

**PENGARUH ASAM SALISILAT (SA) TERHADAP PERTUMBUHAN
DAN KANDUNGAN PROLIN BAYAM BELANG (*Amaranthus tricolor* L.)
PADA KONDISI CEKAMAN KEKERINGAN**

SKRIPSI

**Oleh:
NUR RAHMI WIDYA NINGRUM
NIM.16620002**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**PENGARUH ASAM SALISILAT (SA) TERHADAP PERTUMBUHAN
DAN KANDUNGAN PROLIN BAYAM BELANG (*Amaranthus tricolor* L.)
PADA KONDISI CEKAMAN KEKERINGAN**

SKRIPSI

**Oleh:
NUR RAHMI WIDYA NINGRUM
NIM. 16620002**

**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)**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**PENGARUH ASAM SALISILAT (SA) TERHADAP PERTUMBUHAN
DAN KANDUNGAN PROLIN BAYAM BELANG (*Amaranthus tricolor* L.)
PADA KONDISI CEKAMAN KEKERINGAN**

SKRIPSI

**Oleh :
NUR RAHMI WIDYA NINGRUM
NIM. 16620002**

**Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
Tanggal: Juni 2021**

Dosen Pembimbing I



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P.
NIP.19741018200312 2 002

Dosen Pembimbing II



Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I
NIPT. 20142011409

**Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi**



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P.
NIP.19741018200312 2 002

**PENGARUH ASAM SALISILAT (SA) TERHADAP PERTUMBUHAN
DAN KANDUNGAN PROLIN BAYAM BELANG (*Amaranthus tricolor* L.)
PADA KONDISI CEKAMAN KEKERINGAN**

SKRIPSI

Oleh :
NUR RAHMI WIDYA NINGRUM
NIM. 16620002

telah dipertahankan
di Depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai salah satu
persyaratan untuk memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal : 22 Juni 2021

Ketua Penguji	: Suyono, M.P. NIP. 19710622 200312 1 002	(.....)
Anggota Penguji 1	: Ruri Siti Resmisari, M.Si NIP. 19790123 2016080 1 2063	(.....)
Anggota Penguji 2	: Dr. Evika Sandi Savitri, M.P. NIP. 19741018 200312 2 002	(.....)
Anggota Penguji 3	: Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I. NIPT. 20142011409	(.....)

Mengetahui
Ketua Program Studi Biologi



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P.
NIP. 19741018200312 2 002

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'aalamiin

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga saya diberikan kemudahan dalam menuntut ilmu di kampus UIN Malang. Sholawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah menunjukkan jalan yang diridhoi Allah yaitu *addinul islam*. Kupersembahkan karya yang jauh dari kata sempurna ini kepada orang-orang hebat disekitar saya, teruntuk :

- Kedua orang tua saya Bapak (Alm) Nur Akhsan dan Ibu Suhartatik, yang tanpa lelah mendidik saya dari kecil hingga saat ini untuk menjadi orang yang bermanfaat dan berguna, selalu memberikan dukungan, semangat hidup, motivasi, nasihat dan do'a baik yang selalu beliau panjatkan dalam setiap sujud dan hidupnya.
- Kakek nenek saya mbah Makin dan mbah Musiatun, yang telah merawat dan mengorbankan waktu di masa tuanya demi kebahagiaan cucunya, terimakasih telah memberikan cinta kasih, pengalaman hidup yang luar biasa serta do'a yang selalu beliau panjatkan untuk kebaikan hidup saya.
- Adek-adekku tercinta Hanif Widya Wirawan dan (Alm) Handi Widya Syafza, yang selalu mewarnai hidup saya, membuat saya banyak belajar tentang arti kesabaran dan keikhlasan. Terimakasih adek semoga kalian selalu bahagia walaupun kita tidak bisa bersama didunia. InsyaAllah kelak akan berkumpul bersama di akhirat. Aamiin.
- Keluargaku tercinta pakde Muslik, bude Mutholiah, pakde Zen, bude Murtama, bude Masriatin, lek Mit, bulek Desi, mbk Murni dan kak Isal, yang selalu memberikan kasih sayangnya kepada saya. Terimakasih banyak telah membantu dalam keadaan susah maupun senang.
- Bapak dan Ibu dosen pembimbing, ibu Dr.Evika Sandi Savitri, M.P, bapak Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I, bapak Suyono, M.P dan ibu Ruri Siti Resmisari, M.Si, terimakasih telah sabar memberikan bimbingan, arahan dan saran yang membangun untuk menyelesaikan skripsi saya. Tak lupa pula kepada seluruh dosen, staff dan laboran jurusan Biologi atas waktu dan motivasi selama perkuliahan.
- Sahabat-sahabatku tersayang Rika, Lilla, Ihda, Intan, Mita, Nisa', Yunita, Kiki, Lina dan Zahra yang selalu memberikan warna baru dalam hidup saya selama dikota malang. Terimakasih atas segala waktu, pacuan semangat yang diberikan, selalu menemani dan membantu selama proses penelitian dan penyelesaian skripsi.

- Sahabat kecilku Desi dan Lala yang tak pernah bosan menemani dan memberikan semangat untuk terus berjuang demi masa depan yang lebih baik.
- Teman-teman seperjuangan Biologi A (ABIO) dan “Gading Putih” angkatan 2016 tercinta. Terimakasih sudah menemani hari-hariku di UIN, memberikan banyak pelajaran hidup yang berharga dan motivasi saat raga ini mulai lelah.
- Terimakasih kepada semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang sudah membantu hingga terselesainya skripsi ini. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan dan ketulusan hati. *Aamin yaa Robbal Alaamiin.*

MOTTO

“Jadilah Bermanfaat dan Mengukir Prestasi”

“Kamu adalah (umat islam) yang terbaik yang dilahirkan untuk manusia, menyuruh (berbuat) kepada yang makruf, dan mencegah dari yang munkar, dan beriman kepada Allah...”
(QS. Ali Imron : 110)

~ Sabar, Ikhlas lan Temen ~

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nur Rahmi Widya Ningrum
NIM : 16620002
Jurusan : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Pengaruh Asam Salisilat (SA) Terhadap Pertumbuhan Dan Kandungan Prolin Bayam Belang (*Amaranthus tricolor* L.) pada Kondisi Cekaman Kekeringan.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan 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, 25 Juni 2021

Yang membuat pernyataan,

Nur Rahmi Widya Ningrum

NIM. 16620002

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar Pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipnya hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan untuk menyebutkannya.

Pengaruh Asam Salisilat (SA) Terhadap Pertumbuhan Dan Kandungan Prolin Bayam Belang (*Amaranthus tricolor* L.) Pada Kondisi Cekaman Kekeringan.

Ningrum, Nur Rahmi W., Evika Sandi Savitri., M. Mukhlis Fahrudin

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh cekaman kekeringan, asam salisilat dan kombinasi cekaman kekeringan dan asam salisilat untuk mempertahankan pertumbuhan dan kandungan prolin bayam belang (*Amaranthus tricolor* L.). Jenis penelitian eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dua faktorial. Faktor pertama cekaman kekeringan berdasarkan kapasitas lapang (KL) (100% KL, 75% KL, 50% KL dan 25% KL) dan faktor kedua asam salisilat (SA) (0 mM, 1 mM, 1.5 mM dan 2 mM) yang dikombinasikan sebanyak 16 kombinasi dengan 3 kali ulangan. Bahan yang digunakan yaitu benih bayam belang, media tanam tanah dan pupuk kompak (2:1), air dan asam salisilat. Pemberian asam salisilat pada fase vegetatif umur 14 dan 21 HST dan cekaman kekeringan umur 17-42 HST. Parameter yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, panjang akar, berat basah dan kadar prolin. Analisis data yang digunakan yaitu analisis variansi (ANOVA) dengan menggunakan SPSS 17.0. Hasil analisis yang berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan pada pemberian air 100% KL dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman sebesar (28,6 cm), jumlah daun (20,83 helai), luas daun (40,95 cm³), berat basah (24,85 gram). Sedangkan pada pemberian air 25% KL menghasilkan panjang akar tertinggi sebesar (30,32 cm³) dan kadar prolin (0,336 µM). Konsentrasi asam salisilat 1,5 mM efektif dalam mempertahankan tinggi tanaman sebesar (30,9 cm), jumlah daun (21,33 helai), luas daun (46,29 cm³), berat basah (23,94 gram), panjang akar (26,73 cm³) dan kadar prolin (0,257 µM). Pada kombinasi cekaman kekeringan 100% KL + 1,5 mM asam salisilat efektif dalam mempertahankan tinggi tanaman sebesar (34,43 cm) dan berat basah (35,3 gram), pemberian 75% KL + 1,5 mM efektif dalam mempertahankan jumlah daun sebesar (29 helai) dan luas daun (51,16 cm³), dan pemberian 25% KL dan 1,5 mM efektif mempertahankan panjang akar sebesar (35,6 cm³) dan kadar prolin (0,433 µM).

Kata Kunci : *Bayam belang, Asam salisilat, Cekaman kekeringan, prolin*

Effect Of Salicylic Acid (SA) On The Growth And Proline Content Of Striped Spinach (*Amaranthus tricolor* L.) In Drought Stress Conditions

Ningrum, Nur Rahmi W., Evika Sandi Savitri., M. Mukhlis Fahrudin

ABSTRACT

This study aimed to determine the effect of drought stress, salicylic acid and combination of drought stress and salicylic acid to maintain growth and proline content of striped spinach (*Amaranthus tricolor* L.). This type of experimental research used a two-factorial completely randomized design (CRD). The first factor was drought stress based on field capacity (KL) (100% KL, 75% KL, 50% KL and 25% KL) and the second factor was salicylic acid (SA) (0 mM, 1 mM, 1.5 mM and 2 mM) combined. as many as 16 combinations with 3 replications. The materials used were striped spinach seeds, soil planting media and compact fertilizer (2:1), water and salicylic acid. Administration of salicylic acid at the vegetative phase at the age of 14 and 21 DAP and drought stress at the age of 17-42 DAP. Parameters observed were plant height, number of leaves, leaf area, root length, wet weight and proline content. Analysis of the data used is analysis of variance (ANOVA) using SPSS 17.0. The results of the analysis that had a significant effect were continued with the Duncan Multiple Range Test (DMRT) level 5%. The results showed that giving 100% KL water increased the growth of plant height by (28.6 cm), number of leaves (20.83 strands), leaf area (40.95 cm²), wet weight (24.85 grams). Meanwhile, giving 25% KL of water resulted in the highest root length (30.32 cm) and proline content (0.336 M). Salicylic acid concentration of 1.5 mM was effective in maintaining plant height (30.9 cm), number of leaves (21.33 strands), leaf area (46.29 cm²), wet weight (23.94 grams), root length (26.73 cm) and proline content (0.257 M). In the combination of drought stress 100% KL + 1.5 mM salicylic acid was effective in maintaining plant height (34.43 cm) and wet weight (35.3 grams), offering 75% KL + 1.5 mM effective in maintaining the number of leaves. (29 strands) and leaf area (51.16 cm²), and offering 25% KL and 1.5 mM effectively maintained root length (35.6 cm) and proline content (0.433 μM).

Keywords: *striped spinach, salicylic acid, drought stress, proline.*

مستخلص البحث

نينجروم، نور رحمي و. 2021. تأثير حمض الساليسيليك (*Asam Salisilat (SA)*) على النمو ومحتوى البرولين في السبانخ (*Amaranthus tricolor L.*) في ظروف إجهاد الجفاف. رسالة الجامعي. قسم علم الحياة، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرفة لعلم الحياة: الدكتورة إفيكا سندي سفتري، الماجستير. المشرف لعلم الدين: الدكتور محمد مخلص فخر الدين، الماجستير.

الهدف من هذا البحث لمعرفة تأثير إجهاد الجفاف وحمض الساليسيليك وتفاعل إجهاد الجفاف وحمض الساليسيليك لتحسين النمو ومحتوى البرولين في السبانخ (*Amaranthus tricolor L.*). هذا البحث من البحث التجريبي باستخدام تصميم عشوائي بالكامل ثنائي العوامل. كان العامل الأول هو إجهاد الجفاف بناء على القدرة السعة (100 في المائة KL، 75 في المائة KL، 50 في المائة KL و 25 في المائة KL) والعامل الثاني حمض الساليسيليك (*Asam Salisilat (SA)*) (0 مم، 1 مم، 1.5 مم و 2 مم) المجتمعة بين 16 مجموعة و 3 تكرارات. وكانت المواد المستخدمة هي بذور السبانخ (*Amaranthus tricolor L.*) وسماد زراعة التربة وسماد مدمج (2: 1) والماء وحمض الساليسيليك النقي. زرعت بذور السبانخ في أكياس بولي بإعطاء حمض الساليسيليك في المرحلة الخضيرية في سن 14 و HST21 و بدأت إجهاد الجفاف من سن HST42-17. كانت المعلمات التي لوحظت هي ارتفاع النبات وعدد الأوراق ومساحة الورقة وطول الجذر والوزن الرطب ومحتوى البرولين. كان تحليل البيانات المستخدم في هذا البحث هو تحليل التباين (ANOVA) باستخدام SPSS 17.0. نتائج التحليل لها تأثير كبير واستمرت مع اختبار Duncan متعدد المدى (DMRT) عند مستوى 5%. دلت نتائج التحليل أن وجود تأثير إجهاد الجفاف وحمض الساليسيليك على نمو ومحتوى البرولين في السبانخ. عند إعطاء الماء 100 في المائة KL يستطع أن يحسن نمو ارتفاع النبات (28.6 سم)، عدد الأوراق (20.83 ورقة)، مساحة الورقة (40.95 سم³)، الوزن الرطب (24.85 جرام). أما في إعطاء الماء 25 في المائة KL أدى إلى أعلى طول الجذر (30.32 سم) ومحتوى برولين (0.336 ميكرومتر). تركيز حمض الساليسيليك 1.5 مفعالا في زيادة طول النبات (30.9 سم)، عدد الأوراق (21.33)، مساحة الورقة (46.29 سم³)، الوزن الرطب (23.94 جرام)، طول الجذر (26.73 سم³) ومستويات البرولين (0.257 ميكرومتر). في تفاعل إعطاء إجهاد الجفاف 100 في المائة KL+ 1.5 ممكن حمض الساليسيليك فعلا في زيادة طول النبات (34.43 سم) والوزن الرطب (35.3 جرام)، إعطاء 75 في المائة KL+ 1.5 ممكن فعلا في زيادة عدد الورقة (29 قطعة) ومساحة الورقة (51.16 سم)، وإعطاء 25 في المائة KL+ 1.5 ممادى بشكل فعال إلى زيادة طول الجذر (35.6 سم) ومستويات البرولين (0.433 ميكرومتر).

الكلمات المفتاحية: السبانخ، حمض الساليسيليك، إجهاد الجفاف، البرولين

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi dengan judul: **“Pengaruh Asam Salisilat (SA) Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Prolin Bayam Belang (*Amaranthus tricolor* L.) pada Kondisi Cekaman Kekeringan”**. Sholawat dan salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menunjukkan dan menuntun jalan yang diridhoi oleh Allah SWT yakni *addinul islam*.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terimakasih disampaikan kepada :

1. Prof. Dr. H. Abdul Haris, M. Ag, selaku rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M. Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P., selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P. dan Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I. selaku dosen pembimbing bidang biologi dan bidang integrasi sains dan Islam, yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi.
5. Suyono M.P dan Ruri Siti Resmisari, M.Si., selaku dosen Penguji, yang selalu memberikan nasihat, saran dan masukan dalam menyelesaikan skripsi.
6. Prof. Dr. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si., selaku dosen wali yang senantiasa membimbing dan memberi nasihat.
7. Seluruh dosen, laboran dan staf jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
8. Kedua orang tua penulis, Bapak Nur Akhsan (Alm) dan Ibu Suhartatik yang selalu memberikan kasih sayang, do'a, motivasi dan semangat sampai saat ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
9. Sahabat dan teman berjuang biologi angkatan 2016 “Gading Putih” terimakasih atas kerja sama, bantuan, dan motivasi.
10. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, atas keikhlasan bantuan do'a, motivasi, support semangat dan sumbangan pemikiran. Sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dari penulisan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan bagi pembaca. *Aamiin yaa robbal 'aalamiin*.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Malang, Juni 2021

Nur Rahmi Widya N.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	viii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACK	xi
مستخلص البحث	xii
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Hipotesis Penelitian.....	8
1.5 Manfaat Penelitian.....	8
1.6 Batasan Masalah.....	9
BAB II KAJIAN PUSTAKA	11
2.1 Tanaman Bayam Belang (<i>Amaranthus tricolor</i> L.)	11
2.1.1 Tanaman Bayam Belang Dalam Perspektif Islam	11
2.1.2 Deskripsi Tanaman Bayam Belang	14
2.1.3 Klasifikasi Tanaman Bayam Belang	17
2.1.4 Syarat Tumbuh Tanaman Bayam Belang	17
2.1.5 Manfaat Tanaman Bayam Belang	18
2.1.6 Fase Pertumbuhan Tanaman	19
2.2 Peran Air Bagi Tumbuhan	20
2.3 Cekaman Kekeringan	21
2.4 Biosintesis Prolin Saat Cekaman Kekeringan.....	24
2.5 Asam Salisilat	27
2.6 Pemberian Asam Salisilat Pada Kondisi Cekaman Kekeringan	29

BAB III METODE PENELITIAN	34
3.1 Rancangan Penelitian	34
3.2 Variabel penelitian	35
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	35
3.4 Alat dan Bahan	36
3.4.1 Alat	36
3.4.2 Bahan	36
3.5 Prosedur Penelitian.....	37
3.5.1 Persiapan Media Tanam	37
3.5.2 Seleksi Benih	37
3.5.3 Pemberian Perlakuan	37
3.5.4 Tahap Perawatan.....	39
3.5.5 Tahap Pemanenan.....	40
3.5.6 Tahap Pengamatan.....	41
3.6 Analisis Data	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Pengaruh cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin tanaman bayam belang (<i>Amaranthus tricolor</i> L.).....	45
4.2 Pengaruh Asam Salisilat (SA) terhadap pertumbuhan dan kandungan Prolin tanaman bayam belang (<i>Amaranthus tricolor</i> L.)	54
4.3 Pengaruh interaksi Asam Salisilat dan cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin tanaman bayam belang (<i>Amaranthus</i> <i>tricolor</i> L.).....	60
4.4 Hasil Penelitian dalam perspektif Islam.....	68
BAB V PENUTUP.....	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN.....	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Gizi Bayam Belang (<i>Amaranthus tricolor</i> L.).....	19
Tabel 3.1 Kombinasi dan taraf perlakuan asam salisilat dan cekaman Kekeringan.....	34
Tabel 4.1 Hasil ANAVA pengaruh cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin bayam belang (<i>Amaranthus tricolor</i> L.).....	45
Tabel 4.2 Hasil Uji DMRT 5% pengaruh cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin bayam belang (<i>Amaranthus tricolor</i> L.).....	46
Tabel 4.3 Hasil ANAVA pengaruh asam salisilat terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin bayam belang (<i>Amaranthus tricolor</i> L.).....	54
Tabel 4.4 Hasil Uji DMRT 5% pengaruh asam salisilat terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin bayam belang (<i>Amaranthus tricolor</i> L.).....	55
Tabel 4.5 Hasil ANAVA pengaruh interaksi asam salisilat dan cekaman Kekeringan terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin bayam belang (<i>Amaranthus tricolor</i> L.).....	60
Tabel 4.6 Hasil uji DMRT 5% pengaruh interaksi asam salisilat dan cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin bayam belang (<i>Amaranthus tricolor</i> L.).....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman bayam belang (<i>Amaranthus tricolor</i> L.).....	14
Gambar 2.2 (a) akar bayam belang (b) batang bayam belang (c) daun bayam belang.....	15
Gambar 2.3 Alat perkembangan generatif (a) bunga betina (b) bunga jantan (c) biji.....	16
Gambar 2.4 Mekanisme cekaman kekeringan terhadap proses fotosintesis	23
Gambar 2.5 Mekanisme biosintesis prolin.....	25
Gambar 2.6 Jalur sintesis asam salisilat (SA)	28
Gambar 2.7 Asam salisilat (SA)	29
Gambar 2.8 Mekanisme asam salisilat pada tanaman.....	30
Gambar 4.1 Hasil uji DMRT 5% pengaruh cekaman kekeringan terhadap semua variabel pengamatan	46
Gambar 4.2 Tinggi tanaman dan panjang akar dengan konsentrasi berbeda...	53
Gambar 4.3 Hasil uji DMRT 5% pengaruh asam salisilat (SA) terhadap semua variabel pengamatan	56
Gambar 4.4 Tinggi tanaman dan panjang akar dengan konsentrasi berbeda...	60
Gambar 4.5 Pengaruh kombinasi asam salisilat dan cekaman kekeringan.....	67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel data hasil pengamatan.....	81
Lampiran 2 Hasil analisis variansi (ANAVA) dan uji lanjut DMRT 5%	85
Lampiran 3 Perhitungan kapasitas lapang (KL) air	97
Lampiran 4 Perhitungan konsentrasi asam salisilat	98
Lampiran 5 Dokumentasi kegiatan dan hasil penelitian	99
Lampiran 6 Gambar alat dan bahan yang digunakan.....	100
Lampiran 7 Bukti konsultasi skripsi	103

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Segala sesuatu yang ada di bumi merupakan bukti kekuasaan Allah SWT sebagai Sang Maha Pencipta. Salah satu bentuk ciptaan-Nya ialah tumbuh-tumbuhan yang memberikan banyak manfaat bagi makhluk hidup yang lain. Tumbuhan memiliki peran penting sebagai produsen untuk menyuplai nutrisi bagi hewan dan manusia. Sebagaimana firman Allah SWT dalam Al-Qur'an surat Asy-Syu'ara ayat 7 yang berbunyi :

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ - ٧

Artinya : "Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam (tumbuh-tumbuhan) yang baik ? (QS. Asy Syuara : 7).

Menurut Shihab (2002) kalimat *أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ* "Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi", yang bermakna batas akhir. Allah SWT telah menganugerahkan akal kepada manusia untuk selalu berfikir dan memperhatikan keadaan sekitar hingga batas kemampuannya terhadap segala ciptaan-Nya. Kalimat *كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا* "Betapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu" yaitu diciptakan berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang begitu banyak jumlahnya. Kalimat *مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ* "tumbuh-tumbuhan yang baik" yang bermakna tumbuh-tumbuhan yang diciptakan tidak ada yang sia-sia, semua memiliki manfaat bagi kehidupan makhluk yang lain. Manfaat yang dimaksud dalam ayat tersebut ialah tumbuh-tumbuhan yang memiliki manfaat bagi kesehatan. Salah satu tumbuhan yang

memiliki manfaat bagi kesehatan dari jenis sayur-sayuran adalah tanaman bayam belang (*Amaranthus tricolor* L.).

