PENGARUH PEMBERIAN HORMON BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) TERHADAP MULTIPLIKASI TUNAS DELIMA HITAM (*Punica granatum* L.) SECARA *IN VITRO*

SKRIPSI

Oleh :
KHANNA LINALATIL FADZILAH
NIM. 16620003

JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

PENGARUH PEMBERIAN HORMON BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) TERHADAP MULTIPLIKASI TUNAS DELIMA HITAM (*Punica granatum* L.) SECARA *IN VITRO*

SKRIPSI

Oleh :
KHANNA LINALATIL FADZILAH
NIM. 16620003

JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

PENGARUH PEMBERIAN HORMON BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) TERHADAP MULTIPLIKASI TUNAS DELIMA HITAM (*Punica granatum* L.) SECARA *IN VITRO*

SKRIPSI

Oleh :
KHANNA LINALATIL FADZILAH
NIM. 16620003

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

JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

PENGARUH PEMBERIAN HORMON BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) TERHADAP MULTIPLIKASI TUNAS DELIMA HITAM (*Punica granatum* L.) SECARA *IN VITRO*

SKRIPSI

Oleh :
KHANNA LINALATIL FADZILAH
NIM. 16620003

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
Tanggal: 26 Desember 2020

Pembimbing I	Pembimbing II
Suyono, M.P	Dr. M. Mukhlis Fahruddin, M.Si
NIP. 19710622 200312 1 002	NIPT. 20142011409

Mengetahui,
Ketua Program Studi

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

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

PENGARUH PEMBERIAN HORMON BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) TERHADAP MULTIPLIKASI TUNAS DELIMA HITAM (*Punica granatum* L.) SECARA *IN VITRO*

SKRIPSI

Oleh :
KHANNA LINALATIL FADZILAH
NIM. 16620003

telah dipertahankan
di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)
tanggal: 22 Desember 2020

Penguji Utama	**: Dr. Evika Sandi Savitri, M.P** **NIP. 19741018 200312 2 002**	(.....)
Ketua Penguji	**: Ruri Siti Resmisari, M.Si** **NIDT. 19790123 20160801 2 063**	(.....)
Sekretaris Penguji	**: Suyono, M.P** **NIP. 19710622 200312 1 002**	(.....)
Anggota Penguji	**: Dr. M. Mukhlis Fahruddin, M.Si** **NIPT. 20142011409**	(.....)

Mengesahkan,
Ketua Program Studi

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

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin, tiada kata yang bisa diucap melainkan rasa syukur atas segala nikmat dan karunia-Nya yang telah memberikan kesempatan pada hambanya ini untuk menimba ilmu guna mempelajari sedikit dari milyaran ilmu-Nya.

Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Agung kita Nabi akhiruz zaman, Muhammad S.A.W. yang telah membimbing kita menuju jalan yang terang-benderang yakni Addinul Islam.

Hasil tugas akhir ini saya persembahkan untuk:

Kedua orang tua saya yang selalu mendukung dan mendoakan kelancaran studi anaknya ini. Untuk bapak asrori dan Ibu Siti Sulaimah saya ucapkan beribu terima kasih untuk semua support sistem yang telah diberikan. Selalu memotivasi dalam bentuk apapun hingga saya tidak bisa membalas dengan kata-kata, mungkin dengan menyelesaikan studi sarjana ini bisa sedikit membalas atas jasa yang telah ibu bapak berikan kepada saya.

Terima kasih juga saya sampaikan kepada adek-adek saya, dek Kamila Ikhda Nuzulir Rohmah dan dek Arina Manasikana, yang selalu memberikan kelucuan, kebahagiaan dan juga kekonyolan kepada saya. Sehingga bisa sejenak mengalihkan kejenuhan saya selama mengerjakan penelitian. Thank you so much both of you.

Tidak lupa untuk teman-teman satu tim bimbingan saya, intan, denis dan mita, yang selalu mendampingi dalam bekerja di lab. dengan segala kegupuhan, kekompakan dan solidaritas yang diacungi jempol. Saling support dan memotivasi saya untuk tidak malas dalam mengerjakan penelitian. Terima kasih banyak yaa my lovely team.

Terima kasih sebesar-besarnya kepada Bapak Suyono selaku pembimbing saya, yang telah meluangkan waktunya untuk menerima kosultasi dari saya. Tak lupa wejangan dari beliau untuk selalu semangat, bersabar dan berdoa dalam menghadapi cobaan selama penelitian ini. Karena membutuhkan kesabaran yang luar biasa mengingat penelitian ini dilakukan dalam masa pandemi covid-19.

Buat teman-teman kultur jaringan yang lain, terima kasih banyak yang sudah mau saya repotkan untuk ditanyai hal yang saya masih belum mengerti dan juga bantuan dari kalian selama bekerja di lab.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Untuk mba Lil Hanifah selaku laboran di lab. Kultur jaringan terima kasih banyak sudah banyak membantu saya selama penelitian di lab. Sehingga bisa memudahkan saya untuk melakukan apa yang seharusnya dilakukan.

Buat kalian yang satu dosen pembimbing dengan saya, winda, rahmi dan rosyad, terima kasih banyak atas bantuan kalian dan juga support dari kalian sangat membantu saya. Meskipun kita berbeda topik penelitian tidak menghalangi rasa pertemanan kita. Salam terima kasih dan semangat buat kalian.

Tak lupa untuk mba fitri, mba zul, mba ana yang selalu mendukung saya bagaimanapun kondisi saya selalu menjadi support sistem yang sangat bisa saya andalkan. Dengan segala bentuk dukungan saya ucapkan banyak terima kasih.

Aku ucapkan banyak terima kasih buat my support system, my moodboster thank you yaa selalu ada di saat aku butuh, selalu bisa ngilangin stress aku buat tetap ngerjakan skripsi. Quris, big thank to you dengan segala bentuk support mu aku bisa menjalani hari-hariku yang membosankan ini, hahaha

Dan teman-teman biologi'16, terima kasih banyak atas dukungan dari kalian yang telah mengisi kenangan selama masa perkuliahan ini. Semoga kelak kalian sukses dengan jalan masing-masing. Aamiin..

Serta terima kasih banyak untuk semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir saya ini, mohon maaf jika saya telah berbuat yang mungkin menyakiti hati kalian. Saya tidak bisa menyebutkan satu persatu namun, dengan diwakili do'a baik ini semoga Allah berkenan membalas semua kebaikan kalian sehingga saya bisa merampungkan tugas akhir ini dengan selamat meski terdapat banyak kendala yang tidak disangka-sangka datangnya. Semoga Allah memudahkan jalan kita semuanya aamiin..

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

MOTTO

"Hidup itu dengan tujuan. Jika ingin bahagia maka terikatlah dengan tujuan, bukan dengan orang atau benda.
Dan jangan terlalu sering mengeluh, inshaallah engkau adalah bagian dari hamba-Nya yang bersyukur."

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Khanna Linalatil Fadzilah
NIM	: 16620003
Jurusan	: Biologi
Fakultas	: Sains dan Teknologi
Judul Penelitian	: Pengaruh Pemberian Hormon BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) terhadap Multiplikasi Tunas Delima Hitam (*Punica granatum* L.) Secara *In Vitro*

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

Malang, 26 Desember 2020
Yang membuat pernyataan,

METERAI TEMPEL
PAJAK MEMBANGUN BANGSA
TGL. 20
D4F89ACF491609884
ENAM RIBU RUPIAH
6000 DJP

Khanna Linalatil Fadzilah
NIM. 16620003

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Dipindai dengan CamScanner

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.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

PENGARUH PEMBERIAN HORMON BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) TERHADAP MULTIPLIKASI TUNAS DELIMA HITAM (*Punica granatum* L.) SECARA *IN VITRO*

Khanna Linalatil Fadzilah, Suyono, M. Mukhlis Fahruddin

ABSTRAK

Kultur jaringan adalah salah satu diantara tahapan perbanyakan tanaman, di dalam memproduksi bibit tanaman multiplikasi tunas merupakan tahapan yang sangat penting guna mendapatkan jumlah bibit yang banyak. *6-Benzyl Amino Purine* merupakan hormon yang banyak terbukti dalam teknik multiplikasi dalam kultur jaringan berbagai tanaman. Delima hitam merupakan salah satu tanaman yang disebutkan dalam Al quran karena memiliki banyak manfaat bagi manusia. Keberadaanya yang sedikit menyebabkan delima hitam jarang ditemui. Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh BAP terhadap multiplikasi tunas delima hitam (*Punica granatum* L.). Rancangan penelitian yang dilakukan menggunakan jenis penelitian eksperimental yang disusun dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal yaitu pemberian BAP: 0 mg/l, 1 mg/l, 2 mg/l, dan 3 mg/l, yang diulang sebanyak 5 kali dengan setiap 1 botol diberi 3 eksplan. Bahan yang digunakan yaitu eksplan tunas delima hitam, media MS dan BAP. Parameter yang diamati yaitu hari muncul tunas, jumlah tunas, tinggi tunas dan persentase tumbuh tunas. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA dilanjutkan dengan uji DMRT 5% dan analisis regresi. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh nyata pemberian BAP terhadap multiplikasi tunas delima hitam. Konsentrasi yang efektif adalah 2 mg/l dengan rerata HST 7,4 dengan rerata jumlah tunas 3,6 dan rerata tinggi tunas 3,6 mm serta persentase tumbuh tunas 100%.

Kata Kunci: Tunas Delima Hitam, BAP, multiplikasi.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

EFFECT OF BAP HORMONE ADMINISTRATION (*6-Benzyl Amino Purine*) ON MULTIPLICATION OF BLACK POMEGRANATE BUDS (*Punica granatum* L.) *IN VITRO*

Khanna Linalatil Fadzilah, Suyono, M. Mukhlis Fahruddin

ABSTRACT

Among the stages of plant propagation is tissue culture, in producing seeds of bud multiplication plants is a very important stage in order to get a large number of seedlings. *6-Benzyl Amino Purine* is a hormone that is widely proven in multiplication techniques in tissue cultures of various plants. This study was conducted with the aim of knowing the influence of BAP on the multiplication of black pomegranate shoots (*Punica granatum* L.). Black pomegranate is one of the plants mentioned in the Quran because it has many benefits for humans. Its existence that does not cause much black pomegranate is rare. The research design was conducted using a type of experimental research compiled with a complete randomized design (RAL) of a single factor namely the administration of BAP: 0 mg/l, 1 mg/l, 2 mg/l, and 3 mg/l, which was repeated 5 times with each 1 bottle given 3 explants. The ingredients used are black pomegranate shoots explants, MS and BAP media. The observed parameters are the day shoots appear, the number of shoots, the height of the shoots and the percentage of shoots growing. The data obtained was analyzed using ANOVA followed by a 5% DMRT test and regression analysis. The results showed a real influence of BAP administration on the multiplication of black pomegranate shoots. The effective concentration is 2 mg/l with an average HST of 7.4 with an average number of shoots of 3.6 and a high average of 3.6 mm shoots and a 100% shoots growth percentage.

Keywords: Black Pomegranate Shoots, BAP, multiplication.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

تأثير إدارة هرمون BAP (6-Benzyl Amino Purine) على مضاعفة براعم الرمان الأسود (بونيكا جراناتوم L.) في المختبر SECARA

خانا لينالاتيل فضلة، سويونو، م. مخلص فهر الدين

مجرده

من بين مراحل انتشار النباتات هو زراعة الأنسجة، في إنتاج بذور النباتات الضرب برعم هو مرحلة هامة جدا من أجل الحصول على عدد كبير من الشتلات. 6-البنزيل أمينو بورين هو هرمون ثبت على نطاق واسع في تقنيات الضرب في الثقافات الأنسجة للنباتات المختلفة. الرمان الأسود هو واحد من النباتات المذكورة في القرآن لأنه له فوائد كثيرة للبشر. وجودها الذي لا يسبب الكثير من الرمان الأسود أمر نادر الحدوث. أجريت وقد .(Punica granatum L.) على مضاعفة براعم الرمان الأسود BAP هذه الدراسة بهدف معرفة تأثير (RAL) أجريت تصميم البحوث باستخدام نوع من البحوث التجريبية التي تم تجميعها مع تصميم معشاة كاملة ملغ / لتر، 1 ملغ / لتر، 2 ملغ / لتر، و 3 ملغم / لتر، والتي تكررت 5 BAP: 0 من عامل واحد هو إدارة MS، explants المكونات المستخدمة هي الرمان الأسود برعم .3 explants مرات مع كل زجاجة 1 نظرا المعلمات الملاحظة هي اليوم الذي يطلق النار تظهر، وعدد من البراعم، وارتفاع .BAP وسائل الإعلام ANOVA يطلق النار والنسبة المئوية للبراعم المتنامية. تم تحليل البيانات التي تم الحصول عليها باستخدام وتحليل الانحدار. ٪5 DMRT متبوعة باختبار

.، الضربBAPالكلمات الرئيسية: الرمان الأسود يطلق النار،

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh.

Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah S.W.T. yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul "Pengaruh Pemberian Hormon BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) Terhadap Multiplikasi Tunas Delima Hitam (*Punica Granatum* L.) Secara *In Vitro*" tepat pada waktunya.

Sholawat dan salam tak lupa penulis haturkan kepada Nabi besar Muhammad S.A.W. yang telah membimbing dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang benderang ini yakni ad dinul islam. Adapun maksud dan tujuan dari penulisan skripsi ini adalah sebagai suatu bentuk tanggung jawab penulis untuk memperoleh gelar sarjana sains (S.Si). Pada kesempatan ini tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada beliau yang telah memberikan bantuannya dalam rangka melengkapi Skripsi ini, diantaranya:

1. Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Hj. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P, selaku ketua Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Suyono, M.P, dan Dr. M. Mukhlis Fahruddin, M.Si, selaku dosen pembimbing utama dan dosen pembimbing agama, yang senantiasa memberikan pengarahan, bimbingan, nasehat dan juga motivasi selama menyelesaikan skripsi.
5. Prof. Dr. drh. Hj. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si, 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 Asrori dan Ibu Siti Sulaimah dan juga adek Kamila Ikhda Nuzulir Rohmah dan Arina Manasikana, yang senantiasa memberikan petuah, motivasi, nasehat, kasih sayang dan dukungan baik secara riil maupun material kepada penulis selama ini.
8. Laboran dan Staff Administrasi Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
9. Teman-teman satu bimbingan Skripsi yang telah bekerja sama dalam penelitian, Intan, Denis dan Mita, yang telah memberikan support dan dukungan kepada penulis.
10. Semua pihak yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu, yang telah memberikan sumbangan pemikiran, do'a dan juga semangat hingga skripsi ini bisa terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun selalu penulis harapkan agar skripsi ini dapat memberikan manfaat serta menambah dan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

memperkaya wawasan ilmu pengetahuan bagi penulis, pembaca dan seluruh mahasiswa UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

Akhir kata, penulis sampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penyusunan skripsi ini dari awal sampai akhir. Semoga Allah S.W.T. senantiasa meridhoi segala usaha kita. Aamiin aamiin aamiin Ya Robbal 'Alamin.

Wassalamu'alaikum warahmatullah Wabarakatuh

Malang, 26 Desember 2020

Penulis

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR ISI

Halaman Judul ii
Halaman Persetujuan iii
Halaman Pengesahan iv
Halaman Persembahan v
Motto vii
Halaman Pernyataan Keaslian Tulisan viii
Halaman Penggunaan Skripsi ix
Abstrak x
Abstract xi
مجرده xii
Kata Pengantar xiii
Daftar Isi xv
Daftar Tabel xvi
Daftar Gambar xvii
Daftar Lampiran xviii
Daftar Singkatan xix

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 8
1.3 Tujuan Penelitian 8
1.4 Hipotesis Penelitian 8
1.5 Manfaat Penelitian 9
1.6 Batasan Penelitian 9

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 10
2.1 Delima Hitam (*Punica granatum* L.) 10
2.1.1 Delima Hitam (*Punica granatum* L.) dalam Sudut Pandang Islam 10
2.1.2 Klasifikasi dan Botani Delima Hitam (*Punica granatum* L.) 13
2.1.3 Kandungan Senyawa dan Manfaat Delima Hitam (*Punica granatum* L) 15
2.1.4 Budidaya Tanaman Delima Hitam (*Punica granatum* L.) 17
2.2 Teknik Perbanyakan Tanaman melalui Kultur Jaringan 18
2.3 Faktor yang Memengaruhi Keberhasilan Kultur Jaringan Tumbuhan 19
2.4 Multiplikasi Tunas 22
2.5 Penggunaan BAP dalam Multiplikasi Tunas secara *In Vitro* 23

BAB III METODE PENELITIAN 26
3.1 Rancangan Penelitian 26
3.2 Variabel Penelitian 26
3.3 Waktu dan Tempat 26
3.4 Alat dan Bahan 26
3.4.1 Alat 26
3.4.2 Bahan 27
3.5 Langkah Kerja 27

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3.5.1 Sterilisasi Alat 27
3.5.2 Pembuatan Media.....27
3.5.3 Pembuatan Stok Hormon 28
3.5.4 Sterilisasi Ruang Tanam.....28
3.5.5 Tahap Induksi Tunas.....28
3.5.5.1. Subkultur Tunas 28
3.5.5.2. Multiplikasi Tunas pada Perlakuan BAP 28
3.6 Pengamatan dan Pengambilan Data 28
3.6.1 Data Kuantitatif.....28
3.6.2 Data Kualitatif.....29
3.7 Analisis Data 29
3.8 Desain Penelitian.....30

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....31
4.1 Konsentrasi BAP yang Efektif dan Optimum dalam Multiplikasi Tunas Delima Hitam (*Punica granatum* L.) 31
4.2 Pengaruh Konsentrasi BAP terhadap Kualitas Morfologi Tunas Delima Hitam (*Punica granatum* L.) 39
4.3 Kajian Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam.....42

BAB V PENUTUP.....46
5.1 Kesimpulan 46
5.2 Saran.....46

DAFTAR PUSTAKA.....47

LAMPIRAN.....55

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Pengaruh BAP terhadap Morfologi Tunas Delima Hitam (*Punica granatum* L.) 46

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Delima Hitam (*Punica granatum* L.) 14
Gambar 2.2 Struktur Kimia BAP 23
Gambar 3.1 Desain Penelitian.....30
Gambar 4.1 Hasil Uji DMRT 5% Rata-rata Konsentrasi 31
Gambar 4.2 Hasil Analisis Regresi Konsentrasi Optimal 33

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR LAMPIRAN

1. Data hasil pengamatan 55
2. Data Hasil Anova 56
3. Hasil ANOVA, DMRT 5% dan regresi 57
4. Perhitungan dan pengambilan larutan stok BAP 60
5. Foto alat penelitian.....61
6. Foto bahan penelitian 62

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR SINGKATAN

Simbol / Singkatan	Keterangan
ANOVA	Analysis of Variance
Atm	Atmosfer
BAP	Benzil Amino Purin
cm	Centimeter
^{o}C	Derajat Celcius
ZPT	Zat Pengatur Tumbuh
BA	Benzyl Adenin
mg/l	Miligram Per Liter
HST	Hari Setelah Tanam
DMRT	Duncan Multiple Range Test
^{o}F	Derajat Fahrenhait
g	Gram
IAA	Indole Asetic Acid
MS	Murashige and Skoog
mm	Milimeter
NAA	Napthtalene Acetic Acid
pH	Power of Hidrogen
RAL	Rancangan Acak Lengkap
NaOH	Natrium Hidroksida
HCl	Asam Klorida
G1	Gap 1
G2	Gap 2
LAF	Laminar Air Flow
UV	Ultraviolet
ppm	Parts Per Million
µM	Mikrometer
H	Hidrogen
C	Karbon
fc	Fluorescent

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bumi dan seisinya diciptakan oleh Allah S.W.T. dengan tujuan untuk kemaslahatan seluruh umat. Umat manusia dengan beragam keyakinan yang dianutnya, tidak menjadi penghalang bagi kerahmatan Allah kepada makhluk-Nya. Begitu pula tumbuh-tumbuhan dengan beraneka-ragam jenisnya dapat tumbuh subur di muka bumi atas rahmat dan ijin-Nya. Guna memenuhi segala kebutuhan makhluk hidup yang tinggal di muka bumi. Tumbuhan dengan beraneka-ragam jenis dan varietasnya memiliki banyak manfaat baik untuk kesehatan, kecantikan, keperluan rumah tangga, perekonomian dan salah satunya adalah sebagai sumber pembelajaran. Contoh salah satu tumbuhan tersebut adalah tanaman delima hitam (*Punica granatum* L.). Allah S.W.T. berfirman dalam Al quran Surat Al An'am ayat 99 sebagai berikut :

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا
نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ
وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ ۗ انْظُرُوا إِلَىٰ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ۚ إِنَّ فِي
ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

Artinya :"Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan, lalu Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman hijau yang Kami keluarkan darinya butir yang bersusun-susun. Dan dari pohon kurma, dari mayangnya muncul tangkai-tangkai yang menjuntai. Dan dari kebun-kebun anggur, zaitun dan delima yang serupa dan tidak serupa. Perhatikanlah buahnya ketika pohonya berbuah dan (perhatikan pula) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang beriman." (QS. 6:99)

Berdasarkan Al quran Surat Al An'am ayat 99 di atas, telah dikatakan bahwa Allah S.W.T. yang telah menurunkan air hujan dari langit ke muka bumi untuk menumbuhkan beraneka ragam jenis tumbuhan. Pada ayat di atas juga dikatakan buah kurma, zaitun dan delima yang tumbuh dari tanaman yang hijau.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Diperoleh dari kebun-kebun dengan penciptaan butir yang bersusun-susun. Sebagai hambanya kita diperintahkan untuk memperhatikan bagaimana proses penciptaannya sebagai tanda dari orang yang beriman. Menurut tafsir Jalalain (2010) lafadz انْظُرُوا yang memiliki arti "Perhatikanlah olehmu" wahai hamba yang beriman dengan memperhatikan untuk mengambil suatu pelajaran إِلَىٰ ثَمَرِهِ yang memiliki arti "buahnya" salah satu buah yang dimaksud adalah buah delima. Menurut tafsir dari Ibnu Katsir (1988) menjelaskan bahwa antara buah kurma, zaitun dan delima baik yang serupa ataupun yang tidak serupa baik bentuk, warna maupun cita rasanya tetap dianjurkan kepada hambanya untuk memperhatikan bagaimana tumbuhan tersebut mulai berbuah hingga waktu masak sehingga kita mengetahui besarnya nikmat, rahmat dan hikmah Allah S.W.T. menciptakan itu semua untuk kepentingan umat manusia.

Bukti dari orang yang beriman hendaklah senantiasa berfikir dan menelaah tentang suatu bentuk penciptaan. Penciptaan mulai dari awal buah delima tumbuh hingga mengalami kematangan. Namun tidak sampai disitu, dibalik penciptaan buah delima juga memiliki banyak manfaat. Al quran telah menyebutkan secara jelas tentang keberadaan buah delima dan tentunya apabila dikaji lebih dalam lagi buah delima memiliki banyak manfaat bagi kesehatan tubuh manusia. Sehingga tidak ada penciptaan yang sia-sia karena selalu ada hikmah dan manfaat yang terkandung di dalamnya.

