

INDUKSI TUNAS DARI EKSPLAN BIJI DELIMA HITAM (*Punica granatum L.*) MENGGUNAKAN ZAT PENGATUR TUMBUH BA (*Benzil Adenin*) SECARA *IN VITRO* DENGAN TEKNIK TCL (*Thin Cell Layer*)

SKRIPSI

Oleh :

ADELA KHOIRU RIZQI

NIM. 15620033



JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM

MALANG

2019

INDUKSI TUNAS DARI EKSPLAN BIJI DELIMA HITAM (*Punica granatum L.*) MENGGUNAKAN ZAT PENGATUR TUMBUH BA (*Benzil Adenin*) SECARA *IN VITRO* DENGAN TEKNIK TCL (*Thin Cell Layer*)

SKRIPSI

Oleh :

ADELA KHOIRU RIZQI

NIM. 15620033

Diajukan Kepada:

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang

untuk Menemenuhi Salah Satu Persyaratan dalam

Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM

MALANG

2019

INDUKSI TUNAS DARI EKSPLAN BIJI DELIMA HITAM (*Punica granatum L.*) MENGGUNAKAN ZAT PENGATUR TUMBUH BA (*Benzil Adenin*) SECARA *IN VITRO* DENGAN TEKNIK TCL (*Thin Cell Layer*)

SKRIPSI

Oleh :

ADELA KHOIRU RIZQI

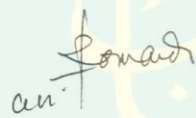
NIM. 15620033

telah diperiksa dan disetujui untuk diuji

tanggal : 6 November 2019

Pembimbing I

Pembimbing II



Suyono, M.P.
NIP.19710622 200 312 1 002




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

Mengetahui,

Ketua Jurusan Biologi




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

INDUKSI TUNAS DARI EKSPLAN BIJI DELIMA HITAM (*Punica granatum L.*) MENGGUNAKAN ZAT PENGATUR TUMBUH BA (*Benzil Adenin*) SECARA *IN VITRO* DENGAN TEKNIK TCL (*Thin Cell Layer*)

SKRIPSI

Oleh :

ADELA KHOIRU RIZQI

NIM. 15620033

telah dipertahankan

di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)

Tanggal 16 November 2019

Penguji Utama	: Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd NIP. 19630114 199903 1 00 1	(.....)
Ketua Penguji	: Ruri Siti Resmisari, M.Si NIP. 19790123201608012063	(.....)
Sekretaris Penguji	: Suyono, M.P NIP. 19710622 200312 1 002	(.....)
Anggota Penguji	: M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I NIPT. 20142011409	(.....)

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Biologi



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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Adela Khoiru Rizqi
NIM : 15620033
Jurusan : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Induksi Tunas dari Eksplan Biji Delima Hitam (*Punica granatum* L.) Menggunakan Zat Pengatur Tumbuh BA (*Benzil Adenin*) Secara *In Vitro* Dengan Teknik TCL (*Thin Cell Layer*)

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

Malang, 17 November 2019
Yang membuat pernyataan,



Adela Khoiru Rizqi
NIM. 15620033

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 pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.



**Induksi Tunas Dari Eksplan Biji Delima Hitam (*Punica granatum L.*)
Menggunakan Zat Pengatur Tumbuh BA (*Benzil Adenin*) Secara *In Vitro*
Dengan Teknik TCL (*Thin Cell Layer*)**

Adela Khoiru Rizqi, Suyono, M. Mukhlis Fahrudin

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh BA terhadap induksi tunas dari eksplan biji delima hitam (*Punica granatum L.*). Penelitian ini bersifat eksperimental, menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dan 4 ulangan. Terdapat satu faktor dalam penelitian ini yaitu konsentrasi BA meliputi 0 mg/l, 0,5 mg/l, 1 mg/l, 1,5 mg/l, 2 mg/l, 2,5 mg/l dan 3 mg/l. Analisis hasil pengamatan menggunakan ANAVA dengan $\alpha = 5 \%$, kemudian dilanjutkan dengan uji DMRT taraf signifikan 5% apabila terdapat pengaruh nyata terhadap variabel pengamatan. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh nyata pemberian BA terhadap induksi tunas delima hitam. Konsentrasi BA yang paling efektif untuk waktu muncul tunas adalah 1 mg/l dengan waktu 10,684 HST. Konsentrasi BA yang paling efektif untuk jumlah tunas adalah 2,5 mg/l dengan jumlah tunas 6,25 tunas per eksplan, dan konsentrasi BA yang paling efektif untuk tinggi tunas adalah 1 mg/L dengan tinggi tunas 6,23 cm.

Kata kunci : induksi tunas, BA, *Punica granatum L.*

Shoot Induction of Black Pomegranate (*Punica granatum L.*) Seed Explants Using Growth Regulatory Substances for BA (*Benzyl Adenine*) in Vitro with Thin Cells Layer (TCL) Technique

Adela Khoiru Rizqi, Suyono, M. Mukhlis Fahrudin

ABSTRACT

This research aims to determine the effect of BA on the shoot induction of black pomegranate (*Punica granatum L.*) seed explants. It was an experimental research, using Completely Randomized Design (CRD) with 7 treatments and 4 replications. One factor in this research was the concentration of BA included 0 mg / l, 0.5 mg / l, 1 mg / l, 1.5 mg / l, 2 mg / l, 2.5 mg / l and 3 mg / l. Analysis of observation used ANAVA with $\alpha = 5\%$, then it was proceeded with DMRT test of significance level 5% when there was a real influence on the observation variables. The result shows that there is a real effect of BA administration on the shoot induction of black pomegranate. The most effective BA concentration for shoot emergence period is 1 mg / l with 12 HST, the effective BA concentration for shoot number is 2.5 mg / l with 6,25 shoot in each explant, and the effective BA concentration for shoot height is 1 mg / l with shoot height 6,23 cm.

Keywords: shoot induction, BA, *Punica granatum L.*

التطعيم البرعمي من ساق بذور الرمان الأسود (*Punica granatum L.*) باستخدام مواد منشطة للنمو بنزيرل أدينين (*Benzil Adenin*) داخل الأنبوية (TCL) *Thin Cells Layer*

عادلة خير رزقي، سويونو، محمد مخلص فخر الدين

مستخلص البحث

يهدف هذا البحث إلى تحديد أثر بنزيرل أدينين على التطعيم البرعمي من ساق بذور الرمان الأسود (*Punica granatum L.*). هذا البحث من البحث التجريبي باستخدام التصميم العشوائي الكامل (RAL) مع سبعة العلاجات و أربعة إعادات. في هذا البحث عامل واحد وهو تركيزات بنزيرل أدينين التي تشمل 0 مغ/لتر، 0.5 مغ/لتر، 1 مغ/لتر، 1.5 مغ/لتر، 2 مغ/لتر، 2.5 مغ/لتر و 3 مغ/لتر. تم تحليل نتيجة الملاحظة باستخدام تحليل التباين في اتجاه واحد مع درجة $\alpha = 5\%$ ، ثم يليه اختبار دنكن ذو المدى المتعدد (DMRT) بالدرجة الأهمية 5% عندما وجد أثر حقيقي على متغيرات الملاحظة. وأشارت نتائج البحث إلى وجود أثر ملحوظ من إعطاء مواد منشطة للنمو بنزيرل أدينين على التطعيم البرعمي من بذور الرمان الأسود. أفضل تركيزات بنزيرل أدينين لوقت نمو البراعم هي 1 مغ/لتر في المدة 12 هسست، أفضل تركيزات بنزيرل أدينين لعدد البراعم هي 2,5 مغ/لتر بعدد البراعم 6,25 برعم لكل الساق، وأما أفضل تركيزات بنزيرل أدينين لطول البراعم فهي 1 مغ/لتر بطول البراعم 6,23 سم.

الكلمات الرئيسية: التطعيم البرعمي، بنزيرل أدينين، الرمان الأسود (*Punica granatum L.*)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh.

Alhamdulillah, penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan rangkaian penyusunan skripsi dengan judul **“Induksi Tunas dari Eksplan Biji Delima Hitam (*Punica granatum L*) Menggunakan Zat Pengatur Tumbuh BA (*Benzil Adenin*) Secara In Vitro Menggunakan Teknik TCL (*Thin Cell Layer*)”**.

Sholawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW. Sang revolusioner pembawa cahaya terang bagi peradaban, salah satunya adalah melalui pendidikan yang senantiasa berlandaskan keagungan moral dan spiritual.

Penulis juga mengucapkan terima kasih seiring do'a dan harapan kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Abdul Haris, M.Ag, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Romaidi, M.Si., D.Sc, selaku ketua Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Suyono, M.P, dan M. Mukhlis Fakhruddin, M.S.I selaku dosen pembimbing utama dan dosen pembimbing agama, yang senantiasa memberikan pengarahan, nasehat, dan motivasi dalam penyelesaian skripsi.
5. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P, selaku dosen wali yang senantiasa memberikan pengarahan dan nasehat.
6. Segenap Dosen dan Sivitas Akademika Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

7. Kedua orang tua penulis, Bapak Suwono dan Ibu Saropah yang senantiasa memberikan kasih sayang, do'a, serta dorongan semangat menuntut ilmu kepada penulis selama ini.
8. Laboran dan staff administrasi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
9. Semua pihak yang tidak dapat dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah emberikan sumbangan pemikiran, do'a dan semangat hingga terselesaikannya skripsi ini.

Semoga Allah SWT memberikan balasan atas bantuan dan pemikirannya. Sebagai akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca. *Amin Allahumma Amiin*

Wassalamu 'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh.

Malang, 07 November 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
HALAMAN PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
البحث	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Hipotesis	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Batasan Masalah	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Delima Hitam (<i>Punica granatum L.</i>).....	7
2.1.1 Delima Hitam dalam Perspektif Islam.....	7
2.1.2 Delima Hitam.....	9
2.1.3 Kandungan Fitokimia dan Manfaat Delima	11
2.2 Kultur Jaringan Tumbuhan	12
2.2.1 Pengertian Kultur Jaringan	12
2.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Kultur Jaringan.....	12
2.3 BA dalam Induksi Tunas Secara <i>In Vitro</i>	14
2.4 Induksi Tunas.....	15
2.5 Thin Cell Layer (TCL).....	16
BAB III. METODE PENELITIAN	
3.1 Rancangan Penelitian.....	18
3.2 Waktu dan Tempat.....	18
3.3 Alat dan Bahan.....	18
3.3.1 Alat	18
3.3.2 Bahan	19
3.4 Prosedur Penelitian	19
3.4.1 Sterilisasi Ruang Tanam	19
3.4.2 Sterilisasi Alat.....	19

3.4.3 Pembuatan Media	19
3.4.4 Tahap Induksi Tunas.....	20
3.5 Pengamatan dan Pengambilan Data.....	21
3.5.1 Data Kuantitatif	21
3.6 Analisis Data.....	21
3.7 Desain Penelitian	23
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengaruh BA Terhadap Waktu Muncul Tunas Delima Hitam	24
4.2 Pengaruh BA Terhadap Jumlah Tunas Delima Hitam.....	26
4.3 Pengaruh BA Terhadap Tinggi Tunas Delima Hitam.....	30
4.4 Dialog Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam	33
BAB V. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN.....	45

DAFTAR TABEL

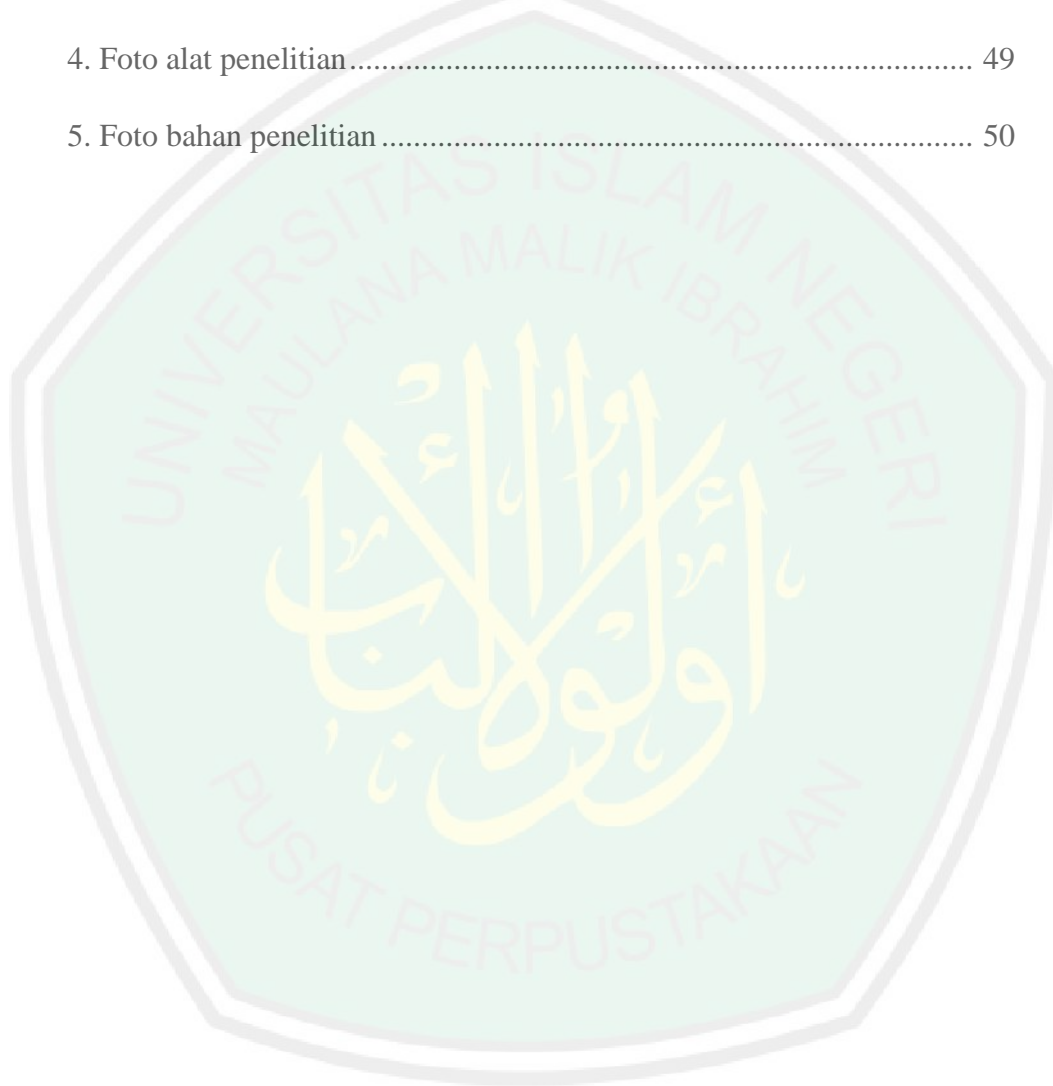
Tabel	Halaman
4.1 Hasil ANAVA pengaruh BA terhadap waktu muncul tunas delima	24
4.2 Hasil DMRT 5% pengaruh BA terhadap waktu muncul tunas delima	25
4.3 Hasil ANAVA pengaruh BA terhadap jumlah tunas delima	27
4.4 Hasil DMRT 5% pengaruh BA terhadap jumlah tunas delima.....	27
4.5 Hasil ANAVA pengaruh BA terhadap tinggi tunas delima.....	30
4.6 Hasil DMRT 5% pengaruh BA terhadap tinggi tunas delima.....	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Delima hitam.....	10
2.2 Struktur kimia BA.....	15
3.1 Desain penelitian.....	23
4.1 Hasil analisis regresi pengaruh BA terhadap waktu muncul tunas	26
4.2 Pengaruh BA terhadap jumlah tunas delima hitam.....	28
4.3 Hasil analisis regresi pengaruh BA terhadap jumlah tunas.....	30
4.4 Pengaruh BA terhadap tinggi tunas delima hitam	32
4.5 Hasil analisis regresi pengaruh BA terhadap jumlah tunas.....	33

DAFTAR LAMPIRAN

1. Data hasil pengamatan	45
2. Hasil ANAVA dan DMRT 5%	46
3. Perhitungan dan Pengambilan larutan stok BA	48
4. Foto alat penelitian.....	49
5. Foto bahan penelitian.....	50



DAFTAR SINGKATAN

Simbol / Singkatan	Keterangan
ANOVA	Analisis Varian
Atm	atmosfer
BA	Benzil Adenin
BAP	Benzil Amino Purin
cm	centimeter
°C	Derajat Celcius
DNA	Deoxyribo Nukleid Acid
DMRT	Duncan Multiple Range Test
g	gram
G1	Gap 1
G2	Gap 2
HCl	Asam Klorida
HST	Hari Setelah Tanam
IAA	Indole Asetic Acid
IBA	Indole-3-Butryc Acid
L	Liter
LAF	Laminar Air Flow
LDL	Low Density Lipoprotein
mg	miligram
mL	miliLiter
mRNA	messenger-RNA
MS	Murashige Skoog
NAA	Naphttalene Acetic Acid
NaOH	Natrium Hidroksida
pH	power of Hidrogen
RAL	Rancangan Acak Lengkap

RNA	Ribo Nukleid Acid
S	Sintesis
TCL	Thin Cell Layer
TDZ	Thidiazuron
UV	Ultraviolet
Mg	miligram
ZPT	Zat Pengatur Tumbuh
2,4 D	Asam 2,4-Diklorofenoksiasetat



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia sebagai salah satu negara dengan megabiodiversitas dunia, mempunyai tidak kurang dari 25.000 spesies tumbuhan yang merupakan 10 % dari total spesies yang ada di dunia (Zuhud, 2001). Dari sejumlah spesies tersebut telah banyak yang dimanfaatkan oleh masyarakat kita untuk memenuhi berbagai kebutuhan hidup diantaranya sebagai tanaman obat.

