kaca, hot plate and stirrer, neraca analitik, kertas millimeter, corong kaca, cuvet, spektrofotometer, ATK dan kamera.

#### **3.4.2 Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian antara lain adalah biji selada merah varietas Crispa, ASA, 3 kg media tanam (dengan komposisi tanah, pasir, dan kompos) perpolybag, 1 Liter aquades, air secukupnya, 480 ml asam sulfosalisilat 3%, 2 gr ninhydrin, 60 ml asam asetat glasial, 40 ml asam fosforat, teepol surfaktan 0,5%, etanol, 64 ml toluene dan L-Proline.

### **3.5 Prosedur kerja**

Prosedur kerja terdiri dari 5 tahap yaitu: 1) tahap persiapan media, 2) Seleksi biji, 3) tahap pemberian perlakuan, 4) tahap perawatan, dan 5) tahap pengamatan sebagai berikut:

#### **1. Tahap persiapan media**

Media tanah, pasir, dan pupuk kompos yang disiapkan dan dimasukkan ke dalam polybag (ukuran 23 cm x 32 cm) sebanyak 3 kg dengan perbandingan 1:1:1.

## 2. Seleksi biji

Biji selada yang digunakan dipilih berdasarkan ukuran dan warna yang seragam. Biji yang telah dipilih sesuai ukuran dan warna, direndam dan dipilih yang tidak mengapung. Benih selada merah ditanam sebanyak 5 buah dalam masing-masing polybag. Bibit yang sudah tumbuh diberikan penyiraman setiap hari. Bibit yang tumbuh seragam dipilih dan disisakan 1 bibit selada merah yang tingginya seragam dalam masing-masing polybag pada hari ke 7 HST.

## 3. Tahap pemberian perlakuan

Perlakuan yang diberikan terdiri dari dua faktor, yaitu: a) konsentrasi *Acetyl Salicylic Acid* (ASA) dan b) kuantitas penyiraman Adapun proses pemberian perlakuan adalah sebagai berikut:

### a. Kadar *Acetyl Salicylic Acid* (ASA)

ASA yang disemprotkan ketika sudah tumbuh 4-6 daun sejati (Sayyari, 2013), selama fase vegetative yaitu pada 14 HST dan 21 HST (Khandaker *et al*, 2011). Konsentrasi yang digunakan adalah 0 (kontrol), 1 mM, 1,5 mM dan 2 mM ASA. Aspirin 1 butir digerus menggunakan mortar dan alu, ditimbang sebesar 18 mg untuk konsentrasi 1 mM, 27 mg untuk konsentrasi 1,5 mM dan 36 mg untuk konsentrasi 2 mM. Masing-masing konsentrasi dilarutkan dengan etanol dan aquades (1:100). Teepol surfaktan (0,5%) ditambahkan sesuai dengan konsentrasi yang telah dihitung. Volume penyemprotan sebesar 25 ml per pot (Nazar, 2015). Penghitungan ASA untuk mendapatkan konsentrasi 1 mM, 1,5 mM dan 2 mM dicantumkan pada lampiran.



b. Kuantitas penyiraman

Kuantitas penyiraman yang diberikan pada selada merah berdasarkan kapasitas lapang yaitu 100% KL (Kontrol), 70 % KL, 50 % KL dan 25 % KL, 3 hari setelah penyemprotan ASA yang pertama pada daun (Sayyari, 2013). Kapasitas lapang dapat dihitung secara sederhana dengan mengukur kadar air total atau massa total pada tanah, dikurangi massa tanah setelah dioven atau proses pengeringan, kemudian dibagi dengan massa total. Kadar air total diperoleh dengan menimbang massa tanah dalam keadaan masih mampu mengikat air setelah kondisi jenuh air. Metode yang digunakan untuk menentukan kadar penyiraman ditentukan berdasarkan kapasitas lapang ( $pF_{2,5}$ ) dan titik layu permanen ( $pF_{4,2}$ ) tanah dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Abdurachman, 2006):

$$\begin{aligned}
 \text{JKA (jumlah kadar air) 3 kg} &= (ka_{pF_{2,5}} - pF_{4,2}) \times 3000 \text{ gram} \\
 &= (ka_{pF_{2,5}} - pF_{4,2}) \times 3000 \text{ gram} \\
 &= (0,32 - 0,22) \times 3000 \text{ gram} \\
 &= 300 \text{ gram} = 300 \text{ ml} \\
 &= 300 \text{ cm}^3 = 0,3 \text{ L}
 \end{aligned}$$

$$100\% \text{ KL} = 0,3 \text{ L} = 300 \text{ ml}$$

$$70\% \text{ KL} = 70\% \times 0,3 = 0,21 \text{ L} = 210 \text{ ml}$$

$$50\% \text{ KL} = 50\% \times 0,3 = 0,15 \text{ L} = 150 \text{ ml}$$

$$25\% \text{ KL} = 25\% \times 0,3 = 0,075 \text{ L} = 75 \text{ ml}$$

4. Tahap perawatan

Perawatan pada tanaman selada dilakukan sebagai berikut:

a. Penyiraman

Penyiraman dilaksanakan setiap hari dengan kuantitas penyiraman 100% KL (kapasitas lapang) ketika fase penanaman benih hingga menjadi bibit. Setelah 17 HST volume penyiraman diubah berdasarkan perlakuan.

b. Penyiangan

Proses penyiangan dilaksanakan ketika terdapat gulma, maka mencabut gulma dengan perlahan agar tidak merusak tanaman.

5. Tahap pengamatan

Pengamatan dilakukan pada tanaman selada merah yang terdiri dari pengamatan non-destruktif (tinggi tanaman dan jumlah daun) dan destruktif (luas daun, panjang akar, berat basah, dan kandungan prolin) tanaman selada merah.

a. Tinggi tanaman

Tinggi tanaman diukur pada umur 21, 28, 35 dan 42 hari setelah tanam (HST). Bagian diukur mulai dari pangkal batang hingga pada bagian ujung daun yang tertinggi.

b. Jumlah daun

Banyaknya daun tanaman diamati pada umur 21, 28, 35 dan 42 hari setelah tanam (HST). Kuncup daun yang belum terbuka sempurna tidak dihitung.

c. Luas daun

Luas daun diukur pada masa panen yaitu umur 42 hari setelah tanam (HST). Daun diukur dengan ditempelkan ke kertas millimeter dan digambar, yang kemudian dihitung jumlah kotak yang memenuhi pada gambar keseluruhan daun.

d. Panjang akar

Panjang akar tanaman diukur pada masa panen saat umur 42 hari setelah tanam (HST). Akar diukur dengan menghitung rata-rata dari 4 akar yang paling panjang.

e. Berat basah

Berat basah tanaman ditimbang dengan neraca analitik ketika telah memasuki masa panen yaitu umur 42 hari setelah tanam (HST).

f. Kandungan prolin

Analisis kandungan prolin daun dilakukan pada masa panen (42 hari) dengan metode Bates (1973) dalam Hendrati (2016), sebagai berikut:

Asam ninhydrin dipersiapkan dengan memanaskan 1,25 g ninhydrin di dalam 30 ml asam asetat glasial dan 20 ml asam fosforat hingga larut. Daun tanaman sebanyak 0.3 gr ditambahkan larutan asam sulfosalisilat 3% sebanyak 3 ml dan digerus menggunakan mortar dan alu, kemudian disentrifugasi pada 10.000 rpm selama 15 menit. Supernatant sebanyak 2 ml direaksikan dalam 2 ml asam ninhydrin dan 2 ml asam asetat glasial. Filtrat yang telah ditambahkan asam ninhydrin dimasukkan kedalam water bath pada suhu 100°C selama 1 jam. Reaksi yang berisi filtrat diakhiri dengan menginkubasi larutan dalam es selama 5 menit. Filtrat direaksikan dengan ditambahkan 4 ml toluen dan diaduk dengan stirrer selama 15-20 detik sehingga terbentuk dua lapisan cairan dengan warna yang berbeda.

Toluen berwarna merah yang mengandung prolin diambil menggunakan pipet dan dimasukkan dalam kuvet dan dibaca absorbansinya pada panjang gelombang 520 nm. Penghitungan kadar prolin dilakukan dengan membuat

standar prolin, membuat larutan induk 2,5  $\mu\text{M}$  dan diencerkan dengan asam sulfosalisilat 3%. Pengenceran dimaksudkan untuk mendapatkan variasi konsentrasi prolin. Larutan direaksikan dengan asam ninhidrin. Selanjutnya larutan dimasukkan ke dalam kuvet dan dibaca absorbansinya pada panjang gelombang 520 nm.

### 3.6 Analisis Data

Analisis data pengamatan dalam bentuk data kuantitatif, yang terdiri dari tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, panjang akar, berat segar, dan kadar prolin. Analisis data menggunakan analisis varian (ANOVA) menggunakan SPSS 23 untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Apabila terdapat pengaruh perlakuan yang berbeda nyata dengan nilai signifikansi  $p < 0,05$  atau  $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$  maka  $H_0$  ditolak, maka dilanjutkan menggunakan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% agar mengetahui pengaruh yang berbeda nyata.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengaruh Cekaman Kekeringan pada Pertumbuhan dan Kandungan Prolin Tanaman Selada Merah (*Lactuca sativa* L. var. Crispa)

Pengaruh cekaman kekeringan berdasarkan kapasitas lapang yang diamati pada pertumbuhan selada merah dalam penelitian ini meliputi rata-rata tinggi tanaman, rata-rata jumlah daun pertanaman, luas daun, rata-rata panjang akar dan rata-rata berat basah, serta kandungan prolin. Analisis varian (ANOVA) menunjukkan hasil F hitung >F tabel 5% pada seluruh parameter yang diamati, maka dapat diketahui bahwa kondisi cekaman kekeringan berpengaruh terhadap pertumbuhan selada merah dan kandungan prolin. Hasil yang berbeda nyata tersebut kemudian dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% yang disajikan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengaruh tingkat cekaman kekeringan pada pertumbuhan dan kandungan prolin

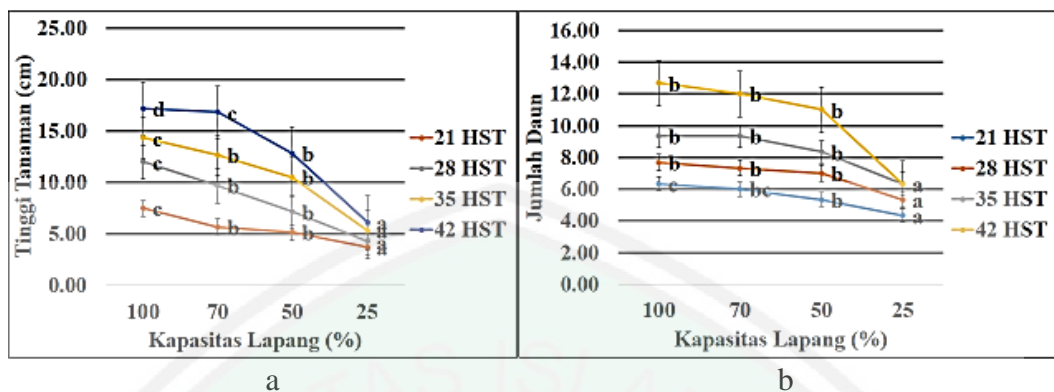
Perlakuan	Tinggi Tanaman 42 HST (cm)	Jumlah Daun 42 HST	Luas Daun (cm <sup>2</sup> )	Panjang akar (cm)	Berat Basah (g)	Kandungan Prolin (µM/g)
100%	17,17 <sup>d</sup>	12,67 <sup>b</sup>	102,00 <sup>c</sup>	13,21 <sup>a</sup>	30,63 <sup>c</sup>	2,560 <sup>a</sup>
70%	16,83 <sup>c</sup>	12,00 <sup>b</sup>	101,33 <sup>b</sup>	14,94 <sup>b</sup>	27,03 <sup>bc</sup>	10,267 <sup>b</sup>
50%	12,83 <sup>b</sup>	11,00 <sup>b</sup>	69,00 <sup>b</sup>	17,81 <sup>b</sup>	16,23 <sup>b</sup>	13,920 <sup>c</sup>
25%	6,17 <sup>a</sup>	6,33 <sup>a</sup>	16,33 <sup>a</sup>	10,79 <sup>a</sup>	1,90 <sup>a</sup>	21,733 <sup>d</sup>

Keterangan: Angka dengan huruf notasi yang sama pada uji DMRT (5%) tidak berbeda nyata

Berdasarkan hasil uji DMRT 5% dapat diketahui bahwa tanaman selada merah dalam kondisi cekaman kekeringan memberikan pengaruh yang berbeda nyata

terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin. Cekaman kekeringan pada 25% KL menunjukkan pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, panjang akar dan berat basah selada merah terendah. Pertumbuhan panjang akar tertinggi pada kondisi 50 % KL dan kandungan prolin tertinggi terjadi dalam kondisi 25% KL. Pertumbuhan dan kandungan prolin paling rendah terjadi dalam kondisi 100% KL (Kontrol). Kondisi 100% KL (kontrol) menunjukkan pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan berat basah tanaman tertinggi.