Berdasarkan tafsir dari Ibnu Katsir menjelaskan bahwa salah satu buah yang disebutkan dalam sebuah hadits adalah buah delima. Hal itu mengingat akan banyaknya kemuliaan yang dimiliki pada buah delima tersebut. Muhammad Thabathaba'i dalam kitab *Tafsir al-Mizan Fi Tafsir al quran* menjelaskan bahwa buah delima memiliki letak yang berdekatan dengan buah kurma yang ada di surga (Thabathab'i, 1991). Sedangkan pada kitab *Tafsir Al Misbah,* Muhammad Quraish Shihab menukil dari kitab Tafsir Al Muntakhabat mengenai keistimewaan dari buah kurma dan delima yang telah dibuktikan dalam ilmu pengetahuan sains modern.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Perasan dari isi buah delima memiliki kandungan asam sitrat yang tinggi jika dibandingkan dengan buah yang lain. Asam sitrat ini dapat berfungsi untuk meringankan penyakit encok. Kulit buah delima memiliki kandungan astrigen yang dapat membantu membasmi keberadaan cacing pita dalam tubuh (Shihab, 2002). Delima termasuk golongan dari genus *Punica.* Memiliki bentuk buah seperti berry yang apabila dibelah memiliki aril yang tersusun dengan rapi. Menurut Raisi *et al.* (2008); Khadivi *et al.* (2020) delima adalah salah satu buah yang dapat dikonsumsi dan terkenal sejak lama yang dibudidayakan secara penuh di wilayah Iran, Afghanistan, India, Mediterania, Spanyol, China, Jepang dan California. Delima memiliki peranan penting dalam bidang ekonomi pada wilayah tropis dan subtropis hal itu karena buahnya yang enak untuk dikonsumsi dan selain itu delima memiliki potensi dalam bidang farmasi dan digunakan sebagai ornamen (Patil *et al.,* 2011). Delima hanya terdiri atas dua jenis spesies yaitu *Punica granatum* L. dan *P. protopunica* Balf. f. 1882. *P. protopunica* adalah tumbuhan endemik dari wilayah Socotra sedangkan, *P. granatum* adalah spesies yang banyak dibudidayakan sehingga memiliki banyak kultivar saat ini. Salah satunya adalah delima hitam. Delima hitam memiliki kulit hitam dari awal hingga mencapai kematangan (Holland *et al,.* 2009).

Delima memiliki sejumlah manfaat dalam hal kesehatan. Delima dapat digunakan untuk mencegah atau mengobati beberapa macam penyakit yang beresiko seperti, tekanan darah tinggi, kolesterol tinggi, stres oksidatif, hiperglikemia dan aktivitas inflamasi (Zarfeshany *et al.,* 2014). Menurut Dikmen *et al.* (2011) delima memiliki aktivitas farmakologis yaitu sebagai antioksidan dan antikanker karena adanya kandungan fenolik yang terdapat dalam delima yang dapat mengurangi pembelahan dari sel kanker, selain itu delima juga memiliki sifat antimikroba yang dapat membantu mencegah terjadinya infeksi pada gigi, patogen *E. coli* O157: H7 dan organisme yang tahan terhadap antibiotik seperti MRSA (Jurenka, 2008). Menurut Bhowmik *et al.* (2013) biji dari buah delima dapat digunakan untuk membantu membersihkan lemak pada sistem pencernaan. Kandungan senyawa bioaktif dalam delima ini dipengaruhi oleh jenis kultivar (Bassiri-Jahromi & Doostkamp, 2019).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Indonesia terdapat 3 varietas delima yaitu delima putih, delima merah dan delima hitam. Data dari IUCN menyebutkan bahwa delima masuk ke dalam kategori *least concern* atau tidak memerlukan perhatian yang khusus. Menurut Astawan (2008) mengatakan bahwa delima hitam merupakan buah yang sulit ditemukan dipasaran. Moghaddam *et al.* (2013) dalam Dana *et al.* (2015) menambahkan bahwa delima hitam adalah jenis delima yang jarang ditemukan. Delima hitam atau delima ungu memiliki kulit berwarna hitam ketika muda namun, setelah matang akan berubah warna menjadi hitam kemerahan, memiliki bunga berwarna oranye, aril memiliki warna merah muda dengan bercak merah pada bagian tengah dan memiliki rasa yang manis (Rukmana, 2007).

Perbanyakan tanaman delima hitam selama ini ada yang menggunakan biji, beberapa ada yang menggunakan teknik cangkok dan stek batang. Teknik cangkok dan stek batang ini dinilai kurang efektif karena perawakan dari delima hitam yang kecil dengan jumlah cabang yang terbatas sehingga, dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman delima hitam menjadi terhambat. Perbanyakan delima hitam menggunakan biji terkendala oleh kualitas dari biji delima hitam yang kurang baik dengan ditemukannya biji kosong, embrio kecil dan abnormal. Perbanyakan dengan biji juga terkendala oleh struktur biji delima hitam yang cukup keras. Menurut Olmez *et al.* (2007) biji delima membutuhkan waktu 71 hari untuk bisa berkecambah di dalam kondisi yang terbuka. Menurut Andriani & Suharyanto (2015) biji delima hitam memiliki kesamaan anatomi dengan jenis delima merah dan putih yang membedakan hanya bentuk dan ukuran. Mengatasi hal tersebut perbanyakan tanaman delima hitam secara kultur jaringan menjadi alternatif pilihan yang dapat dilakukan.

Kultur jaringan menjadi suatu teknologi yang semakin penting untuk pengaplikasian sains dan komersial dalam beberapa tahun terakhir (Kumar & Reddy, 2011). Kultur jaringan tanaman merupakan salah satu teknik alternatif untuk memperbanyak tanaman yang sulit dilakukan secara konvensional baik vegetatif maupun generatif. Kultur jaringan tanaman adalah suatu budidaya tanaman secara aseptik dari suatu sel, jaringan, organ atau bagian keseluruhan tanaman di bawah kondisi gizi dan lingkungan yang terkontrol.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Kondisi tersebut meliputi pasokan nutrisi, suhu dan lingkungan yang optimal, serta pH media (Hussain *et al.,* 2012). Teknik kultur jaringan ini dapat diterapkan pada seluruh bagian dari tanaman. Teknik kultur jaringan tanaman pertama kali digagas oleh seorang ahli botani Jerman yang bernama Golliob Haberlandt tahun 1902 (Gaikwad *et al.,* 2017). Prinsip dari kultur jaringan tanaman adalah teori totipotensi sel. Teori totipotensi sel merupakan teori yang menyatakan jika setiap sel tanaman memiliki kemampuan untuk beregenerasi sehingga mampu membentuk satu individu yang baru yang mirip dengan induknya (Dwiyani, 2015). Menurut Vasil (2008) konsep totipotensi sel adalah sebuah kemampuan dari satu sel untuk membagi dan menghasilkan tanaman yang utuh.

Keunggulan menggunakan teknik kultur jaringan tanaman yaitu dapat memeroleh bibit tanaman secara cepat dengan jumlah yang banyak, bibit tanaman yang diperoleh memiliki sifat yang sama dengan induk, dapat menghasilkan bibit tanaman yang seragam dan bebas penyakit. Sedangkan menurut Kumar & Reddy (2011) keunggulan dari kultur jaringan adalah dapat memperbanyak suatu tanaman dalam jumlah yang besar dengan ciri tanaman yang bebas dari patogen dalam waktu singkat dengan tingkat keseragaman tanaman yang tinggi. Menurut Bhoite & Palshikar (2014) keunggulan dari kultur jaringan tanaman adalah multiplikasi tanaman yang cepat, hanya membutuhkan persyaratan sejumlah eksplan yang ditanam, seragam dan sebagai penyimpanan plasma nutfah.

Multiplikasi tunas dalam kultur jaringan tanaman merupakan teknik perbanyakan tunas yang diambil dari tahap inisiasi tunas untuk diberikan perlakuan sehingga memerbanyak jumlah tunas yang muncul, baik tunas aksilar atau tunas adventif. Multiplikasi tunas secara umum terdapat dua tahapan yang pertama, tunas diinduksi untuk membentuk tunas baru. Kedua, tunas hasil dari induksi disubkultur kemudian ditanam di media baru untuk proses elongasi. Setelah mengalami elongasi tunas disubkultur ulang untuk ditanam di media baru begitu seterusnya hingga tercapai jumlah tanaman yang diinginkan (Sulistiani & Yani, 2018). Multiplikasi tunas dilakukan dengan mengambil tunas hasil dari inisiasi tunas yang diletakkan ke media pertumbuhan.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tunas yang sudah dipindahkan akan mengalami pertumbuhan. Pemberian hormon sitokinin berfungsi menggandakan tunas, sehingga dari satu tunas akan menjadi banyak tunas. Menurut Akbar *et al.* (2017) multiplikasi merupakan teknik meningkatkan perbanyakan pada pucuk atau tunas pada planlet, sehingga menghasilkan calon tunas yang maksimal (Elma *et al.,* 2018).

Pertumbuhan suatu tanaman kultur jaringan dikendalikan oleh senyawa yang berperan dalam proses pertumbuhan tanaman. Senyawa tersebut dinamakan dengan zat pengatur tumbuh (ZPT) atau hormon sintetik. Tanaman sebenarnya telah memiliki hormon endogen yang disintesis dalam tubuhnya. Pemberian hormon sintetik ini dapat memacu proses pertumbuhan tanaman sehingga dapat mempersingkat waktu pertumbuhan. Menurut Kumar & Reddy (2011) hormon pertumbuhan merupakan komponen organik yang secara alami disintesis oleh tanaman tingkat tinggi, yang mampu memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Hormon pertumbuhan tanaman sintetis telah dikembangkan dengan kemiripan aktivitas fisiologi yang sama dengan hormon pertumbuhan tanaman yang endogen. Hormon sintetis tersebut adalah sitokinin, auksin, giberelin, etilen dan asam absisat. Tingkat auksin yang lebih tinggi dari sitokinin digunakan untuk pembentukan akar sedangkan tingkat sitokinin yang lebih tinggi dari auksin digunakan untuk pembentukan tunas. Jenis hormon sitokinin sintetis yaitu kinetin, thidiazuron, BA dan 2iP. Penelitian ini menggunakan sitokinin sintetis jenis adenin yaitu *6-Benzyl Amino Purine* (BAP).

Sitokinin alami secara kimia berasal dari derivat purin yang digantikan oleh N^6. Sitokinin alami yang ditemukan pada tanaman tingkat tinggi yaitu isopentyladenine (iP), zeatin (Z), dan dihydrozeatin (DZ) (Werner *et al.,* 2001). Menurut De Garcia Salamone *et al.* (2006), sitokinin disintesis pada bagian akar tanaman, mengalami difusi sehingga keberadaannya juga ditemukan pada bagian batang, daun, bunga, buah dan biji tanaman. Sitokinin memiliki beberapa peranan yaitu menghambat penuaan pada organ jaringan, metabolisme senyawa sekunder dan pertumbuhan sel. Penggunaan BAP sebagai hormon sintetik karena sudah banyak digunakan dalam penelitian pertumbuhan tunas dan juga cukup terjangkau.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Dijelaskan Dolezal *et al.* (2006) BAP merupakan salah satu jenis hormon sitokinin yang efektif dan terjangkau yang digunakan dalam mikropropagasi tanaman. Menurut Wiendi *et al.* (1991), menjelaskan bahwa pemberian BAP pada media pertumbuhan dapat mempermudah translokasi dan juga aktif dalam meregenerasi tunas maupun kalus. Penelitian dari Sartika Sari *et al.* (2015) membuktikan adanya pengaruh pemberian BAP terhadap pertumbuhan tunas. Menurut Wattimena (1992) BAP adalah senyawa turunan dari adenin yang disubtitusi pada posisi 6 yang memiliki aktivitas kimia paling aktif.