Penggunaan obat herbal merupakan pembuktian bahwa segala macam tumbuhan yang diciptakan Allah memiliki nilai guna bagi makhluk-Nya. Allah telah menjelaskan di dalam surah 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?” (Q.S Asy-Syu'ara:7).

Penjelasan dari surah Asy-Syu'ara ini adalah mengenai ciptaan Allah berupa tumbuhan yang baik. Baik memiliki makna bahwa Allah menciptakan tumbuhan tersebut bersama dengan manfaatnya dapat mendatangkan kebaikan bagi makhluk-Nya. Berbagai macam tumbuhan baik yang Allah ciptakan salah satunya adalah delima.

Delima (*Punica granatum* L.) merupakan tanaman yang bisa dimanfaatkan untuk bahan obat-obatan. Menurut Deepika (2010), Delima adalah tanaman asal daerah Iran, dan banyak dibudidayakan di wilayah mediterania yang memiliki iklim tropis maupun subtropis. Tanaman delima banyak di tanam di India, Cina Selatan, Malaysia, Amerika Serikat dan Asia tenggara. Delima dapat digolongkan menjadi 3 varietas berdasarkan macam warnanya, yaitu delima hitam (ungu), delima putih, dan delima merah. Delima merah lebih mudah ditemui di pasaran dan di pekarangan rumah sebagai tanaman hias, sedangkan delima hitam dan putih jarang dijumpai. Terlebih menurut IUCN delima hitam menjadi tanaman kategori “*least concern*”

atau terancam punah dan kurang dikenal masyarakat. Hal ini dikarenakan rasa dari buah delima hitam dan putih cenderung lebih sepat dibandingkan dengan delima merah yang manis dan segar.

Delima hitam lebih banyak digunakan sebagai tanaman obat dikarenakan kandungannya yang lebih kompleks jika dibanding dengan kedua varietas delima yang lain. Ardekani (2011) meneliti tentang kandungan flavanoid dan fenolik dari sampel kulit delima hitam, delima merah dan delima putih. Hasil dari penelitiannya menyebutkan bahwa sampel kulit delima hitam mengandung total flavanoid dan fenolik tertinggi yaitu sebesar 36,40 mg/g dan 250,13 mg/g, Sedangkan pada delima merah yaitu 34,71 mg/g dan 216,74 mg/g, serta pada delima putih 28,30 mg/g dan 98,24 mg/g. Berdasarkan penjelasan dari Boggia (2016) delima hitam memiliki kandungan antioksidan sehingga sering digunakan sebagai bahan obat. Selain antioksidan, senyawa fitokimia lain yang terkandung di dalamnya yaitu hidrolisis antosianin, tannin yaitu ellagitanin, polifenol dan flavanoid. Li (2006) menambahkan delima juga mengandung vitamin C, B1, B2, provitamin A, mineral besi dan potasium, dan juga gula. Senyawa fitokimia tersebut terdapat hampir diseluruh bagian tanaman delima. Adhami (2012) menyatakan bahwa buah delima dapat digunakan untuk pengobatan bronkitis, tekanan darah, inflamasi, kanker, dan disentri. Menurut bhowmik (2013) buah delima juga bermanfaat untuk menurunkan resiko penyakit jantung, oksidasi LDL, mengobati sakit mata, mencerahkan kulit, mengencangkan payudara dan menghentikan pendarahan hidung dan gusi.

Perbanyakan tanaman delima secara konvensional mengalami berbagai kendala. Soukhak (2010) dan Soni (2016) menyatakan bahwa perbanyakan secara vegetatif dengan stek tunas dan cangkok kurang efisien karena membutuhkan bahan tanam yang banyak, sementara kesediaan (populasi) tanaman terbatas, dan belum dapat dipastikan tanaman dapat bebas dari penyakit. Selain itu, perbanyakan tanaman secara generatif memiliki kekurangan yaitu rendahnya viabilitas biji delima hitam, banyaknya biji yang tidak memiliki embrio atau embrio yang kecil, dan waktu berkecambah biji yang lama. Oleh karena itu diperlukan metode perbanyakan alternatif yang lebih efektif yakni melalui kultur jaringan.

Kultur jaringan adalah teknik perbanyakan dengan menggunakan bagian dari tanaman mulai dari sel hingga organ untuk kemudian dikembangkan dalam media yang aseptik sehingga akan tumbuh menjadi tanaman baru dengan organ yang lengkap (Karjadi, 2016). Metode ini efektif dalam penyediaan bibit tanaman dalam jumlah banyak, seragam, bebas dari penyakit, tidak membutuhkan lahan yang luas, dan waktu yang dibutuhkan relatif singkat.

Penelitian ini menggunakan metode organogenesis dari eksplan biji delima hitam (*Punica granatum* L). Alasan digunakannya biji karena sterilisasinya lebih mudah dan tingkat kontaminasi rendah, selain itu pada biji mengandung hormon-hormon yang lengkap dan pada buah delima sendiri memiliki jumlah biji yang cukup banyak sehingga lebih efisien. Delima hitam memiliki biji yang berkulit keras dan ukuran embrio yang kecil sehingga untuk menumbuhkan tunas digunakan teknik *Thin Cell Layer* (TCL). Menurut Yulianti (2017) Metode TCL merupakan metode mikropropagasi menggunakan irisan eksplan tipis (0,1 - 0,5 mm) metode ini memiliki keunggulan lebih cepat dan sederhana untuk proliferasi tunas. Teknik ini dapat digunakan pada tanaman yang memiliki biji relatif besar dan kulit biji lunak sehingga dapat diiris dengan mudah. Biji delima hitam yang berkulit keras dan ukuran embrio yang kecil dipotong menjadi dua bagian sebagai bentuk dari teknik TCL. Dengan dilakukannya metode ini diharapkan mampu menginduksi tunas dari biji dengan waktu yang singkat.

Zat pengatur tumbuh adalah salah satu faktor utama dalam keberhasilan teknik kultur jaringan. Pada teknik kultur jaringan ada dua jenis hormon yang biasa digunakan yaitu jenis auksin dan sitokinin. Konsentrasi auksin dan sitokinin sangat menentukan pertumbuhan eksplan. Srivastava (2002) menyebutkan bahwa auksin berperan dalam inisiasi akar, diferensi jaringan, menghambat proses penuaan daun dan pertumbuhan batang. Davies (2004) menyebutkan bahwa sitokinin memiliki fungsi dalam proses pembentukan tunas, penghilang pengaruh dominasi apikal dan multiplikasi tunas aksilar. Gaba (2005) menambahkan bahwa jika konsentrasi auksin tinggi dengan sitokinin yang rendah akan menginduksi pembentukan akar. Konsentrasi auksin dan sitokinin yang sama akan menginduksi kalus pada tanaman

dikotil, dan konsentrasi sitokinin yang lebih tinggi dari auksin akan menginduksi pembentukan tunas adventif dan produksi tunas aksilar.

Salah satu jenis sitokinin yang digunakan pada penelitian ini adalah BA (*Benzil Adenin*). Menurut Silva (2012) BA (*Benzil Adenin*) adalah nama lain dari BAP (*Benzil Amino Purin*) dan keduanya memiliki struktur kimia juga fungsi yang sama untuk pertumbuhan tunas. Berdasarkan penelitian pendahuluan penambahan sitokinin (BA) dan auksin (NAA) konsentrasi 0,5 mg/l – 3 mg/l pada delima hitam (*Punica granatum* L.) dapat menginduksi kalus dengan waktu 42 HST. Kemudian penambahan sitokinin (BA) saja tanpa penambahan auksin dengan konsentrasi 0,5 mg/l - 3 mg/l mampu menginduksi tunas dari biji delima hitam (*Punica granatum* L.) dengan kurun waktu 14 HST. Adanya penelitian pendahuluan tersebut menunjukkan bahwa pada delima hitam terkandung auksin endogen yang cukup untuk menginduksi tunas delima, sehingga hanya perlu di tambah sitokinin eksogen saja.

Beberapa penelitian terkait induksi tunas yaitu pada penelitian Rasud (2015) pada jeruk manis (*Citrus sinensis* L.) dengan penambahan BAP 1 mg/l menunjukkan rata-rata jumlah tunas tertinggi yaitu 2,12 tunas per eksplan. Penelitian Kristina (2009) BAP 1 mg/l dan NAA 0,5 mg/l merupakan konsentrasi terbaik untuk menginduksi tunas tabat barito (*Ficus deltoidea*). Penelitian Devidas (2017), BAP 3 mg/l merupakan konsentrasi terbaik untuk multifikasi tunas delima (*Punica granatum* L.) dari eksplan nodus. Penelitian Parmar (2013) BAP 2 mg/l dan NAA 1,5 mg/l menunjukkan hasil jumlah tunas terbaik yaitu 68,21 % jumlah tunas pada delima (*Punica granatum* L. cv Khandari Kabuli) eksplan hipokotil. Penelitian Manjitha (2018) pemberian BAP 3 mg/l dan NAA 0,5 mg/l merupakan konsentrasi terbaik untuk menginduksi tunas dari kalus delima (*Punica granatum* L.).

Berdasarkan uraian di atas dapat diketahui pentingnya penyediaan tunas delima hitam untuk tujuan perbanyak dan peluang dibidang pengobatan. Maka, dalam penelitian ini digunakan BA berbagai konsentrasi untuk menginduksi tunas delima hitam (*Punica granatum* L.) melalui kultur jaringan secara *in vitro*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh BA terhadap waktu muncul tunas delima hitam (*Punica granatum L.*) ?
2. Bagaimana pengaruh BA terhadap jumlah tunas delima hitam (*Punica granatum L.*) ?
3. Bagaimana pengaruh BA terhadap tinggi tunas delima hitam (*Punica granatum L.*) ?

1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh BA terhadap waktu muncul tunas delima hitam (*Punica granatum L.*)
2. Mengetahui pengaruh BA terhadap jumlah tunas delima hitam (*Punica granatum L.*)
3. Mengetahui pengaruh BA terhadap tinggi tunas delima hitam (*Punica granatum L.*)

1.4 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah :

1. Terdapat pengaruh pemberian BA terhadap waktu muncul tunas delima hitam (*Punica granatum L.*)
2. Terdapat pengaruh pemberian BA terhadap jumlah tunas delima hitam (*Punica granatum L.*)
3. Terdapat pengaruh pemberian BA terhadap tinggi tunas delima hitam (*Punica granatum L.*)

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan bibit delima hitam yang berkualitas baik dalam waktu yang relatif singkat.
2. Memberikan informasi tentang pemberian zat pengatur tumbuh yang paling optimal untuk menginduksi tunas delima hitam (*Punica granatum L.*)

3. Sebagai alternatif perbanyakkan delima hitam (*Punica granatum L.*) melalui tunas hasil kultur secara *in vitro*.
4. Memberikan inspirasi dalam melakukan penelitian lebih lanjut tentang budidaya delima hitam.
5. Memberikan nilai lebih terkait perekonomian masyarakat dengan menjual hasil panen delima hitam dengan kualitas yang baik

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Eksplan biji yang digunakan adalah biji yang tidak terlalu muda dengan ciri biji bewarna putih dengan tekstur biji yang tidak terlalu keras dan terdapat dari buah yang berukuran sedang.
2. Media dasar yang digunakan adalah media dasar Murashige dan Skoog (MS)
3. Konsentrasi BA yang digunakan 0 mg/l, 0,5 mg/l, 1 mg/l, 1,5 mg/l, 2 mg/l, 2,5 mg/l dan 3 mg/l
4. Parameter pada penelitian ini yaitu : waktu muncul tunas, jumlah tunas, dan tinggi tunas
5. Teknik yang digunakan adalah TCL (*Thin Cell Layer*)
6. Analisis data menggunakan analisis varian (ANOVA) kemudian dilanjutkan dengan analisis *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5%, kemudian dilakukan analisis regresi untuk mengetahui konsentrasi BA yang paling optimal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Delima Hitam (*Punica granatum L.*)

2.1.1 Delima Hitam (*Punica granatum L.*) dalam Prespektif Islam

Allah SWT. Berfirman dalam Al-Qur'an surat Asy-Syuara ayat 7 :

أَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ۝

Artinya : “Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakan banyaknya Kami tumbuhkan dibumi itu berbagai macam tumbuhan yang baik ?”

Arti dari kata “Kami tumbuhkan dibumi itu berbagai macam tumbuhan yang baik” adalah bukti adanya petunjuk yang jelas adanya kekuasaan Allah di muka bumi. Allah telah menciptakan tumbuhan yang beraneka ragam dan memiliki berbagai manfaat. Tumbuhan yang memiliki berbagai macam manfaat salah satunya adalah delima hitam

Delima adalah buah yang dituliskan di dalam Al-Qur'an dan merupakan buah-buahan surga, Allah berfirman dalam surat Ar-Rahman ayat 68 :

فِيهِمَا فَاكِهَةٌ وَنَخْلٌ وَرُمَّانٌ ۝

Artinya : “ Di dalam keduanya (Surga) ada macam-macam buah-buahan kurma dan delima ”

Berdasarkan ayat tersebut buah delima disebut sebagai salah satu buah-buahan yang terdapat di dalam surga. Mengonsumsi buah delima dapat bermanfaat untuk kesehatan tubuh, karena buah delima banyak mengandung zat gula sehingga baik untuk kebutuhan energi, selain itu delima juga mengandung berbagai senyawa seperti zat antioksidan yang dapat digunakan sebagai anti inflamasi, kanker, disentri, tekanan darah dan juga bronkitis. Selain itu menurut Stimela (2019), buah delima juga kaya akan vitamin A dan C. Bagian tanaman yang lain seperti bunga, daun dan kulit kayu mengandung fitokimia yang bermanfaat untuk anti mikroba. Buah delima jika dikonsumsi secara teratur juga dapat memperlancar pencernaan.

Allah SWT menciptakan segala sesuatunya pasti memiliki maksud dan tujuan. Hal ini termaktub pada surat Ali- Imran ayat 191, yang artinya “*Allah menciptakan yang ada di bumi ini tidak ada yang sia-sia*”. Seperti halnya Allah telah menciptakan delima yang memiliki kandungan dan manfaat yang besar, sehingga dengan sifat Allah yang Maha Pengasih, manusia dapat menggunakan ciptaan Allah yaitu delima untuk tujuan konsumsi dan pengobatan. Besar kegunaan buah delima menjadikan permintaan masyarakat terhadap buah ini tinggi, sehingga diperlukan stok yang memadai dan kualitas buah yang baik.