Penurunan yang berbeda nyata pada pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun selada dalam kondisi cekaman kekeringan dapat diketahui berdasarkan hasil uji DMRT 5% mulai dari 21, 28, 35 dan 42 HST. Tinggi tanaman selada setelah diberikan cekaman kekeringan berdasarkan 100%-25% KL menunjukkan terjadinya penurunan yang berbeda nyata pada umur 21-42 HST. Kondisi cekaman kekeringan berdasarkan 25% KL menunjukkan jumlah daun tanaman selada yang paling rendah berturut-turut mulai dari 21-42 HST. Pemberian cekaman kekeringan berdasarkan 100%-50% KL pada umur 28-42 HST tetap mengalami penurunan tetapi tidak berbeda nyata karena diikuti huruf notasi yang sama (Gambar 4.1).



Gambar 4.1 Pengaruh cekaman kekeringan terhadap a. tinggi tanaman pada 21, 28, 35, dan 42 HST b. jumlah daun 21, 28, 35, dan 42 HST. Angka dengan huruf notasi yang sama pada uji DMRT (5%) tidak berbeda nyata

Hasil penelitian menunjukkan bahwa cekaman kekeringan yang diberikan berdasarkan kapasitas lapang dapat menghambat proses pertumbuhan sehingga terjadi penurunan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan rata-rata berat basah pada selada merah. Semakin rendah persentase kapasitas lapang yang diberikan maka proses pertumbuhan akan semakin terhambat. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Tahani (2016) bahwa penurunan tinggi tanaman, panjang akar, luas daun dan berat basah pada tanaman sawi terjadi ketika kuantitas penyiraman diturunkan berdasarkan kapasitas lapang, yaitu dengan mengurangi volume penyiraman pada tanaman. Hasil penelitian Sayyari (2013) menunjukkan bahwa 30% kapasitas lapang atau dalam kondisi cekaman kekeringan yang ekstrim menyebabkan penurunan pada berat basah dan lebar daun tanaman selada yang signifikan.

Hasil ini serupa dengan penelitian kordi (2013) pada tanaman kemangi (*Ocimum basilicum* L.). Kondisi cekaman kekeringan dengan kadar air 30% KL mengalami penurunan pada tinggi tanaman 31,48 cm, dan peningkatan kandungan prolin 27,70  $\mu\text{m/g}$  tanaman kemangi. Kondisi 25% KL menunjukkan hasil

pertumbuhan tanaman paling rendah pada tinggi tanaman, luas daun, panjang akar, berat basah dan jumlah daun, karena kondisi ini termasuk dalam cekaman kekeringan yang parah. Menurut Bagheri (2009) dalam kondisi kekurangan air yang parah menyebabkan terhambatnya pertumbuhan akar dan daun. Taiz dan Zeiger (2006) menjelaskan kurangnya kadar air yang diserap oleh tumbuhan menyebabkan hilangnya tekanan turgor yang dapat mengurangi photoasimilasi dan metabolit yang dibutuhkan untuk proses pembelahan sel. Menurut Solichatun (2005) respon fisiologis daun yang terkena cekaman kekeringan menyebabkan menutupnya stomata, penurunan jumlah dan luas daun.

Air sangat berperan penting dalam proses pertumbuhan tanaman. Proses metabolisme dalam pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh fungsi air, seperti dalam biosintesis protein air berperan sebagai pelarut dan katalisator. Air juga berfungsi sebagai komponen utama dalam proses fotosintesis bereaksi dengan karbondioksida dan menghasilkan karbohidrat dan glukosa. Farooq (2009) menjelaskan bahwa keadaan defisit air dapat mengganggu proses metabolisme dan produksi glukosa, sehingga proses fotosintesis terhambat. Anggraini (2015) menjelaskan karbondioksida yang ikut menurun akan mempengaruhi mobilisasi pati dan berpotensi meningkatkan respirasi dan mengalami penurunan pertumbuhan. Fathi (2016) menjelaskan kondisi kekeringan akan menginduksi senyawa radikal bebas dan menyebabkan peroksidasi lipid dan kerusakan membran. Hal ini terjadi karena ketidakseimbangan antara antioksidan dan Reactive Oxygen Species (ROS). Selain meningkatkan peroksidasi lipid dan merusak komponen membran, ROS juga dapat menyebabkan degradasi protein dan inaktivasi enzim.



Salisbury (1995) menyebutkan ABA yang meningkat akan menghambat kerja auksin dan sitokinin sehingga proses pembelahan sel terhambat. Bagheri (2009) menjelaskan bahwa pada sel mesofil daun akan mengalami dehidrasi karena kekeringan. Sehingga ABA yang meningkat disimpan ke dalam kloroplas yang menyebabkan kalium dan kalsium keluar dari sel penjaga sehingga terjadi penutupan stomata. Menurut Alcazar (2011) dalam kondisi defisit air, tanaman mampu memodulasi dengan memberikan sinyal oleh hormon asam absisat yang ada di akar untuk dikirim ke tajuk agar melakukan induksi prolin di daun.

Peningkatan ABA diikuti dengan peningkatan etilen dalam kondisi defisit air. Etilen berfungsi sebagai pengatur kinerja pertumbuhan daun dan proses menentukan timbulnya penuaan pada daun (Farooq et al, 2009). Meningkatnya etilen dalam kondisi cekaman kekeringan akan menyebabkan terhambatnya proses pertumbuhan dan mempercepat proses penuaan pada daun. Menurut Nazar (2013) Peningkatan etilen di daun menyebabkan terjadinya kerusakan oksidatif.

Kadar air yang cukup berdasarkan kapasitas lapang tidak akan meningkatkan kandungan prolin. Kandungan prolin yang semakin tinggi terjadi seiring dengan penurunan kadar air berdasarkan kapasitas lapang. Hal ini sesuai dengan penelitian Dianata (2016) bahwa kondisi 25% KL merupakan cekaman kekeringan terekstrim karena terjadi peningkatan kandungan prolin paling tinggi pada Lemon verbena (*Lippia citriodora* L.). Menurut Sharp (2002) kandungan prolin berperan penting dalam menjaga pertumbuhan akar dalam kondisi potensial osmotik yang rendah sebagai ketahanan terhadap cekaman kekeringan.

Pemanjangan akar terjadi sebagai bentuk mekanisme pertahanan agar dapat mengambil air dari lapisan tanah yang lebih dalam. Tuasamu (2009) menjelaskan bahwa cekaman kekeringan menyebabkan terjadinya akumulasi kandungan prolin di daun yang berperan melindungi senyawa makromolekul dan enzim dari kerusakan dan sebagian prolin ditranspor ke akar untuk membantu merangsang pertumbuhan akar. Hasil penelitian Aldesuquy (2018) menunjukkan bahwa panjang akar pada tanaman gandum meningkat dalam kondisi cekaman kekeringan dibandingkan dalam kondisi normal (cukup air).

Pemanjangan akar selada terus meningkat berturut-turut mulai dari kondisi 100% KL-50% KL dan terjadi penurunan pada kondisi 25% KL. Hal ini menunjukkan bahwa selada hanya mampu mengatasi cekaman kekeringan pada kondisi kadar air 100% KL-50%KL. Menurut Krasensky dan C. Jonak (2012) tanaman memiliki kemampuan untuk mengakumulasi (senyawa non toksik seperti prolin) yang berfungsi melindungi sel dari kerusakan akibat potensial air sel rendah, yang merupakan cara adaptasi toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan. Sedangkan pada kondisi kadar air 25% KL menyebabkan terjadinya penurunan yang drastic pada pertumbuhan panjang akar. Seperti penjelasan Bagheri (2009) bahwa defisit air yang disebabkan oleh cekaman kekeringan menyebabkan penyusutan akar atau terhambatnya proses pertumbuhan akar.

#### **4.2 Pengaruh Acetyl Salicylic Acid (ASA) pada Pertumbuhan dan Kandungan Prolin Tanaman Selada Merah (*Lactuca sativa* L. var. *Crispa*)**

Penyemprotan ASA yang dilakukan sebanyak 2 kali ketika 14 dan 21 HST pada daun selada merah menyebabkan terjadinya perubahan pada pertumbuhan dan

kandungan prolin. Analisis varian (ANOVA) menunjukkan hasil F hitung >F tabel 5% pada seluruh parameter yang diamati, maka dapat diketahui bahwa penyemprotan ASA berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman dan kandungan prolin. Hasil yang berbeda nyata tersebut kemudian dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% yang disajikan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Pengaruh pemberian ASA pada pertumbuhan dan kandungan prolin

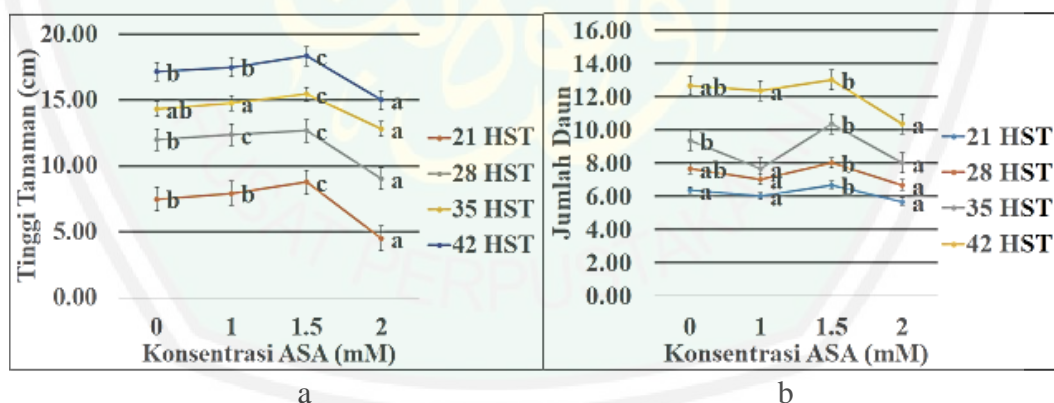
<b>Perlakuan</b>	<b>Tinggi Tanaman 24 HST (cm)</b>	<b>Jumlah Daun 24 HST</b>	<b>Luas Daun (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Panjang akar (cm)</b>	<b>Berat Basah (g)</b>	<b>Kandungan Prolin (µM/g)</b>
<b>0 mM</b>	17,17 <sup>b</sup>	12,67 <sup>ab</sup>	102 <sup>b</sup>	13,21 <sup>a</sup>	30,63 <sup>b</sup>	2.560 <sup>a</sup>
<b>1 mM</b>	17,5 <sup>b</sup>	12,33 <sup>a</sup>	102,70 <sup>c</sup>	1102 <sup>a</sup>	31,27 <sup>b</sup>	5.573 <sup>a</sup>
<b>1.5 mM</b>	18,33 <sup>c</sup>	13 <sup>b</sup>	103,30 <sup>d</sup>	14,37 <sup>b</sup>	36,47 <sup>c</sup>	9.253 <sup>b</sup>
<b>2 mM</b>	15 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	82,7 <sup>a</sup>	13,81 <sup>b</sup>	14,27 <sup>a</sup>	4.253 <sup>a</sup>

Keterangan: Angka dengan huruf notasi yang sama pada uji DMRT (5%) tidak berbeda nyata

Penyemprotan ASA sebagai hormone yang ditambahkan pada tanaman selada setelah dilakukan uji lanjut DMRT 5% menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada seluruh parameter pertumbuhan dan kandungan prolin. Pemberian ASA dengan konsentrasi 0,5 mM dan 1 mM menunjukkan hasil yang berbeda nyata hanya pada luas daun. Penyemprotan ASA dengan konsentrasi 1.5 mM pada hasil penelitian menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada seluruh parameter pertumbuhan dan kandungan prolin selada merah. Selada merah yang diseprotkan ASA dengan konsentrasi 2 mM menyebabkan terjadinya penurunan pada seluruh parameter pertumbuhan dan kandungan prolin. Menurut Javanmardi dan Akbari (2016) pemberian ASA dengan konsentrasi tinggi dapat menimbulkan efek yang

merugikan tanaman. Menurut Plasencia dan Mariana (2011) efek pemberian ASA secara eksogen sebagai hormone pertumbuhan dapat dipengaruhi berbagai faktor seperti waktu pemberian, jumlah konsentrasi, dan spesies tanaman.

Pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun selada semakin meningkat setelah diberikan ASA pada hasil pengamatan mulai dari 21, 28, 35 dan 42 HST. Konsentrasi 1,5 mM ASA menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun berturut-turut mulai 21-42 HST. Pemberian ASA sebagai hormone tambahan tidak selalu memberikan pengaruh baik pada pertumbuhan tanaman. Pemberian 2 mM ASA menyebabkan terjadinya penurunan pada pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun mulai dari 21-42 HST (Gambar 4.2).