Penggunaan BAP dalam aplikasi kultur jaringan telah banyak diterapkan. Kombinasi perlakuan menggunakan hormon 0,1 mg/l NAA + 2,5 mg/l BAP pada media MS mampu digunakan untuk multiplikasi tunas tanaman gaharu (Julianti *et al.,* 2019). Penggunaan BAP dengan konsentrasi 1 mg/l sudah mampu digunakan untuk menginduksi tunas tanaman jamblang tanpa penambahan NAA. Hari muncul tunas tercepat setelah 24 HST, memiliki tunas berjumlah 6,06 buah, dengan tunas paling tinggi 5,35 cm dan 7,33 helai daun terbanyak (Mashluhah, 2018). Menurut Wardani (2016) hasil kombinasi antara BAP dengan NAA yang terbaik dalam merangsang tunas aksilar tanaman cendana adalah BAP 2 mg/l + NAA 0 mg/l mampu berpengaruh terhadap waktu muncul tunas aksilar, jumlah tunas aksilar, rata-rata panjang tunas dan jumlah daun. Menurut Rahmawati *et al.* (2014) pemberian BAP 5 mg/l mampu memunculkan tunas tercepat yaitu 13 HST dengan jumlah 2 tunas per eksplan yang memiliki tunas paling tinggi. Menurut Rahmahayu *et al.* (2014) penambahan BAP sebanyak 1 mg/l pada jeruk siam sudah mampu menghasilkan tunas sebanyak 3 tunas per eksplan, pemberian 0,5 mg/l BAP dapat menghasilkan rata-rata panjang tunas 3,11 cm dengan jumlah daun 5,26 helai per tunas. Pemberian sitokinin dengan konsentrasi yang tinggi dapat menurunkan tingkat pemanjangan sel pada tunas, sehingga konsentrasi sitokinin yang rendah lebih efektif untuk merangsang pemanjangan sel pada tunas.

Pemberian hormon sitokinin dan auksin secara eksogen tidak selalu dapat meningkatkan jumlah tunas yang tumbuh. Hal itu disebabkan oleh hormon endogen yang terdapat di dalam tanaman memiliki kadar yang berbeda-beda, sehingga akan memunculkan respon yang berbeda pula.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Beberapa penelitian di atas, membuktikan bahwa pemberian sitokinin dalam konsentrasi yang rendah secara eksogen tanpa penambahan auksin sudah mampu memunculkan tunas pada tanaman. Menurut Zulkarnain (2018) pemberian auksin dapat memengaruhi penghambatan pembentukan tunas adventif dan tunas aksilar. Pemberian auksin dalam konsentrasi yang tinggi dapat memacu terbentuknya kalus dan menghambat morfogenesis pada tanaman.

Berdasarkan pada pemaparan di atas maka perlu diadakan penelitian mengenai multiplikasi tanaman delima hitam (*Punica granatum* L.) dengan menggunakan media *Murashige and Skoog* (MS) dengan pemberian hormon BAP secara *in vitro*. Penggunaan BAP pada penelitian ini diharapkan mampu untuk meningkatkan multiplikasi tunas delima hitam dengan hasil yang lebih baik.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian adalah:

1. Berapa konsentrasi BAP yang efektif dan optimum dalam multiplikasi tunas delima hitam (*Punica granatum* L.) ?
2. Apakah ada pengaruh konsentrasi BAP terhadap kualitas morfologi tunas delima hitam (*Punica granatum* L.) ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah:

1. Mengetahui konsentrasi BAP yang efektif dan optimum dalam multiplikasi tunas delima hitam (*Punica granatum* L.).
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi BAP terhadap kualitas morfologi tunas delima hitam (*Punica granatum* L.).

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian adalah:

1. Terdapat konsentrasi BAP yang efektif dan optimum dalam multiplikasi tunas delima hitam (*Punica granatum* L.).
2. Ada pengaruh konsentrasi BAP terhadap kualitas morfologi tunas delima hitam (*Punica granatum* L.).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian adalah:

1. Memberikan informasi tentang pemberian hormon yang efektif digunakan untuk multiplikasi tunas delima hitam (*Punica granatum* L.).
2. Menghasilkan bibit delima hitam (*Punica granatum* L.) yang berkualitas dalam waktu yang relatif singkat.
3. Sebagai alternatif yang dapat diterapkan untuk perbanyakan delima hitam (*Punica granatum* L.) secara *in vitro*.
4. Meningkatkan skill dalam penelitian untuk perbanyakan tanaman secara *in vitro*.
5. Memberikan inspirasi pada peneliti lain untuk meneliti lebih lanjut mengenai budidaya delima hitam (*Punica granatum* L.) secara *in vitro*.

1.6 Batasan Penelitian

Batasan penelitian adalah:

1. Menggunakan eksplan tunas kedua dan ketiga delima hitam (*Punica granatum* L.).
2. Menggunakan media pertumbuhan *Murashige and Skoog* (MS).
3. Menggunakan konsentrasi BAP mulai dari 0 mg/l, 1 mg/l, 2 mg/l, dan 3 mg/l.
4. Parameter yang diamati yaitu: hari muncul tunas, jumlah tunas, panjang tunas dan prosentase tumbuh tunas.
5. Pengamatan dilakukan setiap hari hingga hari ke 28 HST.
6. Data dianalisis menggunakan ANOVA, apabila berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji DMRT dengan taraf α 5% dan analisis regresi untuk mengetahui konsentrasi BAP yang optimum.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Delima Hitam (*Punica granatum* L.)

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

Allah S.W.T. berfirman dalam Al quran Surat As Syu'ara ayat 7 sebagai berikut:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya: "Dan apakah mereka tidak memerhatikan bumi, betapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam (tumbuh-tumbuhan) yang baik?"

Pelajaran yang dapat diambil dari ayat di atas yaitu manusia sebagai khalifah di bumi diperintahkan untuk memerhatikan segala sesuatu yang ada di bumi, termasuk salah satunya adalah banyaknya tumbuhan yang tumbuh dengan subur. Tumbuhan yang ada di bumi memiliki banyak spesies, dimana setiap satu spesies memiliki beragam manfaat mulai dari akar hingga buah yang dapat diambil manfaatnya oleh manusia.

Allah S.W.T. berfirman dalam Al quran Surat An Nahl ayat 10-11 sebagai berikut:

هُوَ الَّذِيْ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً لَّكُمْ مِّنْهُ شَرَابٌ وَّمِنْهُ شَجَرٌ فِيْهِ تُسِيْمُوْنَ ١٠
نُبِتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُوْنَ وَالنَّخِيْلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرٰتِ ۗ إِنَّ فِيْ ذٰلِكَ لَاٰيَةً لِّقَوْمٍ يَّتَفَكَّرُوْنَ ١١

Artinya: "Dialah yang telah menurunkan air hujan dari langit untuk kamu, sebagiannya menjadi minuman dan sebagiannya menyuburkan tumbuh-tumbuhan, yang pada (tempat tumbuhnya) kamu menggembalakn ternakmu. Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanaman-tanaman, zaitun, kurma, anggur, dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu, benar-benar ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan."

Menurut tafsir Hidayatul Insan bi Tafsiril Quran, Ustadz Marwan Hadidi bin Musa menjelaskan dengan adanya air hujan itu, dapat menumbuhkan pohon penghasil buah, seperti zaitun, kurma, anggur, serta buah lain dari pohon yang tidak disebutkan. Ayat di atas membuktikan adanya kuasa Allah terhadap segala macam tumbuhan yang bisa hidup dengan baik sehingga menghasilkan buah-buahan.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Pertumbuhan tanaman erat kaitannya dengan tersedianya komponen nutrisi yang cukup untuk menunjang proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Hal ini sebagaimana dalam perbanyakan tanaman secara *in vitro* yang membutuhkan komponen nutrisi yang cukup untuk proses pertumbuhan tanaman. Perbanyakan tanaman bisa dilakukan sebagai wujud ikhtiar kita sebagai manusia yang mampu memikirkan cara berlangsungnya kehidupan yang baik sehingga dengan adanya tanaman akan mampu menyumbang tersedianya oksigen dan air bagi kehidupan. Perbanyakan tanaman juga memiliki fungsi untuk menjaga kelestarian alam. Allah telah menciptakan bumi dan isinya adalah untuk dijaga dan dilestarikan oleh manusia. Sebagaimana firman Allah dalam Al quran Surat Al Baqarah ayat 60 sebagai berikut:

وَلَا تَعْثَوْا فِي الْأَرْضِ مُفْسِدِينَ

Artinya: "... Dan janganlah kamu berkeliaran di muka bumi dengan berbuat kerusakan."

Tumbuhan delima yang telah termaktub di dalam Al quran ini merupakan salah satu tumbuhan yang ada di surga dan telah banyak diteliti mengenai kemanfaatan dari delima untuk kepentingan manusia.

Allah S.W.T. berfirman dalam Al quran Surat Ar Rahman ayat 68 sebagai berikut:

فِيهِمَا فَاكِهَةٌ وَنَخْلٌ وَرُمَّانٌ

Artinya: "Di dalam keduanya (ada macam-macam) buah-buahan dan kurma serta delima."

Ayat di atas memberitahukan bahwa delima adalah buah yang ditumbuhkan di surga. Hikmah yang dapat diambil dari ditumbuhkannya delima di surga adalah menunjukkan bahwa delima merupakan buah yang terpilih yang berbeda dari buah yang lain. Delima memiliki manfaat apabila dikonsumsi oleh tubuh manusia. Kandungan manfaat buah delima dapat menjaga kesehatan tubuh. Menurut Dikmen *et al.* (2011) pada ekstrak buah delima hitam memiliki aktivitas antioksidan dan antikanker.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Hal itu karena pada buah delima terdapat senyawa asam fenolik yang tinggi yaitu asam ellagik. Kandungan fenolik yang tinggi ini mampu mencegah proliferasi dari sel kanker dan meningkatkan jumlah sel apoptosis untuk melawan perkembangan sel kanker pada payudara. Kandungan lain dari buah delima menurut Gardeli *et al.* (2019) yaitu senyawa antosianin yang paling banyak adalah *cy-3-glukoside* dengan jumlah 40,8% kemudian senyawa *3, 5-digluciside* sebanyak 27,4%. Rebusan buah delima berkhasiat untuk mengobati penyakit sifilis. Selain itu, jus dari buah delima dapat digunakan untuk mengobati penyakit kuning dan diare. Jus dari bunga delima juga dapat untuk mengobati mimisan (Bhowmik *et al.,* 2013).

Allah S.W.T. menciptakan segala sesuatu tidak ada yang sia-sia pasti memiliki tujuan dan hikmah. Hal ini terdapat dalam Al quran Surat Ali Imran ayat 191 terjemahannya sebagai berikut, *"(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk, atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), "Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Maha Suci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka."* Sebagaimana delima yang memiliki potensi besar dalam bidang kesehatan. Kandungan fitokimia yang tinggi dalam delima menyebabkan naiknya permintaan masyarakat terhadap buah delima baik sebagai obat ataupun buah konsumsi. Sehingga diperlukan stok yang berkualitas baik untuk menghasilkan buah yang berkualitas baik pula. Allah S.W.T. menciptakan manusia dengan penciptaan yang baik dengan diberikan akal dan pikiran untuk senantiasa berfikir dan menelaah setiap penciptaanNya sebagai hamba yang beriman yang telah diberi tugas menjadi khalifah di muka bumi. Menggunakan akal dan pikiran untuk mewujudkan kemaslahatan umat. Mengatasi permasalahan tersebut untuk menyediakan benih unggul adalah solusi menunjang pengembangan ilmu bidang kesehatan dan pengobatan untuk kepentingan bersama.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.1.2 Klasifikasi dan Botani Delima Hitam (*Punica granatum* L.)

Klasifikasi delima hitam menurut Plantamor (2020):

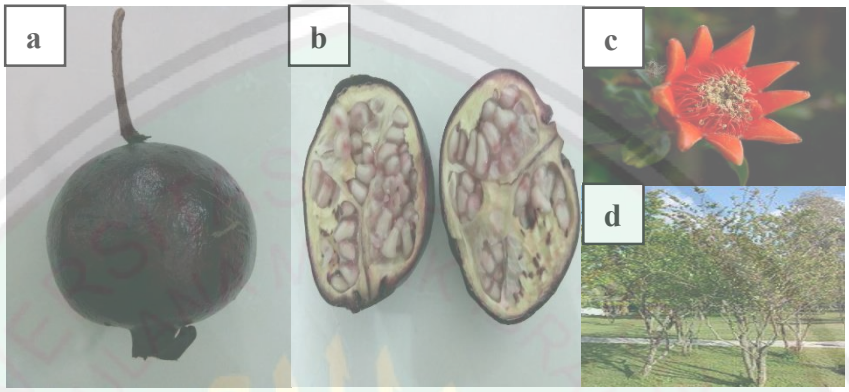
Kingdom : Plantae
Subkingdom : Tracheobionta
Superdevisi : Spermatophyta
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Subkelas : Rosidae
Ordo : Myrtales
Famili : Punicaceae
Genus : Punica
Spesies : *Punica granatum* L.