Bayam belang (*Amaranthus tricolor* L.) merupakan tanaman yang tergolong dalam famili Amaranthaceae yang berasal dari Amerika utara. Bayam mudah tumbuh pada dataran tinggi maupun dataran rendah (Rosyida, 2017). Tanaman bayam memiliki kandungan gizi yang sangat tinggi diantaranya mengandung vitamin A, vitamin C, zat besi, serat, protein, piridoksin, thiamin, ribloflavin, magnesium, kalium, kalsium dan fosfor (Tim Agro Mandiri, 2018). Dalam 100 gr daun bayam terdapat kandungan protein 39,9 gr, kalsium 358 mg, zat besi 2,4 mg, Zn 0,8 mg, Vitamin C 62 mg dan vitamin A 18 mg (Zuryanti, 2010). Khasiat yang beragam membuat tanaman bayam dijuluki sebagai raja sayuran atau *king of vegetable* (Tim Agro Mandiri, 2018).

Bayam belang memiliki perpaduan dua warna pada daunnya yaitu warna hijau pada tepi daun dan warna merah keunguan di tengah daunnya (Pebrianti *et al.*, 2015). Warna merah pada daun dan batang bayam belang memiliki kandungan antosianin yang tinggi. Antosianin dapat membantu menyembuhkan penyakit anemia, disentri dan memperbaiki kerja ginjal (Rosyida, 2017). Dalam 100 mg/g berat basah daun bayam belang terdapat kandungan antosianin 2,12 ppm. Kadar antosianin pada daun bayam belang memiliki peran penting sebagai antioksidan untuk menangkal radikal bebas (Pebrianti *et al.*, 2015). Selain itu kandungan serat pada tanaman bayam belang sangat baik untuk mengurangi resiko kanker pencernaan dan mencegah terjadinya sembelit (Suwita *et al.*, 2012).

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) (2013) jumlah penduduk Indonesia

terus mengalami peningkatan setiap tahunnya, tahun 2010 yang berjumlah 238,5 juta jiwa dan akan diperkirakan meningkat sekitar 305,6 juta jiwa pada tahun 2035. Hal ini menyebabkan kebutuhan pangan juga akan meningkat, salah satunya yakni permintaan produk hortikultura tanaman bayam. Tahun 2010 produksi bayam sekitar 152.33 ton dan pada tahun 2011 meningkat menjadi 160.51 ton. (Rahayu *et al.*, 2013). Kebutuhan yang meningkat pada bayam belang tidak diimbangi dengan hasil produksi pada lahan pertanian, sehingga Indonesia masih bergantung dan melakukan impor bayam belang dari negara asing seperti Cina dan Prancis (Susila, 2006).

Penanaman bayam belang yang tepat dilakukan saat memasuki awal musim penghujan. Akan tetapi perubahan kondisi iklim yang tidak menentu seperti musim kemarau yang berkepanjangan menjadi kendala dalam masalah budidaya bayam belang. Sesuai dengan hasil riset Bria (2016) bahwa di NTT (nusa tenggara timur) hasil produktifitas bayam belang semakin menurun setiap tahunnya, pada tahun 2010 mencapai (23,60 ton) dan menurun drastis pada tahun 2014 sebesar (13,62 ton). Hal ini dikarenakan kondisi lahan kering akibat intensitas suhu bumi yang menyebabkan pertumbuhan bayam belang kurang maksimal. Menurut Pitelka (2001) Peningkatan suhu udara di atmosfer akan mempengaruhi kondisi iklim, seperti meningkatnya kekeringan. Hal tersebut akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan penurunan hasil produksi pertanian (Hamim, 2005). Perubahan Cuaca atau iklim dari musim hujan ke musim kemarau yang ekstrim mengakibatkan tanaman mengalami stress abiotik seperti cekaman kekeringan.

Kekeringan merupakan rendahnya ketersediaan air dalam tanah yang menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Cekaman kekeringan disebabkan adanya perubahan yang signifikan terhadap frekuensi dan intensitas suhu bumi, sehingga menyebabkan curah hujan kurang dan terjadi peningkatan suhu bumi yang dibarengi dengan penurunan kelembaban tanah. Hal tersebut mempengaruhi kondisi lingkungan dan stress pada tanaman yang mengakibatkan perubahan morfologis, fisiologis dan anatomi tanaman (Anggraini, 2015). Ketersediaan air dalam tanah yang sangat rendah menyebabkan rendahnya serapan unsur hara bagi tanaman dari dalam tanah (Agustina, 2004).

Air menjadi faktor paling penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Polumin, 1990). Kadar air tanah yang optimum bagi pertumbuhan tanaman adalah apabila tanah berada dalam kondisi kapasitas lapang (KL), yaitu ketersediaan air dalam tanah setelah air meninggalkan tanah karena gaya gravitasi (Ashari, 1995). Dampak terjadinya cekaman kekeringan yaitu mengurangi laju transpirasi yang menyebabkan tanaman kehilangan kondisi turgor, meningkatkan hormon ABA yang ada di kloroplas sehingga kalium (K) dan kalsium (Ca) meninggalkan sel penjaga yang mengakibatkan stomata pada daun menutup. Proses menutupnya stomata pada daun agar tingkat pengikatan karbondioksida (CO₂) berkurang yang kemudian menghambat proses terjadinya fotosintesis (Sujinah, 2016).

Tanaman pada kondisi defisit air akan mempengaruhi jumlah air dalam sel, sehingga tanaman akan merespon dengan cara melakukan osmoregulasi yaitu menjaga sel agar tetap dalam kondisi turgor dengan memproduksi senyawa

terlarut seperti prolin, betain, glisin dan protein dehidrin. Prolin adalah asam amino bebas yang disintesis dan diakumulasi pada jaringan tanaman saat dalam kondisi cekaman kekeringan. Akumulasi prolin sebagai bentuk respon fisiologis yang berperan penting untuk menghindari kondisi defisit air pada tanaman dengan cara meningkatkan kadar solute dalam sel, menyeimbangkan kadar air tetap optimal, menyeimbangkan tekanan osmotik sel dengan lingkungan, menjaga turgiditas sel serta melindungi protein dan struktur membran sel (Setiawan, 2013). Hidayati (2017) menambahkan pada kondisi stress abiotik jumlah kadar prolin pada akar akan meningkat, karena berfungsi untuk menyimpan Nitrogen (N) serta meningkatkan osmoregulasi enzim *superoxide dismutase* (SOD) dan enzim *peroksidase*. Cekaman kekeringan 30% KL pada tanaman selada (*Lactuca sativa*) menyebabkan penurunan luas daun dari (91,19 cm³) menjadi (49,36 cm³), total bobot basah dari (261 gram) menjadi (195 gram) dan meningkatkan kandungan prolin dari (37,8 µM) menjadi (77,3 µM) (Sayyari *et al.*, 2013).

Peningkatan kadar prolin sebagai bentuk toleransi tanaman seiring dengan peningkatan cekaman kekeringan (Novenda dan Setyo, 2016). Hingga saat ini kondisi kekeringan masih menjadi permasalahan yang serius bagi petani, yang berkaitan dengan penurunan kuantitas pertumbuhan dan hasil produksi tanaman. Untuk itu diperlukan upaya peningkatan kuantitas pertumbuhan terhadap cekaman kekeringan. Salah satu upaya tersebut yaitu dengan pemberian hormon pertumbuhan asam salisilat secara eksogen.

Asam salisilat (SA) merupakan hormon pada tanaman yang berperan sebagai molekul pensinyalan dalam memperbaiki efek negatif dari cekaman abiotik

seperti kekeringan (El-Tayeb, 2005). SA termasuk dalam senyawa fenolik yang memiliki gugus hidroksil dan cincin aromatik yang disintesis oleh tanaman. Memiliki peran dalam biosintesis lignin, fitoaleksin serta melindungi tanaman dari serangan patogen (Tarigan, 2018). Asam salisilat pada konsentrasi yang optimal dapat mempengaruhi proses fisiologis tanaman seperti perkecambahan biji, penutupan stomata, sintesis klorofil, sintesis protein dan meningkatkan laju fotosintesis (El-Tayeb, 2005). Pemberian asam salisilat secara eksogen dapat meningkatkan kerja enzim aktioksidan dan toleransi tanaman dari kondisi stress abiotik dan biotik (Min *et al.*, 2018).

Pemberian asam salisilat 1,5 mM dan cekaman kekeringan 70% KL pada tanaman selada (*Lactuca sativa*) berpengaruh terhadap peningkatan pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun dan luas daun, sedangkan pada cekaman kekeringan 25% meningkatkan kadar prolin tertinggi yaitu sebesar (34,82 $\mu\text{M/g}$) (Afni, 2019). Pemberian konsentrasi asam salisilat 1,5 mM pada tanaman kemangi (*Ocimum basilicum* L.) dalam kondisi cekaman kekeringan 30% KL menunjukkan hasil yang signifikan terhadap peningkatan kadar prolin sebesar (24,89 $\mu\text{M/g}$) (Kordi *et al.*, 2013). Perlakuan SA yang diberikan pada tanaman bayam (*Amaranthus ticolor* L.) dengan konsentrasi 10^{-5} M selama fase vegetatif dapat membantu meningkatkan parameter pertumbuhan luas daun, tinggi tanaman, panjang batang, panjang akar, bobot basah dan senyawa bioaktif seperti prolin, betacyanin, klorofil serta polifenol total (Khandaker, 2011).

Berdasarkan manfaat dan kandungan bayam belang yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat, kondisi cekaman kekeringan masih menjadi masalah

yang serius bagi petani dalam bidang pertanian. Asam salisilat berperan sebagai fitohormon yang membantu dalam mempertahankan parameter pertumbuhan tanaman dan toleransi saat kondisi cekaman kekeringan. Sehingga dilakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Asam Salisilat (SA) Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Prolin Bayam Belang (*Amaranthus tricolor* L.) pada Kondisi Cekaman Kekeringan”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin tanaman bayam belang (*Amaranthus tricolor* L.) ?
2. Bagaimana pengaruh asam salisilat (SA) terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin tanaman bayam belang (*Amaranthus tricolor* L.) ?
3. Bagaimana interaksi asam salisilat (SA) dan cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin tanaman bayam belang (*Amaranthus tricolor* L.) ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin tanaman bayam belang (*Amaranthus tricolor* L.).
2. Mengetahui pengaruh asam salisilat (SA) terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin tanaman bayam belang (*Amaranthus tricolor* L.).

3. Mengetahui interaksi asam salisilat (SA) dan cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin tanaman bayam belang (*Amaranthus tricolor* L.).

1.4 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Ada pengaruh kondisi cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin tanaman bayam belang (*Amaranthus tricolor* L.).
2. Ada pengaruh konsentrasi asam salisilat (SA) terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin tanaman bayam belang (*Amaranthus tricolor* L.).
3. Ada pengaruh interaksi asam salisilat (SA) dan cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin tanaman bayam belang (*Amaranthus tricolor* L.).

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi yang didukung dengan bukti ilmiah tentang pengaruh asam salisilat (SA) terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin bayam belang (*Amaranthus tricolor* L.) pada kondisi cekaman kekeringan.
2. Mengetahui konsentrasi asam salisilat (SA) yang paling efektif sebagai hormon pertumbuhan tanaman dalam mempertahankan pertumbuhan bayam belang (*Amaranthus tricolor* L.) pada kondisi cekaman kekeringan.

3. Mengetahui kadar penyiraman yang masih toleran untuk menjaga pertumbuhan bayam belang. Sehingga memberikan pengetahuan dan solusi kepada masyarakat khususnya petani bayam di lahan kering untuk mendapatkan hasil yang optimal seperti pada kondisi normal.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Benih yang digunakan adalah benih bayam belang (*Amaranthus tricolor* L.) dengan merek dagang bintang asia yang diproduksi oleh PT. Benih Citra Asia (BCA) Kabupaten Jember, Jawa Timur, Indonesia.
2. Penanaman bayam belang dilakukan di Green House UIN Malang, sedangkan pengukuran kadar prolin dilakukan di laboratorium Genetika dan molekuler, Jurusan Biologi UIN Malang.
3. Media tanam yang digunakan yaitu tanah dan pupuk humus kompak (2:1) sebanyak 3 kg tiap polybag.
4. Cekaman kekeringan dilakukan berdasarkan Kapasitas Lapang (KL) yaitu 100 % KL (kontrol), 75% KL, 50 % KL dan 25 % KL.
5. Perlakuan cekaman kekeringan diberikan pada umur tanaman 17 HST sampai 42 HST (masa panen).
6. Asam Salisilat yang digunakan adalah *Salicylic Acid* (SA) murni, yang diproduksi oleh PT. Medifarma Laboratories Kota Jakarta, Jawa Barat, Indonesia.
7. Konsentrasi asam salisilat (SA) yang diberikan yaitu 0 M (kontrol), 1 mM, 1,5 mM dan 2 mM.

8. Penyemprotan asam salisilat (SA) dilakukan saat fase vegetatif yaitu umur 14 HST dan 21 HST.
9. Parameter pertumbuhan yang diamati yaitu pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat basah, panjang akar dan kadar prolin.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Bayam Belang (*Amaranthus tricolor* L.)

2.1.1 Tanaman Bayam Belang Dalam Perspektif Islam

Tumbuhan merupakan salah satu makhluk hidup ciptaan Allah SWT yang memiliki banyak manfaat bagi kehidupan manusia. Allah SWT menciptakan berbagai jenis tumbuhan dengan karakteristik masing-masing. Diantaranya terdapat golongan tumbuhan tingkat tinggi hingga golongan tumbuhan tingkat rendah. Macam-macam tumbuhan yang diciptakan Allah SWT telah dijelaskan dalam Al-Qur'an surat Thaha ayat 53 yang berbunyi :

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِنْ نَبَاتٍ شَتَّى¹

Artinya : “(Tuhan) yang telah menjadikan bumi sebagai hamparan bagimu, dan menjadikan jalan-jalan di atasnya bagimu, dan yang menurunkan air (hujan) dari langit, kemudian Kami Tumbuhkan dengannya (air hujan itu) berjenis-jenis aneka macam tumbuh-tumbuhan.” (Q.S. Thaha :53).

Berdasarkan tafsir Jalalain Firman Allah: *الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا* "Yang telah menjadikan bumi sebagai hamparan bagimu", Allah SWT telah menganugerahkan nikmat kehidupan yang begitu besar kepada makhluk ciptaanNya di bumi. Salah satu bentuk kekuasaanNya yaitu telah menjadikan bumi sebagai hamparan tempat untuk berpijak. Kata *مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا* "dan menjadikan jalan-jalan di atasnya bagimu" yaitu menciptakan jalan-jalan yang memudahkan kita untuk melewatinya. Kata *وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ* "dan menurunkan air (hujan) dari langit" Allah SWT telah menciptakan air hujan yang berasal dari

gumpalan awan yang kemudian masuk kedalam tanah sehingga dari air hujan tersebut membasahi seluruh permukaan bumi dan mampu menghidupkan yang mati. Kata *مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِّنْ نَّبَاتٍ شَتَّى* "kemudian Kami Tumbuhkan dengannya (air hujan itu) berjenis-jenis aneka macam tumbuh-tumbuhan." yaitu menumbuhkan jenis tumbuh-tumbuhan yang berbeda-beda warna, rasa, ukuran, bau dan manfaatnya (As-Suyuthi, 2010). Sehingga dapat diartikan bahwasanya Allah SWT menciptakan tumbuhan yang mempunyai banyak manfaat dan tidak ada yang sia-sia. Dalam ayat lain Allah SWT berfirman tentang tumbuh-tumbuhan yang baik yang dijelaskan dalam Al-Qur'an surat Asy-Syu'ara ayat 7 yang berbunyi :

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ - ٧

Artinya : "Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam (tumbuh-tumbuhan) yang baik ? (QS. Asy Syuara : 7).

Menurut Al-Sheikh (2000) Kalimat *مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ* diartikan sebagai tumbuh-tumbuhan yang baik yaitu tumbuhan yang memiliki bentuk dan warna serta indah dipandang, memiliki banyak manfaat yang berfungsi sebagai nutrisi makanan maupun sebagai obat-obatan untuk menyembuhkan berbagai penyakit yang disebut juga sebagai tumbuhan herbal. Menurut Pebrianti *et al.*, (2015) tanaman bayam belang (*Amaranthus tricolor* L.) merupakan tumbuhan dari famili Amaranthaceae. Pada bagian daun dan batang yang berwarna merah memiliki kandungan antioksidan tinggi untuk menyembuhkan berbagai penyakit seperti anemia, disentri dan gagal ginjal. Segala penyakit yang menyerang manusia pasti ada obatnya, yang terpenting selalu berikhtiar dan tetap berusaha bahwa Allah

akan menyembuhkannya. Hal ini dijelaskan dalam hadist shahih riwayat Imam Bukhari, bahwa Rasulullah SAW bersabda :

مَا أَنْزَلَ اللَّهُ دَاءً إِلَّا أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً

Artinya : “Tidaklah Allah turunkan penyakit kecuali Allah turunkan obatnya”

Makna hadist tersebut yaitu Allah SWT menurunkan penyakit beserta penawarnya. Penawar disini diartikan sebagai obat yang dapat membantu menyembuhkan penyakit, baik itu obat herbal maupun obat kimia. Menurut An-Najjar (tanpa tahun) segala sesuatu yang Allah ciptakan di bumi tidak ada yang sia-sia, berbagai jenis tumbuhan memiliki manfaat yang dapat digunakan sebagai obat herbal. Manusia dianugrahi akal dan fikir untuk mencari tau dan menemukan tumbuhan obat yang sesuai. Namun, harus selalu diingat bahwasanya kesembuhan dari penyakit bisa terjadi hanya karena izin Allah SWT.

Ahli Qur'an dan Hadits memberikan penjelasan bahwa Allah SWT telah menciptakan semua makhluk di bumi dengan begitu sempurna, manusia adalah *khalifah* dimuka bumi yang diberikan amanah untuk selalu menjaga dan melestarikan alam. Manusia diperintahkan untuk selalu bersyukur dan *bertafakkur* (merenungi) apa yang telah diciptakanNya. Manusia juga berperan sebagai ilmuwan Islami yang dalam setiap tindakan harus berdasar pada etika dan nilai-nilai keislaman. Berdasarkan uraian diatas menjelaskan bahwa Allah SWT telah menciptakan berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik dan bermanfaat sehingga hal tersebut akan mendatangkan suatu kebaikan. Salah satu tumbuhan ciptaan Allah SWT adalah Bayam belang (*Amaranthus tricolor* L.).

2.1.2 Deskripsi Tanaman Bayam Belang

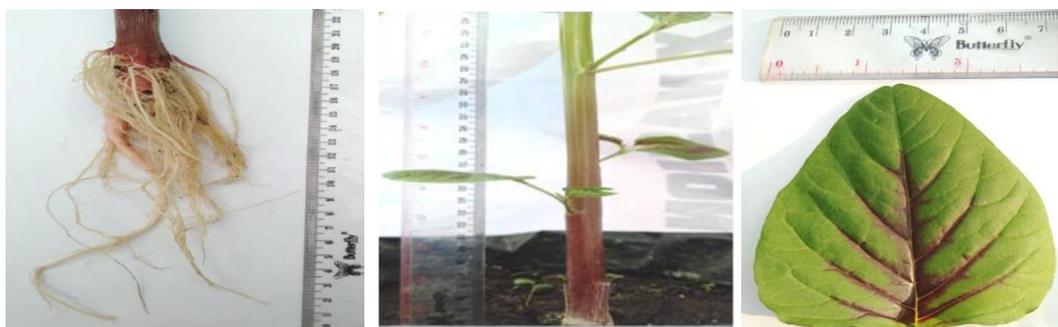
Bayam Belang (*Amaranthus tricolor* L.) merupakan tanaman yang tergolong dari famili Amaranthaceae yang berasal dari negara Amerika utara dan mulai masuk ke Indonesia pada abad ke-19 (Rosyida, 2017). Dalam klasifikasi bayam belang termasuk jenis spesies *Amaranthus tricolor* atau lebih dikenal dengan sebutan bayam cabut (Tim Agro Mandiri, 2018). Bayam mudah tumbuh pada daerah tropis maupun subtropis mulai dataran rendah hingga dataran tinggi. Di Indonesia bayam belang dapat tumbuh sepanjang tahun pada ketinggian 5-2.000 mdpl (Rumimper, 2014). Bayam belang memiliki dua warna pada daunnya yaitu warna merah dan hijau. Berbagai penyebutan dikalangan masyarakat berbeda-beda yaitu bayam belang, bayam loreng atau bayam batik (Pebrianti *et al.*, 2015).



Gambar 2.1 Tanaman Bayam Belang (*Amaranthus tricolor* L.)
Sumber : (Rangkuti, 2017)

Secara morfologi sistem perakaran bayam belang adalah akar tunggang. Tumbuh menyebar pada kedalaman sekitar 20-40 cm (Tim agro Mandiri, 2018). Paris (2014) menambahkan bahwa, sistem perakaran bayam belang merupakan

akar tunggang yang memiliki cabang-cabang berbentuk panjang kesamping yang tersebar kesegala arah. Tanaman bayam belang memiliki akar dengan warna putih kecoklatan, memiliki rambut-rambut akar dan tudung akar yang berperan dalam penyerapan unsur hara dalam tanah (Hadisoeganda, 1996). Bayam belang memiliki batang yang tumbuh tegak diatas permukaan tanah, lunak, tebal berdaging dan bercabang banyak (Tim Agro Mandiri, 2018). Percabangan batang melebar dan tumbuh tunas baru apabila dilakukan pemangkasan (Octaviyanti, 2017). Batang bayam belang memiliki warna hijau pada ujung atas sampai tengah dan berwarna kemerahan pada bagian tengah sampai bawah. Daun bayam belang memiliki bentuk bulat telur dengan ciri ujung daun meruncing, tepi daun rata dan tulang daun menyirip (Fatimah, 2009). Memiliki kombinasi warna yaitu warna merah pada tengah daun dan warna hijau muda pada tepi daun. Daun bayam belang merupakan daun tunggal, lunak yang memiliki panjang 1,5 cm sampai 6,0 cm (Pebrianti *et al.*, 2015). Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 (a) akar bayam belang (b) batang bayam belang (c) daun bayam belang. Sumber: (Maulidina, 2019).

Tanaman bayam belang mencapai tinggi \pm 60 cm tergantung pada umur dan tingkat kesuburan tanah pada lingkungan tumbuh. Masa panen tanaman bayam belang berkisar 3-4 minggu dan menghasilkan bunga dibagian ketiak daun bawah serta bagian ujung atas. Bunga bayam belang tersusun malai rata yang berukuran kecil yang terdiri dari lima mahkota bunga, lima benang sari dan tiga bakal buah. Pada umumnya tumbuh dibagian ujung atau ketiak daun (Tim Agro Mandiri, 2018). Bayam belang dapat dicirikan dengan bunga berbentuk tandan yang berukuran kecil, berbunga sepanjang musim serta menghasilkan biji (Wibowo, 2015). Biji bayam belang berukuran 0,8 mm sampai 1 mm dan memiliki tekstur yang halus berwarna coklat tua sampai hitam mengkilat (Tim Agro mandiri, 2018). Setiawan (2017) menambahkan bahwa setiap satu bunga mampu menghasilkan ratusan biji bayam. Seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Alat perkembangan generatif bayam belang (a) Bunga betina, b) Bunga jantan, c) Biji. Sumber: (Maulidina, 2019).