Allah telah membekali manusia akal dan fikiran sebagai perwujudan bahwa manusia berperan sebagai *Khalifah* yang memiliki kewajiban di bumi untuk menjaga, mengatur dan melestarikannya. Sehingga, adanya pemberian Allah berupa akal dan fikiran tersebut, manusia dapat mewujudkan kemaslahatan umat dan juga dapat menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang ada di bumi. Seperti permasalahan kurangnya persediaan buah delima karena permintaan pasar yang tinggi.

Manusia yang ditugaskan sebagai *Khalifah*, haruslah memiliki kepedulian dan tanggung jawab terhadap alam sekitarnya. Tanggung jawab tersebut dapat diaplikasikan dengan mencari solusi terhadap permasalahan yang ada mengenai persediaan bibit delima yang kurang, Salah satu caranya yaitu dengan melakukan perbanyakan melalui kultur jaringan. Hal tersebut sesuai dengan firman Allah dalam surat Al-An’am ayat 95 :

إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَى ۖ يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ الْمَيِّتِ مِنَ الْحَيِّ ۚ ذَٰلِكُمْ اللَّهُ ۗ فَأَنَّى تُؤْفَكُونَ ﴿٩٥﴾

﴿الأنعام: ٩٥﴾

Artinya : “*Sesungguhnya Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan. Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup. (yang memiliki sifat-sifat) demikian ialah Allah, maka mengapa kamu masih berpaling?*”

Delima menggunakan biji sebagai cara perbanyakan secara konvensional. Hal ini telah Allah jelaskan dalam firmanNya pada surat Al-An’am diatas. Pada kalimat “*Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati*” ini merupakan bentuk

dari pengaplikasian metode kultur jaringan tumbuhan. Prinsip dalam kultur jaringan yang digunakan yaitu dengan memperbanyak atau menumbuhkan tanaman dari bagian organ tanaman yang tidak utuh untuk ditumbuhkan menjadi tanaman yang utuh dan lengkap atas izin Allah SWT.

2.1.2 Delima Hitam (*Punica granatum L.*)

Klasifikasi tanaman Delima Hitam (*Punica granatum L.*) menurut Bhowmik (2013) :

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Myrtales
Family : Lythraceae
Genus : Punica
Spesies : *Punica granatum L.*

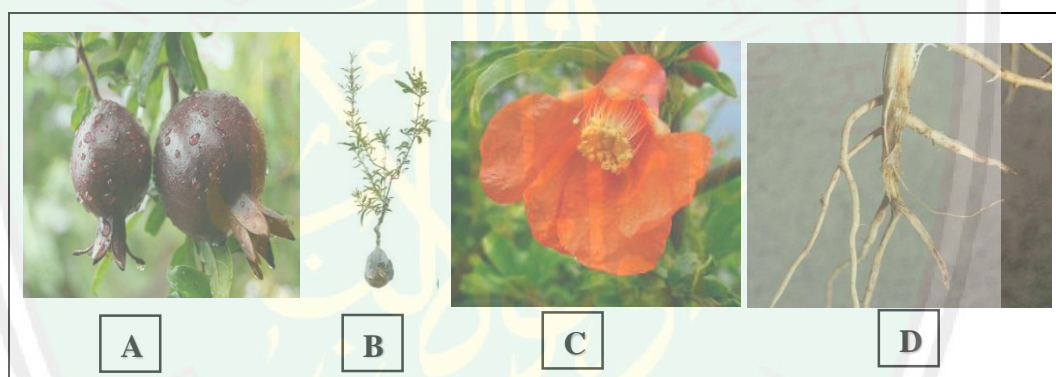
Delima biasanya di tanam oleh masyarakat sebagai tanaman hias. Selain itu delima juga ditanam untuk kepentingan konsumsi, dan sebagai obat dari macam penyakit. Delima merupakan tumbuhan dari Persia. Akan tetapi, sekarang delima telah tersebar keseluruh dunia mulai dari daerah tropik hingga daerah subtropik. Heber dan Schulman (2006) menyatakan bahwa delima dibawa pedagang masuk ke Indonesia pada tahun 1416. Di Indonesia sebutan nama delima berbeda-beda, masyarakat Jawa menyebutnya gangsalan, di Aceh disebut glima, di Gayo disebut glineu mekah, di Madura dan Sunda disebut dhalima, suku sasak menyebutnya teliman, dan oleh suku melayu (Sumatra) disebut delima. Tanaman se-famili dengan delima yaitu *Lythrum salicaria* dan *Lawsonia inermis*.

Delima memiliki perawakan perdu atau pohon kecil dengan tinggi kurang lebih 5 meter. Delima adalah tanaman tahunan. Batangnya berkayu keras, tumbuh

tegak lurus, dan memiliki percabangan yang ditumbuhi duri. Delima memiliki Akar tunggang dan sistem perakarannya cukup dalam (Rahmat, 2003).

Daun delima bewarna hijau muda sampai hijau tua, bentuk daun lonjong, pangkal daun lancip, ujung daunnya tumpul, tulang daunnya kategori menyirip, tepi daun rata, dan permukaan daun mengkilap. Daun delima memiliki kisaran lebar 0,5-2,5 cm panjang 1-9 cm dan. Perbanyakan konvensional dapat dilakukan stek, cangkok, dan tunas akar (Budka, 2008).

Delima memiliki bunga tunggal dan tangkai bunga pendek, biasanya terletak secara terminal yaitu pada ujung ranting, jumlahnya berkisar 1-5, dan berbunga sepanjang tahun. Bunga delima warnanya putih, merah dan hitam (ungu) (Budka, 2008). Macam warna bunga tersebut akan menentukan warna buah delima.



Gambar 2.1. Delima Hitam (*Punica granatum* L.) : (A) buah, (B) tanaman, (C) bunga, (D) akar (William, 2015)

Delima memiliki buah yang berbentuk buni, diameter buahnya berkisar 5cm sampai dengan 12 cm, berat buah kurang lebih 100 gram sampai dengan 300 gram (Budka, 2008). Rahmat (2003) menambahkan bahwa buah delima terletak bergelantungan dalam tandan. Daging dari buah delima adalah arilus atau lapisan yang mengelilingi biji. Sehingga, delima dapat dimakan (dikonsumsi) buah dengan bijinya. Warna kulit buah bermacam-macam yaitu putih, merah dan hitam (ungu).

Biji delima ada yang berbentuk pipih dan juga oval. Al Najjar (2013) menyatakan bahwa biji delima terletak menggerombol di dalam dan di bagian luarnya dilindungi oleh kulit yang keras dan tebal. Apabila delima matang maka

kulit luar yang keras dan tebal tersebut akan pecah dengan sendirinya. Sehingga akan terlihat di dalamnya terdapat 8 sekat dan terdapat biji beserta daging buah (arilus) yang biasanya dikonsumsi. Arilus ini berwarna bening sedikit merah, rasanya segar dan sedikit masam.

2.1.3 Kandungan Fitokimia dan Manfaat Delima (*Punica granatum L. Var.*)

Delima memiliki kandungan fitokimia yang terdapat pada hampir diseluruh bagian tanaman. Menurut Setiawati (2014), pada bagian buah nya mengandung polifenol (kandungan terbesar pada buah 3 kali lebih banyak dari kandungan teh hijau). Polifenol ini adalah flavanoid (antosianin dan flavanol), tanin yang terkondensasi (protoantosianidin), tanin terhidrolisa (ellagitannin yaitu gallotannin dan punicalagin) (Li, 2006). Kandungan gizi pada buah delima yaitu vitamin C (mencapai 17 % dari kebutuhan harian per-100 gr), vitamin B1 dan B2, provitamin A (karotenoid), mineral besi dan potasium, serta kandungan gula seperti gula mentol pada air buah delima.

Kulit buah delima mengandung senyawa fitokimia flavon, antosianidin, dan punikalagin fenol. Selain itu juga mengandung asam tanic, yang berfungsi sebagai unsur pengontrol (Sayyid, 2011). Santoso (1998) menambahkan bahwa pada kulit batang dan kulit akar delima mengandung zat penyamak dan senyawa alkaloid seperti tanin, pelletierin, isoquerticin, betulic acid, granatin, resin, triterpenoid, pati dan kalsium okslat. Menurut Oci (2014) kandungan tanin, alkaloid, sulfur dan peroxidase, serta kalsium oksalat terdapat pada organ daun delima. Pada bunga delima mengandung asam galat dan asam ursolat (Setiawati, 2014).

Delima pada seluruh bagian tanamannya jika dikonsumsi memiliki berbagai macam manfaat. Basyier (2011) menyatakan bahwa pada kulit buah delima dapat digunakan untuk obat diare, obat cacing, ambeien, disentri, muntah darah, nyeri pada lambung, radang tenggorokan, pendarahan pada rahim, dan keputihan pada organ intim wanita. Selain itu, bunga delima jika dikonsumsi bermanfaat untuk mengobati gusi.

Menurut Bhowmik (2013), Buah delima bermanfaat untuk menurunkan faktor resiko penyakit jantung, oksidasi LDL, dan formasi sel foam. Sari buahnya berguna untuk anti kanker, mengobati sakit kerongkongan, sakit mata, mencerahkan kulit, mengencangkan payudara, dan untuk menghentikan pendarahan hidung dan gusi. Biji delima dapat bermanfaat untuk mencegah pembekuan trombosit. Dalimartha (2003) menambahkan bahwa delima dapat digunakan sebagai sumber antioksidan dan pencegah kolesterol

2.2 Kultur Jaringan Tumbuhan

2.2.1 Pengertian Kultur Jaringan

Kultur jaringan tumbuhan adalah suatu cara mengembangbiakkan bagian tumbuhan, dapat berupa jaringan atau organ yang dilakukan secara aseptik dalam media *in vitro* (Yusnita, 2003). Kegunaan teknik kultur jaringan antara lain: mampu menghasilkan bibit tanaman secara cepat dengan jumlah banyak, mampu menghasilkan tanaman yang sifatnya sama dengan induk, tanaman hasil kultur jaringan dapat bebas dari patogen maupun cendawan, dan dapat memperoleh bibit-bibit baru dengan kualitas yang unggul (Harahap, 2014).

Prinsip dasar kultur jaringan adalah totipotensi sel. Menurut Yulianti (2010), Sifat dari totipotensi sel adalah tiap-tiap organ dan sel suatu tumbuhan mampu tumbuh dan berkembang menjadi tumbuhan yang lengkap. Azriati (2010) menambahkan bahwa jaringan tanaman yang dipotong dan digunakan sebagai eksplan kultur akan dapat melakukan pembelahan sel, perbesaran sel, dan perpanjangan sel, sehingga hasil akhirnya adalah terbentuknya organ seperti akar, dan tunas.

2.2.2 Faktor Yang Mempengaruhi Kultur Jaringan

Keberhasilan dalam kultur jaringan (*in vitro*) dipengaruhi oleh beberapa faktor. Menurut Gunawan (1995) faktor tersebut adalah faktor media, eksplan, cara sterilisasi, zat pengatur tumbuh (ZPT), dan faktor lingkungan. Media kultur adalah salah satu faktor yang mempengaruhi hasil dari kultur jaringan. Menurut Wetter (1991), komposisi media yang baik yaitu mengandung makro nutrient,

mikro nutrient, garam mineral, sumber karbon seperti gula, vitamin, dan zat pengatur tumbuh.

Faktor selanjutnya adalah eksplan. Zulkarnain (2009) menjelaskan bahwa eksplan adalah potongan dari suatu tanaman yang akan digunakan untuk proses perbanyakan *in vitro*. Terdapat beberapa jenis eksplan yang ditanam dalam kultur jaringan yaitu meristem, embrio, akar, kalus, dan tunas. Eksplan yang digunakan pada kultur meristem berupa potongan tunas yang kecil, dan beberapa primordia daun. Tujuan dari teknik ini adalah mendapatkan tanaman yang terhindar dari virus. Kemudian kultur menggunakan embrio (biji), George (1993) menyebutkan bahwa pada kultur biji menggunakan embrio yang telah dipisahkan dari kulitnya, embrio yang telah ditanam akan menghasilkan satu tanaman untuk satu eksplan yang ditanam. Kultur ini akan membantu mempercepat produksi benih dari benih yang mempunyai masa dormansi panjang.

Faktor selanjutnya yaitu sterilisasi. Sterilisasi berguna untuk membersihkan eksplan dan alat dari berbagai sumber kontaminasi, baik debu dan mikroorganisme. Kontaminasi yang berlangsung lama dan tidak ditangani akan menyebabkan tanaman mati karena tertutupi oleh pertumbuhan jamur maupun bakteri.

Selain eksplan dan sterilisasi, faktor lain yang mempengaruhi keberhasilan kultur adalah faktor Zat Pengatur Tumbuh (ZPT). Wattimena (1992) menyatakan bahwa suatu senyawa aktif pada konsentrasi yang kecil mampu mempengaruhi morfologi dan fisiologi suatu tumbuhan dinamakan zat pengatur tumbuh (ZPT). Gunawan (1998) menambahkan bahwa kategori jenis zat pengatur tumbuh yang memiliki peran utama pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman adalah auksin dan sitokinin. Interaksi antara hormon endogen dalam tanaman dan penambahan zat pengatur tumbuh (ZPT) akan mempengaruhi arah perkembangan tanaman yang merupakan suatu keberhasilan teknik kultur jaringan.

Auksin merupakan hormon yang bekerja untuk pemanjangan sel, dan memacu pemanjangan akar. Salisbury (1995), menyatakan bahwa hormon auksin

memili fungsi yang penting terkait pemanjangan sel pada bagian ujung tanaman yang bersifat meristematis (pucuk). NAA (*Napthalene Asetic Acid*) dan IAA (*Indole Asetic Acid*) adalah kategori auksin sintetik. Jenis auksin yang biasanya dipakai untuk media kultur adalah 2,4-D, IAA, NAA, dan IBA (George,2008). Sitokinin adalah kategori hormon yang berguna untuk pertumbuhan tunas, pembelahan sel, peningkatan klorofil pada daun, morfogenesis, dan berguna untuk memperlambat proses penuaan daun. Menurut Gunawan (1998) kinetin dan zeaatin merupakan jenis sitokinin alami. Wattimena (1992) menambahkan bahwa jenis sitokinin sintetik diantaranya BAP (*Benzil Amino Purin*) atau BA (*Benzil Adenin*).

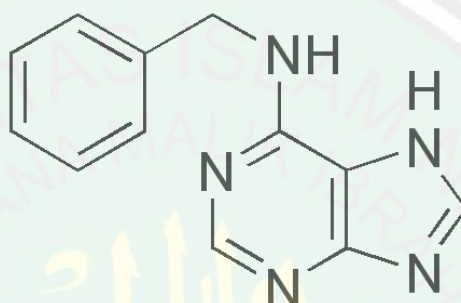
Lingkungan termasuk faktor yang mempengaruhi keberhasilan kultur jaringan. Faktor lingkungan tersebut akan mempengaruhi tahapan diferensi sel dan juga pertumbuhan sel tanaman. Faktor lingkungan itu meliputi pH, cahaya, temperatur, dan kelembapan. Tanaman yang diperbanyak melalui kultur jaringan hanya dapat mentoleransi pH antara 5,0 - 6,0. Jika pH media dibawah 5,0 dapat ditambahkan dengan NaOH dan jika terlalu basa (diatas 6,0) dapat ditambahkan HCl (Gunawan, 1995).