Delima telah dikenal sejak lama dalam sejarah kehidupan manusia karena nilai kemanfaatannya sebagai makanan dan obat medis. Tanaman delima ini berasal dari Asia Tengah. Delima masuk dalam famili *Punicaceae*. *Punicaceae* ini hanya terdiri dari satu genus dengan dua spesies yaitu *Punica granatum* L. dan *P. protopunica* Balf. f. 1882. *Punica protopunica* adalah spesies endemik dari pulau Socotra sekarang dikenal dengan nama Yaman. Sedangkan *Punica granatum* adalah spesies yang saat ini banyak dikultivarkan (Holland *et al.,* 2009). Delima hitam adalah satu kultivar yang tidak biasa. Menurut Holland *et al.* (2009) buah delima hitam ketika muda memiliki warna hitam dan tetap memertahankan warna tersebut hingga buah mengalami pematangan.

Delima hitam memiliki perawakan semak yang secara alami memiliki beberapa batang dan memiliki bentuk penampilan yang lebat. Tanaman ini dapat tumbuh hingga mencapai 5 meter apabila ditanam sebagai tanaman rumah. Tumbuh secara liar tingginya dapat mencapai 7 meter. Terdapat juga yang memiliki perawakan kerdil tingginya hanya mencapai 1,5 meter (Holland *et al*., 2009). Menurut Stover & Mercure (2007) tinggi tanaman delima hitam dapat mencapai 10 meter dan mampu bertahan di lingkungan yang ekstrem. Delima hitam adalah jenis tanaman tahunan yang memiliki sistem perakaran tunggang.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Memiliki batang kayu yang keras dengan bentuk tegak lurus, memiliki banyak cabang batang dan kadang terdapat duri yang tumbuh. Daun delima hitam memiliki ukuran yang kecil dengan bentuk memanjang berwarna hijau muda sampai hijau tua dengan ukuran daun yang kecil-kecil (Rukmana, 2007).



Gambar 2.1 Delima hitam (*Punica granatum* L.), a. Buah utuh, b. Struktur buah dan biji, (dokumentasi pribadi) c. Bunga, d. Pohon (Shah *et al.,* 2011)

Bunga delima hitam memiliki warna oranye (Rukmana, 2007). Memiliki bentuk bunga seperti corong. Proses penyerbukan dapat dilakukan sendiri atau dengan penyerbukan silang yang dibantu oleh serangga (Stover & Mercure, 2007). Buah delima hitam berkembang dari bagian ovarium yang merupakan buah berry berdaging. Buah delima hitam memiliki bentuk bulat hingga bundar dengan warna buah ketika muda yaitu hitam namun, setelah masak akan berubah warna menjadi hitam kemerahan (Rukmana, 2007). Menurut Stover & Mercure (2007) buah delima hitam memiliki bentuk seperti berry dengan permukaan kulit yang kasar. Buah delima hitam memiliki diameter 6,25-12,5 cm. Kulit buah delima hitam memiliki ketebalan yang berbeda-beda. Ruang pada multi-ovule buah delima hitam dipisahkan oleh dinding membran dengan bagian mesokarp yang berdaging.

Ruang buah delima hitam ini memiliki susunan yang tidak simetris. Bagian bawah biasanya terdiri atas 2 sampai 3 ruang sedangkan bagian atas terdiri atas 6 sampai 9 ruang. Satu ruang terisi penuh dengan benih (aril). Aril pada buah delima hitam memiliki tekstur yang mengandung banyak air sehingga enak untuk

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dikonsumsi. Aril ini berkembang dari lapisan epidermis luar dari benih (Holland *et al.,* 2009).

Aril buah delima hitam memiliki tekstur yang transparan, aroma kuat, dan berdaging (Ergun, 2012). Biji delima hitam ditutup oleh jaringan sklerenkim. Jumlah lokul dan aril pada buah delima bervariasi akan tetapi jumlahnya diperkirakan mencapai 1300 pada setiap buah. Daging buah delima hitam berasal dari kulit biji yang mengalami penebalan dengan susunan yang padat (Rukmana, 2007). Ciri khas dari buah delima hitam adalah tetap memertahankan calyx meskipun buah sudah masak (Stover & Mercure, 2007). Biji dari buah delima hitam memiliki struktur kulit luar yang cukup keras. Hal ini yang menjadi penghambat untuk melakukan perbanyakan pada tanaman delima (Kumari *et al.,* 2012).

Delima adalah tanaman yang berasal dari Asia Tengah. Delima termasuk jenis tanaman yang adaptif terhadap berbagai jenis iklim, kondisi tanah dan letak geografis yang berbeda termasuk di wilayah Mediterania, Asia dan California. Tanaman delima memerlukan hari panjang panas dan musim kemarau untuk menghasilkan buah yang berkualitas tinggi (Holland *et al.,* 2009). Menurut Kumari *et al.* (2012) delima menyukai tanah yang semi gersang dengan kondisi iklim yang ringan hingga subtropis dan secara alami dapat menyesuaikan dengan daerah yang bermusim dingin dan bermusim panas. Daerah dengan iklim yang lembab akan berpengaruh terhadap proses pembentukan buah. Tanaman delima akan mengalami kerusakan apabila berada di bawah suhu 12° F.

2.1.3 Kandungan Senyawa dan Manfaat Delima Hitam (*Punica granatum* L.)

Delima dikenal sebagai buah yang memiliki kandungan manfaat yang banyak oleh masyarakat. Hal ini terdapat di dalam sebuah hadits riwayat Muslim sebagai berikut:

لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءٌ، فَإِذَا أُصِيْبَ دَوَاءُ الدَّاءِ بَرَأَ بِإِذْنِ اللهِ

Artinya: "Semua penyakit ada obatnya. Jika cocok antara penyakit dan obatnya, maka akan sembuh dengan izin Allah". (HR. Muslim).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Hal ini telah dibuktikan dengan hasil riset peneliti yang membenarkan banyaknya manfaat dari delima hitam tersebut. Kandungan flavonoid pada delima mencapai 0,2% hingga 1,0% dari buahnya.

Bagian kulit delima banyak ditemukan senyawa antosianin sebanyak 30%. batang dan akar delima mengandung alkaloid yang meliputi *isopelletierine, pseudopelletierine* dan *N-methylisopelletierine, anthocyanidins pelargonidin, ellagotannins, asam gallic* dan *asam ellagic* (Kumari *et al.,* 2012). Kandungan asam organik pada buah delima menunjukkan jumlah yang cukup besar sekitar 212 hingga 3959 mg/100 g. Asam organik yang terdapat dalam delima adalah: asam askorbat, asam sitrat, asam fumarat, asam maleat, asam malic, asam oksalat, asam piruvat, shikimik, asam suksinat, asam tarat dan asam quinat (Ergun, 2012).

Delima dapat membantu mengobati penyakit yang berisiko seperti, tekanan darah tinggi, kolesterol tinggi, stres oksidatif, hiperglikemia dan aktivitas inflamasi. Mengonsumsi jus buah delima dapat mengurangi makrofag stres oksidatif, radikal bebas dan peroksidasi lipid (Zarfeshany *et al.,* 2014). Kandungan senyawa yang terdapat di dalam delima juga dipengaruhi oleh jenis kultivar, daerah tumbuh, tingkat kematangan, budidaya, iklim, dan juga situasi saat penyimpanan. Selain itu, letak lintang, ketinggian, letak bujur, suhu harian, periode panen memiliki efek yang menentukan terhadap jumlah total polifenol, flavonoid dan antosianin dari delima (Bassiri-Jahromi & Doostkamp, 2019).

Keseluruhan bagian buah delima telah dilaporkan memiliki aktivitas terapeutik termasuk sebagai antikanker, antiinflamasi, antiaterogenik, antidiabet, antiproliferaktiv, melindungi hati, antioksidan dll. Aktivitas antioksidan dari delima sedang diteliti pada beberapa tahun terakhir ini. Penelitian saat ini terbukti bahwa delima memroduksi partikel yang berguna sebagai antikanker, antiinflamasi, antiproliferaktif (Bassiri-Jahromi, 2018).

Menurut Bhowmik *et al.* 2013), penggunaan delima secara tradisional adalah sebagai obat untuk mengatasi masalah hati, gangguan pada lambung, perawatan pada gigi, mengobati kanker, mengobati osteoartritis, mengobati diabetes, mengobati anemia. Delima juga dapat dikonsumsi oleh ibu hamil untuk mendapatkan berat yang optimal pada bayi. Ekstrak biji delima juga dapat

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

digunakan untuk mengatasi penyakit alzheimer pada orang tua, mengatasi penuaan dini.

Firman Allah dalam Al quran Surat Al isro' ayat 30 sebagai berikut:

اِنَّ رَبَّكَ يَبْسُطُ الرِّزْقَ لِمَنْ يَّشَآءُ وَيَقْدِرُ ۗ اِنَّهٗ كَا نَ بِعِبَادِهٖ خَبِيْرًۢا بَصِيْرًا

Artinya: "Sungguh, Tuhanmu melapangkan rezeki bagi siapa yang Dia kehendaki dan membatasi (bagi siapa yang Dia kehendaki); sungguh, Dia Maha Mengetahui , Maha Melihat hamba-hamba-Nya".

Berdasarkan ayat di atas, dapat disimpulkan bahwa delima hitam merupakan salah satu rezeki yang diturunkan oleh Allah S.W.T. sebagai tanaman yang memiliki khasiat obat sebagaimana telah dibuktikan oleh banyak peneliti di atas.

2.1.4 Budidaya Tanaman Delima Hitam (*Punica granatum* L.)

Tanaman delima termasuk ke dalam golongan tanaman yang mampu beradaptasi pada kondisi iklim yang berbeda. Tanaman ini tersebar luas di dunia termasuk di Asia, Eropa, Amerika Selatan dan Utara, Afrika dan Australia (Holland *et al.,* 2009). Tanaman ini dapat tumbuh pada lingkungan yang memiliki iklim tropis dan subtropis Tersebar sebagian besar di wilayah Spanyol sebagai produsen pertama di Eropa dan dibudidaya guna meningkatkan perekonomian pada daerah yang memiliki tanah dengan kadar garam tinggi dan kesulitan sumber air (Tozzi *et al.,* 2020). Tanaman ini akan tumbuh lebih baik dalam kelembaban yang lebih rendah. Tanaman delima juga memiliki resistensi yang tinggi terhadap salinitas. Kelembaban yang cukup sangat diperlukan oleh tanaman delima untuk dapat tumbuh dengan baik sebagaimana di California, tanaman ini ditanam pada akhir musim dingin karena tanahnya mengandung kelembaban yang cukup berlimpah (Stover E. & Mercure, 2007).

Tanaman delima memiliki karakter rasa yang unik sehingga banyak disukai oleh konsumen. Kualitas buah yang baik karena kandungan nutrisi tinggi pada daging buah. Kandungan gula dan asam organik delima dapat memengaruhi karakteristik rasa. Kumpulan fenolik yang terdapat dalam delima diantaranya asam fenolik, flavonoid dan tanin yang terhidrolisis. Perbedaan warna pada kulit buah

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dipengaruhi oleh kandungan komponen fitokimia buah, geografi dan genotip (Tozzi *et al.,* 2020).

Delima hitam merupakan jenis kultivar dari P.G. 127-28 yang tumbuh dengan karakteristik kulit buah berwarna hitam (D. Holland & Bar-Ya'akov, 2008). Diuji coba di wilayah Newe Ya,ar yang dapat menghasilkan pematangan buah pada bulan November, sedikit lebih lama jika dibandingkan dengan jenis kultivar delima yang lain (Holland *et al.,* 2009).