2.1.3 Klasifikasi Tanaman Bayam Belang

Klasifikasi Bayam Belang (*Amaranthus tricolor* L.) dalam ilmu taksonomi menurut plantamor (2020) yaitu Kingdom: Plantae, Subkingdom: Tracheobionta, Superdivisi: Spermatophyta, Divisi: Magnoliophyta, Kelas: Magnoliopsida, Subkelas: Caryophyllidae, Ordo: Caryophyllales, Famili: Amaranthaceae, Genus: *Amaranthus*, Spesies: *Amaranthus tricolor* L.

2.1.4 Syarat Tumbuh Tanaman Bayam Belang

Bayam belang merupakan tanaman hortikultura jenis sayuran yang mudah dibudidayakan, terutama di beberapa daerah yang ada di negara Indonesia dengan kondisi lingkungan yang mendukung. Pengaruh kondisi lingkungan terhadap pertumbuhan bayam belang adalah iklim dan tanah (Pracaya, 2007). Bayam belang tumbuh baik pada tempat dataran rendah dan dataran dengan ketinggian 5 - 2000 mdpl dengan suhu kisaran 25°C – 35°C (Pebrianti *et al.*, 2015). Waktu tanam yang sesuai yaitu pada awal musim hujan disertai dengan tanah yang gembur (Wibowo, 2015).

Jenis tanah yang baik bagi bayam belang adalah tanah berhumus, gembur dan memiliki irigasi yang baik (Susila, 2006). PH tanah pada media tanam yang optimal yaitu bersifat netral antara 6-7. Tanah yang bersifat asam atau pH kurang dari 6 menyebabkan bayam merah mengalami stress abiotik. Dan apabila tanah bersifat basa atau lebih dari 7 menyebabkan timbulnya warna putih kekuningan (klorosis) pada daun (Saparianto, 2013). Kondisi pH tanah yang kandungan asam terlalu tinggi dapat diatasi dengan pengapuran (Pracaya, 2007).

2.1.5 Manfaat Tanaman Bayam Belang

Bayam belang memiliki berbagai manfaat dalam bidang kesehatan. Khasiat yang beragam membuat tanaman bayam dijuluki sebagai *king of vegetable* (Tim Agro Mandiri, 2018). Hasil penelitian Rumimper (2014) bayam belang memiliki kandungan serat yang tinggi sangat baik dikonsumsi oleh penderita pencernaan seperti kanker usus, kolesterol, kencing manis, kurang darah serta meningkatkan kerja ginjal. Didalam tanaman bayam mengandung beberapa protein seperti (asam amino, lisin dan methionin), selain itu kandungan yang lain berupa lemak, serat, karbohidrat, karoten, niasin, purin, tannin, amarantin, asam okasalat dan mineral (kalium, kalsium, mangan, magnesium, fosfor, besi, zink). Nelma (2014) menambahkan kandungan besi (Fe) dan kalsium (Ca) yang tinggi merupakan komponen penting untuk pembentukan hemoglobin yang terdapat pada sel darah merah.

Kandungan antosianin yang sangat tinggi pada bayam belang berperan sebagai antioksidan untuk menangkal radikal bebas, selain itu kadar antosianin dapat membantu menyembuhkan penyakit anemia (Bria, 2016). Bayam belang mampu menghasilkan antioksidan alami berupa flavonoid, betalain, karotenoid, polifenol dan vitamin C (Wiyasihati, 2016). Vitamin C sebagai salah satu faktor yang berfungsi dalam penyerapan zat besi sehingga dapat mudah diserap oleh tubuh dan memperbaiki saluran pencernaan (Octaviyanti *et al.*, 2017). Kandungan lain yang terdapat pada bayam belang yaitu saponin yang membantu dalam menurunkan penyerapan kolesterol. Kandungan garam-garam mineral juga penting sebagai proses pertumbuhan dan kesehatan tubuh (Sumarjono, 2003).

Selain mengkonsumsi bayam sebagai makanan sehari-hari, masyarakat juga memanfaatkan sebagai tanaman hias dan obat herbal (Berger, 2003).

Tabel 2.1 Kandungan gizi bayam belang

No.	Komponen Gizi	Jumlah
1.	H ₂ O (air)	88 g
2.	Energi	41,21 kkal
3.	Protein	2,22 g
4.	Lemak	0,8 g
5.	Karbohidrat	6,33 g
6.	Serat	2,22 g
7.	Abu	2,22 g
8.	Ca (kalsium)	520 mg 100/g
9.	P (fosfor)	80 mg 100/g
10.	Fe (besi)	7 mg 100/g
11.	Na (natrium)	20 mg 100/g
12.	K (kalium)	60 mg 100/g
13.	Zn (zink)	0,8 mg 100/g
14.	β karoten	7325 ug
15.	Thymine	0,2 mg 100/g
16.	Vit.B2	0,1 mg 100/g
17.	Niasin	0,1 mg 100/g
18.	Vitamin c	62 mg 100/g

Sumber : (Sulihandri, 2013).

2.1.6 Fase Pertumbuhan Tanaman

Teknik budidaya yang efektif adalah dengan memahami setiap fase pertumbuhan. Terdapat dua fase dalam pertumbuhan tanaman yaitu fase vegetatif

dan fase generatif. Kebutuhan dalam setiap fase berbeda-beda, untuk memenuhi kebutuhan tanaman diperlukan tindakan yang tepat dalam setiap fase pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Fase vegetatif adalah fase awal pertumbuhan tanaman, dimulai dari perkecambahan benih sampai tanaman tumbuh tinggi dan kuat diantaranya proses pembentukan batang, akar dan daun. Pada fase tersebut terdapat tiga proses yang terjadi yaitu proses perpanjangan, pembelahan dan diferensiasi sel (Endah, 2002). Sedangkan fase generatif disebut juga sebagai fase produktif dimana terjadi pembentukan bunga, buah dan biji (Marhaeni, 2018).

2.2 Peran Air Bagi Tumbuhan

Air sebagai salah satu komponen penting yang dibutuhkan dalam jumlah banyak untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Sekitar 85-90% dari total berat segar yang terdapat dalam sel dan jaringan tanaman adalah air. Fungsi air bagi tanaman yaitu sebagai bahan baku proses fotosintesis, pelarut unsur hara dalam tanah, pelarut unsur hara yang akan diserap oleh akar menuju organ tanaman, sebagai transportasi fotosintat dari sumber ke limbung, penyusun protoplasma sel dan menjaga turgiditas sel dalam pembesaran sel serta membukanya stomata (Kurniawan *et al.*, 2014).

Banyaknya jumlah air yang tersedia pada tanaman dapat diketahui dengan cara menghitung kadar air berdasarkan kapasitas lapang dengan rumus ($pF 2,53 - pF 4,2$) yaitu dikurangi dengan jumlah presentase kondisi tanah pada titik layu permanen (Maryani, 2012). Ketersediaan air yang ideal bagi pertumbuhan

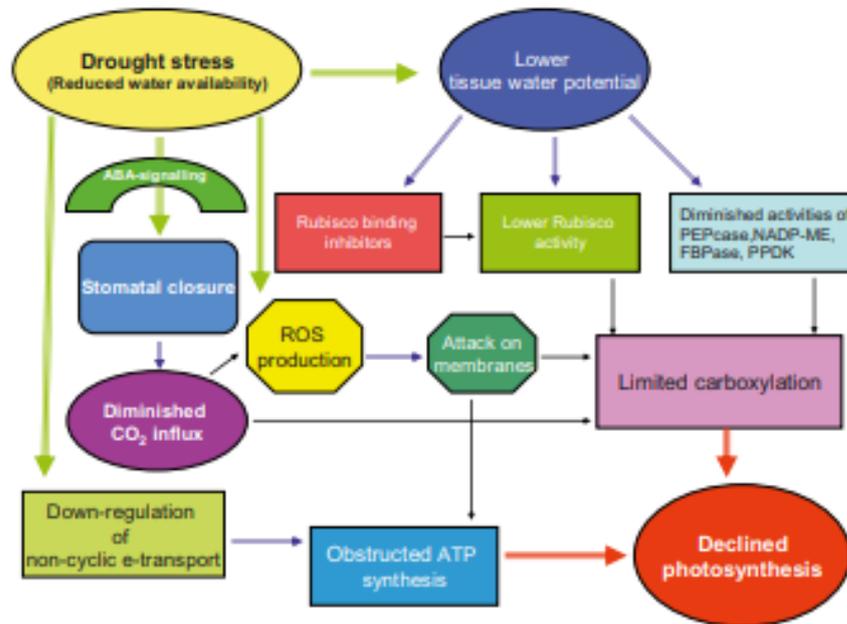
tanaman ketika kondisi kapasitas lapang (KL) yaitu jumlah air yang tersimpan dalam tanah dan tidak mengalir lagi (Solichatun *et al.*, 2005). Kondisi kapasitas lapang dapat terjadi ketika tanah jenuh air kemudian tanah didiamkan selama 24 jam sehingga air terus menetes dan turun kebawah karena gaya gravitasi. Kondisi tersebut sangat baik atau optimum bagi pertumbuhan tanaman, karena tumbuhan mampu menyerap unsur hara mikro dan makro seluruhnya (Ashari, 1995).

2.3 Cekaman Kekeringan

Cekaman kekeringan merupakan faktor abiotik dengan kondisi kadar air tanah dalam jumlah sedikit yang mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman (Purwanto, 2010). Cekaman kekeringan terjadi karena suplai air pada akar yang sangat minim serta banyaknya permintaan air oleh daun menyebabkan laju evapotranspirasi meningkat melebihi laju absorpsi air pada akar. Hal ini dipengaruhi oleh 3 faktor yaitu ketersediaan air dalam tanah, sistem perakaran dan laju transpirasi (Sinaga, 2007). Lingkungan dengan kondisi kekeringan menyebabkan tingginya potensial osmotik yang mengakibatkan sel kehilangan kondisi turgor sehingga proses pertumbuhan terhambat (Kusmiyati *et al.*, 2009). Kekeringan mempengaruhi proses perubahan morfologis, fisiologis dan biokimia tanaman (Hendrati, 2016). Kurangnya pasokan air menyebabkan penurunan kandungan relatif air, penurunan hasil biji-bijian, penurunan hasil produktivitas tanaman dan meningkatkan kebocoran elektrolit pada membran plasma. (Kabiri dan Mehdi, 2015)

Tanaman dalam kondisi cekaman kekeringan menyebabkan kekurangan jumlah air yang mempengaruhi proses sintesis klorofil dan menghambat mekanisme laju fotosintesis. Saat kondisi kekeringan produksi *reactive oxygen species* (ROS) dan aktivitas antioksidan mengalami ketidakseimbangan yang bekerja dalam peningkatan senyawa radikal bebas (Turner, 2001). Dalam jaringan tanaman, radikal bebas bersifat reaktif yang dapat memicu kerusakan pada jaringan sel tanaman (Abdullah, 2015). Kekurangan jumlah air menghambat laju fotosintesis, dimana sel mengalami kondisi turgor yang menyebabkan penutupan stomata pada daun (Lakitan, 1995).

Mekanisme cekaman kekeringan yang menghambat proses fotosintesis dimulai dari mengakumulasi hormon asam absisat (ABA) dan penutupan stomata untuk mengurangi penyerapan karbondioksida (CO₂) dan membentuk lebih banyak *reactive oxygen species* (ROS). Aktivitas *carboxylase/oxygenase* (Rubisco), NADP-malic enzyme, *ribulose-1, 5-biphosphate*, *phosphoenolpyruvate carboxylase*, *pyruvate orthosphate dikinase* (PPDK) dan *fructose-1, 6-biphosphate* (FEBase) mengalami penurunan. Kemudian aktivitas Rubisco terhambat yang menyebabkan terjadinya regulasi transfer elektron non siklik menurun, produksi NADPH menurun, sehingga menghambat biosintesis energi (ATP) dan laju fotosintesis menurun (Gambar 2.4) (Farooq, 2009).



Gambar 2.4 Mekanisme cekaman kekeringan terhadap proses fotosintesis.
Sumber: (Farooq, 2009).

Respon tanaman saat kondisi tercekam ada 3 macam yaitu *avoidance* (menghindar dari cekaman), *tolerance* (tanaman mempertahankan dengan memproduksi senyawa tertentu) dan *resistance* (tanaman tahan terhadap lingkungan cekaman kekeringan). Prihastiti (2002) Menambahkan tanaman akan memberikan respon tertentu baik secara morfologis, anatomis maupun fisiologis. Dimana terdapat dua mekanisme utama yang terjadi pada tanaman yaitu tanaman menghindari cekaman dengan cara melakukan perubahan struktur morfologis dan anatomi dengan mengatur laju transpirasi dalam menggunakan air seefisien mungkin. Yang kedua yaitu meningkatkan toleransi terhadap cekaman melalui perubahan kimia sel, dengan cara mensintesis senyawa terlarut yang berperan sebagai pengatur tekanan osmotik sel berupa prolin dan gula.

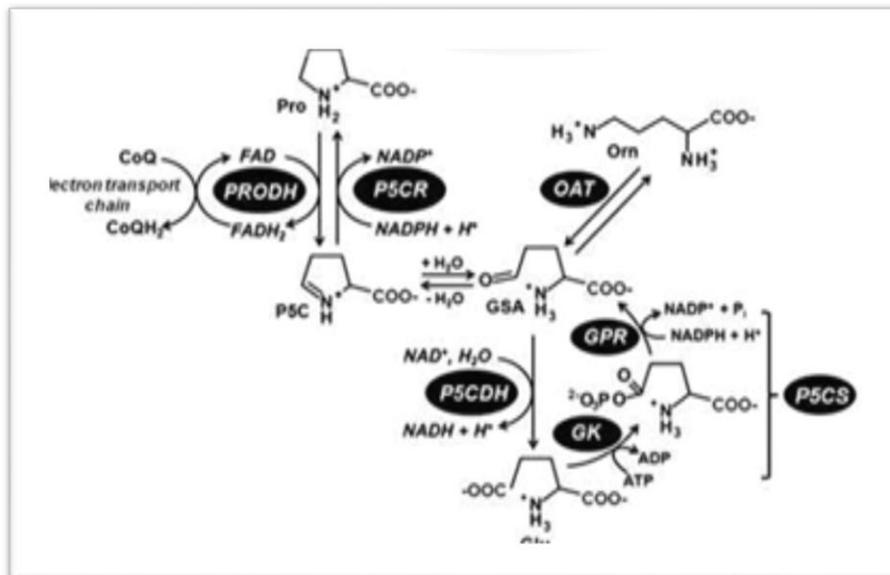
Beberapa adaptasi morfologi tanaman saat kondisi cekaman kekeringan dengan cara menurunkan laju transpirasi dengan mengurangi luas daun, pengguguran daun, dan membentuk bulu-bulu tanaman (Salisbury dan Ross, 1992). Respon pada akar dilakukan dengan pemanjangan akar untuk memudahkan dalam menyerap air tanah lebih dalam (Campbell and Reece, 2003).

2.4 Biosintesis Prolin Saat Cekaman Kekeringan

Cekaman kekeringan menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Salah satu bentuk pertahanan yakni dengan meningkatkan kadar senyawa osmotik seperti prolin. Biosintesis Prolin banyak diakumulasikan pada jaringan tanaman saat mengalami kondisi cekaman (Sperdouli, 2012). Beberapa fungsi prolin adalah menjaga keseimbangan tekanan osmotik antara sel dengan lingkungan, mempertahankan turgiditas sel agar tidak terjadi plasmolisis (Kurniawati *et al.*, 2014). Jumlah prolin akan semakin meningkat saat kondisi cekaman kekeringan, karena prolin berfungsi untuk menyimpan nitrogen (N) dan meningkatkan osmoregulasi enzim *peroksidase* dan enzim *supeoxide dismutase* (SOD) (Hidayati, 2017).

Mekanisme biosintesis prolin melalui jalur dari asam glutamat, dengan menggunakan dua enzim yaitu enzim glutamat kinase fosforilase dan enzim glutamat fosfat reduktase. Enzim *pyrroline-5-carboxylate synthetase* (P5CS) dan enzim glutamat kinase fosforilase bekerja sama dengan mempercepat terjadinya perubahan *2-Aminopentanedioic acid* (asam glutamat) menjadi glutamil fosfatase. Kemudian enzim *pyrroline-5-carboxylate synthetase* (P5CS) dan enzim fosfat

reduktase akan mereduksi lebih banyak menjadi GSA atau glutamat semialdehid. Proses terjadinya siklasi pada tanaman yang berlangsung menyebabkan perubahan glutamat semialdehid menjadi *pyrroline-5-carboxylate* (P5C) dengan pengurangan senyawa H₂O, setelah itu P5C dirubah menjadi prolin dengan bantuan NADPH oleh enzim *pyrroline-5-carboxylate reductase* (P5CR) (Gambar 2.6) (Hayat, 2012). Spirdouli (2012) menambahkan Enzim *pyrroline-5-carboxylate reductase* (P5CR) dapat meningkat disebabkan kondisi cekaman.



Gambar 2.5. Mekanisme biosintesis prolin
Sumber : (Hayat, 2012)

Tanaman pada kondisi kekeringan mempengaruhi jumlah air yang ada dalam sel. Untuk mengatasi kondisi stress abiotik tanaman melakukan osmoregulasi, yaitu menjaga agar sel tetap dalam kondisi turgor dengan memproduksi berbagai senyawa yang terlarut seperti manitol, betain, gliserol, glisin dan prolin di dalam sel. Prolin merupakan senyawa organik dengan nilai

osmotik tertinggi, sehingga membantu mengurangi potensial osmotik ketika terjadi defisit air (Nugraheni & Anggarwulan, 2003).

Akumulasi prolin pada daun dan akar sebagai bentuk penyesuaian osmotik tanaman terhadap kekeringan untuk melindungi berbagai sistem enzim ketika terjadi dehidrasi (Delvian, 2007). Dalam tanaman terjadi dua tahap pertumbuhan yaitu tahap pembelahan sel (*cell division*) dan tahap pemanjangan sel (*cell expansion*) dimana kedua tahapan dipengaruhi oleh kondisi turgor sel (tekanan hidrostatik). Apabila tanaman dalam kondisi yang tercekam akan mengakibatkan potensial air dalam sel yang rendah sehingga pembelahan dan pemanjangan sel tidak dapat terjadi yang menyebabkan pertumbuhan menurun. Karena prolin pada tanaman berfungsi untuk melindungi kerusakan jaringan sel akibat cekaman kekeringan. Biosintesis prolin mencegah terjadinya interaksi ion dan komponen seluler dengan cara mengganti molekul air selama kekeringan (Hayat, 2013).

Cekaman kekeringan berdasarkan kapasitas lapang 25% KL menyebabkan tanaman kacang tanah (*Arachis hypogea* L.) menurun pada pertumbuhan panjang akar dari (6,45 cm) menjadi (3,16 cm), luas daun dari (260 cm) menjadi (11,25 cm), berat basah dari (2,18 gr) menjadi (0,37 gr) dan tinggi tanaman dari (11,08 cm) menjadi (0,70 cm) (Subantoro, 2014). Hasil penelitian Sayyari *et al.*, (2013) Cekaman kekeringan 30% KL pada tanaman selada (*Lactuca sativa*) menyebabkan penurunan luas daun dari (91,19 cm²) menjadi (49,36 cm²), bobot basah total dari (261 gr) menjadi (195 gr) dan meningkatkan kandungan prolin dari (37,8 µM) menjadi (77,3 µM). Hasil penelitian Kurniawati (2014) Cekaman kekeringan 20% KL pada tanaman terung (*Solanum melongena* L.) saat berumur

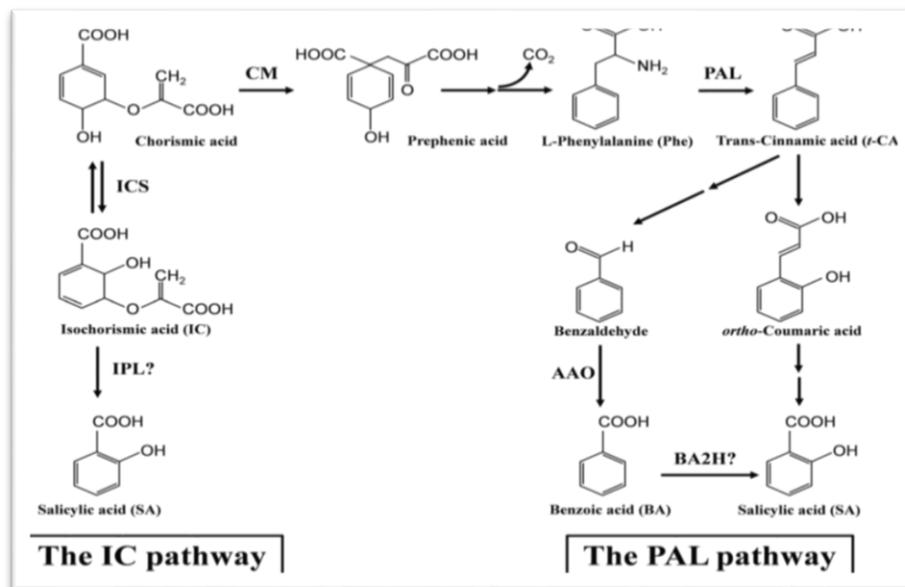
14 dan 21 HST menyebabkan peningkatan kandungan prolin tertinggi sebesar (134.70 μM).

2.5 Asam Salisilat (SA)

Asam salisilat (*Salicylic Acid* atau SA) merupakan senyawa fenolik yang disintesis oleh tanaman sebagai hormon pertumbuhan tanaman (Dempsey, 2017). Secara eksogen aplikasi SA berperan penting dalam mengatur proses fisiologis tanaman antara lain proses perkecambahan, fotosintesis, termogenesis, pembungaan, biosintesis etilen, pematangan buah dan ketahanan terhadap penyakit (Yusuf *et al.*, 2008). Penyemprotan SA membuat tanaman menjadi toleran dari cekaman abiotik seperti kekeringan, logam berat, pH, salinitas dan radiasi UV (Kabiri dan Naghizadeh, 2015). SA juga berperan sebagai sinyal penanda biosintesis asam salisilat yang meliputi konjugasi dan akumulasi hormon tanaman seperti hormon auksin, sitokinin, etilen, asam jasmonat, dan asam absisat (Leiwakabessy *et al.*, 2018). Pemberian konsentrasi SA yang tepat pada tumbuhan dapat bekerja secara optimal (Dempsey, 2017). Konsentrasi asam salisilat yang terlalu tinggi dapat mengurangi toleransi tanaman terhadap kondisi stress abiotik (Miurra dan Tada, 2014).

Biosintesis Asam salisilat (SA) melalui jalur *isochorismate* (IC) dan jalur *phenylalanine ammonia-lyase* (PAL). Awal tahapan sintesis dimulai dari jalur sikimat yang menghasilkan senyawa metabolit *chorismic acid* yang banyak diakumulasi dalam plastid. Kemudian metabolit *chorismic acid* akan dirubah menjadi *isochorismate* (IC) melalui jalur IC dengan bantuan enzim ICS atau

isochorismate synthase. Spesies tanaman banyak ditemukan adanya enzim ICS. IC akan mensintesis SA dengan bantuan bakteri, seperti bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan bakteri *Pseudomonas fluorescens*. Kemudian perubahan fenilalanin (Phe) ke asam trans-cinnamic melalui jalur *phenylalanine ammonia-lyase* (PAL) disamping itu t-CA akan diubah menjadi Asam Salisilat (SA) dengan melalui perantara asam benzoat (BA). Hasil perubahan asam benzoat (BA) ke Asam Salisilat (SA) terjadi melalui BA 2-hidroksilase (Dempsey, 2017).