Gambar 4.2 Pengaruh pemberian ASA terhadap a. tinggi tanaman pada 21, 28, 35, dan 42 HST b. jumlah daun 21, 28, 35, dan 42 HST. Angka dengan huruf notasi yang sama pada uji DMRT (5%) tidak berbeda nyata

Penyemprotan 1.5 mM ASA merupakan konsentrasi yang paling optimal dalam meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, panjang akar, berat basah dan kandungan prolin pada tanaman selada. Sayyari (2013) juga

menunjukkan hasil penelitian yang sama yaitu pemberian 1,5 mM ASA meningkatkan berat basah, luas daun, dan kandungan prolin pada tanaman selada. Asam salisilat dapat membantu mensintesis auksin atau sitokinin (Metwally *et al.* 2003). Peran ASA yang dapat membantu sintesis auksin dan sitokinin akan membantu meningkatkan proses pertumbuhan. Seperti proses pemanjangan dan pembelahan sel. Seperti yang terjadi pada penambahan jumlah daun, luas daun dan pemanjangan akar yang di ikuti dengan bertambahnya jumlah berat basah tanaman selada.

Kandungan prolin yang terbentuk dari prekursor asam glutamat juga dapat terjadi dari proses katabolisme glukosa. Asam glutamat membutuhkan 2-*oxoglutarat* yang diproses dalam siklus asam sitrat. Membantu proses metabolisme asam glutamate melakukan aminotransferase. Seperti penjelasan Paul dan Sandeep (2010) sintesis prolin dan katabolisme keduanya menggunakan P5C perantara umum (dibentuk oleh siklisasi spontan *glutamat-5-semialdehida* yang diproduksi oleh P5CS atau ProDH).

Jumlah daun tanaman berdasarkan hasil uji DMRT 5% menunjukkan bahwa pertumbuhan yang terjadi tidak selalu konsisten pada penambahan jumlah daun. Hasil penelitian Tahani (2016) juga menyebutkan bahwa pemberian hormone ASA yang menyebabkan penambahan jumlah daun tidak konsisten bukan hanya disebabkan fitohormon tetapi juga bisa dipengaruhi dari berbagai faktor internal dan eksternal. Hasil penelitian Kordi (2013) menunjukkan pemberian asam salisilat dengan konsentrasi 1,5 mM pada kemangi (*Ocimum basilicum* L.) meningkatkan

tinggi tanaman 48,76 cm, dan kandungan prolin 24,89  $\mu\text{m/g}$  dibandingkan dengan control.

Menurunnya pertumbuhan dan kandungan prolin selada merah setelah diberikan ASA 2 mM dapat disebabkan karena pemberian ASA dengan konsentrasi yang terlalu tinggi. Hal ini serupa dengan hasil penelitian Rashid (2011) bahwa 1,5 mM ASA sebagai hormon tanaman memiliki peran penting dalam pertahanan tanaman terhadap berbagai cekaman biotik dan abiotik melalui mekanisme morfologis, dan biokimia. Sedangkan 2 mM ASA bersifat toksik yang menyebabkan penurunan kandungan fenolik pada tanaman kacang panjang (*Cicer arietinum* L.). Hasil penelitian Tahani (2016) pertumbuhan luas daun sawi meningkat pada konsentrasi ASA  $10^{-6}$  M, sedangkan penggunaan konsentrasi ASA dengan konsentrasi yang lebih tinggi akan menyebabkan penurunan pada pertumbuhan luas daun.

#### **4.3 Pengaruh Interaksi ASA dan Cekaman Kekeringan pada Pertumbuhan dan Kandungan Prolin Selada Merah Tanaman Selada Merah (*Lactuca sativa* L. var. Crispa)**

Penyemprotan ASA yang dilakukan sebanyak 2 kali pada 14 dan 21 HST pada daun selada merah dalam kondisi cekaman kekeringan. Jumlah daun, panjang akar, dan kandungan prolin yang telah dianalisis menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata, sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut. Hasil penelitian ini sama dengan Sayyari (2013) bahwa pemberian ASA dalam kondisi cekaman kekeringan tidak menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan dari hail perlakuan interaksi.

Analisis varian (ANOVA) menunjukkan hasil F hitung >F tabel 5% pada tinggi tanaman, luas daun dan berat basah tanaman selada merah, maka dapat diketahui bahwa penyemprotan ASA berpengaruh nyata pada tinggi tanaman, luas daun dan berat basah tanaman selada merah. Hasil yang berbeda nyata tersebut kemudian dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% yang disajikan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Pengaruh interaksi ASA dan cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin selada merah

KL (%)	Perlakuan ASA (mM)	Tinggi Tanaman (cm)				Luas Daun (cm <sup>2</sup> )	Berat Basah (g)
		21 HST	28 HST	35 HST	42 HST		
100	0	7.50 <sup>e</sup>	12 <sup>e</sup>	14.33 <sup>ef</sup>	17,17 <sup>g</sup>	102 <sup>e</sup>	30,63 <sup>fg</sup>
	1	7.93 <sup>e</sup>	12.37 <sup>e</sup>	14.77 <sup>ef</sup>	17,50 <sup>g</sup>	102,67 <sup>e</sup>	31,27 <sup>fg</sup>
	1.5	8.77 <sup>e</sup>	12.67 <sup>e</sup>	15.43 <sup>f</sup>	18,33 <sup>g</sup>	103,33 <sup>e</sup>	36,47 <sup>g</sup>
	2	4.50 <sup>abcd</sup>	9.03 <sup>d</sup>	12.83 <sup>cde</sup>	15 <sup>ef</sup>	82,67 <sup>d</sup>	14,27 <sup>bc</sup>
70	0	5.70 <sup>d</sup>	9.67 <sup>d</sup>	12.67 <sup>cde</sup>	16,83 <sup>fg</sup>	101,33 <sup>e</sup>	27,03 <sup>ef</sup>
	1	5.67 <sup>d</sup>	9.67 <sup>d</sup>	10.50 <sup>ab</sup>	14,50 <sup>de</sup>	100,33 <sup>e</sup>	26,63 <sup>ef</sup>
	1.5	7.50 <sup>e</sup>	10.07 <sup>d</sup>	13.17 <sup>def</sup>	16,67 <sup>fg</sup>	100 <sup>e</sup>	33,17 <sup>fg</sup>
	2	3.33 <sup>a</sup>	5.50 <sup>ab</sup>	9.67 <sup>b</sup>	12,27 <sup>c</sup>	65 <sup>c</sup>	12,70 <sup>bc</sup>
50	0	5.17 <sup>bcd</sup>	7.17 <sup>d</sup>	10.50 <sup>ab</sup>	12,83 <sup>cd</sup>	69 <sup>c</sup>	16,23 <sup>cd</sup>
	1	5.50 <sup>cd</sup>	8.83 <sup>d</sup>	9.83 <sup>b</sup>	13,83 <sup>cde</sup>	102,33 <sup>e</sup>	22,50 <sup>de</sup>
	1.5	5.67 <sup>d</sup>	8.90 <sup>d</sup>	11.50 <sup>abc</sup>	14,17 <sup>cde</sup>	105 <sup>e</sup>	31,60 <sup>fg</sup>
	2	5.53 <sup>cd</sup>	9.17 <sup>c</sup>	11.67 <sup>abc</sup>	14,83 <sup>def</sup>	98,33 <sup>e</sup>	19,07 <sup>cd</sup>
25	0	3.77 <sup>ab</sup>	4.27 <sup>a</sup>	5.33 <sup>a</sup>	6,17 <sup>a</sup>	16,33 <sup>a</sup>	1,90 <sup>a</sup>
	1	4.27 <sup>abcd</sup>	5.17 <sup>ab</sup>	5.93 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	22,33 <sup>a</sup>	2,40 <sup>a</sup>
	1.5	5 <sup>bcd</sup>	6.40 <sup>bc</sup>	7 <sup>a</sup>	9 <sup>b</sup>	39,67 <sup>b</sup>	7,07 <sup>ab</sup>
	2	4 <sup>abc</sup>	4.70 <sup>a</sup>	5.33 <sup>a</sup>	6,50 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>	1,03 <sup>a</sup>

Keterangan: Angka dengan huruf notasi yang sama pada uji DMRT (5%) tidak berbeda nyata

Pemberian perlakuan interaksi cekaman kekeringan dan ASA pada selada merah menunjukkan hasil uji lanjut DMRT 5% yang berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman (umur 21, 28, 35, dan 42 HST), luas daun dan berat

basah. Interaksi 70% KL dan pemberian ASA 1,5 mM memberi pengaruh yang tidak jauh berbeda dengan perlakuan kontrol pada pertumbuhan tinggi tanaman (21,35 dan 42 HST), luas daun dan berat basah selada merah. Pemberian 1,5 mM ASA pada perlakuan 100%-25% KL mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman, luas daun dan berat basah tanaman selada. Menurut Nazar (2015) asam salisilat mampu mempengaruhi fotosintesis dalam kondisi kekeringan dengan menghambat sintesis etilen. Perlakuan asam salisilat menyebabkan terhambatnya sintesis etilen, mengganggu depolarisasi membran, meningkatkan kerja fotosintesis dan kandungan klorofil. Pengaruh pertumbuhan dengan pemberian 1,5 mM ASA dan cekaman kekeringan dapat dilihat pada gambar 4.3.

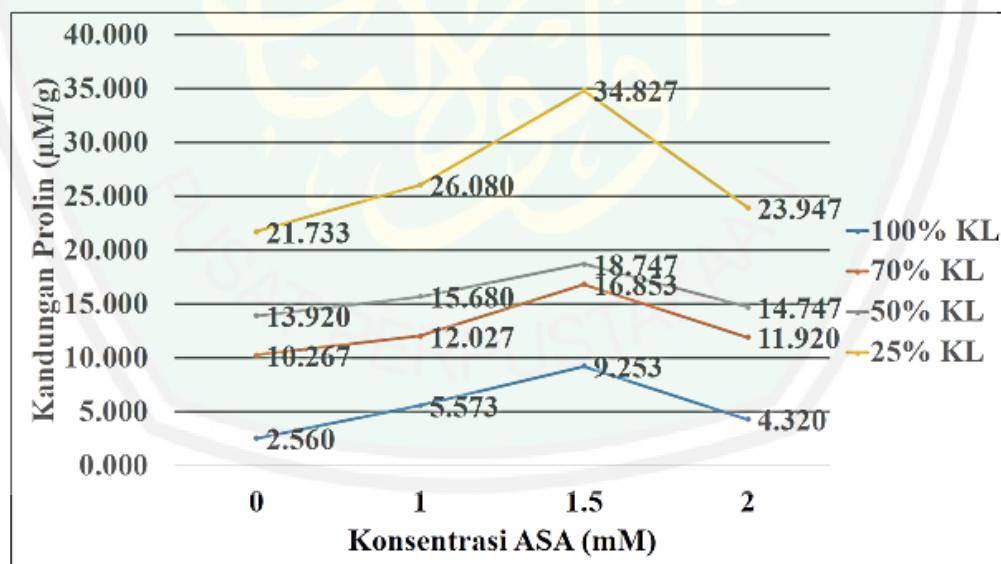


Gambar 4.3 Pengaruh pemberian ASA dan cekaman kekeringan a. 1,5 mM ASA dan 100% KL, b. 1,5 mM ASA dan 70% KL, c. 1,5 mM ASA dan 50% KL, dan d. 1,5 mM ASA dan 25% KL

Konsentrasi ASA 1,5 mM dalam cekaman kekeringan yaitu dengan kadar air 70% KL dan 50% KL merupakan kombinasi yang dapat digunakan untuk mempertahankan pertumbuhan tanaman selada. Hasil penelitian Tahani (2016) juga menunjukkan bahwa ASA mampu meningkatkan tinggi tanaman, luas daun dan



berat basah tanaman sawi dalam kondisi cekaman kekeringan. Menurut Nazar (2015) pemberian asam salisilat dalam kondisi cekaman kekeringan mampu membatasi pembentukan etilen dengan menghambat aktifitas 1-aminocyclopropane carboxylic acid synthase (ACS) sehingga mengurangi penghambatan pada proses pertumbuhan tanaman. Asam salisilat yang diaplikasikan secara eksogen mampu mengurangi dampak stress kekeringan dengan meningkatkan produksi proline melalui peningkatan  $\gamma$ -glutamyl kinase (GK) dan penurunan aktivitas proline oksidase (PROX). Peningkatan atau penurunan kandungan prolin karena pemberian ASA pada kondisi normal maupun dalam kondisi cekaman kekeringan dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Pengaruh pemberian ASA dan cekaman kekeringan terhadap kandungan prolin

Metabolisme asam amino mencakup berbagai reaksi biosintetik sebagai prekursor polipeptida dan dipecah untuk memulihkan energi metabolisme. Dalam

kondisi normal, proses fotosintesis yang terjadi pada siang hari menyediakan sebagian besar energi untuk tanaman, dan pada malam hari terjadi proses pembentukan metabolit seperti pati dan asam amino. Hal ini mendorong proses pembangkit energi tanaman melalui glikolisis, siklus *the tricarboxylic acid* (TCA) atau siklus Krebs, dan metabolisme asam amino. Tanaman dalam kondisi kekeringan dan tekanan suhu akan mengurangi laju fotosintesis, sehingga menghambat proses pertumbuhan dan terjadinya perubahan fisiologis. Transduksi sinyal konvergen terjadi karena pengaruh kekeringan dan tekanan panas pada metabolit yang terkait dengan pentosa fosfat. *Phosphoenolpyruvate* (PEP) dan *erythrose-4-phosphate*, yang merupakan prekursor utama aromatic asam amino, bentuk *2-keto-3-deoksi-D-arabinoheptulosonat-7-fosfat* dengan reaksi kondensasi, akhirnya menghasilkan *chorismate*. *Chorismate* adalah titik cabang untuk sintesis semua asam amino seperti seperti lisin, alanin, metionin, isoleusin, glycine dan prolin (Das, 2017).