2.2 Teknik Perbanyakan Tanaman melalui Kultur Jaringan

Kultur jaringan tanaman merupakan sebuah budidaya aseptik yang dilakukan secara *in vitro* dengan mengambil bagian dari sel, jaringan, organ atau keseluruhan bagian dari tanaman untuk ditanam di dalam kondisi nutrisi dan lingkungan yang terkontrol (Thorpe, 2007). Menurut Kumar & Reddy (2011) mikropropagasi adalah sebuah cara alternatif yang dapat diterapkan dalam propagasi tanaman dalam waktu yang relatif lebih singkat. Teknik propagasi modern baru-baru ini telah dikembangkan dan dapat memfasilitasi produksi industri dengan jumlah yang besar dan dapat digunakan untuk perbaikan spesies dengan teknik rekayasa genetika. Kultur jaringan tanaman adalah metode yang banyak diterapkan dalam disiplin ilmu botani (George *et al.,* 2008).

Teknik kultur jaringan sering digunakan untuk menghasilkan klon tanaman dengan jenis genotipe yang telah dipilih. Dibudidaya dengan kondisi lingkungan yang terkendali sehingga laju pertumbuhan tanaman dapat meningkat dan dapat mengalikan tanaman dengan jumlah yang banyak. Kondisi lingkungan yang terkendali tersebut meliputi persediaan nutrisi yang tepat, pH medium, suhu dan kelembaban yang tepat. Teknologi kultur jaringan tanaman ini banyak diterapkan pada pabrik dengan skala yang besar.

Teknik kultur jaringan tanaman baru-baru ini menjadi penting dalam industri, terutama di bidang propagasi tanaman, eliminasi penyakit, perbaikan tanaman, dan produksi metabolit sekunder. Teknologi mikropropagasi memiliki potensi yang luas untuk memeroleh tanaman dengan kualitas yang unggul. Spesies yang terancam punah dan langka dapat ditumbuhkan secara *in vitro* karena dapat dihasilkan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

tanaman dengan jumlah yang lebih banyak dan permintaan yang masih kecil (Hussain *et al.,* 2012).

Perkembangan teknik kultur jaringan tanaman telah dimulai sejak tahun 1838 setelah Schwann dan Schleiden menyampaikan teori totipotensi. Teori totipotensi menjelaskan bahwa setiap sel memiliki sifat otonom dan mampu berkembang menjadi tanaman yang kompleks. Teori ini menjadi dasar oleh Haberlandt pada abad awal ke-20 yang mengemukakan bahwa jaringan tanaman dapat dipisahkan dan dikultur menjadi tanaman yang normal dengan kondisi lingkungan dan nutrisi yang dapat disesuaikan. Perkembangan teknik kultur jaringan tanaman mulai berkembang setelah ditemukannya hormon tanaman yaitu auksin IAA oleh Kogl dan Haagen-Smith pada tahun 1934. Teknik propagasi secara *in vitro* ditemukan oleh Morel pada tahun 1960 dengan mengkultur tanaman anggrek *Cymbidium* yang diformulasikan dengan komposisi media yang tinggi akan garam mineral oleh Murashige dan Skoog pada tahun 1962 menjadi peluang terbukanya teknik kultur jaringan tanaman secara *in vitro* (Zulkarnain, 2018).

Keunggulan dari kultur jaringan tanaman jika dibandingkan dengan metode perbanyakan vegetatif secara konvensional adalah memersingkat waktu dalam perbanyakan tanaman dan dapat menghasilkan tanaman yang bebas virus (Hussain *et al.,* 2012), tingkat multiplikasi yang cepat (Bhoite & Palshikar, 2014), dapat diterapkan pada tanaman yang tidak memiliki biji (Dwiyani, 2015), persyaratan hanya diperlukan sebatas eksplan yang digunakan (Bhoite & Palshikar, 2014), dapat diterapkan pada tanaman yang memiliki biji sulit untuk berkecambah (Dwiyani, 2015), tanaman yang dihasilkan memiliki tingkat keseragaman yang tinggi (Bhoite & Palshikar, 2014), memiliki sifat yang identik dengan tanaman induk (Dwiyani, 2015), sebagai penyimpanan plasma nutfah dan tanaman tidak bergantung musim tanam (Bhoite & Palshikar, 2014).

2.3 Faktor yang Memengaruhi Keberhasilan Kultur Jaringan Tumbuhan

Mikropropagasi sel berkembang atas dasar teori totipotensi. Perkembangan sel-sel dari tanaman akan dipengaruhi oleh berbagai variabel tergantung dari tujuan melakukan mikropropagasi tanaman. Variabel tersebut meliputi faktor komposisi nutrisi media, pH media, suhu dan kelembaban ruangan kultur, kondisi eksplan, zat

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

pengatur tumbuh yang digunakan. Keberhasilan dari teknik kultur jaringan sangat dipengaruhi oleh berbagai variabel tersebut (Zulkarnain, 2018).

Faktor yang memiliki pengaruh cukup signifikan terhadap keberhasilan dari teknik kultur jaringan tanaman diantaranya yaitu: media, tipe eksplan, genotip, sumber eksplan, letak eksplan, nutrisi mineral, sumber karbon, hormon pertumbuhan, dan sediaan gel media (Kumar & Reddy, 2011). Media pertumbuhan memiliki peranan penting dalam perkembangan tanaman kultur jaringan. Variasi media dasar seperti media Nitsch and Nitsch, media B5, media Gamborg telah banyak digunakan namun, media *Murashige and Skoog* (MS) adalah jenis media yang banyak digunakan. Hal itu terbukti dengan banyaknya tanaman yang bisa beradaptasi dengan media MS tersebut (Kumar & Reddy, 2011).

Media pertumbuhan *Murashige and Skoog* (MS) merupakan media pertumbuhan yang banyak digunakan dalam kultur jaringan tanaman. Hal itu karena media MS memberikan respon fisiologis yang baik terhadap berbagai jenis eksplan tanaman, sehingga mampu tumbuh dan beradaptasi. Media ini mengandung garam mineral yang tinggi jika dibandingkan dengan formulasi jenis media pertumbuhan yang lain. Mengandung tinggi nitrogen, kalium, beberapa nutrisi mikro terutama boron dan mangan (Uche *et al.,* 2016). Media kultur jaringan umumnya mengandung beberapa atau keseluruhan komponen meliputi nutrisi makro dan mikro, vitamin, asam amino, sumber karbon dan hormon pertumbuhan. Hal yang perlu dipertimbangkan adalah spesies yang berbeda memiliki perbedaan konsentrasi media yang optimum untuk mencapai pertumbuhan maksimal (Saad & Elshahed, 2012). Media pertumbuhan dapat disiapkan dengan mencampurkan stok bahan media atau menggunakan media yang instan. Tingkat pH diatur hingga mencapai 5,8 dengan ditambahkan NaOH apabila pH masih asam dan ditambahkan HCl apabila pH masih basa sehingga tercapai pH media 5,8. Agar yang digunakan sebanyak 8 hingga 10g/l. Media pertumbuhan disterilkan menggunakan autoklaf dengan suhu 121° selama 20 menit (P. P. Kumar & Loh, 2012).

Jenis eksplan merupakan salah satu faktor penting untuk mengoptimasi perkembangan tanaman kultur jaringan. Jenis eksplan meliputi daun, daun kotiledon, hipokotil, epikotil, embrio, internodus, dan akar adalah faktor yang

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

menentukan keberhasilan tanaman kultur. Pemilihan jenis eksplan juga dipengaruhi oleh kadar hormon endogen yang ada di dalam tanaman. Daun merupakan eksplan yang sering digunakan dalam kultur jaringan (Kumar & Reddy, 2011). Genotip, peran genotip tanaman memiliki pengaruh penting dalam regenerasi tanaman. Genotip berpengaruh terhadap regenerasi dan pemanjangan sel pada banyak spesies. Selain itu, juga berpengaruh terhadap banyaknya hormon endogen yang dihasilkan (Kumar & Reddy, 2011). Sumber eksplan, eksplan *in vitro* secara umum lebih baik dalam organogenesis jika dibandingkan dengan eksplan *in vivo*. Hal itu berkaitan dengan jumlah hormon endogen berbeda yang dihasilkan oleh eksplan *in vitro* sehingga lebih cepat dalam merespon pertumbuhan (Kumar & Reddy, 2011). Sumber eksplan yang digunakan harus memiliki sifat yang unggul serta bebas dari penyakit (Sulistiani & Yani, 2018). Letak dari eksplan, peletakan eksplan memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan eksplan tanaman. Secara umum, letak horizontal adalah yang paling baik jika dibandingkan dengan letak vertikal untuk regenerasi tanaman. Hal itu karena letak horizontal akan menyebabkan banyaknya bagian eksplan yang bersinggungan langsung dengan media pertumbuhan (Kumar & Reddy, 2011).

Nutrisi mineral merupakan komponen penting dalam media kultur. Kombinasi media yang bermacam-macam antara mineral makro dan mikro. Media yang banyak digunakan dalam kultur jaringan tanaman adalah jenis media *Murashige and Skoog* (MS). Media jenis ini telah terbukti dengan banyaknya tanaman kultur yang bisa merespon pertumbuhan dengan baik. Selain itu, jenis media MS telah dikategorikan sebagai media yang memiliki kandungan garam mineral yang tinggi dibandingkan jenis media pertumbuhan yang lain (Kumar & Reddy, 2011).

Sumber karbon dapat berasal dari sukrosa. Hal itu karena sukrosa murah, mudah diperoleh dan juga stabil ketika diautoklaf dan juga mudah untuk diserap oleh tanaman. Jenis karbohidrat yang lain seperti glukosa, maltosa dan galaktosa dapat juga digunakan sebagai sumber karbon. Karbohidrat ditambahkan sebagai sumber energi untuk proses metabolisme tanaman (Kumar & Reddy, 2011). Jumlah sukrosa yang ditambahkan biasanya berkisar antara 20-30 g/l media. Sumber karbon juga

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dapat berasal dari jenis gula laktosa, galaktosa, maltosa, glukosa dan fruktosa. Pemberian gula berfungsi dalam proses respirasi tanaman. (Dwiyani, 2015).

Hormon tumbuhan merupakan hormon yang disintesis di dalam tubuh tumbuhan yang memiliki peran dalam pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan (Kumar & Reddy, 2011). Bagian alami dari tumbuhan telah disintesis dan menghasilkan aktivitas fisiologi yang hampir sama untuk mendukung pertumbuhan tumbuhan. Senyawa tersebut dikenal dengan zat pengatur tumbuh yang meliputi sitokinin, auksin, giberelin, etilen dan asam absisat. Senyawa ini diperlukan dalam jumlah yang rendah. Auksin memiliki peran fisiologi dalam perpanjangan sel, pembentukan akar, dominansi apikal serta memacu proses pembungaan. Sedangkan sitokinin berperan dalam memercepat sel untuk membelah serta morfogenesis tanaman (Sulistiani &Yani, 2018).

Media kultur dibedakan atas media cair atau media padat. Media cair lebih homogen daripada media padat. Namun, dalam perkembangan tunas dan multiplikasi tunas media cair tidak baik untuk digunakan karena eksplan akan terus-menerus terendam cairan media sehingga menyebabkan hyperhidrosis (Kumar & Reddy, 2011). Penambahan bahan pemadat berguna untuk membuat media tanam menjadi lebih padat atau semi padat. Pemadat yang digunakan seperti agar, agarose atau gellan gum. Media tanam yang baik memiliki tingkat kepadatan yang tidak tinggi sehingga tanaman masih bisa menyerap nutrisi yang ada di dalamnya (Dwiyani, 2015).