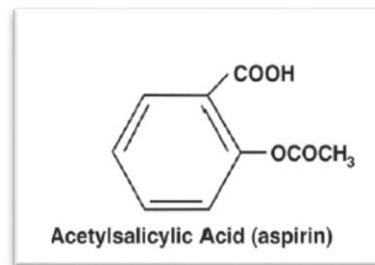


Gambar 2.6 Jalur sintesis asam salisilat (SA)

Sumber: (Dempsey, 2017)

ASA memiliki turunan asetilnya yang dikenal dengan nama aspirin yang berfungsi penting sebagai agen farmakologis dan obat bagi manusia. Sejarah ditemukannya asam salisilat pertama kali pada pohon willow (*Salix sp.*) pada abad 19. Kemudian tahun 1897 perusahaan bayer company yang berasal dari jerman mulai memperkenalkan *Acetyl Salicylic Acid* (ASA) dengan nama aspirin

(Dempsey, 2017). Hingga kini asam salisilat menjadi salah satu obat terlaris bagi kesehatan yang ada di dunia (Khan *et al.*, 2015).



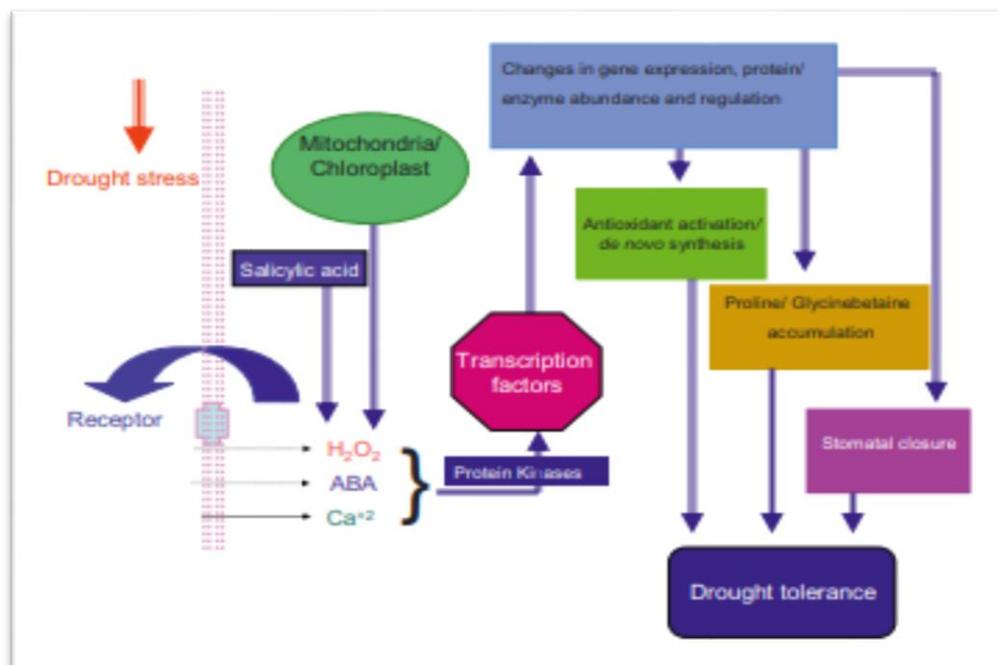
Gambar 2.7 *Acetyl Salicylic Acid* (ASA) atau aspirin. Sumber: (Dempsey, 2017)

Asam salisilat akan meregulasi tanaman saat kondisi stress abiotik melalui sinyal *cross-talk* yang kemudian berinteraksi dengan hormon lain seperti auksin, asam absisat dan etilen sehingga tanaman mampu toleran pada kondisi tercekam (Khan *et al.*, 2015). Konsentrasi asam salisilat yang optimal dan pemberian secara eksogen menjadikan tanaman toleran terhadap cekaman kekeringan. Akan tetapi jika konsentrasi SA terlalu tinggi dapat mempengaruhi toleransi pertumbuhan tanaman (Miurra dan Tada, 2014).

2.6 Pemberian Asam Salisilat Pada kondisi Cekaman Kekeringan

Mekanisme pemberian asam salisilat pada stress kekeringan yaitu tanaman memberikan sinyal khusus penanda kepada hormon asam absisat (ABA). Kemudian terjadi akumulasi hormon ABA yang akan bekerja dalam pengaktifan sintesis protein kinase. Sintesis tersebut mempengaruhi berbagai proses hasil transkripsi terhadap perubahan enzim, regulasi dan ekspresi gen. Respon yang dihasilkan akan mempengaruhi hasil metabolisme tumbuhan yaitu sintesis

antioksidan, akumulasi osmoprotektan, akumulasi kadar prolin, dan penutupan stomata. (Gambar 2.9) (Farooq *et al.*, 2009).



Gambar 2.8 Mekanisme asam salisilat pada tanaman
. Sumber : (Farooq *et al.*, 2009)

Respon asam salisilat bagi tanaman yaitu dapat menghambat aktivitas katalase (CAT) yang meningkatkan H_2O_2 . kemudian H_2O_2 akan mensintesis antioksidan dan meningkatkan resistensi dalam mengaktivasi enzim *Reactive oxygen species* (ROS) (Kordi, 2013). SA bersifat antioksidan sebagai pengikat radikal bebas (Nazarli, 2014). Dampak negatif yang ditimbulkan dari Cekaman kekeringan adalah penurunan pertumbuhan tanaman yang nantinya akan berpengaruh terhadap hasil produktifitas. Dalam kondisi kekeringan pertumbuhan tanaman mengalami penurunan sedangkan kadar prolin meningkat. Aplikasi asam salisilat yang diberikan pada fase vegetatif mampu memperbaiki fisiologis

tanaman dan meningkatkan laju pertumbuhan serta kandungan prolin dari kondisi cekaman kekeringan.

Hasil penelitian Kordi *et al.*, (2013) Pemberian asam salisilat secara eksogen dengan konsentrasi 0 mM, 0.75 mM dan 1.5 mM dalam kondisi cekaman kekeringan 100% KL, 60% KL dan 30% KL pada tanaman kemangi (*Ocimum basilicum* L.) memberikan hasil yang signifikan. Hasil kandungan prolin tertinggi pada pemberian asam salisilat 1,5 mM saat kondisi cekaman 30% KL sebesar (27,70 μ M) dibandingkan dengan kondisi kontrol yaitu (15,40 μ M). Meningkatnya kadar prolin sebagai indikasi ketahanan osmosis dan mencegah adanya kerusakan enzim pada tanaman. Asam salisilat sebagai pengatur tumbuh untuk meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman dibawah ketersediaan air yang terbatas. Dalam kondisi cekaman kekeringan dengan interval penyiraman 4 dan 10 hari sekali dan pemberian asam salisilat secara eksogen pada tanaman (*Matricaria chamomilla*) dengan konsentrasi 0,5 mM mampu meningkatkan kadar prolin sebesar (19,72%). Akumulasi prolin sebagai bentuk penyesuain osmotik dan memperbaiki efek negatif yang disebabkan cekaman kekeringan (Nazarli, 2014).

Konsentrasi asam salisilat (0, 0,5 dan 1 mM) dalam kondisi cekaman kekeringan yang diberikan pada tanaman gandum saat irigasi normal dan irigasi tanaman saat berbunga terbukti bahwa konsentrasi SA 1 mM paling optimal dalam meningkatkan kandungan prolin (202,23 μ M) , biomassa tanaman (18,53 gram) dan hasil biji (11,86 biji. Kandungan prolin yang dihasilkan mampu mengatasi kebocoran elektrolit pada tanaman (Kabiri dan Mehdi, 2015).

Penyemprotan asam salisilat konsentrasi 0,5 mM pada tanaman bawang putih (*Allium sativum*) dalam kondisi cekaman kekeringan meningkatkan hasil produktifitas umbi tertinggi (49%) dari kondisi normal (24%). Terbukti bahwa asam salisilat sangat berperan penting dalam meningkatkan parameter pertumbuhan tanaman saat kondisi stress abiotik (Bideskhi dan arvin, 2010).

Hasil penelitian Tahani (2016) Pemberian asam salisilat dengan konsentrasi 10^{-6} M, 10^{-5} M dan 10^{-4} M umur 7, 21 dan 24 HST dalam kondisi cekaman kekeringan 100%, 70%, 50% dan 30% KL pada tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) meningkatkan parameter pertumbuhan jumlah daun, panjang akar, tinggi tanaman, berat basah, dan kadar klorofil. Pemberian konsentrasi 10^{-6} M terbukti paling efektif untuk meningkatkan parameter pertumbuhan. Hasil Penelitian Khandaker (2011) Penyemprotan asam salisilat selama fase vegetatif dengan konsentrasi 10^{-3} M, 10^{-4} M dan 10^{-5} M pada interval penyiraman 7 hari setelah semai tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dapat meningkatkan kadar prolin dan pertumbuhan tinggi tanaman, bobot basah, luas daun dan jumlah daun. Hasil 10^{-5} M memberikan hasil terbaik untuk meningkatkan pertumbuhan dan kandungan senyawa bioaktif seperti prolin, klorofil, total polifenol, aktifitas aktioksidan dan betasianin.

Perlakuan asam salisilat 3 kali pada tanaman kemangi (*Plectranthus tenuiflorus*) dengan konsentrasi 10^{-4} M pada kondisi cekaman kekeringan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman, pigmen fotosintesis dan kandungan minyak atsiri sehingga membuat tanaman toleran pada kondisi stress abiotik (Karimian *et al.*, 2012). Pemberian asam salisilat dengan konsentrasi 10^{-4} M, 10^{-5} M dan 10^{-6}

terbukti meningkatkan pertumbuhan tanaman buncis (*Cicer arietinum* L.), SA konsentrasi 10^{-5} M memberikan respon yang terbaik yaitu peningkatan jumlah bintil sebesar (54,3%), berat kering sebesar (31,2%), aktivitas nitrogenase sebesar (18,7%), kandungan hemoglobin (39,5%), kandungan karbohidrat sebesar (20,6%) dan kadar prolin sebesar (43,1%) (Hayat *et al.*, 2012).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan jenis penelitian eksperimen dengan metode Rancangan acak lengkap (RAL) dua faktorial. Faktor pertama adalah cekaman kekeringan berdasarkan kapasitas lapang (KL) dengan 4 taraf yaitu 100% KL (kontrol), 75% KL, 50% KL dan 25% KL. Faktor kedua yaitu konsentrasi asam salisilat (SA) dengan 4 konsentrasi yaitu 0 mM (kontrol), 1 mM, 1,5 mM dan 2 mM. Sehingga terdapat 4 x 4 kombinasi atau 16 kombinasi dengan 3 kali ulangan. Total satuan percobaan berjumlah 48 unit.

Kombinasi dan taraf perlakuan dipaparkan pada tabel 3.1

Tabel 3.1. Tabel kombinasi dan taraf perlakuan asam salisilat dan Cekaman kekeringan

Perlakuan		Cekaman Kekeringan			
		K1	K2	K3	K4
Asam salisilat	A1	K1A1	K2A1	K3A1	K4A1
	A2	K1A2	K2A2	K3A2	K4A2
	A3	K1A3	K2A3	K3A3	K4A3
	A4	K1A4	K2A4	K3A4	K4A4

Keterangan :

Faktor I = Cekaman kekeringan

K1 = 100 % KL (kapasitas Lapang) (Kontrol)

K2 = 75 % KL

K3 = 50 % KL

K4 = 25 % KL

Faktor II = Konsentrasi asam salisilat (SA)

A1 = 0 mM (Kontrol)

A2 = 1 mM

A3 = 1,5 mM

A4 = 2 mM

*perlakuan kontrol = K1A1

3.2 Variabel Penelitian

Variabel pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Variabel bebas yaitu cekaman kekeringan berdasarkan kapasitas lapang (KL) dan konsentrasi asam salisilat (SA).
2. Variabel terikat yaitu parameter pertumbuhan (tinggi tanaman, luas daun, jumlah daun, panjang akar, berat basah, dan kandungan prolin).
3. Variabel terkendali yaitu lingkungan tumbuh.

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian tentang “Pengaruh asam salisilat (SA) Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Prolin Bayam Belang (*Amaranthus tricolor* L.) pada Kondisi Cekaman Kekeringan” dilaksanakan pada bulan Februari - April 2021. Pengamatan morfologi tanaman bayam belang (*Amaranthus tricolor* L.) bertempat di Green House UIN Malang, sedangkan analisis kandungan prolin

dilaksanakan di Laboratorium Genetika, Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain gelas ukur 25 ml, 100 ml, 250 ml dan 1000 ml, erlenmeyer 100 ml, beaker glass 50 ml, 500 ml dan 1000 ml, micropipette dan tip, pipet tetes, spatula, mortal dan alu, polybag ukuran 30 cm x 30 cm, lux meter, thermohyrometer, spektrofotometer, hot plate and stirrer, waterbath, timbangan neraca analitik, botol sprayer, botol kaca, tabung rekasi dan rak, microtube ukuran 2 ml, plastik wrap, alumunium foil, cuvet, kertas milimeter, kertas saring, corong kaca, cangkul, ember, catok, alat tulis dan kamera.

3.4.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan penelitian antara lain benih bayam belang (*Amaranthus tricolor* L.), *salicylic acid* murni, media tanam dengan komposisi tanah dan pupuk humus kompak (2:1) atau 3 kg perpolybag, aquades, air secukupnya, Alkohol 96 %, 3 mg proline, 40 ml asam fosforat, 75 ml toulene, 60 ml asam asetat glacial, 600 ml asam sulfosalisilat 3 %, 1,25 gr ninhydrin dan teepol surfaktan 0,5 %.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Persiapan media tanam

Media tanam yang digunakan untuk penanaman bayam belang (*Amaranthus triocolor* L.) adalah tanah dan pupuk humus kompak dengan perbandingan (2:1). Selanjutnya campuran tanah dan pupuk dimasukkan kedalam polybag ukuran 30 cm x 30 cm sebanyak 3 kg.

3.5.2 Seleksi Benih

Benih yang digunakan yaitu bayam belang (*Amaranthus triocolor* L.) dipilih berdasarkan warna dan ukuran yang seragam. Kemudian benih dimasukkan ke dalam lubang tanam lalu di tutup tipis-tipis dengan media tanam. Benih yang ditanam sebanyak 3 benih dalam masing-masing polybag. Kemudian bibit yang sudah tumbuh diberikan penyiraman setiap hari dan dipilih yang tingginya seragam. Kemudian disisakan 1 bibit dalam masing-masing polybag yang sudah berisi media tanam pada hari ke 7 HST (Hari setelah tanam).

3.5.3 Pemberian Perlakuan

Perlakuan yang diberikan terdiri dari dua faktor, yaitu 1) konsentrasi asam salisilat (SA) dan 2) cekaman kekeringan berdasarkan kapasitas lapang (KL). Adapun proses perlakuan sebagai berikut :

a. Kadar asam salisilat (SA)

Perlakuan SA diberikan dengan cara disemprot pada bagian daun ketika sudah tumbuh sekitar 3-6 daun sejati (Sayyari *et al.*, 2013), pada fase vegetatif

yaitu saat berumur 14 HST dan 21 HST. Volume penyemprotan yang diberikan 25 ml per tanaman (Khandaker *et al.*, 2011). Konsentrasi SA yang diberikan adalah 0 mM (kontrol), 1 mM , 1,5 mM dan 2 mM. Pembuatan larutan SA dibuat dengan cara asam salisilat ditimbang sebesar 18 mg untuk konsentrasi 1 mM, ditimbang 27 mg untuk konsentrasi 1,5 mM, dan ditimbang 36 mg untuk konsentrasi 2 mM. Setelah ditimbang dilarutkan dengan alkohol dan aquades (1:100) kemudian dihomogenkan menggunakan stirrer. Setelah homogen diberi tambahan larutan teepol surfaktan (0,5 %) sebanyak 0,5 ml dan dihomogenkan kembali. Perhitungan SA untuk mendapatkan konsentrasi 1 mM, 1,5 mM dan 2 mM dicantumkan pada lampiran.

b. Cekaman kekeringan

Cekaman kekeringan berdasarkan kapasitas lapang (KL) yaitu 100% KL, 75% KL, 50% KL, dan 25% KL diberikan pada tanaman bayam belang tiga hari setelah penyemprotan SA yang pertama (Sayyari *et al.*, 2013). Proses awal untuk menentukan kapasitas lapang (KL) yaitu polybag yang sudah berisi media tanam sebanyak 3 kg disiram dengan air, ditunggu sampai keluar tetesan yang pertama, penuangan air sampai tetesan yang pertama adalah 1000 L sebagai kapasitas lapang. Langkah selanjutnya yaitu menghitung kadar air tanah, dengan cara mengambil sampel tanah dari polybag yang telah didiamkan selama 24 jam sebanyak 10 gr, kemudian tanah dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C selama 24 jam. Lalu ditimbang tanah yang sudah dioven dan dibuat perhitungan untuk konsentrasi penyiraman yang akan diberikan yaitu 100 % KL, 75 % KL, 50

% KL dan 25 % KL yang dicantumkan pada lampiran. Berikut rumus perhitungan kadar air tanah (Saputra, 2015) :

$$KA (\%) = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

Maka,

$$\begin{aligned} KA (\%) &= \frac{10 \text{ g} - 6 \text{ g}}{10 \text{ gr}} \times 100 \% \\ &= 40 \% \end{aligned}$$

Keterangan :

A : Bobot awal sampel sebelum dioven (g)

B : Bobot akhir sampel setelah dioven (g)

3.5.4 Tahap Perawatan

Tahap perawatan pada bayam belang (*Amaranthus tricolor* L.) dilakukan sebagai berikut:

a. Penyiraman

Penyiraman dilakukan setiap hari dengan kuantitas penyiraman 100% kapasitas lapang (KL). Kemudian setelah umur tanaman 17 HST volume penyiraman dirubah berdasarkan perlakuan 100 % KL, 75 % KL, 50 % KL dan 25 % KL. Perlakuan cekaman kekeringan melihat kondisi tanah, jika masih lembab maka ditunggu sampai tanah mengering kemudian ditimbang terlebih dahulu sebelum perlakuan. Jumlah air penyiraman disesuaikan dengan tingkat kehilangan air pada setiap perlakuan penyiraman sehingga kondisi setiap polybag berada dalam kapasitas lapang.

b. Penyiangan

Penyiangan dilakukan pada bayam belang bertujuan untuk menghindari adanya kompetisi penyerapan unsur hara tanah. Penyiangan dikontrol setiap satu minggu sekali dengan cara mencabut tanaman liar atau gulma yang tumbuh disekitar tanaman. Pencabutan dilakukan secara perlahan agar tidak merusak tanaman.

c. Pengendalian hama dan penyakit

Pengendalian hama pada bayam belang dilakukan dengan cara memangkas daun-daun yang berlubang ataupun rusak dan penyemprotan pestisida nabati. Sedangkan pengendalian penyakit yang menyerang dilakukan dengan cara pencabutan secara keseluruhan pada bagian tanaman yang terserang penyakit. Kemudian bagian tersebut dibuang dan dibakar supaya penyakit tidak menular ke tanaman yang lainya.

3.5.5 Tahap Pemanenan

Tahap panen tanaman bayam belang dilakukan saat tanaman berumur 42 HST. Dilakukan dengan cara mencabut secara keseluruhan tanaman hingga akar, kemudian dilakukan pengamatan akhir yang meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, panjang akar dan berat basah. Kemudian diambil 2 helai daun setiap perlakuan untuk pengamatan kandungan prolin.

3.5.6 Tahap Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan pada tanaman bayam belang terdiri dari tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, panjang akar, berat basah dan kandungan prolin sebagai berikut :

a. Tinggi tanaman

Tinggi tanaman diukur setiap satu minggu sekali saat umur 21, 28, 35 dan 42 hari setelah tanam (HST). Bagian yang diukur mulai dari pangkal batang hingga bagian tanaman tertinggi.

b. Jumlah daun

Jumlah daun dihitung setiap satu minggu sekali saat umur 21, 28, 35 dan 42 hari setelah tanam (HST). Setiap tanaman dihitung semua daun yang telah terbuka dengan sempurna, jika terdapat kuncup daun yang belum terbuka sempurna tidak dihitung.

c. Luas daun

Luas daun diukur pada masa panen yakni umur 42 hari setelah tanam (HST). Daun diukur dengan menggunakan kertas milimeter, dengan metode sebagai berikut (Nugroho, 2012) :

1. Diambil 1 daun bayam belang berdasarkan ruas nomer 2-3 dari pucuk
2. Diletakkan daun diatas kertas milimeter, lalu digambar sketsa daun yang akan dihitung luasnya.

3. Kemudian dihitung jumlah kotak yang termasuk dalam sketsa daun yang telah dibuat (setiap kotak memiliki ukuran 1 cm x 1 cm) sehingga setiap kotak memiliki ukuran luas 1 cm².
4. Jumlah kotak pada sketsa daun yang telah dibuat dibandingkan dengan 1 kotak pola kertas milimeter yang memiliki luas 1 cm², sehingga diperoleh luas area daun.

d. Panjang akar

Panjang akar tanaman diukur pada masa panen saat umur 42 hari setelah tanam (HST). Akar diukur dari pangkal akar hingga yang paling ujung akar.

e. Berat basah tanaman

Berat basah tanaman ditimbang dengan neraca analitik ketika telah memasuki masa panen yaitu umur 42 hari setelah tanam (HST). Dilakukan dengan cara pencabutan secara keseluruhan pada polybag kemudian dihilangkan tanah yang masih melekat pada tanaman.

f. Kandungan Prolin

Analisis kadar prolin dilakukan pada saat tanaman bayam belang berumur 42 hari (masa panen), digunakan bagian daun tanaman bayam belang. Adapun metode perlakuan menurut Bates (1973) dalam Hendrati (2016) sebagai berikut : disiapkan larutan asam ninhidrin 24 jam sebelum digunakan dengan cara ditimbang 1,25 gr ninhidrin, kemudian dipanaskan dalam 30 ml asam asetat

glasial (AAG) dan 20 ml asam fosfat (H_3PO_4) hingga larut menggunakan hot plate and stirrer. Larutan asam ninhidrin disimpan pada lemari es selama 24 jam. Langkah selanjutnya yaitu ditimbang daun bayam belang sebanyak 0,6 gr dan ditumbuk hingga halus kemudian ditambahkan larutan asam sulfosalisilat 3 % sebanyak 6 ml, setelah itu disaring menggunakan kertas saring dan dimasukkan kedalam microtube ukuran 2 ml. Setelah itu disentrifuse pada 10.000 rpm selama 15 menit. Selanjutnya diambil bagian supernatan sebanyak 2 ml kedalam tabung reaksi lalu ditambahkan 2 ml asam ninhidrin dan 2 ml asam asetat glasial. Tabung reaksi ditutup rapat dengan alumunium foil dan plastik wrap. Selanjutnya larutan reaksi yang berisi filtrat dimasukkan kedalam waterbath pada suhu 100°C selama 1 jam, setelah selesai ditunggu beberapa detik dan dimasukkan kedalam lemari es selama 10 menit. Selanjutnya filtrat ditambahkan 4 ml toluene dan dihomogenkan dengan alat vortex selama 20 detik sampai terbentuk dua lapisan dengan warna yang berbeda. Toluen berwarna kuning yang mengandung prolin diambil menggunakan micropipet kemudian dimasukkan kedalam kuvet, lalu dibaca absorbansi pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 520 nm.