Pemberian 1,5 mM ASA pada kemangi atau basil (*Ocimum basilicum* L) dalam hasil penelitian Kordi (2013) meningkatkan kandungan prolin dalam kondisi cekaman kekeringan yang berperan sebagai kontrol osmotik, menghindari kerusakan enzim dan bentuk toleransi tanaman terhadap cekaman. Menurut Dianata (2016) selain membantu penyesuaian osmotik, prolin juga bisa berfungsi sebagai antioksidan non-enzimatik untuk mengatasi ROS. Hasil penelitian Rihan (2017) menunjukkan bahwa pemberian ASA pada konsentrasi 1,44 mM memberikan dampak positif terhadap parameter fisiologis, hasil dan pertumbuhan tanaman gandum dalam kondisi cekaman kekeringan. Sedangkan konsentrasi 2,88 mM ASA

pada tanaman gandum yang terkena cekaman kekeringan menyebabkan dampak negatif. Selain pemberian konsentrasi ASA yang tinggi pada tanaman, terdapat berbagai faktor yang dapat menimbulkan penurunan pada proses pertumbuhan dan kandungan prolin.

Seperti penjelasan Senaratna (2000) asam salisilat dapat meningkatkan serta menghambat pertumbuhan tanaman berdasarkan konsentrasi, spesies tanaman, tahap pengembangan dan kondisi lingkungan. Menurut Tahani (2016) pemberian ASA pada tanaman menunjukkan kerja yang sinergis dengan auksin karena mampu meningkatkan tinggi tanaman dalam kondisi cekaman kekeringan. Sedangkan luas area daun ditentukan oleh kebutuhan air yang cukup sebagai komponen utama sel. Solichatun (2005) Menjelaskan bahwa kekurangan air selama tingkat vegetatif menyebabkan berkembang ukuran daun yang lebih kecil, sehingga membantu mengurangi penyerapan cahaya. Kekurangan air juga menghambat sintesis klorofil dan aktivitas beberapa enzim (misalnya nitrat reduktase).

Asam salisilat pada tanaman bekerja sebagai hormon pengatur internal, dan mekanisme pertahanan dalam keadaan stress biotik dan abiotik. Efek pemberian asam salisilat pada pertumbuhan tanaman dalam kondisi stres abiotik memiliki peran yang mampu meningkatkan penyerapan nutrisi, stabilitas membran, regulasi stomata, fotosintesis, pertumbuhan, kandungan prolin dan penghambatan biosintesis etilen (Dianata, 2016). Asam salisilat dapat membantu mensintesis sintesis auksin atau sitokinin (Metwally *et al.* 2003).

#### 4.4 Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam

Cekaman kekeringan menimbulkan terhambatnya proses pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah dan luas daun. Kondisi cekaman kekeringan juga menyebabkan peningkatan kadar prolin dan panjang akar sebagai bentuk pertahanan dalam kondisi cekaman kekeringan. Meningkatnya kadar asam absisat pada akar diekspor kedaun untuk memberikan sinyal dalam mensintesis prolin. Proses akumulasi prolin terjadi pada mitokondria didaun membantu menjaga tekanan osmotik. Sebagian prolin di ekspor kembali ke akar untuk membantu pertumbuhan akar agar mampu menyerap air pada lapisan tanah yang lebih dalam. Peran air sangat penting bagi kelangsungan hidup tanaman. Firman Allah SWT dalam surat Al-Fussilat ayat 39:

وَمِنْ آيَاتِهِ أَنْتَ تَرَى الْأَرْضَ خَاشِعَةً فَإِذَا أَنْزَلْنَا عَلَيْهَا الْمَاءَ اهْتَزَّتْ وَرَبَتْ ۗ إِنَّ الَّذِي أَحْيَاهَا  
لَمُحْيِي الْمَوْتَى ۗ إِنَّهُ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ

Artinya: *“Dan di antara tanda-tanda (kebesaran)-Nya, engkau melihat bumi itu kering dan tandus, tetapi apabila Kami turunkan hujan di atasnya, niscaya ia bergerak dan subur. Sesungguhnya (Allah) Yang menghidupkannya, Pastilah dapat menghidupkan yang mati. Sesungguhnya Dia Maha Kuasa atas segala sesuatu”*.

Lafadz وَمِنْ آيَاتِهِ “Dan di antara tanda-tanda (kebesaran)-Nya” yang menunjukkan bahwa Allah menghidupkan yang sudah mati. أَنْتَ تَرَى الْأَرْضَ خَاشِعَةً “engkau melihat bumi itu kering dan tandus,” yakni yaabis (kering) jadbah (gersang) yang dimaksud adalah sifat bumi yang kemarau. Tanah yang gersang (*al baladah al khaasyi`ah*) yakni negeri yang berdebu yang tidak memiliki tempat berteduh dan gersang. Sedangkan lafadz فَإِذَا أَنْزَلْنَا عَلَيْهَا الْمَاءَ اهْتَزَّتْ “apabila Kami

*turunkan hujan di atasnya, niscaya ia bergerak*” maksudnya dengan tumbuh-tumbuhan, وَرَبَّتْ “*dan subur*” yaitu tersebar dan meninggi sebelum tumbuh ke permukaan (Al Qurthubi, 2009).

Ayat ini menjelaskan bahwa unsur-unsur kosmos dan lapisan tanah yang mati, ketika disiram oleh air hujan akan larut bersama air hujan. Hal ini menyebabkan tanah mudah bergerak untuk mencapai benih dan akar berbagai macam tumbuhan yang kemudian berubah menjadi sel-sel, jaringan-jaringan, dan akhirnya organisme yang hidup. Meresapnya air dan tumbuhnya berbagai tumbuhan, menjadikan bumi tampak hidup dan bertambah besar (Shihab, 2002).

Pemberian ASA dalam kondisi cukup air memberikan dampak positif bagi pertumbuhan dan kandungan prolin pada tanaman. Perlakuan ASA yang diberikan dalam kondisi cekaman kekeringan mampu memperbaiki pertumbuhan tanaman yang terhambat dengan konsentrasi 1,5 mM. Konsentrasi 2 mM ASA yang terlalu tinggi akan bersifat toksik sehingga dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Hasil yang menguntungkan atau merugikan terhadap proses pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh jumlah konsentrasi ASA. Penjelasan dalam Al-qur`an bahwa Allah menciptakan segala sesuatu dengan ukuran. Firman Allah SWT dalam surat Al-qamar ayat 49:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ

Artinya: “*Sungguh Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran*”.

Firman Allah “*Sungguh Kami menciptakan segala sesuatu*” (إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ) dinashabkan dengan Fi’il yang ditemukan pada kamilat selanjutnya yang berfungsi

menafsirkannya “*menurut ukuran*” (خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ) masing-masing. Menurut suatu *qiraat lafal Kulla* dibaca *Kullu* dan dianggap sebagai *Mubtada*, maka *Khabarnya* adalah *lafal Khalaqnaahu*. Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran yang sesuai dengan hikmah (Shihab, 2002).

Ayat ini menjelaskan bahwa diciptakannya segala sesuatu dengan ukuran karena memiliki hikmah yang dapat dijadikan contoh dalam kehidupan. Hasil penelitian ini sebagai salah satu contoh bahwa pemberian ASA dengan konsentrasi yang berbeda dapat merugikan dan menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman. Sehingga dapat diketahui bahwa konsentrasi atau ukuran 1,5 mM ASA baik digunakan untuk mempertahankan pertumbuhan tanaman dalam kondisi cekaman kekeringan.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah dilakukan yaitu:

1. Cekaman kekeringan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan (tinggi tanaman, luas daun, jumlah daun, panjang akar dan berat basah) dan meningkatkan kandungan prolin tanaman selada merah.
2. Pemberian ASA sebanyak 1.5 mM dapat meningkatkan seluruh parameter pertumbuhan dan kandungan prolin tanaman selada merah.
3. Pemberian ASA dengan konsentrasi 1.5 mM dan cekaman kekeringan yaitu kondisi kadar air tanah 75% KL dan 50% KL tidak berbeda dengan kontrol, sehingga efektif dalam mempertahankan pertumbuhan tanaman selada merah

#### **5.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan dari penelitian yang telah dilakukan yaitu

1. Supaya dilakukan uji lanjut pada lahan terbuka di daerah yang memiliki kondisi tanah pada cekaman kekeringan.
2. Konsentrasi ASA 1,5 mM dapat digunakan untuk mempertahankan pertumbuhan pada kondisi 70% KL dan 50% KL.

### Daftar Pustaka

- Abdillah, D., Siswoyo, T. A., dan Soedradjad, R. 2015. Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Kandungan Fenolik dan Antioksidan Tanaman Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Pada Fase Awal Vegetatif. *Berkala Ilmiah Pertanian* 1(1)
- Abdurachman, Umi H., dan Ishak J. 2006. *Penetapan Kadar Air Tanah dengan Metode Gravimetrik*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. Jakarta
- Anggraini, N., Eny F, dan Sapto I. 2015. Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Perilaku Fisiologis Dan Pertumbuhan Bibit Black Locust (*Robinia pseudoacacia*). *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 9 (1)
- Alcázar, R., M. Bitrián, D. Bartels, C. Koncz, T. Altabella, A.F. Tiburcio 2011. Polyamine metabolic canalization in response to drought stress in Arabidopsis and the resurrection plant *Craterostigma plantagineum*. *Plant Signal Behav.* 6 (1)
- Aldesuquy, H.S., Farag L Ibraheem and Hanan E Ghanem. 2018. Assessment of Salicylic Acid and Trehalose Impact on Root Growth and Water Relations in Relation to Grain Yield of Droughted Wheat Cultivars. *Nutri Food Sci Int J.* 7(1)
- Al Qurthubi, 2009. *Tafsir Al Qurthubi*. Jakarta. Pustaka Azzam
- As-Suyuthi, Jalaluddin. 2010. *Tafsir Jalalain*. Jakarta. Pustaka eLBA.
- Bagheri, A., 2009, *Effects of drought stress on chlorophyll, proline and rates of photosynthesis and respiration and activity of superoxide dismutase and peroxidase in millet (Panicum milenaceum L.)*. National conference on water scarcity and drought management in agriculture. Islamic Azad University Arsanjan, p.16.
- Bevly, Mampholo, Martin M. Maboko, Puffy Soundy And Dharini Sivakumar. 2016. Phytochemicals And Overall Quality Of Leafy Lettuce (*Lactuca Sativa* L.) Varieties Grown In Closed Hydroponic System. *Journal Of Food Quality*
- Campbell, N.A and Reece J.B. 2003. *Biologi Edisi Kelima Jilid Dua*. Jakarta. Erlangga
- Das, A., Paul J. Rushton, and Jai S. Rohila. 2017. Metabolomic Profiling of Soybeans (*Glycine max* L.) Reveals the Importance of Sugar and Nitrogen Metabolism under Drought and Heat Stress. *Plants*. 6 (21)
- Dianata, M., M. J. Saharkhiza, I. Tavassolian. 2016. Salicylic acid mitigates drought stress in *Lippia citriodora* L. Effects on biochemical traits and essential oil yield. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 8 (1) 286–293