2.3 BA dalam Induksi Tunas Secara *In Vitro*

BA (*Benzil Adenin*) adalah zat pengatur tumbuh golongan sitokinin yang sering digunakan untuk perbanyak tunas aksilar karena memiliki efektifitas yang tinggi. Pengaruh fisiologis BA pada tanaman yaitu dapat memacu pembelahan sel dan pembentukan organ, menunda penuaan, memacu perkembangan tunas samping tumbuhan dikotil, memacu pembelahan pada kotiledon, dan daun tumbuhan dikotil (Salisbury dan Ross, 1995).

BA (*Benzil Adenin*) merupakan turunan dari *adenin*. Silva (2012) telah mengkonfirmasi bahwa BA (*Benzil Adenin*) dan BAP (*Benzil Amino Purin*) adalah satu kesatuan yang sama, dalam hal ini BA adalah nama lain dari BAP. BA atau BAP memiliki fungsi dalam perkembangan eksplan yaitu pembentukan tunas, multiplikasi tunas, dan memacu pembelahan sel. Zat pengatur tumbuh ini memiliki

kelebihan yaitu harga yang relatif murah, mudah didapatkan dibanding dengan kinetin, dan memiliki efektifitas yang tinggi dalam memperbanyak tunas. Menurut Kurnianingsih (2009), BAP atau BA merupakan sitokinin sintetis tidak mudah terdegradasi oleh enzim dari tanaman. ZPT ini berperan dalam memacu sintesis RNA dan protein pada jaringan sehingga mempercepat pembelahan sel. Wattimena (1992) menyatakan bahwa BAP adalah turunan dari adenin, kemudian disubstitusi pada posisi 6 sehingga memiliki aktifitas kimia paling baik (aktif).



Gambar 2.2 Struktur kimia BA (Silva, 2012)

Beberapa penelitian tentang BAP yaitu pada penelitian Rasud (2015) konsentrasi BAP 1 mg/l menunjukkan jumlah rata-rata tunas tertinggi pada eksplan kotiledon jeruk manis (*Citrus sinensis* L.) dengan hasil 2,12 rata-rata jumlah tunas per eksplan. Penelitian Devidas (2017) konsentrasi BAP 3 mg/l merupakan konsentrasi terbaik untuk multifikasi tunas delima (*Punica granatum* L.) dari eksplan nodus. Penelitian Purita (2017), pemberian BAP 2 mg/l mampu menginduksi tunas nanas (*Ananas comosus* L. Merr) sebesar 3,53 HST. Pada penelitian Suparaini (2013) pemberian BAP tunggal dengan konsentrasi 4 mg/l berpengaruh terhadap induksi tunas, presentase hidup eksplan, dan tinggi tunas buah naga (*Hylocereus costaricensis*). Penelitian Muliati (2017) menunjukkan bahwa konsentrasi BAP 1 mg/l merupakan hasil terbaik untuk tinggi tunas *Sansevieria macrophylla*. Penelitian Maulida (2018) BA 2,5 mg/l mampu menginduksi jumlah tunas pisang cavendish dengan jumlah 26 tunas.

2.4 Induksi Tunas

Induksi tunas adalah proses dalam memunculkan tunas dan upaya dalam mempercepat tumbuhnya tunas. Induksi tunas biasanya dipengaruhi oleh adanya

zat pengatur tumbuh. Menurut Pranata (2004) pada induksi tunas biasanya menggunakan zat pengatur tumbuh jenis sitokinin, karena sitokinin berfungsi dalam memicu pembelahan sel dan pembentukan organ.

Proses dalam induksi tunas melihat beberapa parameter penelitian seperti panjang tunas, jumlah tunas, dan waktu muncul tunas. Induksi tunas biasanya menggunakan zat pengatur tumbuh yang sesuai, dan umumnya memerlukan kombinasi hormon auksin dan sitokinin (Sari, 2013). Zat pengatur tumbuh akan menunjukkan hasil yang baik jika bekerja secara bersama secara sinergis (Widiastoety, 2014). Abidin (2005) menambahkan bahwa jika konsentrasi auksin lebih tinggi daripada sitokinin maka dapat menghasilkan pertumbuhan akar. Jika konsentrasi sitokinin lebih tinggi daripada auksin maka akan terbentuk tunas dan daun serta jika konsentrasi antara auksin dan sitokinin seimbang maka akan terbentuk tunas, daun, dan akar yang berimbang.

Beberapa penelitian tentang induksi tunas yaitu penelitian Kristina (2009) BAP 1 mg/l dan NAA 0,5 mg/l merupakan konsentrasi terbaik untuk menginduksi tunas tanaman tabat barito (*Ficus deltoidea*). Penelitian Parmar (2013) pada tanaman delima (*Punica granatum L. cv Khandari Kabuli*) eksplan hipokotil, perlakuan BAP 2 mg/l dan NAA 1,5 mg/l dapat menghasilkan jumlah tunas terbaik yaitu 68,21 % jumlah rata-rata tunas per eksplan. Penelitian Manjitha (2018) konsentrasi BAP 3 mg/l dan NAA 0,5 mg/l merupakan konsentrasi terbaik untuk menginduksi tunas dari kalus delima (*Punica granatum L.*).

2.5 Thin Cell Layer (TCL)

TCL merupakan irisan tipis yang dihasilkan dari potongan organ. Organ yang digunakan untuk TCL adalah organ yang bersifat embriogenik yang apabila dilakukan perbanyakan secara konvensional, organ tersebut ditanam secara utuh. TCL berdasarkan arah potongan dibagi menjadi dua yaitu transversal TCL (melintang) dan longitudinal TCL (memanjang) (Dobrąnszka & Teixeira-da-Silva, 2011).

Penggunaan eksplan TCL lebih efektif untuk perbanyakan benih dibandingkan dengan penggunaan eksplan yang berukuran besar. Eksplan TCL akan menghasilkan planlet yang lebih banyak, hal tersebut dikarenakan eksplan yang tipis memudahkan proses kontak dan difusi media ke jaringan tumbuhan (Steinmacher, 2007).

Berdasarkan arah potongan, irisan tipis dapat dilakukan secara transversal (melintang) (tTCL) dan longitudinal (memanjang) (lTCL). Pada irisan tTCL, eksplan akan terdiri atas sejumlah sel yang berasal dari berbagai jaringan yaitu epidermis, kortikal, kambium, parenkim, perivaskular dan medular. Sementara lTCL hanya berisi satu jenis jaringan, seperti monolayer sel epidermis (Teixeira-da-Silva & Dobranzki, 2013).

Teknik pemotongan eksplan menggunakan teknik TCL (Thin Cells Layer). TCL merupakan teknik pemotongan organ dengan potongan yang tipis. Dalam hal jumlah planlet yang dihasilkan, teknik TCL lebih efektif dibandingkan dengan penanaman eksplan dalam ukuran yang besar. Hal tersebut dikarenakan eksplan dengan irisan yang tipis, memudahkan proses difusi media ke dalam jaringan (Agisimanto, 2015).

Penelitian Yulianti (2017) perbanyakan benih Citrumelo dihasilkan dengan tTCL batang menjadi sarana efektif perbanyakan massa benih yang berkualitas hasil kultur jaringan. Penelitian Ariantika (2018) Perbanyakan jeruk JC dengan menggunakan metionin 75 mg/l dan dengan teknik TCL (*Thin Cell Layer*) mampu menginduksi persen eksplan berkalus sebesar 85,5%, hari muncul fase globular paling cepat yaitu 20,20 HST, jumlah tunas sebesar 9,35 tunas per eksplan, panjang tunas tertinggi yaitu 0,908 cm dan berat planlet 0,04 gram.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam penelitian eksperimental dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian ini menggunakan 1 faktorial yaitu penambahan berbagai konsentrasi BA. Faktor BA dengan 7 taraf perlakuan yaitu 0 mg/l (B0), 0,5 mg/l (B1), 1 mg/l (B2), 1,5 mg/l (B3), 2 mg/l (B4) 2,5 mg/l (B5), 3 mg/l (B6), setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali, jadi total terdapat 28 unit percobaan. Uji lanjut untuk penelitian menggunakan Analisis Varian (ANOVA), apabila ada pengaruh dilanjutkan dengan uji DMRT 5% dan analisis regresi.

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian yang berjudul “Induksi Tunas Dari Eksplan Biji Delima Hitam (*Punica granatum* L) Menggunakan Zat Pengatur Tumbuh BA Secara *In Vitro* dilaksanakan pada bulan Mei sampai Juli 2019 di Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat-alat yang dipakai untuk sterilisasi alat antara lain oven, ember, autoklaf, penyikat, spons, plastik. Alat yang digunakan untuk pembuatan media antara lain timbangan analitik, mikropipet, kompor, panci, pengaduk, *hotplate stirrer*, gelas beaker, cawan petri, *pH meter*, tabung erlemeyer, labu ukur. Alat yang dibutuhkan untuk sterilisasi media adalah autoklaf. Sterilisasi ruang tanam (LAF) membutuhkan alat antara lain *hand sprayer* dan tisu. Tahap inisiasi membutuhkan alat antara lain pinset, *scalpel*, *blade*, bunsen, LAF, *hand sprayer*, cawan petri, botol kultur dan korek api.

3.3.2 Bahan

Bahan yang dipakai dalam penelitian ini yaitu alkohol 70 %, bakterisida, klorox, detergen, alkohol 96 %, aquades, fungisida, plastik, botol kultur, karet, kertas label, tisu, plastik wrap, media MS (*Murashige and Skoog*), agar-agar, hormon sitokinin (BA), gula dan biji delima hitam (*Punica granatum L.*)

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Sterilisasi Ruang Tanam

Langkah kerja dalam sterilisasi ruang tanam yaitu : meja LAF dibersihkan dengan disemprot alkohol 70 % hingga bersih. Bunsen, cawan petri, alat-alat diseksi, tisu, korek api, dan jas lab dimasukkan ke dalam LAF. LAF disterilkan menggunakan lampu UV selama 60 menit.

3.4.2 Sterilisasi Alat

Langkah kerja sterilisasi alat yaitu pertama, gelas beker, alat-alat diseksi, botol kultur, dan cawan petri di cuci dengan detergen dan dibilas dengan air bersih. Alat-alat dioven selama 3 jam dengan suhu 121°C. Cawan petri dibungkus dengan kertas, dan alat-alat diseksi dibungkus dengan aluminium foil. Cawan petri dan alat-alat diseksi yang telah terbungkus diautoklaf selama 30 menit dengan suhu 121 °C dan tekanan 1 atm.

3.4.3 Pembuatan Media

Langkah kerja dalam pembuatan media yaitu media MS instan sebanyak 4,43 gram, gula 30 gram, dan agar 7 gram ditimbang dengan menggunakan neraca analitik. Media MS dan gula dimasukkan kedalam gelas beker ukuran 1 L lalu ditambahkan aquades hingga volume menjadi 1 L. Larutan dihomogenkan dengan *hot plate stirer* dan ditambahkan dengan hormon perlakuan serta diukur pH. Jika pH terlalu asam maka ditambahkan HCl dan jika pH terlalu basa di tambahkan NaOH hingga mencapai pH 5,8-6,0. Larutan ditambahkan agar-agar dan dipanaskan dengan kompor hingga mendidih. Media diangkat dan ditungkan pada masing-masing botol kultur dan ditutup dengan plastik tahan panas kemudia diikat

dengan karet. Media disterilkan dengan autoklaf dengan suhu 121 °C selama 30 menit dan tekanan 1 atm.

3.4.4 Tahap Induksi Tunas

1. Seleksi Biji

Langkah kerja pada seleksi biji yaitu biji delima hitam diambil dari buah yang sudah dipetik, kemudian biji dipilih ukuran dan bentuk yang sama kemudian dilanjutkan ke tahap sterilisasi eksplan.

2. Sterilisasi Eksplan

Langkah kerja dalam steriisasi eksplan yaitu biji delima hitam diambil dengan ukuran yang sama, biji dibersihkan dengan tisu kemudian dialiri air selama 60 menit. Biji di masukkan kedalam gelas beaker, ditambahkan air dan deterjen sebanyak 3 ml di stirer selama 30 menit. Biji dibilas dengan air sampai hilang sisa-sisa detergen kemudian ditambahkan air dan 2 gram fungisida. Biji di stirer selama 30 menit. Biji dibilas dengan air sampai hilang sisa-sisa fungisida kemudian ditambahkan air dan 2 gram bakterisida. Biji distirer selama 30 menit. Biji dibilas dengan air sampai bersih kemudian dimasukkan ke dalam LAF. Pada sterilisasi dalam, biji direndam dengan larutan klorox 30 % selama 15 menit kemudian dibilas biji dengan aquades steril selama 15 menit. Biji direndam pada klorox 10 % selama 5 menit, lalu dibilas dengan aquades steril selama 15 menit. Biji direndam dengan alkohol 70% selama 2 menit, lalu dibilas lagi dengan aquades steril selama 15 menit. Pada perlakuan klorox 30% sampai alkohol 70% biji diperlakukan dengan digoyang-goyangkan botol agar biji semakin steril dan terhindar dari kontaminasi.

3. Inisiasi Eksplan

Langkah kerja pada inisiasi ekspan yaitu biji delima yang sudah steril diletakkan di atas cawan petri. Biji dibelah menjadi dua bagian sebagai pengaplikasian modifikasi metode TCL. Embrio biji dipisahkan dengan kulit (spermodermis) dan ditanam pada media perlakuan. Kegiatan ini dilakukan di dekat api bunsen agar terhindar dari kontaminasi, setelah itu

botol kultur ditutup dengan plastik dan diikat karet, serta dilakukan pelabelan.

4. Pemeliharaan

Setelah tahap inisiasi kemudian dilakukan pemeliharaan. Botol yang berisi eksplan embrio biji delima diinkubasi pada suhu 23°C dengan diletakkan di rak kultur. Pengamatan dilakukan setiap hari untuk mengetahui keadaan eksplan. Botol kultur disemprot dengan alkohol 70 % dua hari sekali.

3.5 Pengamatan dan Pengambilan Data

3.5.1 Data Kuantitatif

Parameter yang diamati pada pengambilan data secara kuantitatif yaitu:

1. Waktu Muncul Tunas

Pengamatan waktu muncul tunas dilakukan setiap hari, diamati ada tidaknya tunas yang tumbuh yaitu ketika terdapat tunas dengan tinggi minimal 0,5 cm.

2. Jumlah Tunas

Jumlah tunas diamati pada akhir pengamatan yaitu 43 HST. Kriteria tunas diamati yaitu apabila eksplan sudah tumbuh calon tunas dengan tinggi minimal 0,5 cm dan jumlah tunas yang dihitung adalah total dari semua tunas yang tumbuh

3. Tinggi Tunas

Tinggi tunas diamati pada akhir pengamatan yaitu 43 HST, dilakukan dengan mengukur tinggi tunas yang tumbuh. Tinggi tunas mulai dihitung dari tunas ukuran 0,5 cm.