Perhitungan konsentrasi prolin dilakukan dengan membuat larutan standar prolin. Dibuat dengan cara disiapkan larutan induk sebanyak $2,5 \mu\text{M}$ prolin dan diencerkan dengan asam sulfosalisilat 3%. Kemudian dibuat larutan standar prolin dengan konsentrasi 0, 0.1, 0.2, 0.3 dan $0.4 \mu\text{M}$. Setelah selesai larutan dimasukkan kedalam kuvet dan dibaca absorbansi pada panjang gelombang 520 nm. Selanjutnya dibuat kurva standar prolin dengan cara menghubungkan konsentrasi larutan standar dengan hasil absorbansi yang didapat dari pengukuran prolin daun

bayam belang menggunakan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 520 nm.

3.6 Analisis Data

Analisis data pengamatan dalam bentuk data kuantitatif, yang terdiri dari tinggi tanaman, luas daun, jumlah daun, panjang akar, berat basah, dan kandungan prolin. Analisis pada penelitian ini terdiri dari dua analisis. Analisis yang pertama yaitu *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan menggunakan SPSS 17.0 untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan cekaman kekeringan dan asam salisilat (SA). Apabila terdapat pengaruh perlakuan yang berbeda nyata dengan nilai signifikansi $p < 0,05$ atau $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak, maka akan dilanjutkan menggunakan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5 % untuk mengetahui perbedaan secara nyata. Setelah itu dilakukan analisis regresi yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari semua perlakuan sehingga dapat diketahui konsentrasi yang optimum. Analisis kedua yaitu analisis integrasi sains dan Islam, yang merupakan analisis terhadap nilai-nilai Islam atau kajian keislaman dengan pedoman Al-Qur'an dan Hadits yang diimplementasikan dengan hasil penelitian. Analisis tersebut berfungsi untuk mempelajari ilmu, *mentadabburi* (mencermati) ciptaan Allah dan memanfaatkan dengan sebaik-baiknya sehingga menjadi petunjuk bagi ilmuan islam.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Prolin Tanaman Bayam Belang (*Amaranthus tricolor* L.)

Perlakuan cekaman kekeringan berdasarkan kapasitas lapang (KL) memberikan pengaruh terhadap semua parameter pengamatan. Data hasil pengamatan diperoleh dengan melakukan analisis variansi (ANAVA) dengan menggunakan SPSS 17.0 yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Hasil ANAVA disajikan dalam tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Ringkasan hasil analisis variansi (ANAVA) pengaruh cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin bayam belang (*Amaranthus tricolor* L.).

Parameter	F Hitung	F Tabel 5 %	Signifikansi
Tinggi Tanaman (cm)	3,109*	2,8115	0,036
Jumlah Daun	10,898*	2,8115	0,000
Luas Daun (cm ³)	12,901*	2,8115	0,000
Berat Basah (gram)	25,129*	2,8115	0,000
Panjang Akar (cm)	17,964*	2,8115	0,000
Kandungan Prolin	66,562*	2,8115	0,000

Keterangan: Tanda (*) menunjukkan cekaman kekeringan berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan.

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANAVA) diketahui bahwa perlakuan cekaman kekeringan berdasarkan kapasitas lapang (KL) berpengaruh nyata terhadap semua variabel pengamatan yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, luas

daun, berat basah, panjang akar dan kandungan prolin. Hal ini dapat diketahui dari nilai F-hitung lebih besar daripada nilai F-tabel 5%. Sehingga perlu dilakukan uji jarak ganda Duncan atau uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%. Berikut adalah hasil uji lanjut DMRT 5% yang disajikan dalam tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Uji DMRT 5% Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Pertumbuhan Dan Kandungan Prolin Tanaman Bayam Belang (*Amaranthus tricolor* L.) Selama 42 HST

Cekaman Kekeringan (KL)	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)	Luas Daun (cm ³)	Berat basah (gr)	Panjang Akar (cm)	Kandungan Prolin (µM)
100% KL	28,6 d	20,83 d	40,95 d	24,85 d	17,11 a	0,077 a
75% KL	26,83 c	20,16 c	39,87 c	21,9 c	20,77 b	0,16 b
50% KL	25,94 b	18,91 b	34,41 b	14,9 b	24,1 c	0,198 c
25% KL	22,72 a	15,75 a	18,95 a	4,36 a	30,32 d	0,336 d

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan secara nyata pada uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5%.

Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT 5% menunjukkan bahwa pengaruh cekaman kekeringan berdasarkan kapasitas lapang (KL) berpengaruh nyata terhadap semua parameter pertumbuhan dan kandungan prolin. Hasil uji lanjut DMRT 5% dengan perhitungan rata-rata mengenai perlakuan cekaman kekeringan terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat basah, panjang akar dan kandungan prolin disajikan pada gambar 4.1 sebagai berikut :

Gambar 4.1 Hasil uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% pengaruh cekaman kekeringan terhadap rerata (a) tinggi tanaman, (b) jumlah daun, (c) luas daun, (d) berat basah, (e) panjang akar dan (f) kandungan prolin bayam belang (*Amaranthus tricolor* L.) (Keterangan: perbedaan huruf menunjukkan perbedaan secara nyata $p > 0,05$)

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pengaruh cekaman kekeringan berdasarkan kapasitas lapang (KL) berpengaruh nyata terhadap rerata tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat basah, panjang akar dan kadar prolin bayam belang. Pemberian interval penyiraman 100% KL (kontrol) berbeda nyata dengan perlakuan 75% KL, 50% KL dan 25% KL. Pada 100% KL menghasilkan pertumbuhan tertinggi pada tinggi tanaman sebesar (28,60 cm), jumlah daun (20,83 helai), luas daun (40,95 cm³) dan berat basah (24,85 gr). Dan pada pemberian 25% KL menghasilkan pertumbuhan terendah pada tinggi tanaman yaitu (22,72 cm), jumlah daun (15,27 helai), luas daun (18,95 cm³) dan berat basah (4,36 gr). Namun berbeda nyata pada pertumbuhan panjang akar dan kadar prolin yang menghasilkan pertumbuhan tertinggi pada perlakuan 25% KL yaitu panjang akar sebesar (30,32 cm³) dan kadar prolin (0,336 µM). Hal tersebut dikarenakan semakin sedikit air yang ada pada tanaman maka pertumbuhan akan semakin terhambat. Tanaman akan merespon dengan memanjangkan akar dan mengakumulasi prolin sebagai toleransi saat terjadi cekaman kekeringan.

Hasil penelitian afni (2019) kondisi cekaman kekeringan pada tanaman selada merah (*Lactuca sativa* L.) varietas *crispa* dengan konsentrasi pemberian air 25% KL berbeda nyata dengan pemberian air 100% KL. Perlakuan kontrol menghasilkan tinggi tanaman sebesar (17,7 cm), jumlah daun (12,67 helai), luas daun (102 cm), berat basah (30,63 gr). Sedangkan pada perlakuan 25% KL menghasilkan kadar prolin tertinggi sebesar (21,73 µM). Pada hasil penelitian Subantoro (2014) perlakuan cekaman kekeringan pada tanaman kacang tanah (*Arachis hypogea* L.) pada pemberian air 100% KL mempertahankan

pertumbuhan jumlah daun (4,327 helai), tinggi tanaman (11,08 cm), luas daun (260 cm), berat basah (2,18 gr) dan diameter batang (2,70 cm). Sedangkan pada pemberian air 25% KL menurunkan seluruh parameter pertumbuhan kacang tanah. Penelitian Rahayu *et al.*, (2016) bahwa kandungan prolin pada tanaman padi gogo (*Oryza sativa*) varietas mentik wangi dengan kadar air 50% KL lebih besar yaitu (0,189 μM) dibandingkan dengan kadar air 100% KL yaitu (0,092 μM).

Tanaman pada kondisi 100% kapasitas lapang (KL) merupakan kondisi yang optimal untuk pertumbuhan tanaman, jika ketersediaan air dibawah kapasitas lapang maka metabolisme tanaman akan terhambat. Menurut abdurrachman (2010) kondisi kapasitas lapang pada tanaman berbeda-beda, tergantung jenis tanamannya. Beberapa tanaman dapat mempertahankan pertumbuhan dari cekaman kekeringan ketika kapasitas lapang 100% KL – 50% KL. Apabila kadar air tanah < 50% KL tanaman akan mengalami kondisi turgor sel. Menurut Budiyaniti & Dewi (2016) ketersediaan air sangat mempengaruhi tinggi tanaman, luas daun, jumlah daun, bobot kering, bobot basah dan panjang akar. Proses pertambahan tinggi suatu tanaman terjadi karena adanya peningkatan jumlah sel serta pembesaran ukuran sel. Oleh karena itu jika tanaman dalam kondisi defisit (kekurangan) air menyebabkan tekanan turgor pada sel menurun yang akan berakibat pada terhambatnya penyerapan unsur hara dan pembelahan sel.

Menurut Subantoro (2014) Proses pembelahan dan pembesaran sel pada bagian meristem apikal terhambat, sehingga menyebabkan tinggi tanaman menjadi lebih pendek. Tanaman dalam kondisi cekaman air secara umum

mempunyai ukuran yang lebih kecil. Hasil penelitian Sarawa (2014) menyatakan bahwa air sebagai komponen penting dalam proses fisiologi tanaman. Fungsi air pada tanaman yaitu sebagai bahan baku untuk fotosintesis. Tanaman yang kekurangan air akan menghambat pertumbuhan vegetatif seperti laju pertumbuhan tinggi tanaman, diameter batang, perbanyakkan daun, luas daun dan pertumbuhan akar. Menurut Praba *et al.*, (2009) cekaman kekeringan berpengaruh terhadap integrasi membran, tekanan osmotik dan hasil produksi tanaman.

Cekaman kekeringan dengan konsentrasi 25% KL merupakan kondisi defisit air yang sangat rendah sehingga mempengaruhi pertumbuhan tanaman seperti jumlah daun dan luas daun. Kurangnya air pada tanaman menyebabkan penghambatan produksi karbohidrat. Jika karbohidrat terhambat dan pasokan air kurang maka tanaman tidak dapat melangsungkan pertumbuhan secara vegetatif dengan baik seperti pembentukan organ daun sehingga perluasan dan jumlah daun akan berkurang (Zulkarnain, 2010). Subantoro (2014) menambahkan, tanaman yang kekurangan air secara internal akan berakibat pada penurunan dan pembesaran sel. Saat fase vegetatif, air sangat penting untuk proses pembelahan sel yang meliputi tinggi tanaman, perbanyakkan daun, pembesaran diameter batang dan pertumbuhan akar. Sesuai dengan pendapat Salisbury (1995) bahwa tanaman yang kekurangan air akan menjadi lebih kerdil, daun menjadi lebih sedikit dan helai daun kecil.

Secara umum tanaman dalam kondisi cekaman kekeringan mempunyai ukuran daun yang lebih kecil, hal ini berpengaruh terhadap proses fisiologi tanaman seperti menurunnya laju fotosintesis. Ada tiga mekanisme yang

disebabkan akibat turunya laju fotosintesis yaitu berkurangnya luas permukaan daun, menutupnya stomata daun dan berkurangnya aktivitas protoplasma yang mengalami defisit air (Islami *et al.*, 1995). Hal ini juga sesuai dengan pendapat setiwan (2013) saat kehilangan air tanaman merespon dengan memperkecil luas permukaan daun dan menurunkan konduktivitas stomata. Stomata merupakan tempat untuk pertukaran gas antara tanaman dan lingkungan atmosfer. Sehingga tanaman kehilangan turgiditas yang menyebabkan stomata menutup.

Menurut Romão (2015) Terhambatnya metabolisme primer akibat cekaman kekeringan berdampak pada menurunnya hasil produktivitas dan biomassa tanaman seperti berat basah dan berat kering. Shiddieq (2013) menambahkan bahwa biomassa tanaman merupakan hasil dari proses fotosintesis serta serapan zat hara dan air dari dalam tanah. Hal ini juga sesuai dengan pendapat Kozłowski (1997) bahwasanya kekurangan air akan menghambat seluruh proses yang berlangsung pada tanaman, salah satunya proses fotosintesis. Jika fotosintesis terhambat maka hasil fotosintat akan menurun. Hasil yang menurun yaitu cadangan makanan yang kemudian mengakibatkan biomassa tanaman semakin berkurang.

Akar merupakan organ penting pada suatu tanaman, yang berfungsi untuk penyerapan unsur hara dari dalam tanah. Saat kondisi tercekam tanaman akan merespon dengan memanjangkan akar untuk mengambil air hingga lapisan yang paling dalam. Levitt (1980) menambahkan pemanjangan akar saat cekaman kekeringan untuk menahan laju pertumbuhan tajuk, dengan cara mengeluarkan

hormon pertumbuhan retardant yang akan menghambat pertumbuhan tajuk sehingga akar dapat tumbuh lebih panjang.

Menurut Sharp (2002) saat cekaman kekeringan tanaman akan mensintesis prolin lebih banyak. Prolin berfungsi untuk menjaga pertumbuhan tanaman agar tetap turgor. Selain itu prolin juga sebagai indikasi pertahanan dan toleransi tanaman saat terjadi cekaman. Menurut Le *et al.*, (2011) bentuk respon suatu tanaman berupa respon jangka panjang yang meliputi perubahan pertumbuhan seperti penurunan pertumbuhan akar, batang dan daun. Sedangkan perubahan biokimiawi yaitu mengakumulasi senyawa organik compatible yang bertujuan untuk menjaga keseimbangan tekanan osmotik dalam tanaman seperti prolin.

Menurut bagheri (2009) kondisi tanaman saat cekaman kekeringan berlangsung menyebabkan pertumbuhan terhambat. Salah satunya ialah sel mesofil daun yang mengalami dehidrasi. Kemudian asam absisat yang tersimpan pada kloroplas daun menyebabkan kalsium dan kalium keluar meninggalkan sel penjaga sehingga terjadilah penutupan stomata. Menurut Alcázar *et al.*, (2011) ketika stomata menutup, tanaman akan memberikan sinyal penanda untuk dikirimkan ke asam absisat (ABA) yang berada di akar dan kemudian dikirimkan lagi ke tajuk agar segera melakukan sintesis prolin pada daun. Menurut Tuasamu (2009) prolin yang terakumulasi di daun berfungsi sebagai senyawa pelindung terhadap senyawa makromolekul serta pelindung enzim dari kerusakan akibat cekaman.

Penjelasan jalur prolin melalui lintasan glutamin dan ornitin menurut Prihastati (2002) Sintesis prolin dari glutamin melalui dua jalur yaitu glutamin *semialdehyde* (GSA) dan jalur *Pyrraline-5-carboxylate* (P5C). Ketika sintesis prolin berlangsung terdapat 2 enzim yang berperan. Pada tahap awal berperan enzim P5C synthetase (P5CS) dan tahap kedua berperan enzim P5C reductase (P5CR). Gen yang menghubungkan antara enzim P5CS dan P5CR merupakan faktor pembatas dalam biosintesis prolin. Menurut Yoshiba (1997) Biosintesis prolin yang meningkat sebagai indikasi toleransi tanaman dari stress kekeringan berfungsi untuk osmoregulator dan menyimpan N serta sebagai protektor terhadap enzim tertentu. Menurut Santoro *et al.*, (1992) Prolin berfungsi untuk melindungi protein sel serta membran plasma. Menurut Kurniawati (2014) prolin yang berada di akar digunakan untuk merangsang pertumbuhan akar.



Gambar 4.2 Pengaruh cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan tinggi tanaman dan panjang akar pada perlakuan yang berbeda

4.2 Pengaruh Asam Salisilat (SA) Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Prolin Tanaman Bayam Belang (*Amaranthus tricolor L.*)

Perlakuan asam salisilat memberikan pengaruh terhadap semua parameter pengamatan. Data hasil pengamatan diperoleh dengan melakukan analisis variansi (ANOVA) dengan menggunakan SPSS 17.0 yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Hasil ANOVA disajikan dalam tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.3 Ringkasan hasil analisis variansi (ANOVA) pengaruh asam salisilat terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin bayam belang (*Amaranthus tricolor L.*).

Parameter	F Hitung	F Tabel 5 %	Signifikansi
Tinggi Tanaman (cm)	47,017*	2,8115	0,000
Jumlah Daun	13,870*	2,8115	0,000
Luas Daun (cm ³)	13,084*	2,8115	0,000
Berat Basah (gram)	6,485*	2,8115	0,001
Panjang Akar (cm)	8,885*	2,8115	0,000
Kandungan Prolin	3,591*	2,8115	0,000

Keterangan: Tanda (*) menunjukkan asam salisilat berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANOVA) diketahui bahwa perlakuan asam salisilat berpengaruh nyata terhadap semua variabel pengamatan yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat basah, panjang akar dan kandungan prolin. Hal ini dapat diketahui dari nilai F-hitung lebih besar daripada nilai F-tabel 5%. Sehingga perlu dilakukan uji jarak ganda Duncan atau uji lanjut *Duncan Multiple*

Range Test (DMRT) pada taraf 5%. Berikut adalah hasil uji lanjut DMRT 5% yang disajikan dalam tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.4 Hasil Uji DMRT 5% Pengaruh Asam salisilat Terhadap Pertumbuhan Dan Kandungan Prolin Tanaman Bayam Belang (*Amaranthus tricolor L.*) Selama 42 HST

Asam salisilat	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)	Luas Daun (cm ³)	Berat basah (gr)	Panjang Akar (cm)	Kandungan Prolin
0 mM	26,85 b	19,25 b	32,5 b	16,01 b	24,31 b	0,152 a
1 mM	27,57 c	19,5 b	34 c	17,57 c	24,98 c	0,189 c
1,5 mM	30,9 d	21,33 c	46,29 d	23,94 d	26,73 d	0,257 d
2 mM	18,77 a	15,58 a	21,41 a	8,5 a	16,28 a	0,172 b

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5%

Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT 5% menunjukkan bahwa pengaruh asam salisilat berpengaruh nyata terhadap semua parameter pertumbuhan dan kandungan prolin. Hasil uji lanjut DMRT 5% dengan perhitungan rata-rata mengenai perlakuan cekaman kekeringan terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat basah, panjang akar dan kandungan prolin disajikan pada gambar 4.3 sebagai berikut :

Gambar 4.3 Hasil uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% pengaruh asam salisilat terhadap (a) tinggi tanaman, (b) jumlah daun, (c) luas daun, (d) berat basah, (e) panjang akar dan (f) kandungan prolin bayam belang (*Amaranthus tricolor* L.) (Keterangan: perbedaan huruf menunjukkan perbedaan secara nyata $p > 0,05$).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat basah, panjang akar dan kadar prolin bayam belang meningkat seiring penambahan konsentrasi asam salisilat yang diberikan, namun pada konsentrasi

asam salisilat tertinggi 2 mM hasil menurun. Hal tersebut berarti konsentrasi 1,5 mM merupakan konsentrasi optimal pemberian asam salisilat. Diperkuat dengan hasil Kordi *et al.*, (2013) menyatakan bahwa tanaman selasih (*Ocimum basilicum* L.) dengan pemberian asam salisilat konsentrasi 0 mM, 0.75 mM dan 1,5 mM mampu mempertahankan pertumbuhan dari cekaman kekeringan. Pada pemberian 1,5 mM mempertahankan pertumbuhan tertinggi pada tinggi tanaman sebesar (48,76 cm), berat basah (11,80 gr), berat kering (2,56 gr), RWC (71,95) dan kadar prolin (24,89 μ M). Hal ini sesuai dengan penelitian Afni (2019) menyatakan bahwa pemberian asam salisilat 1,5 mM pada tanaman selada merah (*Lactuca sativa* L.) merupakan konsentrasi yang optimal dalam mempertahankan tinggi tanaman sebesar (18,33 cm), jumlah daun (13 helai), luas daun (103,30 cm), panjang akar (14,37 cm) dan kadar prolin (4,253 μ M). dan mengalami penurunan semua parameter pertumbuhan pada pemberian asam salisilat 2 mM. Sesuai dengan hasil penelitian Sayyari *et al.*, (2013) menyatakan bahwa kadar prolin selada (*Lactuca sativa* L.) meningkat dengan pemberian asam salisilat konsentrasi 1,5 mM sebanyak (69,51 μ M) secara signifikan berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (52,39 μ M)

Pemberian asam salisilat secara eksogen dengan konsentrasi yang tepat dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman seperti tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat basah, berat kering dan panjang akar. Menurut Octriana (2019) asam salisilat mempengaruhi proses fisiologi dan biokimia tanaman, meningkatkan enzim pertahanan dalam menangkal radikal bebas, mencegah peroksidasi membran sehingga berpengaruh terhadap pemanjangan sel dan

pertumbuhan tinggi tanaman. Menurut Yusuf *et al.*, (2008) Asam salisilat bekerja sama dengan hormon auksin, sitokinin dan asam absisat (ABA) pada jaringan tanaman untuk meningkatkan proses perluasan sel lebih cepat. Secara endogen tanaman mensintesis asam salisilat sebagai bentuk pertahanan saat terjadi cekaman abiotik (Ahmad *et al.*, 2011).

Menurut Khan (2015) Daun merupakan organ penting pada tanaman yang berfungsi sebagai proses transpirasi dan fotosintesis. Hasil dari fotosintesis akan disalurkan keseluruh organ tanaman untuk pertumbuhan dan perkembanganya. Semakin banyak jumlah daun yang dihasilkan maka asimilat fotosintesis yang dihasilkan juga semakin banyak. Sehingga tanaman akan semakin cepat tumbuh dan berkembang. Menurut Leiwakabessy *et al.*, (2018) asam salisilat yang diberikan pada tanaman dapat meningkatkan proses fotosintesis pada daun, hasil asimilasi karbondioksida (CO₂) dan serapan unsur hara oleh tanaman.

Menurut Metwally *et al.*, (2003) peran asam salisilat pada tanaman dapat membantu mensistesis hormon auksin dan sitokinin. Hormon tersebut akan meningkatkan proses pertumbuhan, pemanjangan sel dan pembelahan sel. Seperti penambahan luas daun, jumlah daun, pemanjangan akar dan diikuti dengan penambahan berat basah tanaman bayam. Menurut Andriani & Handayani (2015) pemberian asam salisilat pada konsentrasi yang sesuai atau optimal mampu meningkatkan berat basah tanaman, karena terjadi peningkatan pembelahan sel didalam meristem apikal tunas dan akar tanaman yang mana menyebabkan pertumbuhan semakin meningkat sehingga berat basah tanaman juga semakin meningkat. Tarigan & Susilawati Barus (2018) menambahkan, dan sebaliknya

jika konsentrasi asam salisilat yang diberikan terlalu tinggi akan menurunkan biomassa tanaman seperti biomassa segar dan biomassa kering tanaman. Menurut Sakhabutdinova *et al.*, (2003) perlakuan asam salisilat memicu aktifitas hormon sitokinin dan auksin sehingga meningkatkan pembelahan sel.