- Dempsey, D'Maris A and Daniel F. Klessig. 2017. *How does the multifaceted plant hormone salicylic acid combat disease in plants and are similar mechanisms utilized in humans?.* BMC biology
- Endah, J. 2002. *Membuat Tanaman Kombinasi.* Jakarta. Agromedia Pustaka
- FAOSTAT. 2012. FAOSTAT Database for Crops [Online], Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy. <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault>
- Flann C. 2015. GCC: Global Compositae Checklist (version 5 (Beta), Jun 2014). In: Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 26th August 2015 (Roskov Y., Abucay L., Orrell T., Nicolson D., Kunze T., Flann C., Bailly N., Kirk P., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., De Wever A., eds). Digital resource at [www.catalogueoflife.org/col](http://www.catalogueoflife.org/col). Species 2000: *Naturalis, Leiden, the Netherlands.* ISSN 2405-8858.
- Ghorbani, N., H. Moradi, V. Akbarpour and A.Ghasemnezhad. 2013. The Phytochemical Changes of Violet Flowers (*Viola cornuta*) Response to Exogenous Salicylic Acid Hormone. *Journal of Chemical Health Risks* 3(4)
- Gan and Azrina. 2016. Antioxidant Properties of Selected Varieties of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) commercially available in Malaysia. *International Food Research Journal* 23(6): 2357-2362
- Haryanto, E. 2007. *Sawi dan Selada.* Jakarta. Penebar Swadaya
- Hendrati, R.L., D. Rachmawati, dan A. Cahyaning Pamuji. 2016. Respon Kekeringan terhadap Pertumbuhan, Kadar Prolin dan Anatomi Akar *Acacia auriculi formis* Cunn., *Tectona grandis* L., *Alstonia spectabilis* Br., DAN *Cedrela odorata* L. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea.* 5 (2)
- Javanmardi, dan Akbari. 2013. Salicylic Acid at Different Plant Growth Stages Affects Secondary Metabolites and Physico-Chemical Parameters of Greenhouse Tomato. *Adv. Hort. Sci.* 30(3)
- Kabiri, R. and M. Naghizadeh. 2015. Exogenous Acetylsalicylic Acid Stimulates ' Physiological Changes to Improve Growth, Yield and Yield Components of Barley under Water Stress Condition. *Journal of Plant Physiology and Breeding* 5(1): 35-45
- Kurniawati, S., Nurul K, Sintho Wahyuning A, N. Sri Hartati, dan Enny S. 2014. Pola Akumulasi Prolin dan Poliamin Beberapa Aksesori Tanaman Terung pada Cekaman Kekeringan. *J. Agron. Indonesia* 42 (2)
- Krasensky, J., and C. Jonak. 2012. Drought, Salt, and Temperature Stress-Induced Metabolic Rearrangements and Regulatory Networks. *J. of Exp. Bot.* 1-16. <http://www.jxb.oxfordjournals.org>

- Khandaker, L., masum A, and Shinya OBA. 2015. Assessment Quantitative and Qualitative Factors of Peanut (*Arachis hypogea* L.) under Drought Stress and Salicylic Acid Treatments. *An International Journal*. 7 (1)
- Khan, Fatma M, Per TS, Anjum NA and Khan NA. 2015. Salicylic Acid-Induced Abiotic Stress Tolerance and Underlying Mechanisms in Plants. *Front Plant Sci*. 6(462)
- Kristkova, E., I. Doležalová, A. Lebeda, V. Vinter, and A. Novotna. 2008. Description of Morphological Characters of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Genetic Resources. *Hort. Sci. (Prague)*, 35, (3)
- Kordi, S., M. Saidi and F. Ghanbari. 2013. Induction of Drought Tolerance in Sweet Basil (*Ocimum basilicum* L) by Salicylic Acid. *International Journal of Agricultural and Food Research*. 2 (2)
- Kim, M.J., Y. Moon, D.A. Kopsell, S. Park, J.C. Tou dan N.L. Waterland. 2016. Nutritional Value of Crisphead ‘Iceberg’ and Romaine Lettuces (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Agricultural Science*. 8 (11)
- Lopez, A., Javier, G., Fenoll, J., Hell\_In, P. and Flores, P.2014. Chemical Composition and Antioxidant Capacity of Lettuce: Comparative Study of Regular-Sized (Romaine) and Baby-Sized (Little Gem and Mini Romaine) types. *J. Food Comp. Anal.* 33, 39–48.
- Metwally., Finkemeier I., Georgi M., and Dietz K. 2003. Salicylic Acid Alleviates the Cadmium Toxicity in Barley Seedlings. *Plant Physiol*. 132: 272-281.
- Mohamed, E.T. and Naglaa L.A. 2010. Response of Wheat Cultivars to Drought and Salicylic Acid. *American-Eurasian Journal of Agronomy*, 3 (1)
- Muliani, E., Z. Aneloi, dan Periadnadi. 2017. Pemanfaatan Sampah Organic Kota sebagai Dasar Pupuk Organic Cair (POC) untuk Pertumbuhan. *Jurnal Metamorfosa* IV (2)
- Farooq, M., A. Wahid, N. Kobayashi D. Fujita S.M.A. Basra. 2009. Plant Drought Stress: Effects, Mechanisms and Management. *Agron. Sustain. Dev.* 185–212
- Nazar., R. S. Umar a, N.A. Khan b, and O. Sareer. 2015. Salicylic Acid Supplementation Improves Photosynthesis and Growth in Mustard Through Changes in Proline Accumulation and Ethylene Formation Under Drought Stress. *South African Journal of Botany* 98(1)
- Nazarli H, Ahmadi A, and Hadian J. 2014. Salicylic Acid and Methyl Jasmonate Enhance Drought Tolerance in Chamomile Plants. *J HerbMed Pharmacol.*; 3(2): 87-92.
- Novenda, I.L., dan Setyo A.N. 2016. Analisis Kandungan Prolin Tanaman Kangkung (*Ipomoea reptana* Poir), Bayam (*Amaranthus spinosus*), dan Ketimun (*Cucumis sativus* L.). *Pancaran*, 5 (4)

- Paul, V and Sandeep S. 2010. *Proline Metabolism and Its Implications for Plant-Environment Interaction*. The Arabidopsis Book. American Society of Plant Biologists
- Plasencia, J and Mariana Rivas-San V. 2011. Salicylic acid beyond defence: its role in plant growth and Development. *Journal of Experimental Botany*. 62 (10)
- Pitriana, S.H. 2016. *Efisiensi Produksi Sayuran Daun Dengan Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT) Amazing Farm, Lembang, Jawa Barat*. Skripsi. IPB
- Pracaya, 2007. *Bertanam Sayuran Organik di Kebun, Pot, dan Polybag*. Jakarta. Penebar swadaya
- Rajeshwari, V dan V Bhuvaneshwari. 2017. Salicylic Acid Induced Salt Stress Tolerance in Plants. *Int J Plant Biol Res* 5(3)
- Rahayu., Haryanto, dan Iftitah. 2016. Pertumbuhan dan Hasil Padi Gogo Hubungannya dengan Kandungan Prolin dan 2-acetyl-1-pyrroline pada Kondisi Kadar Air Tanah Berbeda. *Jurnal Kultivasi* 15(3)
- Rihan, H., Fakhriya K and Michael P.F. 2017. The Effect of Exogenous Applications of Salicylic Acid and Molybdenum on the Tolerance of Drought in Wheat. *Agri Res & Tech: Open Access J* 9(4): ARTOAJ.MS.ID.555768 (2017)
- Rashid, A., Michael G.P, Mohd Yousf W, and Savarimuthu I. 2011. Role of salicylic acid in induction of plant defense system in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Plant Signaling & Behavior* 6 (11)
- Salisbury, CD. Lazar MD, Worrall WD. 1995. Variation in drought susceptibility among closely related wheat lines. *Field Crops Res*. 41:147-153.
- Sayyari, M., Mojtaba G, Fardin G and Sajad K. 2013. Assessment of Salicylic Acid Impacts on Growth Rate and Some Physiological Parameters of Lettuce Plants Under Drought Stress Conditions. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 5 (17)
- Senaratna T., Touchell D.H., Bunn E., dan Dixon K.W. 2000. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. *J. Plant Growth Regul.* 30 (1)
- Shihab, Quraish. 2002. *Tafsir Al-Mishbah*. Jakarta: Lentera Hati
- Sinay, H. 2015. *Pengaruh Perlakuan Cekaman Kekeringan terhadap Pertumbuhan dan Kadungan Prolin pada Fase Vegetatif Beberapa Kultivar Jagung Lokal dari Pulau Kisar Maluku di Rumah Kaca*. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang.
- Solichatun., Endang A, dan Widya M. 2005. Pengaruh Ketersediaan Air terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Bahan Aktif Saponin Tanaman Ginseng Jawa (*Talinum paniculatum Gaertn.*). *Biofarmasi*. 3 (2)

- Sugara, K. 2012. *Budidaya Selada Keriting, Selada Lollo Rossa, dan Selada Romaine secara Aeroponik di Amazing Farm, Lembang, Bandung*. Skripsi. Departemen Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor
- Supriati, Y., dan Ersi H. 2010. *Bertanam 15 Sayuran Organic dalam Pot*. Jakarta. Penebar swadaya
- Sperdoui, Moustakas M. 2012. Interaction of Proline, Sugars, and Anthocyanins During Photosynthetic Acclimation of *Arabidopsis Thaliana* to Drought Stress. *Journal of Plant physiology*, 169:577–585
- Syarief, E., S. Duryatmo, S. Angkasa, R.N. Apriyanti, A.A. Raharjo, K. Rizkika, dan D.S. Rahimah. 2014. *Hidroponik Praktis, My Trubus Potential Business*. Jakarta. Trubus Swadaya
- Tahani, Nadia A. 2016. *Pengaruh Acetyl Salicylic Acid (ASA) terhadap Pertumbuhan Sawi (*Brassica Juncea L.*) pada Kondisi Cekaman Kekeringan*. Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
- Taiz, and Zeiger E. (2006) *Plant Physiology, 4th Ed., Sinauer Associates Inc.* Publishers, Massachusetts.
- Tuasamu, Y. 2009. *Toleransi Hotong (*Setaria italic l. Beauv*) pada Berbagai Cekaman Kekeringan: Pendekatan Anatomi dan Fisiologi*. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Turner, Wright G.C., dan Siddique K.H.M. 2001. Adaptation of Grain Legumes (Pulses) to Water-Limited Environments, *Adv. Agron.* 71, 123–231.
- Vargas, A.M., Cartagena-Valenzuela JR, Franco G, Correa-Londono GA, Quintero-Vasquez LM, and Gaviria-Montoya CA. 2017. Changes in the physico-chemical properties of four lettuce (*Lactuca sativa L.*) varieties during storage. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria, Mosquera (Colombia)*, 18(2): 257-273
- Youssef, M., S.A. Abd El-Hady, Nashwa A.I. Abu El-Azm, and M.Z. El-Shinawy. 2017. Foliar Application of Salicylic Acid and Calcium Chloride Enhances Growth and Productivity of Lettuce (*Lactuca sativa*). *Egypt. J. Hort.* 44 (1)

## Lampiran 1. Data Pengamatan

## 1. Tinggi Tanaman

## a. 21 HST

Perlakuan		Ulangan			Jumlah	Rata-rata
KL %	ASA (mM)	1	2	3		
100	0	9	6	7.5	22.5	7.5
	1	8	7	8.8	23.8	7.93
	1.5	7.8	8.5	10	26.3	8.77
	2	4.5	5	4	13.5	4.50
70	0	6.6	5	5.5	17.1	5.70
	1	5.5	6.5	5	17	5.67
	1.5	7.8	6.7	8	22.5	7.50
	2	3	4	3	10	3.33
50	0	5	5.5	5	15.5	5.17
	1	5.5	5	6	16.5	5.50
	1.5	5	5.5	6.5	17	5.67
	2	4.8	5	6.8	16.6	5.53
25	0	3.5	3.5	4.3	11.3	3.77
	1	3.8	4	5	12.8	4.27
	1.5	5	4.5	5.5	15	5
	2	4	5	3	12	4

## b. 28 HST

Perlakuan		Ulangan			Jumlah	Rata-rata
KL %	ASA (mM)	1	2	3		
100	0	13	11	12	36	12
	1	12.6	11.5	13	37.1	12.37
	1.5	12	12.5	13.5	38	12.67
	2	10	8.7	8.4	27.1	9.03
70	0	10	9	10	29	9.67
	1	9.5	10.5	9	29	9.67
	1.5	10.5	9	10.7	30.2	10.07
	2	4.5	7.5	4.5	16.5	5.5
50	0	6	8	7.5	21.5	7.17
	1	8.5	8.5	9.5	26.5	8.83
	1.5	8.7	9	9	26.7	8.9
	2	8.5	9	10	27.5	9.17
25	0	4	4	4.8	12.8	4.27
	1	4.5	5	6	15.5	5.17
	1.5	6.5	6	6.7	19.2	6.4
	2	4.5	6	3.6	14.1	4.7

## c. 35 HST

Perlakuan		Ulangan			Jumlah	Rata-rata
KL %	ASA (mM)	1	2	3		
100	<b>0</b>	<b>15.5</b>	<b>13.5</b>	<b>14</b>	43	14.33
	1	14.5	14	15.8	44.3	14.77
	1.5	14	15.5	16.8	46.3	15.43
	2	15.5	12	11	38.5	12.83
70	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>10.5</b>	<b>12.5</b>	38	12.67
	1	10	11.5	10	31.5	10.50
	1.5	14	11.5	14	39.5	13.17
	2	10	10.5	8.5	29	9.67
50	<b>0</b>	<b>10.5</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	31.5	10.50
	1	9	9.5	11	29.5	9.83
	1.5	10	13	11.5	34.5	11.50
	2	10	11	14	35	11.67
25	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	16	5.33
	1	5	6	6.8	17.8	5.93
	1.5	7	7	7	21	7
	2	5	7	4	16	5.33