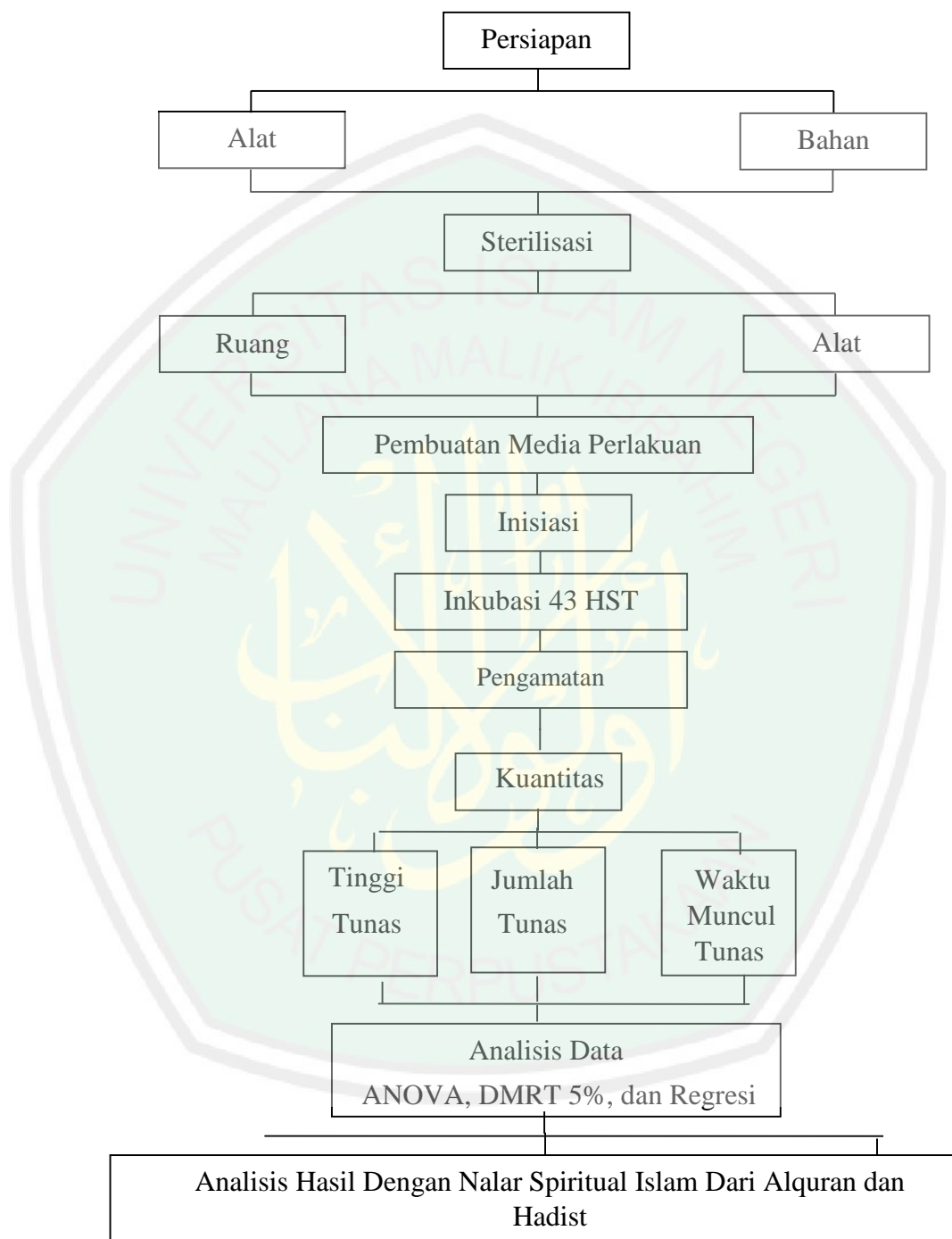
3.6 Analisis Data

Data hasil pengamatan di analisis menggunakan *Analysis of Varian* (ANOVA) batas kepercayaan 95% menggunakan SPSS 16.0. Apabila sidik ragam memberikan pengaruh nyata, selanjutnya akan dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf α 5%. Kemudian dilakukan analisis regresi untuk mengetahui beda antar perlakuan untuk mendapatkan konsentrasi BA yang optimum.

Data pengamatan yang diperoleh dianalisis dan diintegrasikan dengan ayat Al-qur'an dan Hadist agar didapatkan kesimpulan mengenai hikmah dari penelitian yang sifatnya ilmiah dan berlandaskan nilai Islam. Hikmah tersebut adalah bahwa manusia merupakan khalifah Allah yang bertanggung jawab untuk merawat, menggunakan, dan menjaga pemberian Allah (alam) sebaik-baiknya.



3.7 Desain Penelitian



Gambar 3.1. Desain penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh BA Terhadap Waktu Muncul Tunas Delima Hitam

Ringkasan hasil analisis varian (ANOVA) pengaruh BA terhadap waktu muncul tunas delima hitam (*Punica granatum* L.) disajikan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil ANOVA pengaruh BA terhadap waktu muncul tunas Delima Hitam (*Punica granatum* L.)

Variabel Pengamatan	F Hitung	F Tabel 5 %
Waktu Muncul Tunas	499,939*	2,57

Keterangan : * Pemberian BA berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

Berdasarkan hasil ANOVA menunjukkan bahwa F hitung variabel hari muncul tunas lebih besar dari F tabel, ini berarti bahwa penambahan BA berpengaruh nyata terhadap variabel yang diamati. Hal ini sesuai dengan penelitian dari Rozalina (2013) bahwa zat pengatur tumbuh BAP mampu menginduksi tunas nilam (*Pogostemon cablin* Benth.). Kemudian penelitian dari Kristina (2009) bahwa BA mampu menginduksi tunas tabat barito (*Ficus deltoidea* Jack). Muliati (2017) juga menambahkan bahwa zat pengatur tumbuh BAP mampu menginduksi tunas *Sansevieria macrophylla*.

Untuk mengetahui beda antar perlakuan sebagai pengaruh dosis penambahan BA terhadap waktu muncul tunas delima hitam dilakukan uji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5%. Ringkasan hasil DMRT 5% disajikan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil DMRT 5% pengaruh BA terhadap waktu muncul tunas Delima Hitam (*Punica granatum L.*)

Konsentrasu BA (mg/L)	Waktu Muncul Tunas (HST)
0	32d
0,5	15,5b
1	12a
1,5	12,75a
2	14,75b
2,5	12,5a
3	16,75c

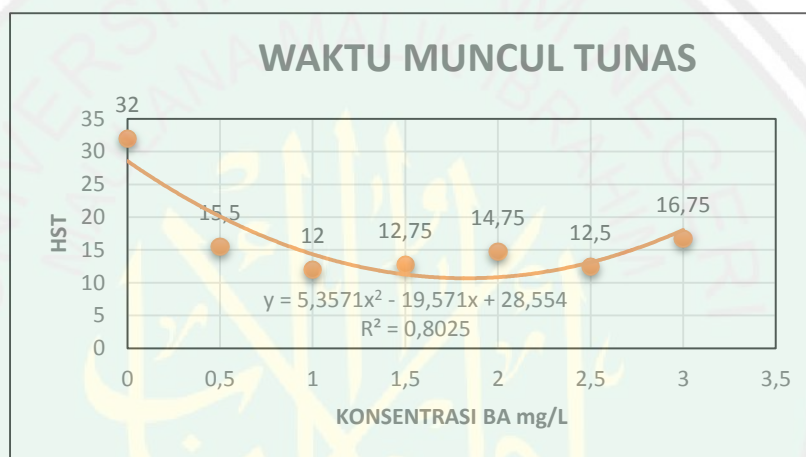
Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama, menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan berdasarkan DMRT 5%

Hasil DMRT 5% pada parameter waktu muncul tunas, perlakuan BA dengan konsentrasi 1 mg/L, 1,5 mg/L dan 2,5 mg/L berbeda nyata dengan perlakuan BA yang lainnya, yaitu dengan rerata 12 HST. Tetapi konsentrasi yang paling efisien untuk waktu muncul tunas adalah BA 1 mg/L. Berdasarkan hasil penelitian Rozaliana (2013) BAP 1 mg/L mampu menginduksi tunas nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) dengan waktu yang cepat yaitu 11 HST. Kristina (2009) juga menambahkan bahwa konsentrasi BA 1,5 mg/L mampu menginduksi tunas tabat barito (*Ficus deltoidea* Jack) dengan kurun waktu 60 HST. Penelitian lain Muliati (2017) menyatakan bahwa dengan penambahan BAP 1 mg/L mampu menginduksi tunas *Sansevieria macrophylla* dengan waktu 82 HST. Zat pengatur tumbuh BA merupakan salah satu dari jenis sitokinin sintetis dan pada penelitian ini dapat dibuktikan bahwa hanya dengan memberikan sitokinin saja sudah dapat menginduksi tunas delima hitam. Wattimena (1992) menambahkan bahwa induksi tunas hanya memerlukan sitokinin dalam jumlah optimum tanpa auksin atau dengan penambahan auksin dalam konsentrasi yang rendah.

Pertumbuhan tunas dipengaruhi oleh adanya hormon auksin dan sitokinin yang optimal, yaitu adanya konsentrasi sitokinin yang tinggi dan auksin yang rendah. Pada penelitian ini hanya digunakan penambahan hormon sitokinin saja tetapi bukan berarti tidak lagi dibutuhkan hormon auksin. Hormon auksin diperoleh dari

hormon endogen tanaman, karena setiap tanaman telah memiliki hormon endogen masing-masing. Delima hitam pada penelitian ini diduga telah memiliki kandungan sitokinin yang lebih tinggi dan auksin yang lebih rendah sehingga dengan dilakukan penambahan hormon eksogen jenis sitokinin (BA) dalam konsentrasi yang sedikit saja sudah mampu menginduksi tunas.

Untuk mengetahui konsentrasi optimum dari zat pengatur tumbuh BA yang dapat meningkatkan induksi tunas dilakukan analisis regresi. Hasil analisis regresi tersaji pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Hasil analisis regresi pengaruh BA terhadap waktu muncul tunas Delima Hitam (*Punica granatum L.*)

Hasil analisis regresi menunjukkan hubungan antara konsentrasi BA terhadap waktu muncul tunas membentuk pola persamaan kuadrat $y = 5,3571x^2 - 19,571x + 28,554$ dan koefisien determinasi $R^2 = 0,8025$, artinya hubungan antara penambahan zat pengatur tumbuh BA terhadap waktu muncul tunas yakni sebesar 80,2%. Analisis diferensial persamaan tersebut diperoleh titik balik terendah pada koordinat (1,83 ; 10,684) yang artinya waktu muncul tunas tercepat tercapai pada konsentrasi BA 1,83 mg/L dan tunas muncul pada 10,684 HST.

4.2 Pengaruh BA Terhadap Jumlah Tunas Delima Hitam

Ringkasan hasil analisis varian (ANOVA) pengaruh BA terhadap jumlah tunas delima hitam (*Punica granatum L.*) disajikan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil ANAVA pengaruh BA terhadap jumlah tunas Delima Hitam (*Punica granatum L.*)

Variabel Pengamatan	F Hitung	F Tabel 5 %
Jumlah Tunas	18,048*	2,57

Keterangan : * Pemberian BA berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

Berdasarkan hasil ANAVA menunjukkan bahwa F hitung variabel jumlah tunas lebih besar dari F tabel, ini berarti bahwa penambahan BA berpengaruh nyata terhadap variabel yang diamati. Hal ini sesuai dengan penelitian dari Rozalina (2013) bahwa zat pengatur tumbuh BAP mampu menginduksi tunas nilam (*Pogostemon cablin Benth.*). Kemudian penelitian dari Kristina (2009) bahwa BA mampu menginduksi tunas tabat barito (*Ficus deltoidea Jack*). Muliati (2017) juga menambahkan bahwa zat pengatur tumbuh BAP mampu menginduksi tunas *Sansevieria macrophylla*.

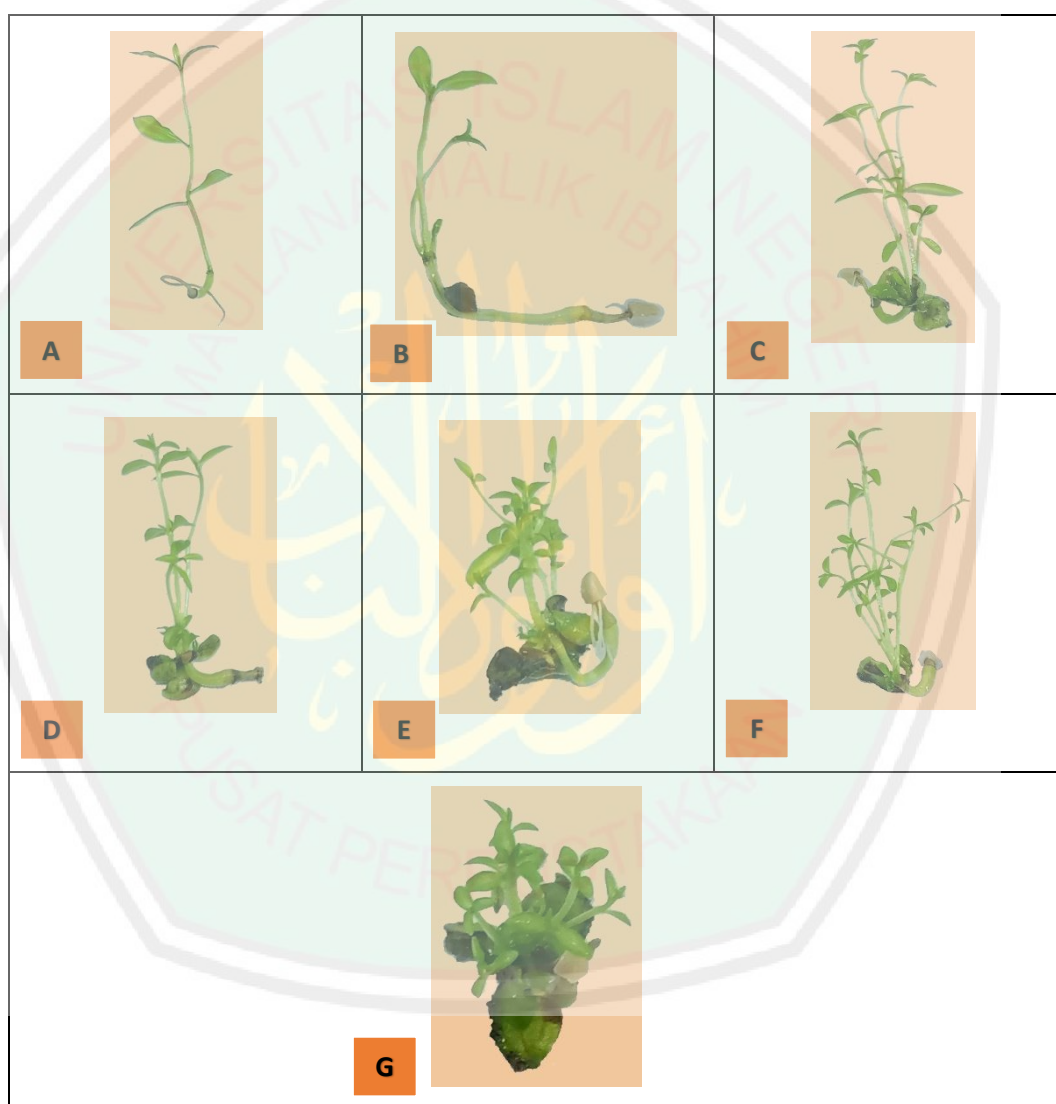
Untuk mengetahui beda antar perlakuan sebagai pengaruh dosis penambahan BA terhadap jumlah tunas delima hitam dilakukan uji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test (DMRT)* 5%. Ringkasan hasil DMRT 5% disajikan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil DMRT 5% pengaruh BA terhadap jumlah tunas Delima Hitam (*Punica granatum L.*)

Konsentrasu BA (mg/L)	Jumlah Tunas
0	1a
0,5	2a
1	4b
1,5	3,75b
2	5bc
2,5	6,25d
3	5bc

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama, menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan berdasarkan DMRT 5%

Hasil DMRT 5 % pada parameter jumlah tunas, konsentrasi BA yang terbaik dalam menginduksi jumlah tunas delima hitam adalah BA 2,5 mg/L dengan rerata 6,25 tunas per eksplan. Jika dilihat dari hasil analisis tersebut penambahan BA berpengaruh pada jumlah tunas delima hitam dan untuk menumbuhkan tunas yang banyak diperlukan konsentrasi yang paling baik yaitu pada penelitian ini adalah BA 2,5 mg/L. Jumlah tunas ini dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4.2 Pengaruh BA terhadap jumlah tunas Delima Hitam (*Punica granatum* L.). (A) BA 0 mg/L, (B) BA 0,5 mg/L, (C) BA 1 mg/L, (D) BA 1,5 mg/L, (E) BA 2 mg/L, (F) BA 2,5 mg/L, (G) BA 3 mg/L

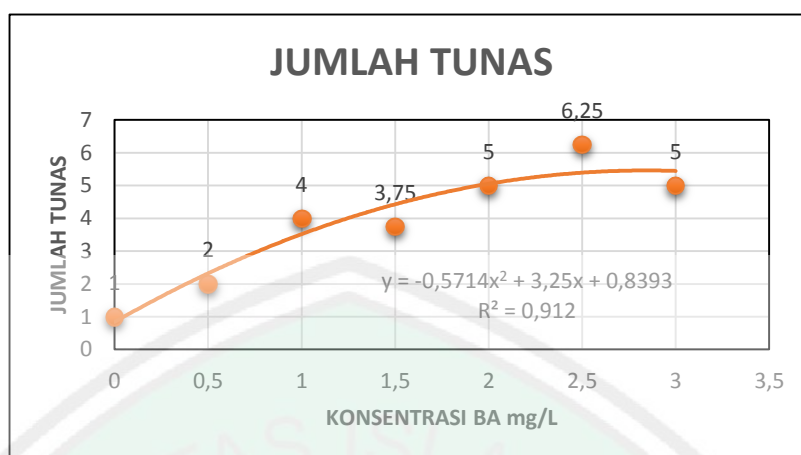
Berdasarkan hasil penelitian Maulida (2018) konsentrasi BA 2,5 mg/L mampu menginduksi jumlah tunas pisang cavendish dengan jumlah 26 tunas. Menurut

Kurnianingsih (2009) hormon BAP mempunyai efektivitas yang tinggi dalam memperbanyak tunas. Indriani (2014) juga menambahkan bahwa zat pengatur tumbuh BA pada konsentrasi tertentu dapat meningkatkan konsentrasi hormon endogen tanaman sehingga pertumbuhan tunas dan daun dapat berlangsung lebih efektif.