Menurut Zulkarnain (2010) asam salisilat bekerja sama dengan hormon auksin dalam membantu meningkatkan panjang akar . Asam salisilat memberikan sinyal penanda kepada gen penginduksi auksin untuk dikirimkan ke akar, sehingga akar akan merespon dengan menumbuhkan akar lebih panjang. Menurut Kabiri & Naghizadeh (2015) saat terjadi stress abiotik, tanaman akan memberikan respon berupa pemanjangan akar untuk mempertahankan pertumbuhan tanaman. pemberian zat pengatur tumbuh asam salisilat dapat membantu lebih cepat tanaman toleran terhadap stress abiotik, sehingga pertumbuhan dan perkembangan tanaman akan meningkat.

Menurut Kabiri & Naghizadeh (2015) prolin sebagai bentuk respon yang dihasilkan tanaman ketika berada pada kondisi stress abiotik. Pemberian asam salisilat memberikan hasil yang sangat signifikan, dimana prolin yang dihasilkan lebih banyak. Prolin sebagai bentuk pertahanan dari kerusakan enzim dan meningkatkan toleransi tanaman terhadap stress. Menurut Karimian (2015) pemberian aplikasi asam salisilat secara eksogen meningkatkan kadar prolin dibawah kondisi cekaman kekeringan. Akumulasi prolin sebagai indikasi pertahanan dalam mempertahankan potensial osmotik, melindungi enzim dan struktur membran sel.



Gambar 44 Pengaruh asam salisilat terhadap pertumbuhan tinggi tanaman dan panjang akar pada perlakuan yang berbeda.

4.3 Pengaruh Kombinasi Asam Salisilat dan Cekaman Kekeringan Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Prolin Tanaman Bayam Belang (*Amaranthus tricolor* L.)

Kombinasi asam salisilat dan cekaman kekeringan memberikan pengaruh terhadap semua parameter pengamatan. Data hasil pengamatan diperoleh dengan melakukan analisis variansi (ANOVA) dengan menggunakan SPSS 17.0 yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Hasil ANOVA disajikan dalam tabel 4.5 berikut :

Tabel 4.5 Ringkasan hasil analisis variansi (ANAVA) pengaruh kombinasi asam salisilat dan Cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan kandungan prolin bayam belang (*Amaranthus tricolor L.*).

Parameter	F Hitung	F Tabel 5 %	Signifikansi
Tinggi Tanaman (cm)	4,613*	1,9716	0,000
Jumlah Daun	43,698*	1,9716	0,000
Luas Daun (cm ³)	677,566*	1,9716	0,000
Berat Basah (gram)	686,596*	1,9716	0,000
Panjang Akar (cm)	454,200*	1,9716	0,000
Kandungan Prolin	153,749*	1,9716	0,000

Keterangan: Tanda (*) menunjukkan tingkat kadar air tanah berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANAVA) diketahui bahwa kombinasi asam salisilat dan cekaman kekeringan berpengaruh nyata terhadap semua variabel pengamatan yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat basah, panjang akar dan kandungan prolin. Hal ini dapat diketahui dari nilai F-hitung lebih besar daripada nilai F-tabel 5%. Sehingga perlu dilakukan uji jarak ganda Duncan atau uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5 %. Berikut adalah hasil uji lanjut DMRT 5% yang disajikan dalam tabel 4.6 sebagai berikut :

Tabel 4.6 Hasil Uji DMRT 5% Pengaruh kombinasi Asam salisilat dan Cekaman Kekeringan Terhadap Pertumbuhan Dan Kandungan Prolin Tanaman Bayam Belang (*Amaranthus tricolor L.*) Selama 42 HST

Perlakuan		Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)	Luas Daun (cm ³)	Berat basah (gr)	Panjang Akar (cm)	Kandungan Prolin (µM)
KL (%)	Asam salisilat (mM)						
100 % KL	0	29,6 j	21,66 f	43,16 i	24,23 h	18 d	0,035 a
	1	31,16 k	21 ef	44,5 ij	26,53 i	17,5 cd	0,072 b
	1.5	34,43 m	24,33 g	47,16 k	35,3 k	19,66 e	0,15 cd
	2	19,16 c	16,33 bc	29 e	13,23 e	13,3 a	0,054 ab
75% KL	0	27,46 h	20,66 ef	36,83 g	21,5 g	21,03 f	0,129 c
	1	28,3 i	21,33 f	39,16 h	23,67 h	22,13 g	0,149 cd
	1.5	33,23 l	29 f	51,16 l	31,23 j	23,93 h	0,211 fg
	2	18,33 b	16,66 bc	24,33 d	11,23 d	16 b	0,15 cd
50% KL	0	26,16 g	21,33 d	34,16 f	14,16 g	25,1 i	0,174 de
	1	26,56 g	19,66 de	35,66 g	15,66 f	26,73 j	0,197 ef
	1.5	30,66 k	22 f	45,66 j	22,46 g	27,73 k	0,235 g
	2	20,43 d	15,66 b	22,16 c	7,33 c	16,83 bc	0,186 ef
25% KL	0	24 e	15,66 b	15,83 b	4,16 b	33,13 l	0,272 h
	1	24,46 e	16 b	16,66 b	4,43 b	33,56 l	0,339 j
	1.5	15,26 f	17,66 c	33,16 f	6,76 c	35,6 m	0,433 k
	2	17,16 a	13,66 a	10,16 a	2,1 a	19 e	0,299 i

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan secara nyata pada uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5%.

Hasil pengamatan uji lanjut jarak ganda atau DMRT 5% terhadap tinggi tanaman dan berat basah menunjukkan bahwa perlakuan interaksi cekaman kekeringan 100% KL + asam salisilat 1,5 mM merupakan konsentrasi optimum

dalam mempertahankan pertumbuhan tinggi tanaman dan berat basah tanaman saat kondisi cekaman kekeringan. Pada tinggi tanaman menghasilkan rerata pertumbuhan tertinggi yaitu (34,43 cm) dan berat basah sebesar (35,3 gram). Pada konsentrasi cekaman kekeringan 75% KL + asam salisilat 1,5 mM berpengaruh terhadap rerata jumlah daun sebesar (29 helai) dan luas daun (51,16 cm). Selanjutnya konsentrasi 25% KL + asam salisilat 1,5 mM juga berpengaruh nyata terhadap rerata panjang akar (35,6 cm) dan kandungan prolin (0,433 μ M).

Berdasarkan hasil tersebut, dapat dikatakan bahwa tanaman bayam belang mampu mempertahankan pertumbuhan pada kondisi cekaman kekeringan 100% KL terhadap tinggi tanaman dan berat basah, sedangkan pada 75% KL mampu mempertahankan jumlah daun dan luas daun. Dan pada kondisi 25% KL terjadi penurunan pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan berat basah. Berbeda dengan panjang akar dan kandungan prolin yang memperoleh hasil tertinggi pada kondisi cekaman 25% KL, hal ini dikarenakan sebagai bentuk respon dan adaptasi tanaman saat terjadi cekaman kekeringan. Pemberian asam salisilat dengan konsentrasi 1,5 mM merupakan konsentrasi yang paling optimal dalam mempertahankan seluruh parameter pertumbuhan. Namun pada saat pemberian asam salisilat dengan konsentrasi 2 mM terjadi penurunan pertumbuhan yang signifikan.

Hal ini sesuai dengan penelitian Afni (2019) bahwa pada tanaman selada merah (*Lactuca sativa* L.) dengan perlakuan cekaman kekeringan 70% KL dan 50% KL + asam salisilat 1,5 mM merupakan konsentrasi yang paling optimal dalam mempertahankan pertumbuhan tinggi tanaman sebesar (16,67 cm), berat

basah (33,17 gram) dan luas daun (105 helai.) Kemudian pada konsentrasi 25% KL + asam salisilat 1,5 mM meningkatkan kadar prolin tertinggi sebesar (34,82 μM). Hasil penelitian Sayyari *et al.*, (2013) menyatakan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) yang diberi penyemprotan asam salisilat dengan konsentrasi 1,5 mM pada kondisi cekaman kekeringan 60% KL merupakan hasil paling optimal dalam mempertahankan luas daun sebesar (74,68 helai), bobot basah (241 gram) dan bobot kering (16,86 gram). Sedangkan pada konsentrasi 30% KL + 1,5 mM asam salisilat mampu memperoleh kadar prolin tertinggi sebesar (69,51 μM).

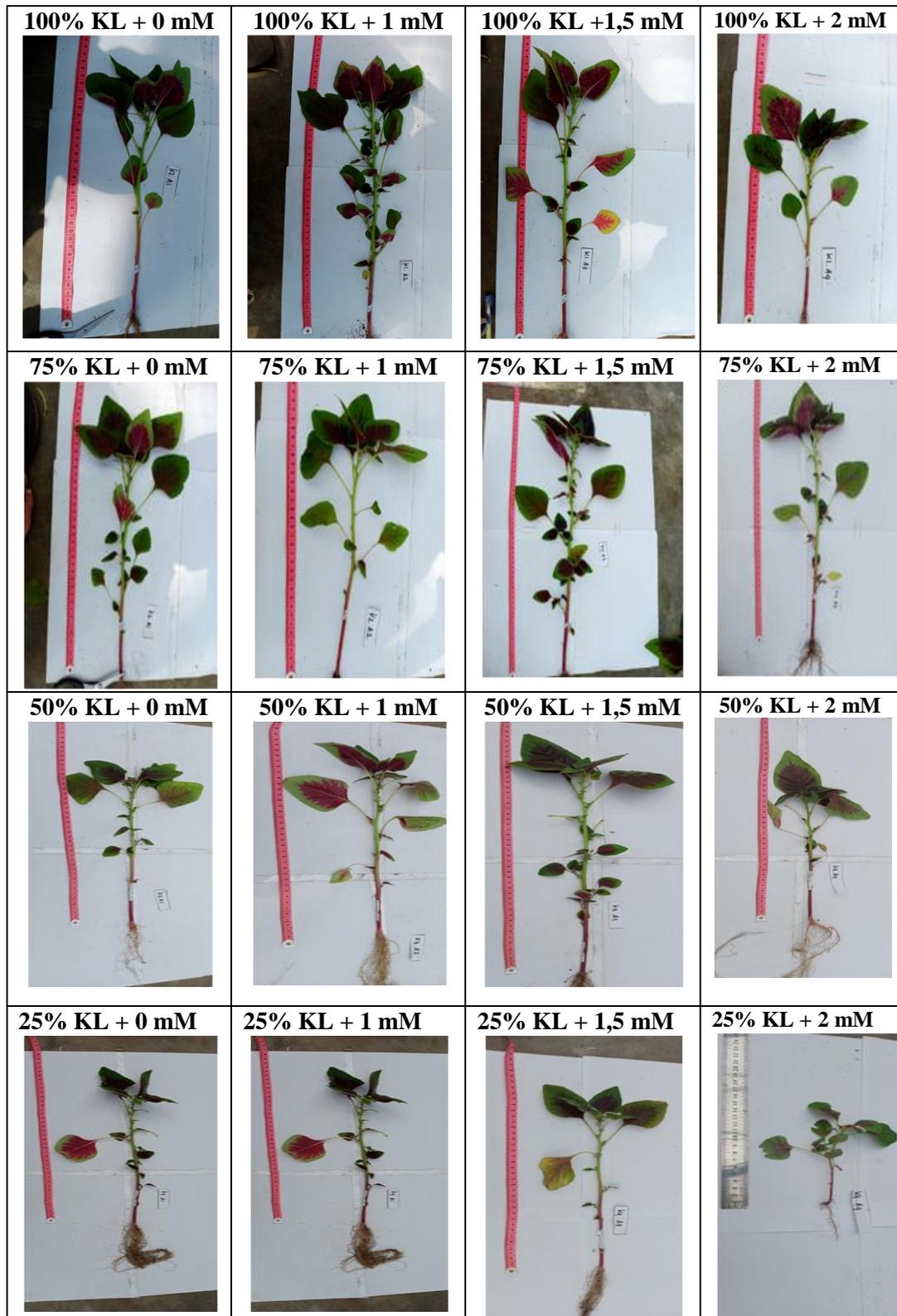
Menurut Nazar (2015) pemberian asam salisilat secara eksogen dalam kondisi cekaman kekeringan mampu mengurangi penurunan hormon etilen. Hormon tersebut akan menghambat aktifitas *aminocyclopropane carboxylic acid synthase* (ACS) dan otomatis akan mengurangi proses yang menghambat pertumbuhan tanaman akibat cekaman air. Menurut Yuniati (2020) cekaman kekeringan menyebabkan metabolisme pada tanaman menjadi terhambat, sehingga menurunkan hasil produksi dan parameter pertumbuhan. Pemberian asam salisilat mampu meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman dengan peningkatan berbagai aktivitas fotosintesis dan metabolisme tanaman. Menurut Miura (2014) pemberian asam salisilat dengan konsentrasi yang optimal atau 1,5 mM dapat meningkatkan toleransi tanaman saat terjadi cekaman, sebaliknya jika konsentrasi yang diberikan terlalu tinggi atau 2 mM akan menjadi penghambat tanaman yang berdampak pada turunya hasil produktivitas tanaman.

Menurut Khan *et al.*, (2003) Asam salisilat yang diaplikasikan pada tanaman saat kondisi defisit air mampu meningkatkan beberapa toleransi tanaman

diantaranya mengaktifasi pembentukan antioksidan yang akan menginduksi gen antioksidatif kemudian meningkatkan berbagai aktifitas enzimatik dan non enzimatik sehingga menekan pembentukan *Reactive Oxygen Species* (ROS), memodulasi sintesis osmolit yang akan meningkatkan gen pada jalur osmolit kemudian meningkatkan kandungan osmolit sehingga potensial osmotik sel tetap terjaga dan melindungi organ tempat terjadinya fotosintesis. Yusuf *et al.*, (2008) juga menambahkan asam salsilat yang diberikan secara eksogen pada kondisi cekaman kekeringan dapat meningkatkan produksi metabolit sekunder seperti prolin. Menurut Abdelaal *et al.*, (2020) Akumulasi prolin yang disintesis pada jaringan tanaman saat cekaman kekeringan bekerja sebagai osmoregulator yaitu membantu dalam proses osmoregulasi untuk melindungi struktur organ dan membran sel tumbuhan. Prolin berperan penting untuk melindungi kloroplas, mitokondria dan DNA dari kerusakan oksidatif.

Menurut Anggraini (2015) cekaman kekeringan disebabkan adanya perubahan lingkungan yang ekstrim, yang berdampak negatif terhadap morfologis dan fisiologis tanaman. Tanaman akan merespon dengan cara penyesuaian sistem membran, modifikasi dinding sel, perubahan siklus sel, pembelahan sel dan sintesis molekul endogen. Molekul endogen berupa asam salisilat, asam jasmonat, etilen dan asam absisat yang ada pada tanaman dalam jumlah rendah berfungsi sebagai pelindung tanaman dari cekaman kekeringan. Setiawan (2013) tanaman dalam kondisi cekaman kekeringan akan melakukan mekanisme adaptasi dengan mensintesis beberapa senyawa, diantaranya prolin. Prolin yang dihasilkan akan semakin tinggi apabila cekaman kekeringan sangat ekstrim. Ketika diberikan

hormon pertumbuhan asam salisilat maka tanaman akan mempertahankan parameter pertumbuhan dan kadar prolin lebih tinggi. Asam salisilat sendiri merupakan sinyal transduksi untuk mengaktivasi gen-gen pertahanan tanaman melalui mekanisme ketahanan sistemik. Menurut Verlues *et al.*, (2006) Jadi prolin adalah asam amino bebas yang terakumulasi pada daun dalam jumlah yang lebih banyak. Senyawa ini berperan penting dalam penghindaran dehidrasi dengan meningkatkan kadar solute sel dan memelihara kadar air tetap tinggi. Pada saat yang bersamaan akumulasi prolin sangat berperan terhadap toleransi dan indikasi pertahanan tanaman, dengan cara melindungi protein dan struktur membran.



Gambar 4.5 Pengaruh kombinasi asam salisilat dan cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan tanaman bayam belang pada perlakuan yang berbeda.

4.4 Hasil Penelitian tentang Pengaruh Asam Salisilat Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Prolin Bayam Belang (*Amaranthus tricolor* L.) dalam Perspektif Islam

Allah SWT menciptakan segala sesuatu dengan kekuasaanNya pasti memiliki manfaat dan tidak ada yang sia-sia, seperti halnya diciptakan berbagai macam tumbuh-tumbuhan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia dan hewan di bumi ini. Tumbuhan yang baik dan bermanfaat telah dijelaskan dalam Al-Qur'an surat Asy-Syuara (26) ayat 7 yang berbunyi :

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَيْفَ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ - ٧

Artinya : “Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam (tumbuh-tumbuhan) yang baik ? (QS. Asy Syuara : 7).

Tasfir ayat diatas menurut Al-Qurtubi (2009) arti kalimat *كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ* "tumbuh-tumbuhan yang baik", penggalan kata (jawaza) adalah warna sedangkan kata (karim) adalah menumbuhkan. Jadi tumbuhan yang baik ialah yang memiliki warna serta bentuk yang baik yang tumbuh subur dan bermanfaat. Salah satu tumbuhan tersebut adalah bayam belang (*Amaranthus tricolor* L.).

Tanaman bayam belang (*Amaranthus tricolor* L.) termasuk dalam famili Amaranthaceae yang berasal dari Amerika utara dan mulai dibawa masuk ke Indonesia pada abad ke-19. Kemudian dibudidayakan untuk dijadikan pelengkap makanan yang bergizi serta digunakan sebagai obat tradisional untuk menyembuhkan berbagai penyakit. Kandungan antosionin pada bayam belang dapat membantu menyembuhkan penyakit anemia dan menangkal radikal bebas (Bria, 2016). Selain itu kandungan serat yang tinggi sangat baik dikonsumsi oleh

penderita pencernaan seperti kanker usus, kolesterol, kencing manis, kurang darah serta meningkatkan kerja ginjal (Rumimper, 2014). Sebagaimana firman Allah SWT dalam Al-Qur'an surat Asy-syua'ara ayat 80 yang berbunyi :

وَإِذَا مَرَضْتُ فَبُهِتَ النَّاسُ
فَهُوَ يَشْفِينِ.

Artinya: “Dan apabila aku sakit, dialah yang menyembuhkan aku” (QS. Asy-Syua'ara : 80).

Tafsir ayat diatas menurut Halim *et al.*, (2015) arti kata *maridh* yaitu sakit yang berkaitan dengan manusia sedangkan *syifa* atau kesembuhan. Allah SWT memberikan kesembuhan terhadap penyakit yang diderita manusia. Dijelaskan juga dalam hadits riwayat Imam Muslim dari Jabir bin Abdillah berkata bahwa Rasulullah SAW bersabda :

لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءٌ، فَإِذَا أُصِيبَ دَوَاءُ الدَّاءِ بَرَأَ بِإِذْنِ اللَّهِ

Artinya: “Setiap penyakit pasti memiliki obat. Bila sebuah obat sesuai dengan penyakitnya maka dia akan sembuh dengan izin Allah SWT.” (HR. Muslim).

Hadist diatas bermakna bahwa setiap penyakit Allah turunkan beserta penawarnya. Penawar disini yaitu obat kimia maupun herbal yang berkhasiat dan dapat menyembuhkan. Menurut Fitriyah (2013) obat herbal berasal dari organ tumbuh-tumbuhan yaitu akar, batang, daun, bunga, buah dan biji. Selain itu, tumbuhan juga menghasilkan senyawa aktif yang dapat digunakan sebagai obat. Manusia sebagai khalifah dibumi telah dianugrahi akal fikiran untuk mempelajari, menjaga dan memanfaatkan lingkungan sekitar serta menemukan aneka jenis tumbuhan yang dapat dijadikan sebagai alternatif obat.

Berdasarkan penjelasan diatas berbagai manfaat yang dimiliki tanaman bayam belang perlu dilakukan segala upaya untuk meningkatkan budidaya demi menghasilkan kualitas terbaik, yaitu dengan pemberian zat pengatur tumbuh asam salisilat pada kondisi cekaman kekeringan yang berbeda. Ketersediaan air merupakan salah satu faktor penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Jumlah air yang optimal ketika tanah dalam keadaan kapasitas lapang (KL) yaitu kadar maksimal air dalam tanah setelah jenuh air yang menetes kebawah akibat gaya gravitasi (Ashari, 1995). Kadar air tanah yang optimal berkisar antara 70% KL sampai dengan 50% KL. Apabila dibawah 50% KL maka tanaman mengalami kondisi stress abiotik. Cekaman kekeringan terjadi karena kurangnya suplai air pada lingkungan tumbuh tanaman sehingga menyebabkan pertumbuhan terhambat. Pemberian asam salisilat bertujuan untuk memperbaiki dampak negatif karena cekaman kekeringan. Asam salisilat dengan konsentrasi yang optimal dapat memperbaiki hasil pertumbuhan dan meningkatkan kadar prolin tanaman. Hal ini sesuai dengan firman Allah SWT dalam al-Qur'an surat Al-Qamar ayat 49 yang berbunyi:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ

Artinya: "Sungguh Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran"
(QS.Al-Qamar/54:49).

Tafsir ayat diatas menurut Muyasar (2007) bahwa Allah SWT telah menciptakan segala sesuatu berdasarkan ukuran yang sesuai dengan ketetapan-Nya. Menetapkan segala takdir kehidupan dan semua proses yang akan terjadi dimuka bumi ini. Seperti halnya penelitian ini Allah SWT telah mengatur tanaman yang toleran terhadap cekaman kekeringan yang sangat rendah, tanaman yang

mampu mempertahankan hidupnya dari defisit air dengan cara mensintesis kadar prolin yang tinggi. Pemberian zat pengatur tumbuh asam salisilat untuk meningkatkan hasil pertumbuhan tanaman yang terhambat, selain itu kadar prolin akan semakin meningkat karena pemberian asam salisilat.

Hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa pemberian asam salisilat dengan konsentrasi 1,5 mM dan cekaman kekeringan 100% KL (kontrol) menunjukkan hasil tinggi tanaman dan berat basah yang optimal. Jumlah daun dan luas daun bertahan pada pemberian asam salisilat 1,5 mM dan cekaman kekeringan 75% KL. Panjang akar dan kandungan prolin bertahan pada pemberian asam salisilat 1,5 mM dan cekaman kekeringan 25% KL. Dapat diketahui pemberian asam salisilat 1,5 mM merupakan konsentrasi paling optimal dalam memperbaiki efek negatif karena cekaman. Sedangkan toleransi kadar air tanah 100% KL - 50% KL optimal untuk mempertahankan pertumbuhan dari cekaman kekeringan. Panjang akar dan kadar prolin akan meningkat pada kondisi kadar air tanah yang sangat rendah atau 25% KL, hal ini diakibatkan respon dan bentuk adaptasi suatu tanaman saat berada pada lingkungan tercekam.