2.4 Multiplikasi Tunas

Multiplikasi tunas disebut juga penggandaan tunas merupakan teknik perbanyakan eksplan yang berasal dari tahap inisiasi kultur mata tunas maupun kalus. Tahap multiplikasi tunas terjadi pembentukan tunas adventif dan tunas aksilar yang tumbuh dari mata tunas adventif secara bersama-sama (Armini *et al.,* 1992). Multiplikasi tunas merupakan teknik perbanyakan tanaman yang telah tumbuh menjadi planlet untuk diambil bagian tunasnya dengan ditanam dalam media yang berbeda. Multiplikasi adalah tahapan setelah inisiasi tanaman. Tahap multiplikasi dilakukan setelah regenerasi cepat pada tanaman sehingga telah

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

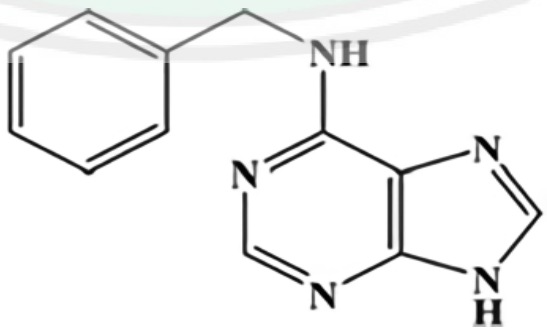
membentuk planlet. Massa dari jaringan disubkultur berulang kali di bawah kondisi yang terkendali ke media kultur baru yang mendorong proliferasi dari propagul.

Kultur ini dapat menyediakan tunas untuk propagasi berikutnya serta bahan yang baik sebagai stok (Kumar & Reddy, 2011). Menurut Hussain *et al.* (2012) tujuan dari fase multiplikasi yaitu untuk meningkatkan jumlah propagul. Jumlah dari propagul akan dikalikan dengan subkultur berulang kali sampai pada jumlah yang diinginkan tanaman terpenuhi.

Hormon yang biasa digunakan untuk merangsang regenerasi tunas adalah golongan hormon sitokinin. Sitokinin adalah jenis hormon spesifik pada tanaman yang memiliki peran selama siklus sel berlangsung dan memengaruhi berbagai macam perkembangan sel. Tumbuhan yang kekurangan hormon sitokinin akan mengalami penghambatan dalam perkembangan tunas sehingga terbentuk meristem apikal yang berukuran kecil. Plastokron menjadi panjang dan produksi sel daun hanya 3-4% menunjukkan tumbuhan memerlukan sitokinin untuk mendukung pertumbuhan daun. Hal itu membuktikan bahwa sitokinin merupakan faktor regulasi yang penting bagi tumbuhan untuk aktivitas meristematik dan morfogenesis tunas (Werner *et al.,* 2001).

2.5 Penggunaan BAP dalam Multiplikasi Tunas secara *In Vitro*

BAP (6-*Benzyl Amino Purine*) merupakan senyawa turunan dari hormon sitokinin yang biasa digunakan untuk memerbanyak tunas pada tanaman kultur jaringan. Hal itu karena BAP memiliki keefektifan yang baik dalam memacu jumlah perbanyakan tunas. Harga yang relatif murah dan juga mudah untuk diperoleh menyebabkan hormon sintetik ini banyak digunakan (Kurnianingsih *et al.,* 2009).



Gambar 2.2 Struktur kimia BAP (Lee *et al.,* 2014)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Hormon *6-Benzyl Amino Purine* (BAP) adalah salah satu senyawa dari golongan sitokinin yang memiliki kemampuan fisiologis yang efektif (van Staden *et al.,* 2008). Memiliki sifat yang tahan dan stabil terhadap peristiwa oksidasi karena jumlah ikatan yang rangkap jenuh (Mok & Mok, 2001; Sakakibara, 2006) efektif untuk memacu pertumbuhan tunas dan daun pada eksplan *in vitro* (Adi *et al.,* 2015).

BAP telah terbukti mampu menginduksi tunas sebagaimana dibuktikan oleh Mashluhah (2018) berdasarkan hasil uji analisis dengan DMRT 5% konsentrasi 1 mg/l BAP berpengaruh nyata terhadap hari munculnya tunas tanaman jamblang yaitu 26,4 HST, memiliki tunas berjumlah 6,06 buah, dengan tunas tertinggi 5,35 cm dan 7,33 helai daun terbanyak. Pemberian BAP dengan konsentrasi rendah dapat memacu munculnya tunas dan bukan berarti semakin tinggi konsentrasi akan semakin cepat dalam memunculkan tunas. Hal ini disebabkan karena setiap tanaman memiliki respon yang berbeda terhadap pemberian hormon dengan konsentrasi tertentu. Disebabkan adanya kandungan hormon endogen pada tanaman sehingga, menyebabkan respon pertumbuhan yang berbeda pula dalam berinteraksi antara hormon endogen dengan hormon eksogen tanaman.

Menurut Wardani (2016) hasil kombinasi antara BAP dengan NAA yang terbaik dalam merangsang munculnya tunas aksilar pada tanaman cendana yaitu menggunakan BAP 2 mg/l + NAA 0 mg/l telah berpengaruh terhadap waktu muncul tunas aksilar, jumlah tunas aksilar, rata-rata panjang tunas dan jumlah daun. Banyaknya hormon sitokinin dan auksin yang seimbang dalam media tanam dapat memacu pertumbuhan tunas yang lebih banyak. Sedangkan kandungan hormon endogen pada setiap tanaman berbeda-beda, sehingga diperlukan konsentrasi yang optimum untuk memacu pertumbuhan tunas tanaman. Kandungan hormon auksin endogen yang tinggi tanpa pemberian auksin secara eksogen sudah mampu memberikan respon terhadap pertumbuhan tunas, sehingga tidak diperlukan penambahan hormon auksin secara eksogen.

Pemberian 1 mg/l BAP pada tanaman jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour.) sudah mampu menginduksi tunas dengan jumlah sebanyak 3 tunas per eksplan. Hal ini

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

membuktikan bahwa pada konsentrasi yang optimum sitokinin dapat merangsang pertumbuhan tunas yang lebih banyak. Rata-rata panjang tunas tertinggi diperoleh dari perlakuan BAP 0,5 mg/l yaitu sebanyak 3,11 cm. Pemberian BAP yang lebih tinggi atau lebih rendah dari konsentrasi 0,5 mg/l dapat menurunkan rata-rata panjang tunas dan jumlah daun. Hal ini terbukti pada konsentrasi BAP 1 mg/l menghasilkan rata-rata tunas yaitu 1,42 cm dan jumlah daun 5,26 helai per tunas (Rahmahayu *et al.,* 2014).

Menurut Wahyuni *et al.* (2014) induksi tunas pada tanaman gaharu (*Aquilaria microcarpa* Baill.) diperoleh hari muncul tunas tercepat pada minggu ketiga pengamatan, jumlah tunas terbanyak yaitu 3 tunas dan prosentase tumbuh tunas yaitu 33,33% dengan perlakuan 0,4 mg/l BAP. Menurut Azwin *et al.* (2006) pemberian BAP dengan konsentrasi 0,5 mg/l merupakan perlakuan optimum untuk menghasilkan jumlah tunas, panjang tunas dan jumlah daun pada planlet gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) yang berasal dari bibit (tunas aksilar) ataupun planlet (tunas adventif). Kombinasi perlakuan menggunakan NAA dan BAP menunjukkan pengaruh nyata terhadap jumlah tunas dan pemberian BAP berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah tunas gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.).

Kombinasi 0,1 mg/l NAA + 2,5 mg/l BAP pada media MS memberikan perlakuan optimal dalam menghasilkan jumlah tunas gaharu sebanyak 12 tunas dengan panjang tunas rata-rata 5 mm (Julianti *et al.,* 2019). Berdasarkan penelitian di atas, membuktikan bahwa pemberian sitokinin dengan konsentrasi yang rendah tanpa pemberian auksin sudah mampu menginduksi tunas pada eksplan.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental yang disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian ini menggunakan faktor tunggal yaitu pemberian BAP yang terdiri atas 4 taraf konsentrasi, yaitu 0 mg/l (B0), 1 mg/l (B1), 2 mg/l (B2), 3 mg/l (B3). Setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali, sehingga terdapat 20 unit satuan percobaan yang dalam satu percobaan terdapat 3 eksplan sehingga terdapat 60 eksplan.

3.2 Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan variabel yang terdiri atas :

a. variabel bebas : berbagai konsentrasi BAP.

b. variabel terikat : hari munculnya tunas, jumlah tunas setelah 28 hari, tinggi tunas (mm) setelah 28 hari, dan prosentase muncul tunas.

c. varibel terkendali **:** suhu, cahaya, medium MS dan pH.

3.3 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 03-30 November 2020 di laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Alat yang digunakan untuk sterilisasi antara lain oven, autoklaf, ember, spons, plastik. Pembuatan media tanam dibutuhkan alat yaitu gelas ukur, gelas beker, cawan petri, botol kultur, spatula, batang pengaduk, mikropipet, timbangan analitik, *hotplate stirer,* erlemeyer. Mensterilkan media dibutuhkan autoklaf. Sedangkan untuk sterilisasi ruang tanam diperlukan alat *Laminar Air Flow* (LAF) dan *hand sprayer.* Tahap inisiasi dibutuhkan alat seperti korek api, pinset, scalpel, LAF, cawan petri, botol kultur dan bunsen.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3.4.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam mensterilkan alat menggunakan clorox, air dan detergen. Bahan yang digunakan untuk membuat media yaitu MS instan, gula, agar-agar, aquades, BAP. Air diperlukan dalam sterilisasi media yang berfungsi untuk mengisi autoklaf, *aluminium foil*, plastik, karet dan plastik wrap. Sterilisasi ruang tanam digunakan alkohol 70%. Bahan untuk eksplan berupa biji delima hitam. Adapun bahan yang digunakan dalam inisiasi berupa eksplan biji delima hitam, media MS 0, media MS+BAP, alkohol 70%, alkohol 96%, klorox dan spirtus.

3.5 Langkah Kerja

3.5.1 Sterilisasi Alat

Dicuci alat yang digunakan seperti alat diseksi berupa scalpel dan pinset dan alat gelas berupa botol kultur, cawan petri, gelas beker dan gelas ukur dengan cara dicuci memakai sabun dan dicuci dengan air mengalir kemudian alat dimasukkan ke dalam oven kurang lebih 3 jam dengan suhu 121ºC. Alat diseksi dilapisi menggunakan *aluminium foil* dan cawan petri dibungkus menggunakan kertas dan disterilkan dengan dimasukkan ke dalam autoklaf dengan suhu 121ºC pada tekanan 1 atm selama 30 menit.

3.5.2 Pembuatan Media

Media pertumbuhan dibuat dengan menimbang 4.43 gram media MS instan, gula sebanyak 30 gram serta agar tanpa warna sebanyak 9 gram yang ditimbang memakai neraca digital analitik. Bahan yang sudah ditimbang dimasukkan ke gelas beker ukuran 1 liter kecuali agar dengan ditambahkan aquades hingga volume menjadi 1 liter. Larutan dihomogenkan menggunakan *hotplate stirrer.* Ditambahkan agar ke dalam gelas beker dan dipanaskan hingga berbuih. Diangkat media dan ditambahkan perlakuan hormon serta diukur tingkat asam basa media, jika pH terlalu basa maka ditambahkan HCl dan jika terlalu asam maka ditambahkan dengan NaOH hingga mencapai pH $\pm$ 6,0. Media dituangkan kedalam botol kultur, dibungkus menggunakan plastik tahan panas dan dikareti. Media kemudian disterilkan dengan autoklaf selama 30 menit dengan suhu 121ºC pada tekanan 1 atm.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3.5.3 Pembuatan Stok Hormon

Stok hormon dibuat dengan mengencerkan larutan stok BAP 1000 ppm menjadi 100 ppm sebanyak 50 ml kemudian akan diperoleh 5 ml larutan BAP. Larutan tersebut diencerkan dengan aquades menggunakan labu takar 50 ml sehingga diperoleh larutan BAP 100 ppm sebanyak 50 ml (lampiran 4).

3.5.4 Sterilisasi Ruang Tanam

Langkah kerja untuk sterilisasi ruang tanam adalah disiapkan alat diseksi, cawan petri, dan bunsen. Meja LAF dihilangkan dari kotoran dengan disemprot menggunakan alkohol 70% dan LAF ditutup untuk disterilkan dengan dinyalakan lampu UV selama 60 menit.