## d. 42 HST

Perlakuan		Ulangan			Jumlah	Rata-rata
KL %	ASA (mM)	1	2	3		
100	<b>0</b>	18	16	17.5	51.5	17.17
	1	17.5	17	18	52.5	17.50
	1.5	17	18.5	19.5	55	18.33
	2	14	16	15	45	15.00
70	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>17.5</b>	50.5	16.83
	1	13.5	15	15	43.5	14.50
	1.5	17.5	15	17.5	50	16.67
	2	13.3	13.5	10	36.8	12.27
50	<b>0</b>	<b>12.5</b>	<b>13.5</b>	<b>12.5</b>	38.5	12.83
	1	13.5	14	14	41.5	13.83
	1.5	13.5	15.5	13.5	42.5	14.17
	2	14	14.5	16	44.5	14.83
25	<b>0</b>	<b>5.5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	18.5	6.17
	1	6	6.5	8.5	21	7.00
	1.5	9	9	9	27	9.00
	2	7	7.5	5	19.5	6.50

## 2. Jumlah Daun

### a. 21 HST

Perlakuan		Ulangan			Jumlah	Rata-rata
KL %	ASA (mM)	1	2	3		
100	0	7	6	6	19	6.33
	1	7	5	6	18	6
	1.5	7	7	6	20	6.67
	2	5	6	6	17	5.67
70	0	6	6	6	18	6
	1	6	5	6	17	5.67
	1.5	7	6	6	19	6.33
	2	6	5	4	15	5
50	0	6	6	4	16	5.33
	1	6	5	6	17	5.67
	1.5	6	7	6	19	6.33
	2	6	5	5	16	5.33
25	0	5	4	4	13	4.33
	1	4	4	4	12	4
	1.5	6	5	6	17	5.67
	2	5	4	4	13	4.33

### b. 28 HST

Perlakuan		Ulangan			Jumlah	Rata-rata
KL %	ASA (mM)	1	2	3		
100	0	8	8	7	23	7.67
	1	8	6	7	21	7
	1.5	8	9	7	24	8
	2	6	7	7	20	6.67
70	0	7	8	7	22	7.33
	1	7	7	8	22	7.33
	1.5	9	8	6	23	7.67
	2	7	6	5	18	6
50	0	8	7	6	21	7
	1	7	6	8	21	7
	1.5	8	7	8	23	7.67
	2	6	7	7	20	6.67
25	0	6	5	5	16	5.33
	1	5	5	5	15	5.00
	1.5	7	5	6	18	6.00
	2	6	5	5	16	5.33

## c. 35 HST

Perlakuan		Ulangan			Jumlah	Rata-rata
KL %	ASA (mM)	1	2	3		
100	0	10	10	8	28	9.33
	1	9	7	7	23	7.67
	1.5	10	12	9	31	10.33
	2	8	7	9	24	8
70	0	9	10	9	28	9.33
	1	9	8	8	25	8.33
	1.5	10	8	9	27	9
	2	9	7	6	22	7.33
50	0	9	8	8	25	8.33
	1	7	7	6	20	6.67
	1.5	8	9	9	26	8.67
	2	8	9	9	26	8.67
25	0	7	6	6	19	6.33
	1	6	6	6	18	6
	1.5	8	6	7	21	7
	2	7	6	6	19	6.33

## d. 42 HST

Perlakuan		Ulangan			Jumlah	Rata-rata
KL %	ASA (mM)	1	2	3		
100	0	13	13	12	38	12.67
	1	13	11	13	37	12.33
	1.5	12	15	12	39	13
	2	10	10	11	31	10.33
70	0	12	13	11	36	12
	1	13	10	12	35	11.67
	1.5	13	12	13	38	12.67
	2	10	10	10	30	10
50	0	11	10	12	33	11
	1	13	11	9	33	11
	1.5	11	13	12	36	12
	2	11	11	11	33	11
25	0	7	6	6	19	6.33
	1	7	7	6	20	6.67
	1.5	9	7	7	23	7.67
	2	8	7	7	22	7.33



### 3. Data Pengamatan Berat Basah

Perlakuan		Ulangan			Jumlah	Rata-rata
KL %	ASA (mM)	1	2	3		
100	0	24	30.1	37.8	91.9	30.63
	1	29.8	31.8	32.2	93.8	31.27
	1.5	32.1	44.1	33.2	109.4	36.47
	2	11	17.2	14.6	42.8	14.27
70	0	27.7	25.4	28	81.1	27.03
	1	25.4	26.5	28	79.9	26.63
	1.5	29.7	26.1	43.7	99.5	33.17
	2	13.2	14.6	10.3	38.1	12.7
50	0	18.8	17.4	12.5	48.7	16.23
	1	29.3	18.4	19.8	67.5	22.5
	1.5	25.3	36.3	33.2	94.8	31.6
	2	16.6	22	18.6	57.2	19.07
25	0	1.2	2	2.5	5.7	1.9
	1	1.3	1.9	4	7.2	2.4
	1.5	6.9	6.5	7.8	21.2	7.07
	2	1.2	1.1	0.8	3.1	1.03

### 4. Data Pengamatan Panjang Akar

Perlakuan		Ulangan			Jumlah	Rata-rata
KL %	ASA (mM)	1	2	3		
100	0	12.8	14.17	12.67	39.64	13.21
	1	9.23	13.5	10.33	33.07	11.02
	1.5	15.27	12.67	15.17	43.10	14.37
	2	12	12.6	16.83	41.43	13.81
70	0	15.17	17.83	11.83	44.83	14.94
	1	19.43	16.9	18.63	54.97	18.32
	1.5	19	20	21.67	60.67	20.22
	2	15.1	15.93	18	49.03	16.34
50	0	17.17	17.93	18.33	53.43	17.81
	1	18.6	18.93	18.43	55.97	18.66
	1.5	21.27	21.03	19.3	61.60	20.53
	2	15.67	17.27	20.27	53.20	17.73
25	0	10.93	10.17	11.27	32.37	10.79
	1	10.27	12.7	14.33	37.30	12.43
	1.5	17.17	16.73	14.5	48.40	16.13
	2	11.9	14.33	16	42.23	14.08

### 5. Data Pengamatan Luas Daun

Perlakuan		Ulangan			Jumlah	Rata-rata
KL %	ASA (mM)	1	2	3		
100	0	102	103	101	306	102
	1	101	102	105	308	102.7
	1.5	105	103	102	310	103.3
	2	81	80	87	248	82.7
70	0	102	101	101	304	101.3
	1	95	103	103	301	100.3
	1.5	99	105	96	300	100
	2	67	68	60	195	65
50	0	71	68	68	207	69
	1	93	105	109	307	102.3
	1.5	105	96	114	315	105
	2	93	100	102	295	98.3
25	0	15	13	21	49	16.3
	1	18	21	28	67	22.3
	1.5	43	38	38	119	39.7
	2	14	18	13	45	15

### 6. Data Pengamatan kandungan Prolin

Perlakuan		Ulangan			Jumlah	Rata-rata
KL %	ASA (mM)	1	2	3		
100	0	0.031	0.032	0.036	0.033	2.560
	1	0.065	0.072	0.075	0.071	5.573
	1.5	0.107	0.129	0.114	0.117	9.253
	2	0.048	0.058	0.059	0.055	4.320
70	0	0.123	0.104	0.161	0.129	10.267
	1	0.041	0.173	0.24	0.151	12.027
	1.5	0.150	0.186	0.299	0.212	16.853
	2	0.170	0.130	0.150	0.150	11.920
50	0	0.163	0.188	0.174	0.175	13.920
	1	0.164	0.190	0.237	0.197	15.680
	1.5	0.201	0.215	0.290	0.235	18.747
	2	0.164	0.155	0.237	0.185	14.747
25	0	0.278	0.278	0.262	0.273	21.733
	1	0.306	0.334	0.341	0.327	26.080
	1.5	0.413	0.442	0.454	0.436	34.827
	2	0.368	0.229	0.304	0.300	23.947

## Lampiran 2. Data Analisis Statistik Anava Dengan 2 Faktor

### 1. Tinggi Tanaman 21 HST

#### a. Uji Normalitas

##### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Tinggitanaman_21hari
N		48
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	5.6125
	Std. Deviation	1.68392
Most Extreme Differences	Absolute	.172
	Positive	.172
	Negative	-.070
Test Statistic		.172
Asymp. Sig. (2-tailed)		.001 <sup>c</sup>

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

#### b. Hasil ANAVA

##### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Tinggi tanaman\_21hari

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	111.953 <sup>a</sup>	15	7.464	11.202	.000
Intercept	1512.007	1	1512.007	2269.430	.000
kekeringan	51.604	3	17.201	25.818	.000
asamsalisilat	35.161	3	11.720	17.591	.000
kekeringan * asamsalisilat	25.188	9	2.799	4.201	.001
Error	21.320	32	.666		
Total	1645.280	48			
Corrected Total	133.273	47			

a. R Squared = .840 (Adjusted R Squared = .765)

#### c. Uji Lanjut DMRT

##### • Cekaman kekeringan

##### Tinggitanaman\_21hari

Duncan<sup>a,b</sup>

kekeringan	N	Subset		
		1	2	3
25 KL	12	4.2583		
50 KL	12		5.4667	
70 KL	12		5.5500	
100 KL	12			7.1750
Sig.		1.000	.804	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .666.

- **ASA**

**Tinggitanaman\_21hari**

Duncan<sup>a,b</sup>

asamsalisilat	N	Subset		
		1	2	3
ASA 2	12	4.3417		
ASA 0	12		5.5333	
ASA 1	12		5.8417	
ASA 1,5	12			6.7333
Sig.		1.000	.362	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .666.

- **Interaksi**

**Tinggitanaman\_21HST**

Duncan<sup>a,b</sup>

interaksi	N	Subset				
		1	2	3	4	5
kl 70 asa 2	3	3.3333				
kl 25 asa 0	3	3.7667	3.7667			
kl 25 asa 2	3	4.0000	4.0000	4.0000		
kl 25 asa 1	3	4.2667	4.2667	4.2667	4.2667	
kl 100 asa 2	3	4.5000	4.5000	4.5000	4.5000	
kl 25 asa 1,5	3		5.0000	5.0000	5.0000	
kl 50 asa 0	3		5.1667	5.1667	5.1667	
kl 50 asa 1	3			5.5000	5.5000	
kl 50 asa 2	3			5.5333	5.5333	
kl 70 asa 1	3				5.6667	
kl 50 asa 1,5	3				5.6667	
kl 70 asa 0	3				5.7000	
kl100 asa0	3					7.5000
kl 70 asa1,5	3					7.5000
kl 100 asa 1	3					7.9333
kl 100 asa 1,5	3					8.7667
Sig.		.127	.072	.052	.074	.091

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .666.

## 2. Tinggi Tanaman 28 HST

### a. Uji Normalitas

#### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Tinggitanaman_28hari
N		48
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	8.4729
	Std. Deviation	2.73820
Most Extreme Differences	Absolute	.114
	Positive	.088
	Negative	-.114
Test Statistic		.114
Asymp. Sig. (2-tailed)		.148 <sup>c</sup>

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

### b. Hasil ANAVA

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Tinggitanaman\_28hari

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	328.161 <sup>a</sup>	15	21.877	28.889	.000
Intercept	3445.935	1	3445.935	4550.341	.000
kekeringan	245.792	3	81.931	108.189	.000
asamsalisilat	39.394	3	13.131	17.340	.000
kekeringan * asamsalisilat	42.975	9	4.775	6.305	.000
Error	24.233	32	.757		
Total	3798.330	48			
Corrected Total	352.395	47			

a. R Squared = .931 (Adjusted R Squared = .899)

### c. Uji Lanjut DMRT

#### • Cekaman kekeringan

#### Tinggitanaman\_28hari

Duncan<sup>a,b</sup>

kekeringan	N	Subset		
		1	2	3
25 KL	12	5.1333		
50 KL	12		8.5167	
70 KL	12		8.7250	
100 kL	12			11.5167
Sig.		1.000	.562	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .757.

- **ASA**

**Tinggitanaman\_28hari**

Duncan<sup>a,b</sup>

asamsalisilat	N	Subset		
		1	2	3
ASA 2	12	7.1000		
ASA 0	12		8.2750	
ASA 1	12			9.0083
ASA 1,5	12			9.5083
Sig.		1.000	1.000	.169

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .757.

- **Interaksi**

**Tinggitanaman\_28HST**

Duncan<sup>a,b</sup>

interaksi	N	Subset				
		1	2	3	4	5
kl 25 asa 0	3	4.2667				
kl 25 asa 2	3	4.7000				
kl 25 asa 1	3	5.1667	5.1667			
kl 70 asa 2	3	5.5000	5.5000			
kl 25 asa 1,5	3		6.4000	6.4000		
kl 50 asa 0	3			7.1667		
kl 50 asa 1	3				8.8333	
kl 50 asa 1,5	3				8.9000	
kl 100 asa 2	3				9.0333	
kl 50 asa 2	3				9.1667	
kl 70 asa 0	3				9.6667	
kl 70 asa 1	3				9.6667	
kl 70 asa1,5	3				10.0667	
kl100 asa0	3					12.0000
kl 100 asa 1	3					12.3667
kl 100 asa 1,5	3					12.6667
Sig.		.122	.110	.289	.141	.384

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .757.