Sitokinin berperan dalam pembelahan sel dengan cara meningkatkan laju sintesa protein. Menurut Kasli (2009), sitokinin memacu peningkatan jumlah sel dengan cara berikatan pada reseptor protein yang terdapat pada membran plasma sel target (sel meristematik). Peran zat pengatur tumbuh dalam pembelahan sel yaitu mempercepat transisi dari fase G1 (Gap 1) ke fase S (Sintesis) dan transisi dari fase G2 (Gap 2) ke M (Mitosis) dalam siklus sel. Sitokinin juga berperan dalam meningkatkan pembentukan RNA, meningkatkan afinitas ribosom sebagai cetakan, meningkatkan afinitas mRNA terhadap ribosom, meningkatkan rasio piliribosom-monosom yang semuanya itu akan bermuara pada peningkatan sintesa protein yang diperlukan dalam pembelahan sel (Ordas 1992, Jacobs 1992).

Peran sitokinin dalam sintesa protein yaitu berperan pada proses transkripsi dan translasi RNA yang berlangsung pada tahap interfase. Proses translasi RNA kemudian dilanjutkan dengan pembentukan asam amino yang merupakan komponen dasar protein. Protein yang terbentuk berupa enzim-enzim yang berfungsi dalam pembelahan sel. Enzim-enzim tersebut yaitu enzim polymerase DNA yang berfungsi dalam memperpanjang rantai DNA dan memperbaiki kesalahan penyusunan basa nitrogen pada DNA. Kemudian enzim ligase yang berperan menggabungkan fragmen-fragmen DNA yang terputus-putus ketika proses replikasi. Adanya enzim polymerase dan ligase di dalam sel akan menjadikan proses pembelahan sel dapat berlangsung efektif (Hayati, 2010).

Untuk mengetahui konsentrasi optimum dari zat pengatur tumbuh BA yang dapat meningkatkan jumlah tunas dilakukan analisis regresi. Hasil analisis regresi tersaji pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Hasil analisis regresi pengaruh BA terhadap jumlah tunas Delima Hitam (*Punica granatum L.*)

Hasil analisis regresi menunjukkan hubungan antara konsentrasi BA terhadap jumlah tunas membentuk pola persamaan kuadrat $y = -0,5714x^2 + 3,25x + 0,8393$ dan koefisien determinasi $R^2 = 0,912$, artinya hubungan antara penambahan zat pengatur tumbuh BA terhadap jumlah tunas yaitu sebesar 91,2%. Analisis diferensial persamaan tersebut diperoleh titik tertinggi pada koordinat (2,84 ; 5,462) yang artinya jumlah tunas paling banyak tercapai pada konsentrasi BA 2,84 mg/L dengan jumlah tunas 5,462 tunas per eksplan.

4.3 Pengaruh BA Terhadap Tinggi Tunas Delima Hitam

Ringkasan hasil analisis varian (ANOVA) pengaruh BA terhadap tinggi tunas delima hitam (*Punica granatum L.*) disajikan pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil ANOVA pengaruh BA terhadap tinggi tunas Delima Hitam (*Punica granatum L.*)

Variabel Pengamatan	F Hitung	F Tabel 5 %
Jumlah Tunas	16,664*	2,57

Keterangan : * Pemberian BA berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

Berdasarkan hasil ANOVA menunjukkan bahwa F hitung variabel tinggi tunas lebih besar dari F tabel, ini berarti bahwa penambahan BA berpengaruh nyata terhadap variabel yang diamati. Hal ini sesuai dengan penelitian dari Rozalina (2013) bahwa zat pengatur tumbuh BAP mampu menginduksi tunas nilam (*Pogostemon cablin Benth.*). Kemudian penelitian dari Kristina (2009) bahwa BA

mampu menginduksi tunas tabat barito (*Ficus deltoidea* Jack). Muliati (2017) juga menambahkan bahwa zat pengatur tumbuh BAP mampu menginduksi tunas *Sansevieria macrophylla*.

Untuk mengetahui beda antar perlakuan sebagai pengaruh dosis penambahan BA terhadap tinggi tunas delima hitam dilakukan uji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5%. Ringkasan hasil DMRT 5% disajikan pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil DMRT 5% pengaruh BA terhadap tinggi tunas Delima Hitam (*Punica granatum* L.)

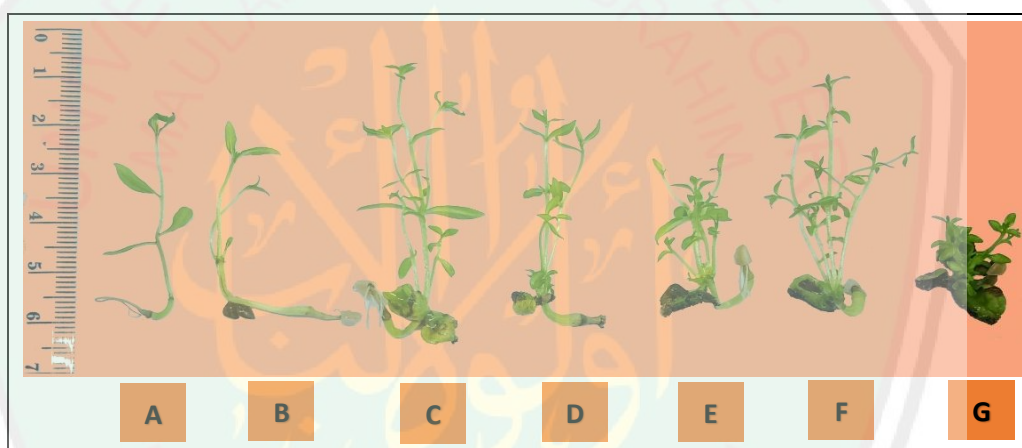
Konsentrasu BA (mg/L)	Tinggi Tunas (cm)
0	2ab
0,5	3,23bc
1	6,23e
1,5	4,8d
2	3,95cd
2,5	4,8d
3	1,35a

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama, menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan berdasarkan DMRT 5%

Hasil DMRT 5% pada parameter tinggi tunas, konsentrasi BA yang terbaik dalam menginduksi tinggi tunas delima hitam adalah pada konsentrasi BA 1 mg/L dengan rata-rata tinggi tunas 6,23 cm. Berdasarkan hasil penelitian Muliati (2017), BAP 1 mg/L merupakan konsentrasi terbaik untuk tinggi tunas dan presentase keberhasilan tumbuh tunas *Sansevieria macrophylla*. Hasil penelitian Supriati (2006) menunjukkan bahwa penambahan BAP 1 mg/L + TDZ 0,2 mg/L mampu menginduksi tinggi tunas belimbing dewi (*Averrhoa carambola*) dengan tinggi tunas 9 cm. Kristina (2009) pada hasil penelitiannya BA 1 mg/L merupakan konsentrasi yang cukup dalam menginduksi tunas tabat barito (*Ficus deltoidea* Jack) dengan tinggi 1,3 cm. Pertumbuhan tunas yang tinggi dikarenakan adanya interaksi yang tepat antara hormon endogen pada eksplan dan hormon eksogen

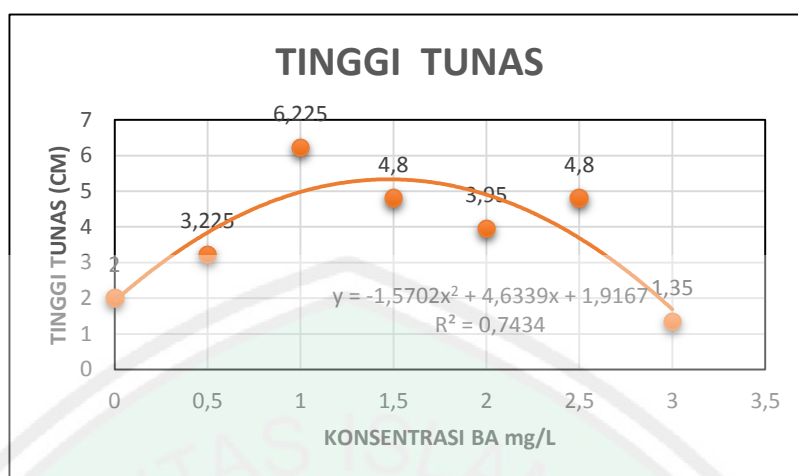
(sitokinin) yang ditambahkan (BA). Sitokinin merupakan hormon yang berperan dalam pembelahan sel. Maka ketika konsentrasi sitokinin yang diberikan sesuai, eksplan akan mempercepat proses pembelahan sel sehingga tunas yang terbentuk semakin tinggi dan jumlah tunas semakin banyak. Hal ini sesuai dengan Wattimena (1986) bahwa fungsi utama sitokinin adalah memacu pembelahan sel, merangsang pertumbuhan tunas, meningkatkan klorofil daun dan memperlambat proses penuaan pada daun dan organ tanaman.

Pertumbuhan tunas delima hitam (*Punica granatum* L.) pada media yang diberikan berbagai konsentrasi zat pengatur tumbuh BA dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Pengaruh BA terhadap tinggi tunas Delima Hitam (*Punica granatum* L.). (A) BA 0 mg/L, (B) BA 0,5 mg/L, (C) BA 1 mg/L, (D) BA 1,5 mg/L, (E) BA 2 mg/L, (F) BA 2,5 mg/L, (G) BA 3 mg/L

Untuk mengetahui konsentrasi optimum dari zat pengatur tumbuh BA yang dapat meningkatkan induksi tunas dilakukan analisis regresi. Hasil analisis regresi tersaji pada gambar 4.5



Gambar 4.5 Hasil analisis regresi pengaruh BA terhadap tinggi tunas Delima Hitam (*Punica granatum L.*)

Hasil analisis regresi menunjukkan hubungan antara konsentrasi BA terhadap tinggi tunas membentuk pola persamaan kuadratik $y = -1,5702x^2 + 4,6339x + 1,91671,35$ dan koefisien determinasi $R^2 = 0,743$, artinya hubungan antara penambahan zat pengatur tumbuh BA terhadap tinggi tunas yaitu sebesar 74,3 %. Analisis deferensial persamaan tersebut diperoleh titik tertinggi pada koordinat (1,476 ; 5,337) yang artinya tinggi tunas paling tinggi tercapai pada konsentrasi BA 1,476 mg/L dengan tinggi tunas 5,337 cm.

4.4 Dialog Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam

Penelitian ini dilatar belakangi oleh permasalahan perbanyakan delima hitam yang memiliki berbagai kendala. Apabila delima hitam dilakukan perbanyakan secara vegetatif maka akan membutuhkan bahan tanam yang banyak sementara ketersediaan populasi terbatas, dan perbanyakan dengan cara generatif (menggunakan biji) memerlukan waktu yang sangat lama (tahunan) dan juga banyak kekurangan diantaranya rendahnya viabilitas biji dan banyaknya biji yang hampa (tanpa embrio). Sedangkan telah diketahui bahwa delima hitam (*Punica granatum L.*) memiliki kandungan fitokimia yang terdapat hampir diseluruh bagian tanaman mulai dari buah, biji, daun, batang, akar, kulit batang, kulit akar, kulit buah dan bunga. Adanya senyawa fitokimia inilah yang dapat digunakan masyarakat

untuk pengobatan seperti anti kanker, obat diare, nyeri lambung, menurunkan resiko penyakit jantung, pengobatan radang tenggorokan, dan masih banyak lagi.

Nabi SAW bersabda,

مَا أَنْزَلَ اللَّهُ دَاءً إِلَّا أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً

Artinya “*Tidaklah Allah menurunkan penyakit kecuali Dia menurunkan penawarnya*” (HR Bukhari)

Nabi SAW juga bersabda “*Makanlah delima dengan kulitnya, karena ia bisa membersihkan lambung*” (HR. Ahmad). Berdasarkan kedua hadist tersebut menyebutkan bahwa segala jenis penyakit dapat diobati, dan salah satu tanaman yang memiliki khasiat dalam pengobatan adalah delima. Delima merupakan buah yang jika dimakan dapat menyehatkan badan, sehingga masyarakat tidak perlu ketergantungan dengan obat-obat farmasi. Selain itu tanaman delima juga dapat dimanfaatkan sebagai tanaman hias dipekarangan yang bernilai ekonomi tinggi. Dengan adanya hal tersebut manusia selaku khalifah harus memiliki suatu tindakan untuk mengatasi permasalahan tentang perbanyak delima agar masyarakat dapat terus memanfaatkan tanaman delima baik dari segi kesehatan ataupun ekonomi.

Kultur jaringan adalah salah satu cara dalam penyelesaian masalah kendala perbanyak tanaman. Pada kultur jaringan digunakan media tanam yang komposisinya disesuaikan dengan kondisi lingkungan (tanah) yang mengandung unsur hara makro dan unsur hara mikro, sehingga tanaman yang ditanam pada media tanam akan tumbuh baik karena mendapatkan nutrisi yang cukup. Sebagaimana Allah berfirman dalam surah Al-A’raf ayat 58 :

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ ۗ وَالَّذِي خَبثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًا ۗ كَذَلِكَ نُصَرِّفُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ

يَشْكُرُونَ

Artinya : “*Dan tanah yang baik tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan izin Allah, dan tanah yang tidak subur tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur*” (Al-Araf : 58).

Berdasarkan ayat tersebut bahwa tanah yang baik dapat menghasilkan tanaman yang subur di karenakan tanah memiliki komposisi unsur yang seimbang. Menurut tafsir Ibnu Katsir (2007) dalam tafsirnya menyatakan bahwa “tanah yang subur” yaitu tanah yang baik sehingga dapat menumbuhkan tanaman dengan cepat dan subur. Oleh karena itu berdasarkan penjelasan- penjelasan tersebut pada penelitian ini digunakan media tanam yang komposisinya seimbang seperti pada lingkungan asal yaitu tanah.