Setiap ciptaan Allah SWT merupakan sebaik-baik penciptaan. Manusia diberikan kelebihan untuk berfikir dan mempelajari apa yang ada disekitarnya, seperti halnya tumbuh-tumbuhan. Amanah yang diberikan Allah kepada manusia sebagai bentuk cinta kasih kepada hamba-hambanya agar selalu bersyukur dengan cara meningkatkan keimanan untuk merawat, menjaga dan melestarikan bumi. Sungguh Maha Besar Allah atas segala kekuasaan dan keagungan-Nya.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang didapat yaitu :

1. Cekaman kekeringan dengan kadar air yang berbeda menurunkan parameter pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, panjang akar dan berat basah. Pada pemberian cekaman kekeringan 25% KL menghasilkan kandungan prolin tertinggi.
2. Perlakuan asam salisilat dengan konsentrasi 1,5 mM merupakan konsentrasi yang paling optimal dalam mempertahankan seluruh parameter pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, panjang akar, berat basah dan kandungan prolin.
3. Perlakuan interaksi cekaman kekeringan 100% KL + 1,5 mM asam salisilat mempertahankan pertumbuhan tinggi tanaman dan berat basah, perlakuan 75% KL + 1,5 mM mempertahankan pertumbuhan jumlah daun dan luas daun, perlakuan 25% KL + 1,5 mM mempertahankan pertumbuhan panjang akar dan kadar prolin.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada lahan terbuka mengenai cekaman kekeringan.

2. Konsentrasi asam salisilat 1,5 mM dan cekaman kekeringan 100% KL, 75% KL sampai 50% dapat digunakan dalam mempertahankan pertumbuhan tanaman bayam belang (*Amaranthus tricolor* L.).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, D., Siswoyo, T.A., Dan Soedrajad, R. 2015. Pengaruh Cekaman Kekekriangan Terhadap Kandungan Fenolik Dan Antioksidan Tanaman Sorgum (*Sorghum Bicolor* L. Moensh) Pada Fase Awal Vegetatif. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 1(1).
- Abdelaal, K. A. A., Attia, K. A., Alamery, S. F., El-Afry, M. M., Ghazy, A. I., Tantawy, D. S., Al-Doss, A. A., El-Shawy, E. S. E., Abu-Elsaoud, A. M., & Hafez, Y. M. 2020. Exogenous Application Of Proline And Salicylic Acid Can Mitigate The Injurious Impacts Of Drought Stress On Barley Plants Associated With Physiological And Histological Characters. *Sustainability (Switzerland)*, 12(5).
- Abdurachman, Umi H, dan Ishak J. 2006. *Penetapan Kadar Air Tanah Dengan Metode Gravimetrik*. Jakarta : Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.
- Afni, Noer. 2019. Pengaruh Acetyl Salicylic Acid (ASA) Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Prolin Selada Merah (*Lactuca sativa* L.var. Crispa) Pada Kondisi Cekaman kekeringan. *Skripsi*. Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Malang.
- Agustina. 2004. *Dasar Nutrisi Tanaman*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Alcázar, R., Bitrián, M., Bartels, D., Koncz, C., Altabella, T., & Tiburcio, A. F. 2011. Polyamine Metabolic Canalization In Response To Drought Stress In Arabidopsis And The Resurrection Plant *Craterostigma Plantagineum*. *Plant Signaling And Behavior*, 6(2), 243–250.
- Al-Sheikh, A. 2000. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 7*. Kairo : Mu’assasah Daar al-Hilaal.
- Al-Qurtubi, S.I. 2009. *Tafsir Al-Qurthubi*. Jakarta Selatan : Pustaka Azzam.
- An-Najjar, Zaghilil. Tanpa Tahun. *Sains Dalam Hadits Mengungkap Fakta Ilmiah Dari Kemukjizatan Hadits Nabi*. Terjemahan Oleh Zainal Abidin, Et Al, 2011. Jakarta : Amzah.
- Anggraini, Novita, Eny Faridah, Dan Sapto Indrioko. 2015. Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Perilaku Fisiologi Dan Pertumbuhan Bibit Black Locust (*Robinia Pseudoacacia*). *Jurnal Ilmu Kesehatan*. Vol.9,No.1.
- Andriani, A., & Handayani, T. 2015. Pengaruh Asam Salisilat Terhadap Pertumbuhan Kecambah Padi Gogo Varietas Situ Bagendit Effect Of Salicylic Acid On Growth Of Upland Rice Seedling Situ Bagendit Varieties. *Jurnal April*, 40–45.
- Ashari, A., Nurcahyani, E., Qudus, H. I., & Zulkifli, Z. 2018. Analisis Kandungan Prolin Planlet Jeruk Keprok Batu 55 (*Citrus Reticulata* Blanco Var. Crenatifolia) Setelah Diinduksi Larutan Atonik Dalam Kondisi Cekaman Kekeringan Secara In Vitro. *Analit: Analytical And Environmental Chemistry*, 3(01), 69–78.
- As-Suyuthi, Jalaluddin. 2010. *Tafsir Jalalain*. Jakarta. Pustaka eLBA.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2013. *Proyeksi Penduduk Indonesia 2010-2035*. Jakarta : Badan Pusat Statistik.
- Bagheri, A., 2009. Effect 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.
- Bates, LS. 1973. Rapid Determination of Free Proline For Water-Stressed Studies. *Plant And Soil*, 39, 205-207.
- Bideski, A. and M.J Arvin . 2010. Effect Of Salicylic Acid (SA) And Drought Stress On Growth, Bulb Yield And Allicin Content Of Garlic (*Allium sativum*) In Field. *Plant Ecophysiology*, 2:73-79.
- Bria, D. 2016. Pengaruh Jenis Dan Konsentrasi Teh Kompos Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Bayam Merah (*Alternanthera Amoena* Voss). *Savana Cendana*, 1(03), 108–111.
- Budiyanti, T., & Dewi, F. 2016. Pengaruh Kadar Lengas Media Terhadap Pertumbuhan Pepaya Di Persemaian. *Jurnal Pertumbuhan*. 2014, 301–307.
- Campbell, N.A., Reece, J.B., dan Mitchell, L. G. 2003. *Biologi Edisi Kelima Jilid Dua*. Jakarta : Erlangga.
- Dempsey, D. A., & Klessig, D. F. 2017. How Does The Multifaceted Plant Hormone Salicylic Acid Combat Disease In Plants And Are Similar Mechanisms Utilized In Humans. *BMC Biology*, 15(1), 1–11.
- Djukri. 2009. Cekaman Salinitas Terhadap Pertumbuhan Tanaman. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan Dan Penerapan MIPA Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta*, 49–55.
- El-Tayeb, M. A. 2005. Response Of Barley Grains To The Interactive Effect Of Salinity And Salicylic Acid. *Plant Growth Regulation*, 45(3), 215–224.
- Endah, J. 2002. *Membuat Tanaman Kombinasi*. Jakarta : Agromedia Pustaka.
- Fatimah, S. 2009. Studi Klorofil Dan Zat Besi (Fe) Pada Beberapa jenis Bayam Terhadap Jumlah Eritrosit Tikus Putih (*Rattus novergicus*) Anemia. *Skripsi*. Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Farooq, M. A.Wahid,N.Kobayashi,D.Fujita, dan Basra. 2009. Plant Drought Stress : Effect, Mechanisms And Management. *Agronomy*. 185-212.
- Fitriyah, Nikmatul, Mahendra Purwa K, M.Afif Alfiyanto, Mulyadi, Nila Wahyuningsih dan Joko Kismanto. 2013. Obat Herbal Antibakteri Ala Tanaman Daun Binahong. Program Studi D-III Keperawatan. Stikes Kusuma Husada Surakarta. *Jurnal Kesehatan*.
- Gardner, Frankin P. 1991. *Fisiologi Tanah Budidaya*. Jakarta : Universitas Indonesia (UI-Press).
- Hadisoeganda, A. W. W. 1996. *Bayam Sayuran Penyangga Petani Di Indonesia*.
- Hamim. 2004. Underlying Drought Stress Effect On Plant: Inhibition Of Photosynthesis. *Jurnal hayati*. 11 : 164-169.
- Halim, S. A., Basya, A. F., dan al-Althhar, Z. 2015. *Ensiklopedia Sains Islam Medis 2*. Tangerang : Kamil Pustaka.
- Hayat, S., Hasan, S. A., Fariduddin, Q., dan Ahmad, A. 2008. Growth of Tomato (*Lycopersicon esculentum*) in Respon to Salicylic Acid under Water Stress. *Journal of Plant Interactions*, 3 (4): 297-304
- Hendrati, R.L., D. Rachmawati, dan A. Cahyaning Pamuji. 2016. Respon kekeringan Terhadap Pertumbuhan, Kadar prolin dan Anatomi Akar *Acacia*

- auriculi formis* Cunn, *Tectonua grandis* L., *Alstonia spectabilis* Br., dan *Cedrela odorata* L. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. 5 (2).
- Hidayati, Nur., rina Laksmi H., Arie Triani., dan Sudjino. 2017. Pengaruh Kekeringan Terhadap Pertumbuhan Dan perkembangan Tanaman Nyamplung (*Callophylum inophyllum* L.) Dan Johar (*Cassia florida* Vahl.) Dari Provenan Yang Berbeda. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*. Vol.11, No.2.
- Islami, T dan W.H. Utomo. 1995. *Hubungan Tanah, Air dan Tanaman*. Semarang : IKIP Semarang Press.
- Kabiri, R., & Naghizadeh, M. 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.
- Khan, N. A., Syeed, S., Masood, A., Nazar, R., & Iqbal, N. 2010. Application Of Salicylic Acid Increases Contents Of Nutrients And Antioxidative Metabolism In Mungbean And Alleviates Adverse Effects Of Salinity Stress. *International Journal Of Plant Biology*, 1(1), 1–8.
- Khan, W., Prithiviraj, B., & Smith, D. L. 2003. Photosynthetic Responses Of Corn And Soybean To Foliar Application Of Salicylates. *Journal Of Plant Physiology*, 160(5), 485–492.
- Khandaker, L., Masum Akond, A., & Oba, S. 2011. Foliar Application Of Salicylic Acid Improved The Growth, Yield And Leaf's Bioactive Compounds In Red Amaranth (*Amaranthus Tricolor* L.). *Vegetable Crops Research Bulletin*, 74(1), 77–86. 0006-6
- Khusnia, Farrikhatun. 2018. Pengaruh Tingkat Kadar Air Tanah Terhadap Pertumbuhan Dan Kandungan Total Flavonoid Tanaman Sambung Nyawa (*Gynura procumbens* (Lour) Merr). *Skripsi*. Jurusan Biologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, UIN Malang.
- Kordi, S., Saidi, M., & Ghanbari, F. 2013. Induction Of Drought Tolerance In Sweet Basil (*Ocimum Basilicum* L) By Salicylic Acid. *International Journal Of Agricultural And Food Research*, 2(2), 18–26.
- Kurniawan, B. A., Fajriani, S., & Arifian. 2014. Pengaruh Jumlah Pemberian Air Terhadap Respon Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Tembakau (*Nicotiana Tabaccum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 2(1), 59–64.
- Kurniawati, S. Et Al. 2014. Pola Akumulasi Prolin Dan Poliamin Beberapa Aksesori Tanaman Terung Pada Cekaman Kekeringan Proline And Polyamine Accumulation Patterns Of Eggplant Accessions In Respond To Drought Stress. *J. Agron. Indonesia*, 42(2), 136–141.
- Kusmiyati, E. D. P. Dan B. A. K. 2009. Karakter Fisiologis, Pertumbuhan Dan Produksi Legum Pakan Pada Kondisi Salin. *Jurnal Agronomi*.
- Lakitan, B. 1995. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- LE, A., S, T., JE, O., & KK, T. 2011. Stomatal Responses To Drought Stress And Air Humidity. *Abiotic Stress In Plants - Mechanisms And Adaptations*.
- Leiwakabessy, C., Sinaga, M. S., Mutaqin, K. H., Trikoesoemaningtyas, T., & Giyanto, G. 2018. Asam Salisilat Sebagai Penginduksi Ketahanan Tanaman

- Padi Terhadap Penyakit Hawar Daun Bakteri. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 13(6), 207.
- Levitt, J. 1980. *Responses of Plants to Environmental Stresses : Water, Radiation, Salt, and Other Stresses*. New York: Academic Press.
- Maryani, A. T. 2012. Pengaruh Volume Pemberian Air Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit Di Pembibitan Utama. *Fakultas Pertanian Universitas Jambi*, 1(2), 64–74.
- Maulidina, Hikmatul. 2019. Induksi Poliploidisasi Tanaman Bayam Merah (*Alternanthera amoena* Voss.) Varietas Red Leaf Menggunakan Oryzalin. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Min, K., Showman, L., Perera, A., & Arora, R. 2018. Salicylic Acid-Induced Freezing Tolerance In Spinach (*Spinacia Oleracea* L.) Leaves Explored Through Metabolite Profiling. *Environmental And Experimental Botany*, 156, 214–227.
- Miurra, K. dan Tada, Y. 2014. Regulation of water, Salinity and Cold Stress Responses by Salicylic Acid. *Frontiers in Plant Science (Reviews Article)*, 5(4) : 4-5.
- Muyassar. 2007. *Tafsir Musyassar (Jilid 4)*. Jakarta: Qisthi Press.
- Nazar, R., Umar, S., Khan, N. A., & Sareer, O. 2015. South African Journal Of Botany 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, 84–94.
- Nazara, R., Umara, S., & Khanb, N. A. 2015. Exogenous Salicylic Acid Improves Photosynthesis And Growth Through Increase In Ascorbate-Glutathione Metabolism And S Assimilation In Mustard Under Salt Stress. *Plant Signaling And Behavior*, 10(3), 37–41.
- Nazarli, H., Ahmadi, A., & Hadian, J. 2014. Salicylic Acid And Methyl Jasmonate Enhance Drought Tolerance In Chamomile Plants. 3(2), 87–92.
- Nelma. 2014. Analisis Kadar Besi (Fe) Pada Bayam Merah (*Iresine herbstii hook*) Dan bayam Hijau (*Amaranthus tricolor* sp.) Yang Dikonsumsi Masyarakat. *Jurnal Analis Kesehatan*. Poltekkes kemenkes Medan.
- 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).
- Nugraheni, I. T. R. I., & Anggarwulan, E. 2003. Pertumbuhan Dan Akumulasi Prolin Tanaman Orok-Orok (*Crotalaria Juncea* L .) Pada Salinitas Cacl 2 Berbeda. *Bio Smart*,(5), 98–101.
- Octavianti, N. 2017. Mutu Kimiawi Dan Mutu Organoleptik Kaldu Ayam Bubuk Dengan Penambahan Sari Bayam Hijau. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(2), 2–5.
- Paris, W. P. 2014. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bayam (*Amaranthus* Sp.) Varietas Maestro Akibat Pemberian Mulsa Organik. *Doctoral Dissertation*. Universitas Negri Gorontalo.
- Pebrianti, C., Ainurrasyid, R. B., Purnamaningsih, L., Leaf, R., & Merah, B. 2015. Uji Kadar Antosianin Dan Hasil Enam Varietas Tanaman Bayam Merah (

- Alternanthera Amoena* Voss) Pada Musim Hujan. *Jurnal Produksi Tanaman*, 3(1), 27–33.
- Plantamor. 2020. Plantamor Situs Dunia Tumbuhan, Informasi Spesies bayam
- Praba, M. L. Et Al. 2009. Identification Of Physiological Traits Underlying Cultivar Differences In Drought Tolerance In Rice And Wheat. *Journal Of Agronomy And Crop Science*, 195(1), 30–46.
- Pracaya, 2007. *Bertanam Sayuran Organik di Kebun, Pot, dan Polybag*. Jakarta. Penebar Swadaya
- Prihastati, E. 2002. Peranan Dan Pola Akumulasi Proline Tanaman Pada Adaptasi Cekaman Kekeringan. *Plant, Cell And Environment*, 25(2), 594–597.
- Rahayu, A. . Et Al. 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), 226–231.
- Rahayu, S. T., Asgar, A., Hidayat, I. M., & Djuariah, D. 2013. Evaluasi Kualitas Beberapa Genotipe Bayam (*Amaranthus Sp*) Pada Penanaman Di Jawa Barat [*Quality Evaluation Of Some Genotype Of Spinach (Amaranthus Sp .) Cultivated In West Java J.* 12(2), 153–160.
- Rangkuti, NPJ, M. Dan R. 2017. Pertumbuhan Bayam Merah (*Amaranthus Tricolor L .*) Yang Diberi Pupuk Kompos Kotoran Kambing Dengan Dekomposer *Trichoderma Harzianum*. *Jurnal Protobiont*, 6(3), 18–25.
- Romão, I. S. S. 2015. *Production Of Magnesium Carbonates From Serpentinites For CO2 Mineral Sequestration - Optimisation Towards Industrial Application*. 71.
- Rosyida, Ary Nugroho, Endah Rita S. . 2017. Bobot Basah Dan Kandungan Antosianin Daun Tanaman Bayam Merah (*Alternanthera Amoena Voss*) Pada Variasi Dosis Aplikasi Pupuk NPK Majemuk Dan PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria). *Semnas Sains Dan Entrepreneur IV*, 431–441.
- Rumimper, Esther Ariny, J. P. Dan J. Wuisan. 2014. Uji Efek Perasan Daun Bayam Merah (*Amaranthus Tricolor*) Terhadap Kadar Hemoglobin Pada Tikus Wistar (*Rattus norvegicus*). *Jurnal E-Biomedik*, 2(2), 2–4.
- Salisbury, CD, Lazar MD, Worrall Wc. 1995. Variaton in Drough susceptibility among closely related wheat lines. *Field Crops Res.* 41 : 147 - 153.
- Saparinto, C. 2013. *Grow Your Own Vegetables Panduan Praktis Menanam 14 Sayuran Konsumsi Populer di Pekarangan*. Yogyakarta: ANDI OFFSET.
- Saputra, D., & Timotiwu, P. B. 2015. *Produksi Benih Lima Varietas Kedelai*. 3(1), 7–13.
- Sarawa, M. J. A. Dan M. M. 2014. Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine Max L.Merr*) Pada Berbagai Interval Penyiraman Dan Takaran Pupu Kandang. *Jurnal Agroteknos*, 4(2), 78–86.
- Sayyari, M., Ghavami, M., Ghanbari, F., & Kordi, S. 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, 1951–1957.

- Setiawan, S. F. 2017. Analisis Kadar Asam Oksalat pada Air Rebusan Bayam Merah (*Amaranthus tricolor L*) Awal dan yang Didiamkan pada Suhu Ruangan. *Doctoral Dissertation*. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Shiddieq, F. A. R. 2013. Pengaruh Cekaman Kurang Air Terhadap Beberapa Karakter Fisiologis Tanaman Nilam (*Pogostemon Cablin Benth*) The Effect Of Water Deficit On Physiological Characteristics Of Patchouli (*Pogostemon Cablin Benth*) Air. *19*(3), 121–129.
- Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Quran*. Jakarta : Lentera Hati.
- Sinaga, R. 2007. Analisis Model Ketahanan Rumput Gajah Dan Rumput Raja Akibat Cekaman Kekeringan Berdasarkan Respon Anatomi Akar Dan Daun. *Biologi Sumatera*. 2(1):17-20.
- Solichatun, S., Anggarwulan, E., & Mudyantini, W. 2005. The Effect Of Water Availability On Growth And Saponin Content Of Talinum Paniculatum Gaertn. *Biofarmasi Journal Of Natural Product Biochemistry*, 3(2), 47–51.
- 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.
- Subantoro, Renan. 2014. Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Respon Fisiologis Perkecambah Benih Kacang Tanah (*Arachis Hypogea L.*). *Jurnal Ilmu Pertanian*, 10(2), 32–44.
- Sulihandri, H. 2013. *Herbal Sayur dan Buah Ajaib*. Yogyakarta : Trans Idea Publishing
- Sujinah dan All Jamll. 2016. Mekanisme Respon Tanaman Padi Terhadap Cekaman Kekeringan dan Varietas Toleran. *Iptek Tanaman Pangan*. Vol.11,No.1.
- Susila, A. D. 2006. *Budidaya Tanaman Sayur : Bagian Produksi Tanaman Departemen Agronomi dan Hortikultura*. Bandung : ITB.
- Suwita K, R.M. 2012. Pemanfaatan Bayam Merah (*Blitum rubrum*) Untuk Meningkatkan Kadar Zat Besi dan Serat pada Mie Kering. *Jurnal Agromix*. Vol.2 (1).
- 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.
- Tarigan, R., & Susilawati Barus, Dan K. 2018. Pengaruh Asam Salisilat Dan K₂HPO₄ Pada Ketahanan Tanaman Kentang Terhadap Penyakit Busuk Daun Di Musim Penghujan.
- Tim Agro Mandiri. 2018. *Budidaya Bayam Merah Secara Intensif*. Surakarta : Visi Mandiri
- Tuasamu, Y. 2009. Toleransi Hotong (*Setaria italic L.*) Bearv). Pada Berbagai Cekaman Kekeringan: Pendekatan Anatomi dan Fisiologi. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Turner, Wright G.C., dan Siddque K.H.M. 2001. Adaption Of Grain Legumes (Pulses) To Water-Limited Environments, *Adv. Agron.* 71, 123-231.
- Wardiana, E. 2010. Respon Delapan Varietas Lada Terhadap Penurunan Kadar

- Air Tanah. *Jurnal Zuriyat*. 2 (1) : 44-53.
- Wibowo, L.M. 2015. Pengaruh Media Tanam Dan Fraksi Penipisan Kolkhisin Dengan Lama Perendaman Berbeda Pada Induksi Poliploidi Tanaman Pacar Air (*Impatiens balsamina* L.). *Jurnal Biologi* 15(1):9-14.
- Yoshiba, Y., T. Kiyosue, K. Nakashima, S. Yamaguchi, and K. Shinozaki. 1997. Regulation of Levels of Proline as an Osmolyte in Plants Underwater Stress. *Plant and Cell Physiology*, 38, 1095-1102.
- Yusuf, M., Hasan, S. A., Ali, B., Hayat, S., Fariduddin, Q., & Ahmad, A. 2008. Effect Of Salicylic Acid On Salinity-Induced Changes In Brassica Juncea. *Journal Of Integrative Plant Biology*, 50(9), 1096–1102.
- Zulkarnaim. 2010. *Dasar-dasar Hortikultura*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Zuryanti, D, Et Al. (2010). Pertumbuhan, Produksi Dan Kualitas Bayam (*Amaranthus Tricolor* L.) Pada Berbagai Dosis Pupuk Kandang Ayam Dan Kalium Nitrat (KNO₃). *Jurnal Agronida*, 2(2), 98–105.