### 3. Tinggi Tanaman 35 HST

#### a. Uji Normalitas

##### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Tinggitanaman_35hari
N		48
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	10.6542
	Std. Deviation	3.42730
Most Extreme Differences	Absolute	.112
	Positive	.107
	Negative	-.112
Test Statistic		.112
Asymp. Sig. (2-tailed)		.176 <sup>c</sup>

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

#### b. Hasil ANAVA

##### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Tinggitanaman\_35hari

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	492.299 <sup>a</sup>	15	32.820	17.568	.000
Intercept	5448.541	1	5448.541	2916.583	.000
kekeringan	443.567	3	147.856	79.147	.000
asamsalisilat	24.276	3	8.092	4.332	.011
kekeringan * asamsalisilat	24.456	9	2.717	1.455	.207
Error	59.780	32	1.868		
Total	6000.620	48			
Corrected Total	552.079	47			

a. R Squared = .892 (Adjusted R Squared = .841)

#### c. Uji Lanjut DMRT

##### • Cekaman Kekeringan

##### Tinggitanaman\_35hari

Duncan<sup>a,b</sup>

kekeringan	N	Subset		
		1	2	3
25 KL	12	5.9000		
50 KL	12		10.8750	
70 KL	12		11.5000	
100 kL	12			14.3417
Sig.		1.000	.271	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.868.

- **ASA**

**Tinggitanaman\_35hari**

Duncan<sup>a,b</sup>

asamsalisilat	N	Subset	
		1	2
ASA 2	12	9.8750	
ASA 1	12	10.2583	
ASA 0	12	10.7083	10.7083
ASA 1,5	12		11.7750
Sig.		.168	.065

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.868.

- **Interaksi**

**Tinggitanaman\_35HST**

Duncan<sup>a,b</sup>

interaksi	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6
kl 25 asa 0	3	5.3333					
kl 25 asa 2	3	5.3333					
kl 25 asa 1	3	5.9333					
kl 25 asa 1,5	3	7.0000					
kl 70 asa 2	3		9.6667				
kl 50 asa 1	3		9.8333				
kl 70 asa 1	3		10.5000	10.5000			
kl 50 asa 0	3		10.5000	10.5000			
kl 50 asa 1,5	3		11.5000	11.5000	11.5000		
kl 50 asa 2	3		11.6667	11.6667	11.6667		
kl 70 asa 0	3			12.6667	12.6667	12.6667	
kl 100 asa 2	3			12.8333	12.8333	12.8333	
kl 70 asa1,5	3				13.1667	13.1667	13.1667
kl100 asa0	3					14.3333	14.3333
kl 100 asa 1	3					14.7667	14.7667
kl 100 asa 1,5	3						15.4333
Sig.		.182	.124	.073	.192	.101	.071

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.868.



#### 4. Tinggi Tanaman 42 HST

##### a. Uji Normalitas

###### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Tinggitanaman_42hari
N		48
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	13.2875
	Std. Deviation	4.06954
Most Extreme Differences	Absolute	.189
	Positive	.104
	Negative	-.189
Test Statistic		.189
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000 <sup>c</sup>

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

##### b. Hasil ANAVA

###### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Tinggitanaman\_42hari

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	738.146 <sup>a</sup>	15	49.210	39.146	.000
Intercept	8474.767	1	8474.767	6741.612	.000
kekeringan	657.703	3	219.234	174.399	.000
asamsalisilat	34.494	3	11.498	9.147	.000
kekeringan * asamsalisilat	45.949	9	5.105	4.061	.002
Error	40.227	32	1.257		
Total	9253.140	48			
Corrected Total	778.373	47			

a. R Squared = .948 (Adjusted R Squared = .924)

##### c. Uji Lanjut DMRT

###### • Cekaman Kekeringan

###### Tinggitanaman\_42hari

Duncan<sup>a,b</sup>

kekeringan	N	Subset			
		1	2	3	4
25 KL	12	7.1667			
50 KL	12		13.9167		
70 KL	12			15.0667	
100 KL	12				17.0000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.257.

- **ASA**

**Tinggitanaman\_42hari**

Duncan<sup>a,b</sup>

asamsalisilat	N	Subset		
		1	2	3
ASA 2	12	12.1500		
ASA 1	12		13.2083	
ASA 0	12		13.2500	
ASA 1,5	12			14.5417
Sig.		1.000	.928	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.257.

- **Interaksi**

**Tinggitanaman\_42HST**

Duncan<sup>a,b</sup>

interaksi	N	Subset						
		1	2	3	4	5	6	7
kl 25 asa 0	3	6.1667						
kl 25 asa 2	3	6.5000						
kl 25 asa 1	3	7.0000						
kl 25 asa 1,5	3		9.0000					
kl 70 asa 2	3			12.2667				
kl 50 asa 0	3			12.8333	12.8333			
kl 50 asa 1	3			13.8333	13.8333	13.8333		
kl 50 asa 1,5	3			14.1667	14.1667	14.1667		
kl 70 asa 1	3				14.5000	14.5000		
kl 50 asa 2	3				14.8333	14.8333	14.8333	
kl 100 asa 2	3					15.0000	15.0000	
kl 70 asa1,5	3						16.6667	16.6667
kl 70 asa 0	3						16.8333	16.8333
kl100 asa0	3							17.1667
kl 100 asa 1	3							17.5000
kl 100 asa 1,5	3							18.3333
Sig.		.398	1.000	.065	.058	.265	.052	.113

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.257.

## 5. Jumlah Daun 21 HST

### a. Uji Normalitas

#### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		JumlahDaun_2 1hari
N		48
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	5.5625
	Std. Deviation	.96550
Most Extreme Differences	Absolute	.279
	Positive	.179
	Negative	-.279
Test Statistic		.279
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000 <sup>c</sup>

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

### b. Hasil ANAVA

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: JumlahDaun\_21hari

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	29.812 <sup>a</sup>	15	1.987	4.543	.000
Intercept	1485.187	1	1485.187	3394.714	.000
kekeringan	17.729	3	5.910	13.508	.000
asamsalisilat	9.062	3	3.021	6.905	.001
kekeringan * asamsalisilat	3.021	9	.336	.767	.647
Error	14.000	32	.437		
Total	1529.000	48			
Corrected Total	43.812	47			

a. R Squared = .680 (Adjusted R Squared = .531)

### c. Uji Lanjut DMRT

#### • Cekaman Kekeringan

JumlahDaun\_21hari

Duncan<sup>a,b</sup>

kekeringan	N	Subset		
		1	2	3
25 KL	12	4.5833		
50 KL	12		5.6667	
70 KL	12		5.7500	5.7500
100 KL	12			6.2500
Sig.		1.000	.760	.073

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .438.

- **ASA**

**JumlahDaun\_21hari**

Duncan<sup>a,b</sup>

asamsalisilat	N	Subset	
		1	2
ASA 2	12	5.0833	
ASA 1	12	5.3333	
ASA 0	12	5.5833	
ASA 1,5	12		6.2500
Sig.		.089	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .438.

## 6. Jumlah Daun 28 HST

### a. Uji Normalitas

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		JumlahDaun_28hari
N		48
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	6.7292
	Std. Deviation	1.14371
Most Extreme Differences	Absolute	.198
	Positive	.136
	Negative	-.198
Test Statistic		.198
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000 <sup>c</sup>

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

### b. Hasil ANAVA

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: JumlahDaun\_28hari

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	39.479 <sup>a</sup>	15	2.632	3.828	.001
Intercept	2173.521	1	2173.521	3161.485	.000
kekeringan	28.062	3	9.354	13.606	.000
asamsalisilat	8.562	3	2.854	4.152	.014
kekeringan * asamsalisilat	2.854	9	.317	.461	.889
Error	22.000	32	.687		
Total	2235.000	48			
Corrected Total	61.479	47			

a. R Squared = .642 (Adjusted R Squared = .474)

### c. Uji Lanjut DMRT

- **Cekaman Kekeringan**

JumlahDaun\_28hari

Duncan<sup>a,b</sup>

kekeringan	N	Subset	
		1	2
25 KL	12	5.4167	
50 KL	12		7.0833
70 KL	12		7.0833
100 kL	12		7.3333
Sig.		1.000	.493

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .688.

- **ASA**

JumlahDaun\_28hari

Duncan<sup>a,b</sup>

asamsalisilat	N	Subset	
		1	2
ASA 2	12	6.1667	
ASA 1	12	6.5833	
ASA 0	12	6.8333	6.8333
ASA 1,5	12		7.3333
Sig.		.071	.149

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .688.

## 7. Jumlah Daun 35 HST

### a. Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		JumlahDaun_3 5hari
N		48
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	7.9583
	Std. Deviation	1.44338
Most Extreme Differences	Absolute	.161
	Positive	.142
	Negative	-.161
Test Statistic		.161
Asymp. Sig. (2-tailed)		.003 <sup>c</sup>

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

## b. Hasil ANAVA

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: JumlahDaun\_35hari

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	71.917 <sup>a</sup>	15	4.794	5.901	.000
Intercept	3040.083	1	3040.083	3741.641	.000
kekeringan	41.417	3	13.806	16.991	.000
asamsalisilat	18.417	3	6.139	7.556	.001
kekeringan * asamsalisilat	12.083	9	1.343	1.652	.142
Error	26.000	32	.813		
Total	3138.000	48			
Corrected Total	97.917	47			

a. R Squared = .734 (Adjusted R Squared = .610)

## c. Uji Lanjut DMRT

### • Cekaman Kekeringan

JumlahDaun\_35hari

Duncan<sup>a,b</sup>

kekeringan	N	Subset	
		1	2
25 KL	12	6.4167	
50 KL	12		8.0833
70 KL	12		8.5000
100 kL	12		8.8333
Sig.		1.000	.062

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .813.

### • ASA

JumlahDaun\_35hari

Duncan<sup>a,b</sup>

asamsalisilat	N	Subset	
		1	2
ASA 1	12	7.1667	
ASA 2	12	7.5833	
ASA 0	12		8.3333
ASA 1,5	12		8.7500
Sig.		.266	.266

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .813.

## 8. Jumlah Daun 42 HST

### a. Uji Normalitas

#### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		JumlahDaun_4 2hari
N		48
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	10.4792
	Std. Deviation	2.36094
Most Extreme Differences	Absolute	.171
	Positive	.138
	Negative	-.171
Test Statistic		.171
Asymp. Sig. (2-tailed)		.001 <sup>c</sup>

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

### d. Hasil ANAVA

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: JumlahDaun\_42hari

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	227.979 <sup>a</sup>	15	15.199	14.305	.000
Intercept	5271.021	1	5271.021	4960.961	.000
kekeringan	197.896	3	65.965	62.085	.000
asamsalisilat	16.729	3	5.576	5.248	.005
kekeringan * asamsalisilat	13.354	9	1.484	1.397	.231
Error	34.000	32	1.063		
Total	5533.000	48			
Corrected Total	261.979	47			

a. R Squared = .870 (Adjusted R Squared = .809)

### e. Uji Lanjut DMRT

#### • Cekaman Kekeringan

JumlahDaun\_42hari

Duncan<sup>a,b</sup>

kekeringan	N	Subset	
		1	2
25 KL	12	7.0000	
50 KL	12		11.2500
70 KL	12		11.5833
100 kL	12		12.0833
Sig.		1.000	.069

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.063.

- **ASA**

**JumlahDaun\_42hari**

Duncan<sup>a,b</sup>

asamsalisilat	N	Subset	
		1	2
ASA 2	12	9.6667	
ASA 1	12	10.4167	
ASA 0	12	10.5000	10.5000
ASA 1,5	12		11.3333
Sig.		.069	.056

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.063.

## 9. Berat Basah

### a. Uji Normalitas

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Berat_Basah
N		48
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	19.6229
	Std. Deviation	12.30811
Most Extreme Differences	Absolute	.115
	Positive	.085
	Negative	-.115
Test Statistic		.115
Asymp. Sig. (2-tailed)		.131 <sup>c</sup>

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

### b. Hasil ANAVA

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Berat\_Basah

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6546.351 <sup>a</sup>	15	436.423	24.345	.000
Intercept	18482.825	1	18482.825	1031.024	.000
kekeringan	4571.629	3	1523.876	85.006	.000
asamsalisilat	1426.406	3	475.469	26.523	.000
kekeringan * asamsalisilat	548.317	9	60.924	3.399	.005
Error	573.653	32	17.927		
Total	25602.830	48			
Corrected Total	7120.005	47			

a. R Squared = .919 (Adjusted R Squared = .882)



c. Uji Lanjut DMRT

• Cekaman Kekeringan

Berat\_Basah

Duncan<sup>a,b</sup>

kekeringan	N	Subset		
		1	2	3
25 KL	12	3.1000		
50 KL	12		22.3500	
70 KL	12		24.8833	24.8833
100 kL	12			28.1583
Sig.		1.000	.153	.067

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 17.927.