Selain media tanam, konsentrasi zat pengatur tumbuh (ZPT) yang ditambahkan juga berpengaruh terhadap cepat lambatnya pertumbuhan tanaman. konsentrasi yang optimum dapat menumbuhkan tunas dengan relatif cepat dan jumlah tunas yang banyak serta tinggi. Jika kekurangan maka tunas tidak dapat tumbuh dan jika berlebihan maka tunas juga akan terhambat pertumbuhannya bahkan mati, sehingga dibutuhkan konsentrasi yang tepat. Hal ini sesuai dengan firman Allah di Surat Al-Qamar ayat 49 :

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ۝

Artinya : “*Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran*” (Al-Qamar : 49)

Berdasarkan ayat tersebut bermakna bahwa Allah telah menciptakan segala sesuatu sesuai dengan ukurannya masing-masing. Hal ini juga berkaitan dengan konsentrasi zat pengatur tumbuh yang optimum bagi tanaman delima hitam. Dan pada penelitian ini mendapatkan hasil konsentrasi optimum (terbaik) untuk menginduksi tunas tercepat dan ukuran tunas tertinggi adalah konsentrasi BA 1 mg/L yaituelama 12 HST dan tinggi tunas 6,22 cm. Kemudian untuk menginduksi jumlah tunas terbanyak adalah konsentrasi BA 2,5 mg/L dengan jumlah tunas 6 buah.

Hasil dari penelitian ini merupakan bukti kekuasaan Allah SWT, karena manusia dapat megetahui bagaimana Allah menunjukkan tahapan-tahapan kehidupan suatu tanaman. Sebagaimana telah terlihat pada pertumbuhan eksplan biji delima hitam (*Punica granatum L.*) dalam kultur jaringan hingga membentuk

tunas baru. Maha suci Allah atas segala kuasa dan kebesaran-Nya, semoga kita dapat mengambil pelajaran untuk semakin mendekatkan diri kepada Allah.

Allah telah memerintahkan manusia selaku khalifah di bumi untuk menjaga bumi dan melestarikannya. Beberapa cara untuk melestarikan bumi adalah dengan menanam tanaman, merawat tanaman, dan menyelesaikan permasalahan-permasalahan terkait kendala dalam penanaman. Nabi SAW bersabda :

مَا مِنْ مُسْلِمٍ يَغْرِسُ غَرْسًا إِلَّا كَانَ مَا أَكَلَ مِنْهُ لَهُ صَدَقَةٌ وَ مَا سُرِقَ مِنْهُ لَهُ صَدَقَةٌ وَ مَا أَكَلَتِ الطَّيْرُ فَهُوَ لَهُ صَدَقَةٌ وَ لَا يَرَزُّهُ أَحَدٌ إِلَّا كَانَ لَهُ صَدَقَةٌ

Artinya : *“Tidakkah seorang muslim menanam suatu pohon melainkan apa yang ditanam dari tanaman itu sebagai sedekah baginya, dan apa yang dicuri dari tanaman tersebut sebagai sedekah baginya, dan tidaklah kepunyaan seorang itu dikurangi melainkan menjadi sedekah baginya”*. (HR. Imam Muslim No.1552)

Hadits tersebut menjelaskan bahwa kegiatan menanam adalah suatu sedekah bagi manusia yang menanam, baik secara langsung maupun tidak langsung. Apabila buah atau bagian dari suatu tanaman tersebut dicuri maka akan dinilai sebagai sebuah sedekah dan menjadi pahala bagi manusia itu. Hal ini merupakan anjuran untuk manusia dalam bercocok tanam dan juga merupakan suatu kebaikan yang diberikan Allah kepada hamba yang menjalankan perintah Allah. Demikian seyogyanya keimanan manusia bisa semakin bertambah dan meningkatkan rasa syukur atas keberkahan nikmat Allah.

Penanaman dan produksi tunas delima hitam (*Punica granatum L.*) dengan menggunakan teknik kultur jaringan akan menghasilkan tunas (bibit) yang banyak dalam tempo waktu yang singkat, bebas dari penyakit, seragam, sifat sama dengan induk dan juga dapat memperoleh kualitas bibit yang unggul. Sehingga dengan adanya teknik ini kebutuhan akan bibit delima akan terpenuhi.

Manusia diciptakan Allah adalah sebagai khalifah yang bertugas untuk menjaga kelestarian lingkungan sehingga kehidupan di bumi menjadi stabil. Merawat plasma nuftah yang ada, mengatasi masalah terkait kelestarian lingkungan ini bisa diatasi salah satunya dengan memanfaatkan metode atau teknik kultur

jaringan tumbuhan. Selain itu melakukan perbanyakan tanaman merupakan cara yang baik untuk menjaga keseimbangan alam, karena memperkecil tingkat kepunahan suatu tanaman. Dengan hasil yang diperoleh dari penelitian ini semoga dapat meningkatkan keimanan dan ketaqwaan kepada Allah SWT.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis data tentang penelitian pengaruh pemberian BA terhadap induksi tunas dari eksplan biji delima hitam (*Punica granatum* L.) secara *in vitro* dapat disimpulkan bahwa :

1. Pemberian BA berpengaruh nyata terhadap waktu muncul tunas delima hitam (*Punica granatum* L.), dengan konsentrasi yang paling efektif adalah BA 1 mg/l menghasilkan waktu muncul tunas 12 HST. Konsentrasi yang paling optimal adalah BA 1,83 mg/l menghasilkan waktu muncul tunas 10,684 HST
2. Pemberian BA berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas delima hitam (*Punica granatum* L.), dengan konsentrasi yang paling efektif adalah BA 2,5 mg/l menghasilkan jumlah tunas 6,25 tunas per eksplan. Konsentrasi yang paling optimal adalah BA 2,84 mg/l menghasilkan jumlah tunas 5,462 tunas per eksplan
3. Pemberian BA berpengaruh nyata terhadap tinggi tunas delima hitam (*Punica granatum* L.), dengan konsentrasi yang paling efektif adalah BA 1 mg/l menghasilkan tinggi tunas 6,23 cm. Konsentrasi yang paling optimal adalah BA 1,476 mg/l menghasilkan tinggi tunas 5,337 cm

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya diharapkan :

1. Planlet yang sudah tumbuh tunas selanjutnya di subkulturkan pada media yang mengandung auksin untuk menginduksi akar.
2. Dilakukan penelitian multiplikasi tunas delima hitam untuk memperbanyak tunas yang telah ada

3. Untuk masyarakat sebaiknya hasil dari penelitian ini dimanfaatkan dengan maksimal untuk menghasilkan bibit delima hitam dengan kualitas yang baik.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. 2007. **Tafsir ibnu katsir jilid 9**. Bogor : Pustaka Imam Asy-Syafii.
- Abidin, Z. 2005. **Dasar-dasar pengetahuan tentang zat pengatur tumbuhan**. Bandung : Penerbit Angkasa Press.
- Adhami, V. M. 2012. Oral Infusion of Pomegranate Fruit Extract Inhibits Prostrate Carcinogenesis in The TRAMP Model. *Carcinogenesis*. 33(1).
- Agisimanto, D. 2015. **Thin cell layer mempercepat pembuatan populasi genotip unggul hortikultura**. Batu: Balai Penelitian Jeruk dan Buah Subtropika.
- Al-Najjar, Z. R. 2013. **Buku pintar sains dalam hadits : mengerti mukjizat ilmiah sabda rasulullah s.a.w**. Jakarta : Zaman.
- Ardekani M. R. S, Mannan Hajimahmoodi, M Reza Oveisi, Naficeh Sadeghi, Behrozz Jannat, Ali Mohammad Ranjbar, Narges Gholam dan Tahereh Moridi. 2011. Comparative Antioxidant Activity and Total Flavanoid Content of Persian Pomegranate (*Punica granatum L.*) Cultivars. *Iranian Journal Pharmaceutical Research*. 10(3).
- Ariantika, Diah Asri. 2018. **Pengaruh Konsentrasi Metionin Terhadap Organogenesis Somatik Repetitif Jeruk Japansce Citroen (JC) (*Citrus limonia Osbeck*) Dengan Teknik TCL (*Thin Cell Layer*)**. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maliki. Malang. Skripsi.
- Azriati, E. 2010. Respon Regenerasi Eksplan Kalus Kedelai (*Glycine max*) terhadap Pemberian NAA secara In Vitro. *Jurnal Littri*. 11(2)
- Basyier, Abu Umar. 2011. **Kedokteran nabi saw antara realitas dan kebohongan**. Surabaya : Shafa Publika.
- Bhowmik. 2013. Medicinal Uses of *Punica granatum* and Its Health Benefits. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 1(5)
- Boggia, Raffaella, Federica T, Carla V. 2016. Green Extraction From Pomegranate Marcs for The Production of Functional Food and Cosmetics. *Pharaeaceuticals*. 9(63).
- Budka, F. 2008. **Active ingredients their bioavaibility and the health benefit of *Punica granatum linn.* (pomegranate)**.
- Dalimartha, Setiawan. 2003. **Atlas tumbuhan obat indonesia**. Jakarta: Puspa Swasta.
- Davies P. J. 2004. **Plant hormones**. London : Kluwer Academic Publisher.
- Deepika, Raj and Kamlesh Kanwar. 2010. *In Vitro* Regeneration of *Punica granatum L.* Plants from Different Juvenile Explants. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. 18(1).
- Devidas, Thombare, tiwari Shard dan Dattgonde Nagesh. 2017. Multiple Shoot Induction of Pomegranate (*Punica Granatum L.*) Through Different Juvenile Explants. *BEPLS*. 7(1)
- Dobranszkaa, J & Teixeira-da-Silva, JA. 2011. Adventitious shoot regeneration from leaf thin cell layers in apple. *Scientia Horticulturae*. no.127. pp. 460-63.
- Gaba, V.P. 2005. **Plant growt regulator in plant tissue cultur and development**. NewYork : CRC Press.

- Gultom, Melva Sari, Nelly Anna, dan Edy Batara Mulya Siregar. 2012. **Respon eksplan biji gaharu (*Aquilavia malaccensis* lamk) terhadap pemberian IAA secara in vitro**. Medan : Universits Sumatera Utara.
- Gunawan, L. W. 1995. **Teknik in vitro dalam holtikultura**. Jakarta : Swadaya.
- Gunawan, L. W. 1998. **Teknik kultur jaringan tumbuhan laboratorium kultur jaringan pau bioteknologi**. Bogor : IPB.
- George, Edwin F. 1993. **Plant propagation by tissue culture part 1, 2nd edition**. England: Exegetics Ltd.
- George, E. F., dan P. D. Sherrington. 2008. **Plant propagation by tissue culture**. England : Exegetics Limited.
- Harahap, F. 2014. **Induksi Variasi Genetik Tanaman Manggis (*Garcinia Mangostana* L.) Dengan Radiasi Sinar Gamma**. Pascasarjana Institusi Pertanian Bogor. Bogor. Desertasi.
- Hayati, K.S. 2010. Induksi Kalus dari Hipokotil Alfafa (*Mediago sativa* L.) Secara In Vitro dengan Penambahan Benzyl Amino Purine (BAP) dan A-Naphtalene Acetic Acid (NAA). *Bioma*. 1(12).
- Heber, D., Schulman, R.N., Seeram, N. P. 2006. **Pomegranate : ancient roots to modern medicine**.
- Indriani, Enni Suwarsi R, Krispinus K. Pukan. 2014. Efektivitas Substitusi Sitokinin dengan Air Kelapa pada Multiplikasi Tunas Krisan Secara In Vitro. *Unnes Journal of Life Science*. 3(2)
- Jacobs, T. 1992. **Review control of the cell developmental biologi**.
- Karjadi, A.K. 2016. **Kultur jaringan dan mikropropagasi tanaman kentang (*solanum tuberosum* l)**. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Kasli. 2009. Upaya Perbanyak Tanaman Krisan (*Crysanthemum* sp.) Secara In Vitro. *Jerami*. 2(3)
- Khasanah, Nur. 2011. Kandungan Buah-Buahan dalam Al-Qur'an : Buah Tin (*Ficus carica* L.), Zaitun (*Olea europae* L), Delima (*Punica granatum*), Anggur (*Vitis vinivera*), dan Kurma (*Phoenix doctylifera* L.) untuk kesehatan. *Jurnal Phenomenon*. 1(1).
- Kristina, Natalini Nova. 2009. Induksi Tunas Tabat Barito (*Ficus deltoidea* Jack Secara In Vitro Menggunakan BA dan NAA. *Jurnal Litri*. 15(1).
- Kurnianingsih, R. 2009. Pengaruh Pemberian BAP (6-Benzyl Amino Purine) pada Media Multiplikasi Tunas *Anthurium hookerii* Kunth. Enum. Secara In Vitro. *Vis Vitalis*. 2(2)
- Li, Y. 2006. Evaluation of Antioxidant Properties of Pomegranate Peel Extract in Comparison With Pomegranatepulp Extract. *J. Foodchem*. 96(2).
- Lizawati. 2012. Induksi Kalus Embriogenik dari Eksplan Tunas Apikal Tanaman Jarak Pagar dengan Penggunaan 2,4D dan TDZ. *Agriculture Universitas Jambi*. 1(2).
- Manjitha, K. G. L, M.D.K.M Gunasena, W.T.P.S.K. Senarath dan L.G.I. Samanmalee. 2018. **In Vitro Plant Regeneration Through Organogenesis and Somatic Embryogenesis of *Punica Granatum* Linn. (Lythraceae)**. *International Journal of Scientific and Engineering Research*. 9(1).

- Maulida, Desi, Lisa erfa, dan Rizka Novi Sesanti. 2018. Multiplikasi Mata Tunas Pisang “Cavendish” In Vitro pada Berbagai Konsentrasi Banzil Adenin. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 17(3).
- Muliati, Tengku Nurhidayah, Nurbaiti. 2017. Pengaruh NAA, BAP dan Kombinasinya Pada Media MS Terhadap Perkembangan Eksplan *Sansevieria macrophylla* Secara In Vitro. *JOM FAPERTA*. 4(1)
- NCBI. 2017. *NCBI Taxonomy : Punica granatum (Pomegranate). Classification* (Online), (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/taxonomy>), diakses 17 November 2019
- Nugroho, Candra Catur. 2014. **Studi Embriogenesis dan Organogenesis Serta Respon Beberapa Genotip Ubi Kayu Terhadap AlCl₃**. IPB. Bogor. Thesis.
- Oci, Y. M dan Dewi Kurnia Kumala. 2014. **Khasiat ajaib delima**. Jakarta : Padi.
- Ordas, R.J dan Rodriguez, R. 1992. Banzyl Adenin Controlled Protein Synthesis and Growth in Apple Cell suspension. *Physiologis Plantarum*. 84(2).
- Parmar, Nehanjali, Kamlesh Kanwar dan Ajay Kumar Thakur. 2013. Direct Organogenesis in *Punica granatum* L. cv. Kandhari Kabuli from Hypocotyl Explants. *J. Biol. Sci.* 83(4).
- Pranata, A.S. 2004. **Meningkatkan hasil panen dengan pupuk organik**. Jakarta : Agro Media Pustaka.
- Purita, Sela Yaka. 2017. Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh Jenis BAP Terhadap Pertumbuhan Planlet Sub Kultur Jaringan Tanaman Nanas (*Ananas comosus* L. Merr). *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(7).
- Purnamaningsih, R. 2002, Regenerasi tanaman melalui embriogenesis somatik dan beberapa gen yang mengendalikannya. *Buletin AgroBio*. 5(2).
- Rahmat, H. Rukmana. 2003. **Delima**. Yogyakarta : Kanisius.
- Rasud, Y., Sri U., dan Baharin. 2015. Pertumbuhan Jeruk Manis (*Citrus sinensis* L.) dengan Penambahan berbagai Konsentrasi Sitokinin secara *In Vitro*. *Jurnal Agroland*. 22(3).
- Rozaliana, Luthfi Aziz Mahmud Siregar, Eva Sartini Bayu. 2013. Pengaruh α -Benzil Amino Purin dan α -Asam Asetat Naftalena Terhadap Pembentukan Tunas Tanaman Nilam (*Pogosteon cablin* Benth.) Secara In Vitro. *Jurnal Online Agroteknologi*. 1(3).
- Salisbury, F. B. Dan C. W. Ross. 1995. **Fisiologi tumbuhan**. Penerjemah : Lukman, D. R. Dan Sumaryono. Bandung : ITB Press.
- Santoso, Hieronymus Budi. 1998. **Toga 2- tanaman obat keluarga**. Yogyakarta: Kanisius.
- Santoso, Nursandi. 2002. **Kultur jaringan tanaman**. Malang : UMM Press.
- Sari, Novita. 2013. Pengaruh Penambahan Berbagai Konsentrasi 2,4-D dan BAP pada Media MS terhadap Tekstur dan Warna Kalus Eksplan Batang Jati. (*Tectona grandis* L. F.). *Lentera Bio*. 2(1).
- Sayyid, Abdul Muhammad Basith. 2011. **Pola makan rasulullah makanan sehat berkualitas menurut al-quran dan as-sunnah**. Jakarta : Ahmahira.
- Setiawati, Ririn Mega. 2014. **Pengaruh Variasi Komposisi Tanaman Delima (*Punica granatum* L) Terhadap Sifat Fisis Membran Komposit Untuk Menangkap Radikal Bebas Asap Rokok**. UIN Malang. Malang. Skripsi.