Lampiran 1. Tabel data hasil pengamatan

1. Tinggi tanaman (42 HST)

Perlakuan		Ulangan			Jumlah	Rata-rata
KL %	ASA (mM)	1	2	3		
100	0	30	29.9	29.1	89	29.67
	1	31.5	31.5	30.5	93.5	31.17
	1.5	34.3	35	34	103.3	34.43
	2	19	18.9	19.6	57.5	19.17
75	0	27.6	27.2	27.6	82.4	27.47
	1	28	28.4	28.5	84.9	28.3
	1.5	33.2	32.6	33.9	99.7	33,2
	2	17.9	18.1	19	55	18.33
50	0	26	26.9	26	80.7	26.9
	1	26	26.9	26.2	80.6	26,87
	1.5	30	31.5	30.5	91.5	30.5
	2	20.9	20.4	20	62.3	20.76
25	0	24	24	24	72.3	24.43
	1	24	24.6	24.8	74.3	24.77
	1.5	25	25.8	25	76.8	25.6
	2	17.5	17	17	54.5	18.17

2. Jumlah Daun (42 HST)

Perlakuan		Ulangan			Jumlah	Rata-rata
KL %	ASA (mM)	1	2	3		
100	0	22	22	21	65	21.67
	1	20	21	22	63	21
	1.5	24	25	24	73	24.33
	2	17	16	16	49	16.33
75	0	21	20	21	62	20.67
	1	21	21	22	64	21.33
	1.5	23	22	21	66	22
	2	17	16	17	50	16.67
50	0	19	20	18	57	19
	1	19	20	20	59	19.67
	1.5	21	21	22	64	21.33
	2	16	16	15	47	15.67

25	0	15	16	16	47	15.67
	1	15	16	17	48	16
	1.5	19	18	16	53	17.67
	2	14	14	13	41	13.67

3. Berat basah (42 HST)

Perlakuan		Ulangan			Jumlah	Rata-rata
KL %	ASA (mM)	1	2	3		
100	0	24.7	23.9	24.1	72.7	24.23
	1	26.6	25.9	27.1	85	28.33
	1.5	35	34.9	36	105.9	35.3
	2	13.5	13	13.5	40	13.33
75	0	21.5	20.9	22.1	64.5	21.5
	1	23.6	23.4	24	71	23.67
	1.5	31.3	30.5	31.9	93.7	31.23
	2	12.4	11.3	10	33.7	11.23
50	0	13.7	14.6	14.2	42.5	14.17
	1	15.6	15	16.4	47	15.67
	1.5	22.5	22	22.9	67.4	22.4
	2	7.2	6.9	7.9	22	7.33
25	0	5	3.5	4	12.5	4.17
	1	4.8	3.5	5	13.3	4.43
	1.5	6.1	7.4	6.8	20.3	6.77
	2	5	3.2	1.1	9.3	3.1

4. Panjang akar (42 HST)

Perlakuan		Ulangan			Jumlah	Rata-rata
KL %	ASA (mM)	1	2	3		
100	0	18.2	17.8	18	54	18
	1	17.5	18	17	52.5	17.5
	1.5	19.6	20	19.4	59	19.67
	2	13.3	12.9	13.7	39.9	13.3
75	0	21.3	21	20.8	63.1	21.03
	1	22	22.4	22	66.4	22.13
	1.5	23.8	24	24	71.8	23.87
	2	17	16	15	48	16.26
50	0	25.1	25	25.2	75.3	25.1
	1	26.7	25.8	27.7	80.2	26.73

	1.5	27.4	28	27.8	83.2	27.73
	2	17	16.5	17	50.5	20.2
25	0	32.5	33.9	33	99.4	33.13
	1	34	33.7	33	100.7	33.57
	1.5	35	36	35.8	106.8	35.6
	2	20	19	18	57	19

5. Luas daun (42 HST)

KL %	Perlakuan ASA (mM)	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
		1	2	3		
100	0	42.5	43.5	43.5	129.5	43.17
	1	45	44.5	44	133.5	44.5
	1.5	47	46.5	48	141.5	47.17
	2	29	30	28	87	29
75	0	37	36	37.5	110.5	36.83
	1	40	39	38.5	117.5	39.17
	1.5	60	58.5	59	187.5	62.5
	2	25	24	24	73	24.33
50	0	35	33	34.5	102.5	34.17
	1	35	36	36	107	35.67
	1.5	45.5	46	45.5	137	45.67
	2	23	21	22.5	66.5	22.17
25	0	15	17.5	15	47.5	15.83
	1	17	16	17	50	16.67
	1.5	33	32	34.5	99.5	33.17
	2	11.5	10	9	30.5	10.17

6. Kandungan Prolin (42 HST)

KL %	Perlakuan ASA (mM)	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
		1	2	3		
100	0	0.034	0.036	0.035	0.105	0.035
	1	0.07	0.073	0.074	0.217	0.072
	1.5	0.21	0.115	0.125	0.45	0.15
	2	0.055	0.05	0.058	0.163	0.054
75	0	0.129	0.125	0.135	0.389	0.129
	1	0.148	0.16	0.14	0.448	0.149
	1.5	0.215	0.21	0.21	0.635	0.211
	2	0.149	0.149	0.152	0.45	0.15

50	0	0.174	0.179	0.171	0.524	0.174
	1	0.192	0.197	0.202	0.591	0.197
	1.5	0.242	0.23	0.235	0.707	0.235
	2	0.186	0.195	0.178	0.559	0.186
25	0	0.276	0.269	0.272	0.817	0.272
	1	0.339	0.338	0.341	1.018	0.339
	1.5	0.438	0.429	0.433	1.3	0.433
	2	0.298	0.321	0.28	0.899	0.299

Lampiran 2. Hasil Analisis variansi (ANOVA) 2 faktor

1. Tinggi Tanaman

a. Hasil ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Tinggitanaman_42hari					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1243.168 ^a	15	82.878	365.974	.000
Intercept	32515.635	1	32515.635	143583.302	.000
Asamsalisilat *	71.380	9	7.931	35.022	.000
Kekeringan	218.687	3	72.896	321.895	.000
Asamsalisilat	953.101	3	317.700	1402.908	.000
Error	7.247	32	.226		
Total	33766.050	48			
Corrected Total	1250.415	47			

b. Uji Lanjut DMRT 5%

➤ Cekaman kekeringan

Tinggitanaman_42hari					
Duncan ^{a,b}					
Kekeringan	N	Subset			
		1	2	3	4
25.00	12	22.7250			
50.00	12		25.9417		
75.00	12			26.8333	
100.00	12				28.6083
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

➤ Asam Salisilat

Tinggitanaman_42hari					
Duncan ^{a,b}					
Asamsalisilat	N	Subset			
		1	2	3	4
2.00	12	18.7750			
.00	12		26.8583		
1.00	12			27.5750	
1,5	12				30.9000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

➤ **Interkasi asam salisilat dan cekaman kekeringan**

	Kombinasi	Subset for alpha = 0.05																	
		N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
Duncan ^a	K4A4	3	17.16 67																
	K2A4	3		18.33 33															
	K1A4	3			19.16 67														
	K3A4	3				20.43 33													
	K4A1	3					24.00 00												
	K4A2	3					24.46 67												
	K4A3	3						25.26 67											
	K3A1	3							26.16 67										
	K3A2	3							26.56 67										
	K2A1	3								27.46 67									
	K2A2	3									28.30 00								
	k1A1	3										29.66 67							
	K3A3	3											30.66 67						
	k1A2	3												31.16 67					
	K2A3	3													33.23 33				
	K1A3	3															34.43 33		
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	.222	1.000	.294	1.000	1.000	1.000	1.000	.192	1.000	1.000			

2. Jumlah Daun

a. Hasil ANAVA

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: JumlahDaun_42hari					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	409.667 ^a	15	27.311	43.698	.000
Intercept	17176.333	1	17176.333	27482.13	.000
Kekeringan	183.167	3	61.056	97.689	.000
Asamsalisilat	208.833	3	69.611	111.378	.000
Kekeringan * Asamsalisilat	17.667	9	1.963	3.141	.008
Error	20.000	32	.625		
Total	17606.000	48			
Corrected Total	429.667	47			

a. R Squared = .953 (Adjusted R Squared = .932)

b. Uji Lanjut DMRT 5%

➤ Cekaman Kekeringan

JumlahDaun_42hari					
Duncan ^{a,b}					
Kekeringan	N	Subset			
		1	2	3	4
25.00	12	15.7500			
50.00	12		18.9167		
75.00	12			20.1667	
100.00	12				20.8333
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

➤ Asam salisilat

JumlahDaun_42hari					
Duncan ^{a,b}					
Asamsalisilat	N	Subset			
		1	2	3	
2.00	12	15.5833			
.00	12		19.2500		
1.00	12		19.5000		
1,5	12			21.3333	
Sig.		1.000	.444	1.000	

➤ **Interkasi asam salisilat dan cekaman kekeringan**

JumlahDaun_42hari										
	Komb inasi	N	Subset for alpha = 0.05							
			1	2	3	4	5	6	7	
Duncan ^a	K4A4	3	13.6667							
	K3A4	3		15.6667						
	K4A1	3		15.6667						
	K4A2	3		16.0000						
	K1A4	3		16.3333	16.3333					
	K2A4	3		16.6667	16.6667					
	K4A3	3			17.6667					
	K3A1	3				19.0000				
	K3A2	3				19.6667	19.6667			
	K2A1	3					20.6667	20.6667		
	k1A2	3					21.0000	21.0000		
	K2A2	3						21.3333		
	K3A3	3						21.3333		
	k1A1	3						21.6667		
	K2A3	3						22.0000		
	K1A3	3								24.3333
	Sig.			1.000	.176	.058	.309	.058	.077	1.000

3. Luas Daun

a. Hasil ANAVA

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable:LuasDaun					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	7887.286 ^a	15	525.819	677.566	.000
Intercept	54035.630	1	54035.630	69629.805	.000
Kekeringan	3702.682	3	1234.227	1590.414	.000
Asamsalisilat	3730.474	3	1243.491	1602.351	.000
Kekeringan * Asamsalisilat	454.130	9	50.459	65.021	.000
Error	24.833	32	.776		
Total	61947.750	48			
Corrected Total	7912.120	47			

a. R Squared = .997 (Adjusted R Squared = .995)

b. Uji Lanjut DMRT 5%

➤ Cekaman Kekeringan

LuasDaun					
Duncan ^{a,b}					
Kekeringan	N	Subset			
		1	2	3	4
25.00	12	18.9583			
50.00	12		34.4167		
75.00	12			39.8750	
100.00	12				40.9583
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

➤ Asam Salisilat

LuasDaun					
Duncan ^{a,b}					
Asamsalisilat	N	Subset			
		1	2	3	4
2.00	12	21.4167			
.00	12		32.5000		
1.00	12			34.0000	
1,5	12				46.2917
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

➤ **Interkasi asam salisilat dan cekaman kekeringan**

LuasDaun_42hari													
Kombinasi	N	Subset for alpha = 0.05											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
K4A4	3	10.1667											
K4A1	3		15.8333										
K4A2	3		16.6667										
K3A4	3			22.1667									
K2A4	3				24.3333								
K1A4	3					29.0000							
K4A3	3						33.1667						
K3A1	3						34.1667						
K3A2	3							35.6667					
K2A1	3							36.8333					
K2A2	3								39.1667				
k1A1	3									43.1667			
k1A2	3									44.5000	44.5000		
K3A3	3										45.6667		
K1A3	3											47.1667	
K2A3	3												59.1667
Sig.		1.000	.255	1.000	1.000	1.000	.174	.115	1.000	.073	.115	1.000	1.000

4. Panjang Akar

a. Hasil ANAVA

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Panjangakar					
Source	Type III Sum of squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2048.159 ^a	15	136.544	454.200	.000
Intercept	25567.101	1	25567.101	85046.489	.000
Kekeringan	1132.858	3	377.619	1256.114	.000
Asamsalisilat	776.322	3	258.774	860.787	.000
Kekeringan * Asamsalisilat	138.979	9	15.442	51.367	.000
Error	9.620	32	.301		
Total	27624.880	48			
Corrected Total	2057.779	47			

a. R Squared = .995 (Adjusted R Squared = .993)

b. Uji Lanjut DMRT 5%

➤ Cekaman Kekeringan

Panjangakar					
Duncan ^{a,b}					
Kekeringan	N	Subset			
		1	2	3	4
100.00	12	17.1167			
75.00	12		20.7750		
50.00	12			24.1000	
25.00	12				30.3250
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

➤ Asam salisilat

Panjangakar					
Duncan ^{a,b}					
Asamsalisilat	N	Subset			
		1	2	3	4
2.00	12	16.2833			
.00	12		24.3167		
1.00	12			24.9833	
1,5	12				26.7333
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

➤ **Interkasi asam salisilat dan cekaman kekeringan**

Panjangakar														
Kom binasi	N	Subset for alpha = 0.05												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
K1A4	3	13. 3000												
K2A4	3		16.0 000											
K3A4	3		16.8 333	16.8 333										
k1A2	3			17.5 000	17.5 000									
k1A1	3				18.0 000									
K4A4	3					19.0 000								
K1A3	3					19.6 667								
K2A1	3						21.0 333							
K2A2	3							22.1 333						
K2A3	3								23.9 333					
K3A1	3									25.1 000				
K3A2	3										26.7 333			
K3A3	3											27.7 333		
K4A1	3												33.1 333	
K4A2	3													33.5 667
K4A3	3													35.6 000
Sig.		1.00	.072	.146	.272	.146	1.000	1.000	1.000	1.000	1.00	1.00	.340	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

5. Berat basah

a. Hasil ANAVA

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable:Beratbasah					
Source	Type III Sum of squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4712.213 ^a	15	314.148	686.596	.000
Intercept	13081.534	1	13081.534	28590.78	.000
Kekeringan	2984.790	3	994.930	2174.502	.000
Asamsalisilat	1449.230	3	483.077	1055.804	.000
Kekeringan * Asamsalisilat	278.194	9	30.910	67.557	.000
Error	14.641	32	.458		
Total	17808.388	48			
Corrected Total	4726.855	47			

a. R Squared = .997 (Adjusted R Squared = .995)

b. Uji Lanjut DMRT 5%

➤ Cekaman Kekeringan

Beratbasah					
Duncan ^{a,,b}					
Kekering		Subset			
		1	2	3	4
25.00	12	4.3667			
50.00	12		14.9083		
75.00	12			21.9092	
100.00	12				24.8500
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

➤ Asam salisilat

Beratbasah					
Duncan ^{a,,b}					
Asamsalisilat	N	Subset			
		1	2	3	4
2.00	12	8.5000			
.00	12		16.0167		
1.00	12			17.5758	
1,5	12				23.9417
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

➤ **Interkasi asam salisilat dan cekaman kekeringan**

Beratbasah													
	Kombi nasi	N	Subset for alpha = 0.05										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Duncan ^a	K4A4	3	2.1000										
	K4A1	3		4.1667									
	K4A2	3		4.4333									
	K4A3	3			6.76 67								
	K3A4	3			7.33 33								
	K2A4	3				11.2 333							
	K1A4	3					13. 3333						
	K3A1	3					14.1 667						
	K3A2	3						15.66 67					
	K2A1	3							21.50 00				
	K3A3	3							22.46 67				
	K2A2	3								23.6 700			
	k1A1	3								24.2 333			
	k1A2	3									26.5 333		
	K2A3	3										31.23 33	
	K1A3	3											35.3 000
	Sig.			1.000	.633	.313	1.000	.141	1.000	.090	.315	1.000	1.000

6. Kandungan Prolin

a. Hasil ANAVA

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable:Prolin					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.503 ^a	15	.034	153.749	.000
Intercept	1.791	1	1.791	8206.375	.000
Kekeringan	.418	3	.139	638.683	.000
Asamsalisilat	.075	3	.025	113.951	.000
Kekeringan * Asamsalisilat	.011	9	.001	5.371	.000
Error	.007	32	.000		
Total	2.301	48			
Corrected Total	.510	47			

a. R Squared = .986 (Adjusted R Squared = .980)

b. Uji lanjut DMRT 5%

➤ Cekaman Kekeringan

Prolin					
Duncan ^{a,b}					
Kekeringan	N	Subset			
		1	2	3	4
100.00	12	.07792			
75.00	12		.16017		
50.00	12			.19842	
25.00	12				.33617
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

➤ Asam salisilat

Prolin					
Duncan ^{a,b}					
Asamsalisilat	N	Subset			
		1	2	3	4
.00	12	.15292			
2.00	12		.17258		
1.00	12			.18950	
1,5	12				.25767
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

➤ **Interkasi asam salisilat dan cekaman kekeringan**

Prolin													
	Kom binas	N	Subset for alpha = 0.05										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Dunca	k1A1	3	.035 00										
	K1A4	3	.054 33	.054 33									
	k1A2	3		.072 33									
	K2A1	3			.129 67								
	K2A2	3			.149 33	.149 33							
	K1A3	3			.150 00	.150 00							
	K2A4	3			.150 00	.150 00							
	K3A1	3				.174 67	.174 67						
	K3A4	3					.186 33	.186 33					
	K3A2	3					.197 00	.197 00					
	K2A3	3						.211 67	.211 67				
	K3A3	3							.235 67				
	K4A1	3								.272 33			
	K4A4	3									.299 67		
	K4A2	3										.339 33	
	K4A3	3											.43333
	Sig.			.119	.145	.133	.062	.089	.054	.055	1.000	1.000	1.000

Lampiran 3. Perhitungan Kapasitas Lapang (KL)

$$\begin{aligned}
 \text{KL } 100\% &= 100\% \times (\text{KL} - (\text{KL} \times 40\%)) \\
 &= 100\% \times (1000 \text{ ml} - (1000 \text{ ml} \times 40\%)) \\
 &= 100\% \times (1000 \text{ ml} - 400 \text{ ml}) \\
 &= 100\% \times 600 \text{ ml} \\
 &= \frac{100}{100} \times 600 = \mathbf{600 \text{ ml}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KL } 75\% &= 75\% \times (\text{KL} - (\text{KL} \times 40\%)) \\
 &= 75\% \times (1000 \text{ ml} - (1000 \text{ ml} \times 40\%)) \\
 &= 75\% \times (1000 \text{ ml} - 400 \text{ ml}) \\
 &= 75\% \times 600 \text{ ml} \\
 &= \frac{75}{100} \times 600 = \mathbf{450 \text{ ml}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KL } 50\% &= 50\% \times (\text{KL} - (\text{KL} \times 40\%)) \\
 &= 50\% \times (1000 \text{ ml} - (1000 \text{ ml} \times 40\%)) \\
 &= 50\% \times (1000 \text{ ml} - 400 \text{ ml}) \\
 &= 50\% \times 600 \text{ ml} \\
 &= \frac{50}{100} \times 600 = \mathbf{300 \text{ ml}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KL } 25\% &= 25\% \times (\text{KL} - (\text{KL} \times 40\%)) \\
 &= 25\% \times (1000 \text{ ml} - (1000 \text{ ml} \times 40\%)) \\
 &= 25\% \times (1000 \text{ ml} - 400 \text{ ml}) \\
 &= 25\% \times 600 \text{ ml} \\
 &= \frac{25}{100} \times 600 = \mathbf{150 \text{ ml}}
 \end{aligned}$$

Lampiran 4. Perhitungan konsentrasi Asam salisilat

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

Keterangan :

1. Asam salisilat 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 asam salisilat masing-masing sebanyak 300 ml.
3. Perhitungan jumlah asam salisilat yang dibutuhkan sebagai berikut :

- a. Asam salisilat 1 mM

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

Sehingga yang dibutuhkan 18 mg dalam 100 ml.

- b. Asam salisilat 1,5 mM

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

Sehingga yang dibutuhkan 27 mg dalam 100 ml.

- c. Asam salisilat 2 mM

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

Sehingga yang dibutuhkan 36 mg dalam 100 ml.

- Teepol surfaktan $0,5\% \times 100 \text{ ml} = 0,5/100 \times 100 = 0,5 \text{ ml}$

Lampiran 5. Dokumentasi kegiatan dan hasil penelitian



Lampiran 6. Gambar Alat dan Bahan yang digunakan**a. Alat-alat penelitian**

Timbangan Camry



Timbangan neraca analitik



Timbangan analitik berat basah



Hot plate and stirrer



Test tube stirrer



Centrifug



Waterbath



Spektrofotometer



Micropipet



Lemari es

a. Bahan-bahan penelitian

Benih bayam belang



Pupuk kompak

Polybag ukuran
30 x 30 cm

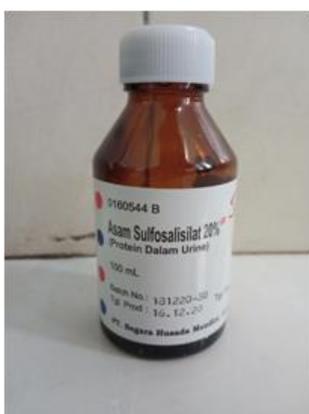
Asam asetat glacial



Alkohol 96%



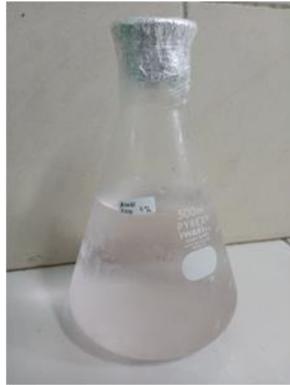
Asam Fosfat

Asam Sulfosalisilat
20%

Asam Salisilat



Asam Ninhidrin



Asam Ninhidrin 3%



Aquades



Ninhidrin 2 gr



Prolin Murni



Teepol Surfaktan



Toluene

Lampiran 7. Bukti Konsultas Skripsi



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN BIOLOGI
Jl.GajayanaNo.50Malang65144Telp./Faks.(0341)558933
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Nur Rahmi Widya Ningrum
NIM : 16620002
Program Studi : S1 Biologi
Semester : X / Tahun Ajaran 2020/2021
Pembimbing : Dr. Evika Sandi Savitri, M.P.
Judul Skripsi : Pengaruh Asam Salisilat (SA) Terhadap Pertumbuhan Dan Kandungan Prolin Bayam Belang (*Amaranthus tricolor* L.) Pada Kondisi Cekaman Kekeringan.

No.	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	30 Januari 2020	Konsultasi Judul	
2.	24 September 2020	Revisi Judul	
3.	05 Oktober 2020	Konsultasi BAB I, II dan III	
4.	08 Oktober 2020	Revisi BAB I, II dan III	
5.	12 Oktober 2020	ACC BAB I, II dan III	
6.	8 Maret 2021	Konsultasi BAB III	
7.	24 Mei 2021	Konsultasi BAB IV dan V	
8.	27 Mei 2021	Revisi BAB IV dan V	
9.	28 Mei 2021	ACC Naskah Skripsi	

Malang, 28 Mei 2021

Pembimbing Skripsi,

Dr. Evika Sandi Saitri, M.P
NIP. 197410182003122002



Ketua Program Studi

Dr. Evika Sandi Saitri, M.P
NIP. 197410182003122002



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

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

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Nur Rahmi Widya Ningrum
 NIM : 16620002
 Program Studi : Biologi
 Semester : X / Tahun Ajaran 2020/2021
 Pembimbing : Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I
 JudulSkripsi : Pengaruh Asam Salisilat (SA) Terhadap Pertumbuhan Dan Kandungan Prolin Bayam Belang (*Amaranthus tricolor L.*) Pada Kondisi Cekaman Kekeringan

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	30 September 2020	Konsultasi Integrasi BAB I dan II	
2.	01 Oktober 2020	ACC Integrasi BAB I dan II	
3.	24 Mei 2021	Konsultasi Integrasi BAB IV	
4.	25 Mei 2021	ACC naskah Skripsi	

Malang, 26 Mei 2021

Pembimbing Skripsi,

Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I
 NIPT. 20142011409

Ketua Program Studi



Dr. Evika Sandi Savitri, M. P.
 NIP. 197410182003122002