• ASA

Berat\_Basah

Duncan<sup>a,b</sup>

asamsalisilat	N	Subset		
		1	2	3
ASA 2	12	11.7667		
ASA 0	12		18.9500	
ASA 1	12		20.7000	
ASA 1,5	12			27.0750
Sig.		1.000	.319	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 17.927.

- **Interaksi**

**Berat\_Basah**

Duncan<sup>a,b</sup>

interaksi	N	Subset						
		1	2	3	4	5	6	7
kl 25 asa 2	3	1.0333						
kl 25 asa 0	3	1.9000						
kl 25 asa 1	3	2.4000						
kl 25 asa 1,5	3	7.0667	7.0667					
kl 70 asa 2	3		12.7000	12.7000				
kl 100 asa 2	3		14.2667	14.2667				
kl 50 asa 0	3			16.2333	16.2333			
kl 50 asa 2	3			19.0667	19.0667			
kl 50 asa 1	3				22.5000	22.5000		
kl 70 asa 1	3					26.6333	26.6333	
kl 70 asa 0	3					27.0333	27.0333	
kl100 asa0	3						30.6333	30.6333
kl 100 asa 1	3						31.2667	31.2667
kl 50 asa 1,5	3						31.6000	31.6000
kl 70 asa1,5	3						33.1667	33.1667
kl 100 asa 1,5	3							36.4667
Sig.		.120	.056	.101	.095	.225	.105	.141

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
Based on observed means.  
The error term is Mean Square(Error) = 17.927.

## 10. Luas Daun

### a. Uji Normalitas

#### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Luas_Daun
N		48
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	76.5833
	Std. Deviation	33.78268
Most Extreme Differences	Absolute	.249
	Positive	.158
	Negative	-.249
Test Statistic		.249
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000 <sup>c</sup>

- a. Test distribution is Normal.  
b. Calculated from data.  
c. Lilliefors Significance Correction.

## b. Hasil ANAVA

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Luas\_Daun

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	53003.000 <sup>a</sup>	15	3533.533	177.602	.000
Intercept	281520.333	1	281520.333	14149.713	.000
kekeringan	45593.000	3	15197.667	763.862	.000
asamsalisilat	3418.833	3	1139.611	57.279	.000
kekeringan * asamsalisilat	3991.167	9	443.463	22.289	.000
Error	636.667	32	19.896		
Total	335160.000	48			
Corrected Total	53639.667	47			

a. R Squared = .988 (Adjusted R Squared = .983)

## c. Uji Lanjut DMRT

### • Cekaman Kekeringan

Luas\_Daun

Duncan<sup>a,b</sup>

kekeringan	N	Subset		
		1	2	3
25 KL	12	23.3333		
70 KL	12		91.6667	
50 KL	12		93.6667	
100 kL	12			97.6667
Sig.		1.000	.280	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 19.896.

### • ASA

Luas\_Daun

Duncan<sup>a,b</sup>

asamsalisilat	N	Subset			
		1	2	3	4
ASA 2	12	65.2500			
ASA 0	12		72.1667		
ASA 1	12			81.9167	
ASA 1,5	12				87.0000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 19.896.

- **Interaksi**

**Luas\_Daun**

Duncan<sup>a,b</sup>

interaksi	N	Subset				
		1	2	3	4	5
kl 25 asa 2	3	15.0000				
kl 25 asa 0	3	16.3333				
kl 25 asa 1	3	22.3333				
kl 25 asa 1,5	3		39.6667			
kl 70 asa 2	3			65.0000		
kl 50 asa 0	3			69.0000		
kl 100 asa 2	3				82.6667	
kl 50 asa 2	3					98.3333
kl 70 asa1,5	3					100.0000
kl 70 asa 1	3					100.3333
kl 70 asa 0	3					101.3333
kl100 asa0	3					102.0000
kl 50 asa 1	3					102.3333
kl 100 asa 1	3					102.6667
kl 100 asa 1,5	3					103.3333
kl 50 asa 1,5	3					105.0000
Sig.		.065	1.000	.280	1.000	.127

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
Based on observed means.  
The error term is Mean Square(Error) = 19.896.

## 11. Panjang Akar

### a. Uji Normalitas

#### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Panjang_Akar
N		48
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	15.6506
	Std. Deviation	3.30864
Most Extreme Differences	Absolute	.097
	Positive	.097
	Negative	-.086
Test Statistic		.097
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 <sup>c,d</sup>

- Test distribution is Normal.
- Calculated from data.
- Lilliefors Significance Correction.
- This is a lower bound of the true significance.

## b. Hasil ANAVA

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Panjang\_Akar

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	419.955 <sup>a</sup>	15	27.997	9.475	.000
Intercept	11757.219	1	11757.219	3978.836	.000
kekeringan	290.465	3	96.822	32.766	.000
asamsalisilat	85.698	3	28.566	9.667	.000
kekeringan * asamsalisilat	43.791	9	4.866	1.647	.144
Error	94.558	32	2.955		
Total	12271.732	48			
Corrected Total	514.513	47			

a. R Squared = .816 (Adjusted R Squared = .730)

## c. Uji Lanjut DMRT

### • Cekaman Kekeringan

Panjang\_Akar

Duncan<sup>a,b</sup>

kekeringan	N	Subset	
		1	2
100 kL	12	13.1033	
25 KL	12	13.3583	
70 KL	12		17.4575
50 KL	12		18.6833
Sig.		.719	.090

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 2.955.

### • ASA

Panjang\_Akar

Duncan<sup>a,b</sup>

asamsalisilat	N	Subset	
		1	2
ASA 0	12	14.1892	
ASA 1	12	15.1067	
ASA 2	12	15.4917	
ASA 1,5	12		17.8150
Sig.		.088	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 2.955.

## 11. Panjang Akar

### a. Uji Normalitas

		Kandungan_Prolin
N		48
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	.1904
	Std. Deviation	.11014
Most Extreme Differences	Absolute	.106
	Positive	.106
	Negative	-.074
Test Statistic		.106
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 <sup>c,d</sup>

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

### b. Hasil ANAVA

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Kandungan\_Prolin

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.512 <sup>a</sup>	15	.034	18.634	.000
Intercept	1.740	1	1.740	950.805	.000
kekeringan	.436	3	.145	79.483	.000
asamsalisilat	.064	3	.021	11.622	.000
kekeringan * asamsalisilat	.011	9	.001	.688	.714
Error	.059	32	.002		
Total	2.311	48			
Corrected Total	.570	47			

a. R Squared = .897 (Adjusted R Squared = .849)

### c. Uji Lanjut DMRT

#### • Cekaman Kekeringan

##### Kandungan\_Prolin

Duncan<sup>a,b</sup>

kekeringan	N	Subset			
		1	2	3	4
100 kL	12	.0688			
70 KL	12		.1606		
50 KL	12			.1982	
25 KL	12				.3341
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .002.

- **ASA**

**Kandungan\_Prolin**

Duncan<sup>a,b</sup>

asamsalisilat	N	Subset	
		1	2
ASA 0	12	.1525	
ASA 2	12	.1727	
ASA 1	12	.1865	
ASA 1,5	12		.2500
Sig.		.074	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .002.

### Lampiran 3. Perhitungan Konsentrasi ASA

Pembuatan konsentrasi ASA 1 mM, 1,5 mM dan 2 mM masing-masing dalam 100 ml.

Keterangan :

1. ASA yang dibutuhkan perpolybag sebanyak 25 ml.
2. Perlakuan yang akan diberikan adalah  $4 \times 3 = 12$ , maka larutan yang dibutuhkan per 1 mM, 1,5 mM dan 2 mM ASA masing-masing sebanyak 300 ml.
3. Perhitungan jumlah ASA yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

a. ASA 1 mM

$$\begin{aligned} \text{gram} &= \text{mol} \times Mr \\ &= 0,001 \times 180 \\ &= 0,18 \text{ gram} \end{aligned}$$

dirubah menjadi:

$$180 \text{ mg dalam 1L}$$

Sehingga yang dibutuhkan adalah 18 mg dalam 100 ml

b. ASA 1,5 mM

$$\begin{aligned} \text{gram} &= \text{mol} \times Mr \\ &= 0,0015 \times 180 \\ &= 0,27 \text{ gram} \end{aligned}$$

dirubah menjadi:

$$270 \text{ mg dalam 1L}$$

Sehingga yang dibutuhkan adalah 27 mg dalam 100 ml

c. ASA 2 mM,

$$\begin{aligned} \text{gram} &= \text{mol} \times Mr \\ &= 0,002 \times 180 \\ &= 0,36 \text{ gram} \end{aligned}$$

dirubah menjadi:

$$360 \text{ mg dalam 1L}$$

Sehingga yang dibutuhkan adalah 36 mg dalam 100 ml

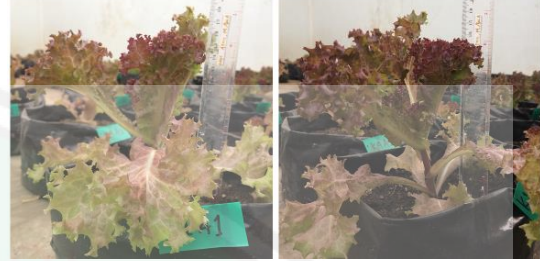
$$\text{Teepol Surfaktan } 0,5\% \times 100 \text{ ml} = \frac{0,5}{100} \times 100 = 0,5 \text{ ml}$$



#### Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian



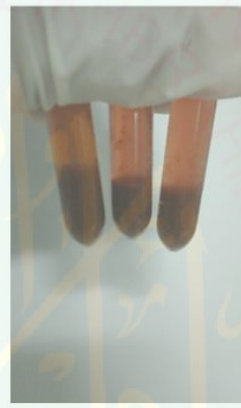
Pengukuran suhu greenhouse



Pengukuran tinggi tanaman



Pengukuran suhu dan intensitas cahaya



Uji kandungan prolin



Penyiraman tanaman



Penyiangan



Penyemaian



Pengukuran lebar daun dan panjang akar





**KEMENTERIAN AGAMA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
**JURUSAN BIOLOGI**

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341) 558933, Fax. (0341) 558933  
 Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: [biologi@uin-malang.ac.id](mailto:biologi@uin-malang.ac.id)

**BUKTI KONSULTASI SKRIPSI**

Nama : Noer Afny Mulyati Sodiq  
 NIM : 14620019  
 Program Studi : S1 Biologi  
 Semester : Ganjil T.A. 2018-2019  
 Pembimbing : Dr. Evika Sandi Savitri, M.P  
 Judul Skripsi : Pengaruh Acetyl Salicylic Acid (ASA) Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Prolin Selada Merah (*Lettuca Sativa L. var. crispa*) pada Kondisi Cekaman Kekeringan

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	TTD Pembimbing
1.	04 Maret 2018	Konsultasi Judul Skripsi	1.
2.	08 April 2018	Konsultasi Bab I	2.
3.	03 Juli 2018	Konsultasi Bab I, II, dan III	3.
4.	18 Juli 2018	Konsultasi Bab I, dan II	4.
5.	20 Juli 2018	Konsultasi Bab I, II, dan III	5.
6.	26 Desember 2018	Konsultasi Bab IV dan V	6.
7.	27 Desember 2018	Konsultasi Bab IV dan V	7.

Pembimbing Skripsi,

**Dr. Evika Sandi Savitri, M.P**  
**NIP. 19741018 200312 2 002**

Malang, 27 Desember 2018  
 Ketua Jurusan,

**Romaidi, M. Si., D. Sc**  
**NIP. 19810201 200901 1 019**



**KEMENTERIAN AGAMA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
**JURUSAN BIOLOGI**

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341) 558933, Fax. (0341) 558933  
 Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: [biologi@uin-malang.ac.id](mailto:biologi@uin-malang.ac.id)

**BUKTI KONSULTASI SKRIPSI**

Nama : Noer Afny Mulyati Sodiq  
 NIM : 14620019  
 Program Studi : S1 Biologi  
 Semester : Ganjil T.A. 2018-2019  
 Pembimbing : Dr. H. Ahmad Barizi, M.A  
 Judul Skripsi : Pengaruh Acetyl Salicylic Acid (ASA) Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Prolin Selada Merah (*Lettuca Sativa L. var. crispa*) pada Kondisi Cekaman Kekeringan

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	TTD Pembimbing
1.	05 Juli 2018	Konsultasi Bab 1	1.
2.	18 Juli 2018	Konsultasi Bab I dan II	2.
3.	20 Juli 2018	Konsultasi Bab II	3.
4.	28 Desember 2018	Konsultasi Bab IV	4.

Pembimbing Skripsi,

Dr. H. Ahmad Barizi, M.A  
 NIP. 19731212 199803 1 008

Malang, 28 Desember 2018  
 Ketua Jurusan,

Romaidi, M. Si., D. Sc  
 NIP. 19810201 200901 1 019