- Silva, Jaime A. Teixeira da. 2012. Is BA (6-Benzyladenine) BAP (6-Benzylaminopurine)?. *The Asian and Australasian Journal of Plant Science and Biotechnology*. 6(1).
- Soni, Madvi and Kamles Kanwar. 2016. Rejuvenation Influences Indirect Organogenesis from Leaf Explant of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Khandari Kabuli. *The Journal of Agriculture Science and Research*. 91(1).
- Soukhak, F. 2010. Study of Direct Adventitious Shoot Regeneration in Pomegranat (*Punica granatum* L. var cv Malas Saveh) Through Cotyledonary Explant. *International Journal of Agriculture Science and Research*. 2(3).
- Srivastava, L. M. 2002. **Plant growth and development hormon and enviroment**. London : Academic Press.
- Steinmacher. 2007. Somatic embryogenesis in peach palm using the thin cell layer technique: induction, morpho-histological aspects and AFLP analysis of somaclonal variation. *Annals of Botany*. no.100. pp. 699-9.
- Stimela, Tebogo, Remmy W Kasili dan Edward G. Mamati. 2019. Pomegranate Micropropagation, Callogenesis and Genetic Integrity Assessment Using Simple Sequence Repeat Markers. *Journal of Agricultural Science*. 11(1).
- Suparaini, Maizar, dan Fathurrahman. 2013. Penggunaan BAP dan NAA Terhadap Pertumbuhan Eksplan Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*). *J. Dinamika Pertanian*. 28(2).
- Supriati, Yati, Ika Mariska, dan Mujiman. 2006. Multiplikasi Tunas Belimbing Dewi (*Averrhoa carambola*) Melalui Kultur In Vitro. *Buletin Plasma Nutfah*. 12(2).
- Teixeira-da-Silva, JA & Dobranszki, J. 2013. 'Plant thin cell layers: A 40-year celebration'. *Journal Plant Growth Regulator*. no. 32, pp. 922-43.
- Tyas, Kartika Ning, Slamet Susanto, Iswari Saraswati Dewi, dan Nurul Khumaida. 2016. Organogenesis Tunas Secara Langsung pada Pamelon (*Citrus maxima* Burm Merr.). *Buletin Kebun Raya*. 19(1).
- Wattimena, G. A. 1986. **Zat pengatur tumbuh tanaman**. Bogor : Lembaga Sumber Daya Informasi IPB
- Wattimena, G. A. 1992. **Zat pengatur tumbuh tanaman**. Bogor : IPB Press.
- Wetter, L. R. Dan F. Constabel. 1991. **Metode kultur jaringan tanaman**. Bandung : ITB Press.
- Widyastoety, D. dan A. Santi. 2014. **Peningkatan keberhasilan dalam penyediaan bibit anggrek**. Balai Penelitian Tanaman Hias, Jawa Barat.
- Williams, Y. 2015. Bibit Tabulampot Williams Agrotama. Dikutip dari: <https://bibittabulampot.com/pemesanan-bibit/delima/>. 14 Maret 2019
- Yusnita. 2003. **Kultur jaringan cara memperbanyak tanaman secara efisien**. Jakarta : Agro Media Pustaka.
- Yulianti, Farida, Hidayatul Arisah dan Dita Agisimanto. 2017. Pengujian Stabilitas Genetik *Plantlet* Citrumelo Hasil TCL dari Kultur *In Vitro* dengan Menggunakan Teknik Sekuen Berulang (*Genetic Stability Assessment of Plantlet Derived TCL Citrumelo Using Repetitive Sequence Technique*). *J.Hort*. 27(2).
- Yuliarti, N. 2010. **Kultur in vitro tanaman**. Yogyakarta : Andi Offset.

- Zuhud dan Siswoyo. 2001. Rancangan Strategi Konservasi Tumbuhan Obat Indonesia. Jakarta : Pusat Pengendalian Kerusakan Keanekaragaman Hayati BAPEDAL dan Fakultas Kehutanan IPB.
- Zulkarnain. 2009. **Kultur jaringan tanaman, solusi perbanyak tanaman budi daya**. Jakarta : Bumi Aksara.



Lampiran 1. Data Hasil Pengamatan

1. Data Pengamatan Waktu Muncul Tunas

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-Rata
	1	2	3	4		
B0	32	32	32	32	128	32
B1	16	16	15	15	62	15,5
B2	12	13	12	11	48	12
B3	13	13	13	12	51	12,75
B4	14	15	14	16	59	14,75
B5	13	13	12	12	50	12,5
B6	17	17	17	16	67	16,75

2. Data Pengamatan Jumlah Tunas

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-Rata
	1	2	3	4		
B0	1	1	1	1	4	1
B1	3	1	2	2	8	2
B2	5	3	3	5	16	4
B3	4	3	3	5	15	3,75
B4	5	6	5	4	20	5
B5	7	5	6	7	25	6,25
B6	5	5	4	6	20	5

3. Data Pengamatan Tinggi Tunas

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-Rata
	1	2	3	4		
B0	1	2	3,5	1,5	8	2
B1	2	3,4	3,5	4	12,9	3,225
B2	7,5	5,2	6,5	5,7	24,9	6,225
B3	5,8	4,7	3,1	5,6	19,2	4,8
B4	4,5	3,6	4,2	3,5	15,8	3,95
B5	5	4,4	4,7	5,1	19,2	4,8
B6	1,1	1,8	1,5	1	5,4	1,35

Lampiran 2. Hasil ANAVA dan DMRT 5%

1. Pengaruh BA terhadap waktu muncul tunas

ANOVA

WMT					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1178.429	6	196.405	499.939	.000
Within Groups	8.250	21	.393		
Total	1186.679	27			

WMT

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
B 1 ppm	4	12.0000			
B 2,5 ppm	4	12.5000			
B 1,5 ppm	4	12.7500			
B 2 ppm	4		14.7500		
B 0,5 ppm	4		15.5000		
B 3 ppm	4			16.7500	
B 0 ppm	4				32.0000
Sig.		.123	.105	1.000	1.000

2. Pengaruh BA terhadap jumlah tunas

ANOVA

JumlahTunas					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	79.929	6	13.321	18.048	.000
Within Groups	15.500	21	.738		
Total	95.429	27			

JumlahTunas

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
B 0 ppm	4	1.0000		
B 0,5 ppm	4	2.0000		
B 1,5 ppm	4		3.7500	
B 1 ppm	4		4.0000	
B 2 ppm	4		5.0000	5.0000
B 3 ppm	4		5.0000	5.0000
B 2,5 ppm	4			6.2500
Sig.		.115	.071	.064

3. Pengaruh BA terhadap tinggi tunas

ANOVA

TinggiTunas	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	69.869	6	11.645	16.664	.000
Within Groups	14.675	21	.699		
Total	84.544	27			

TinggiTunas

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
B 3 ppm	4	1.3500				
B 0 ppm	4	2.0000	2.0000			
B 0,5 ppm	4		3.2250	3.2250		
B 2 ppm	4			3.9500	3.9500	
B 1,5 ppm	4				4.8000	
B 2,5 ppm	4				4.8000	
B 1 ppm	4					6.2250
Sig.		.284	.051	.234	.188	1.000

Lampiran 3. Perhitungan dan Pengambilan Larutan Stok BA

Perhitungan pembuatan larutan stok hormon 100 ppm dalam 100 ml aquades yaitu:

$$\text{Larutan stok BA 100 ppm dalam 100 ml} = \frac{100 \text{ mg}}{1 \text{ L}} = \frac{100 \text{ mg}}{1000 \text{ ml}} = \frac{10 \text{ mg}}{100 \text{ ml}}$$

Perhitungan pengambilan hormon BA untuk membuat media perlakuan

- a. Konsentrasi 0,5 ppm

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$100 \text{ ppm} \times V1 = 0,5 \times 40 \text{ mL}$$

$$V1 = \frac{0,5 \times 40}{100} = 0,2 \text{ mL}$$

- b. Konsentrasi 1 ppm

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$100 \text{ ppm} \times V1 = 1 \times 40 \text{ mL}$$

$$V1 = \frac{1 \times 40}{100} = 0,4 \text{ mL}$$

- c. Konsentrasi 1,5 ppm

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$100 \text{ ppm} \times V1 = 1,5 \times 40 \text{ mL}$$

$$V1 = \frac{1,5 \times 40}{100} = 0,6 \text{ mL}$$

- d. Konsentrasi 2 ppm

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$100 \text{ ppm} \times V1 = 2 \times 40 \text{ mL}$$

$$V1 = \frac{2 \times 40}{100} = 0,8 \text{ mL}$$

- e. Konsentrasi 2,5 ppm

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$100 \text{ ppm} \times V1 = 2,5 \times 40 \text{ mL}$$

$$V1 = \frac{2,5 \times 40}{100} = 1 \text{ mL}$$

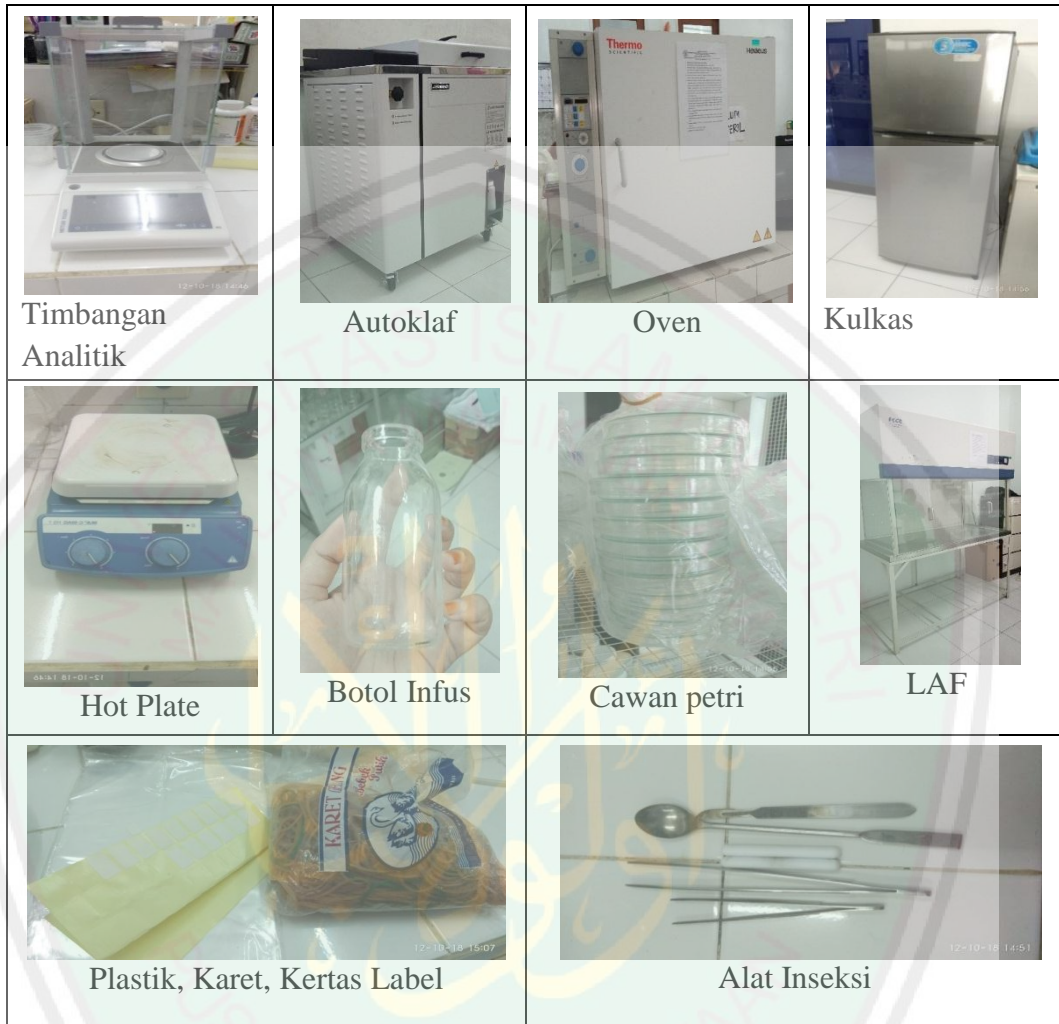
- f. Konsentrasi 3 ppm

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$100 \text{ ppm} \times V1 = 3 \times 40 \text{ mL}$$

$$V1 = \frac{3 \times 40}{100} = 1,2 \text{ mL}$$

Lampiran 4. Foto Alat Penelitian



Lampiran 5. Foto Bahan Penelitian

 <p>Delima Hitam</p>	 <p>Media MS</p>	 <p>Alkohol 70%, 96% dan spirtus</p>	 <p>Agar-agar</p>
 <p>ZPT BA</p>	 <p>Fungisida</p>	 <p>Gula Pasir</p>	 <p>Bakterisida</p>
 <p>Detergen</p>		 <p>Tisu</p>	



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

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Adela Khoiru Rizqi
NIM : 15620033
Program Studi : Biologi
Semester : Ganjil T.A 2019
Pembimbing : Suyono, M.P
Judul Skripsi : Induksi Tunas dari Eksplan Biji Delima Hitam (*Punica granatum L.*)
Menggunakan Zat Pengatur Tumbuh BA (*Benzil Adenin*) Secara *In Vitro*
dengan Teknik TCL (*Thin Cell Layer*)

NO.	TANGGAL	URAIAN KONSULTASI	TTD PEMBIMBING
1.	2 Januari 2019	Konsultasi Judul Penelitian	1.
2.	9 Februari 2019	Konsultasi Judul Penelitian	2.
3.	13 Februari 2019	Konsultasi BAB I	3.
4.	19 Februari 2019	Konsultasi BAB I, II, III	4.
5.	25 Februari 2019	ACC Proposal	5.
6.	3 Juli 2019	Konsultasi BAB IV	6.
7.	2 Agustus 2019	Konsultasi BAB IV, V, dan Daftar Pustaka	7.
8.	6 November 2019	ACC Skripsi	8.

Malang, 6 November 2019

Pembimbing Skripsi,

Suyono, M.P
NIP.197106222003121002



Ketua Jurusan,

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



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

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

KARTU KONSULTASI AGAMA SKRIPSI

Nama : Adela Khoiru Rizqi
NIM : 15620033
Program Studi : Biologi
Semester : Ganjil T.A 2019
Pembimbing : M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I
Judul Skripsi : Induksi Tunas dari Eksplan Biji Delima Hitam (*Punica granatum L.*)
Menggunakan Zat Pengatur Tumbuh BA (*Benzil Adenin*) Secara *In Vitro*
dengan Teknik TCL (*Thin Cell Layer*)

NO.	TANGGAL	URAIAN KONSULTASI	TTD PEMBIMBING
1.	11 Januari 2019	Konsultasi Integrasi Ayat BAB I dan II	1.
2.	15 Januari 2019	ACC Integrasi BAB I dan II	2.
3.	31 Oktober 2019	Konsultasi Integrasi Ayat BAB IV	3.
4.	6 November 2019	ACC Integrasi BAB IV	4.

Malang, 6 November 2019

Pembimbing Skripsi,

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

Ketua Jurusan,



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