3.5.5 Tahap Induksi Tunas

3.5.5.1 Subkultur Tunas

Tunas diperoleh dari hasil subkultur 2 kali menggunakan hormon *6-Benzyladenin* (BA) dengan konsentrasi 2,5 mg/l. Kriteria tunas yang dipakai memiliki bentuk diameter batang yang sama, warna yang sama dan tinggi yang sama. Jumlah tunas yang digunakan sebanyak 60 eksplan. Tunas kemudian ditanam di media pertumbuhan BAP yang sudah diberi perlakuan hormon.

3.5.5.2 Multiplikasi Tunas pada Perlakuan BAP

Eksplan tunas yang sudah ditanam ke media pertumbuhan kemudian ditaruh ke dalam ruang inkubasi dengan suhu 21ºC. Dilakukan pengamatan setiap hari untuk mengetahui kondisi dari eksplan dan disemprot dengan alkohol 70%.

3.6 Pengamatan dan Pengambilan Data

3.6.1 Data Kuantitatif

Parameter yang diamati pada pengambilan data secara kuantitatif yaitu:

1. Hari Munculnya Tunas

Hari muncul tunas diamati setiap hari setelah eksplan ditanam di media pertumbuhan.

2. Jumlah Tunas

Jumlah tunas yang tumbuh diamati pada 28 HST dengan mengamati jumlah banyaknya tunas yang muncul dengan tunas yang muncul dicirikan memiliki warna hijau.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3. Tinggi Tunas

Tinggi tunas diukur menggunakan penggaris yang diamati pada 28 HST.

4. Persentase Tumbuh Tunas

Persentase tumbuh tunas diamati pada hari ke 28 pengamatan dan dilakukan penjumlahan terhadap eksplan yang muncul tunas. Perhitungan dalam satu ulangan dilakukan dengan menjumlah semua eksplan yang tumbuh kemudian dibagi dengan jumlah eksplan yang ditanam dalam satu botol (3 eksplan) kemudian di kalikan dengan 100%. Konsentrasi tiap perlakuan diperoleh dengan merata-rata dari 5 ulangan menggunakan excel.

3.6.2 Data Kualitatif

Data yang diamati pada parameter kualitatif adalah morfologi tunas yang dilihat dari segi normalitas dan warna tunas.

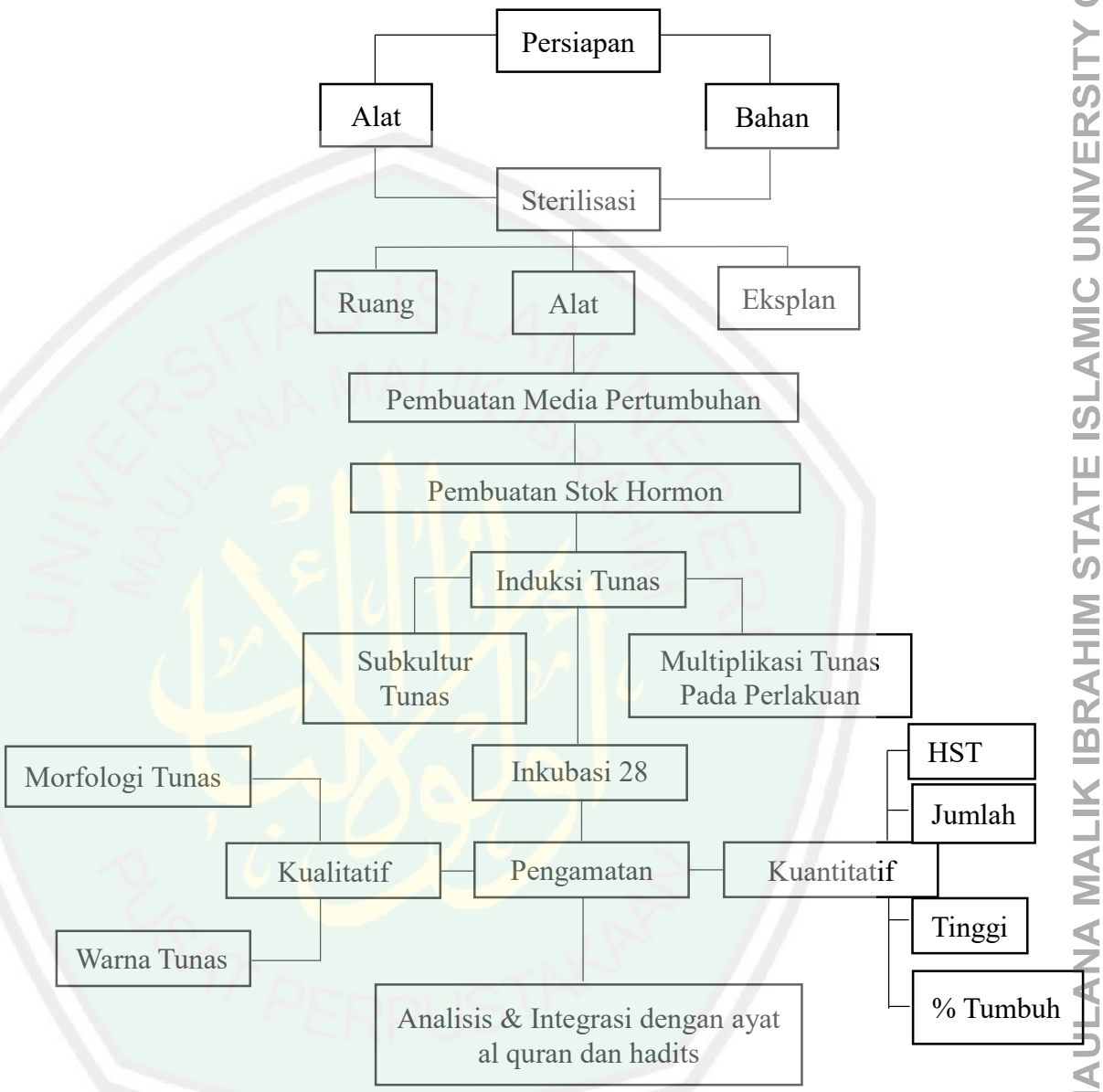
3.7 Analisis Data

Hasil penelitian yang diperoleh kemudian dianalisis memakai *Analysis of Variance* (ANOVA). Hasil dari ANOVA yang berpengaruh nyata, kemudian dilanjutkan uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf α 5%. Selanjutnya untuk mengetahui konsentrasi BAP yang optimal terhadap parameter yang diamati maka dilakukan analisis regresi.

Hasil penelitian yang telah dianalisis kemudian diintegrasikan menggunakan ayat Al quran dan Hadits sehingga akan diperoleh kesimpulan dari nilai-nilai kemanfaatan dari salah satu makhluk ciptaan-Nya dengan mensyukuri segala bentuk nikmat dan karunia-Nya dengan menggunakan pemikiran-pemikiran islam yang menunjukkan bahwa manusia diciptakan di bumi adalah sebagai khalifah yang ditugaskan untuk menjaga serta merawat bumi dan isinya.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3.8 Desain Penelitian



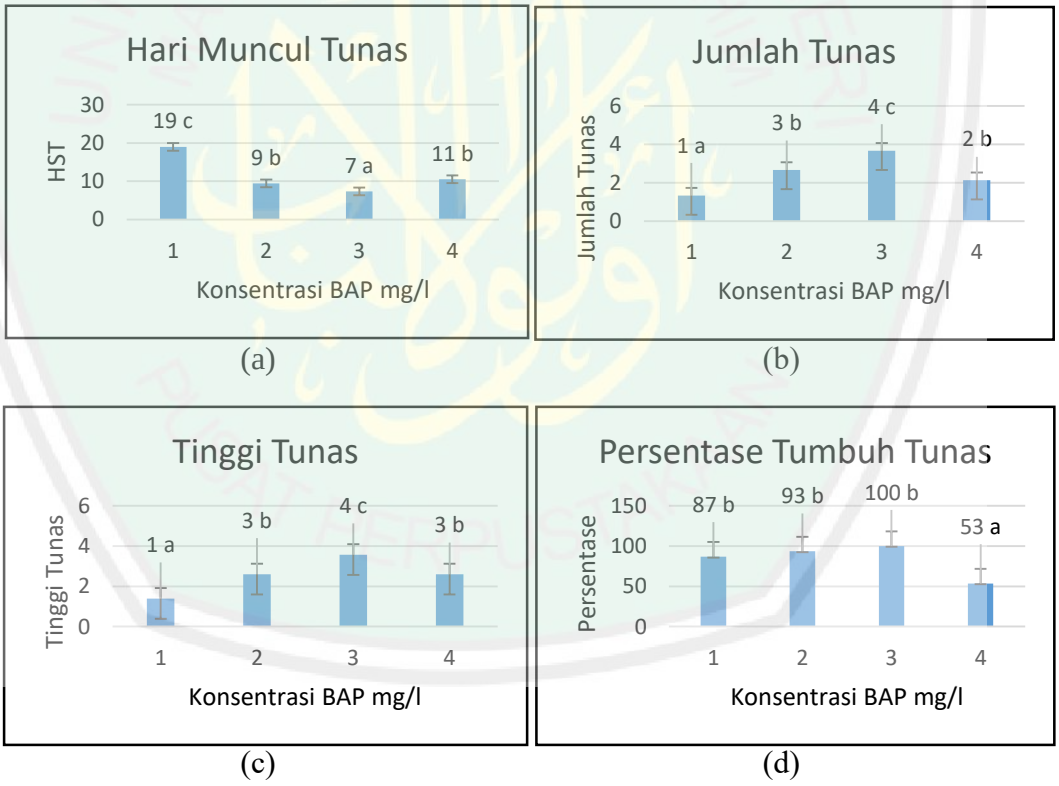
Gambar 3.1 Desain penelitian

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Konsentrasi BAP yang Efektif Dan Optimum dalam Multiplikasi Tunas Delima Hitam (*Punica granatum* L.)

Berdasarkan hasil dari *Analysis Of Variance* (ANOVA), menunjukkan bahwa nilai F hitung lebih besar dari nilai F tabel. Hal ini membuktikan adanya pengaruh nyata BAP terhadap parameter hari muncul tunas, jumlah tunas, tinggi tunas dan persentase tumbuh tunas. Hasil dari ANOVA (lampiran 2) kemudian dilakukan uji lanjut menggunakan DMRT 5% menunjukkan adanya pengaruh setiap perlakuan yang diberikan. Data hasil DMRT 5% disajikan pada gambar berikut.



Gambar 4.1 Hasil uji DMRT 5% rata-rata konsentrasi BAP terhadap (a) hari muncul tunas, (b) tinggi tunas, (c) jumlah tunas, (d) persentase tumbuh tunas delima hitam (*Punica granatum* L.) (Perlakuan: kontrol (1) = 0 mg/l; 2 = 1 mg/l; 3 = 2 mg/l; 4 = 3 mg/l)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Hasil dari gambar di atas (gambar 4.1) dapat diketahui bahwa pemberian BAP memiliki pengaruh nyata terhadap parameter hari muncul tunas, jumlah tunas, tinggi tunas dan persentase tumbuh tunas. Hal ini sebagaimana dijelaskan oleh Purita *et al.* (2017) bahwa pemberian BAP memiliki pengaruh nyata terhadap munculnya tunas eksplan subkultur tanaman nanas (*Ananas comosus* L. Merr). Kemudian menurut Anisa *et al.* (2016) pemberian BAP juga berpengaruh nyata pada parameter waktu muncul tunas pada multiplikasi tunas tanaman anggrek hitam (*Coelogyne pandurata* Lindl. Merr). Menurut Sintha (2017) menjelaskan bahwa pemberian BAP mampu menghasilkan jumlah tunas yang terbaik pada tunas pisang barangan (*Musa paradisiaca* L.). Penelitian Widyarso (2010) juga menyatakan bahwa penggunaan BAP mampu merangsang tinggi tunas pada tanaman lengkeng (*Dimocarpus longan* Lour).

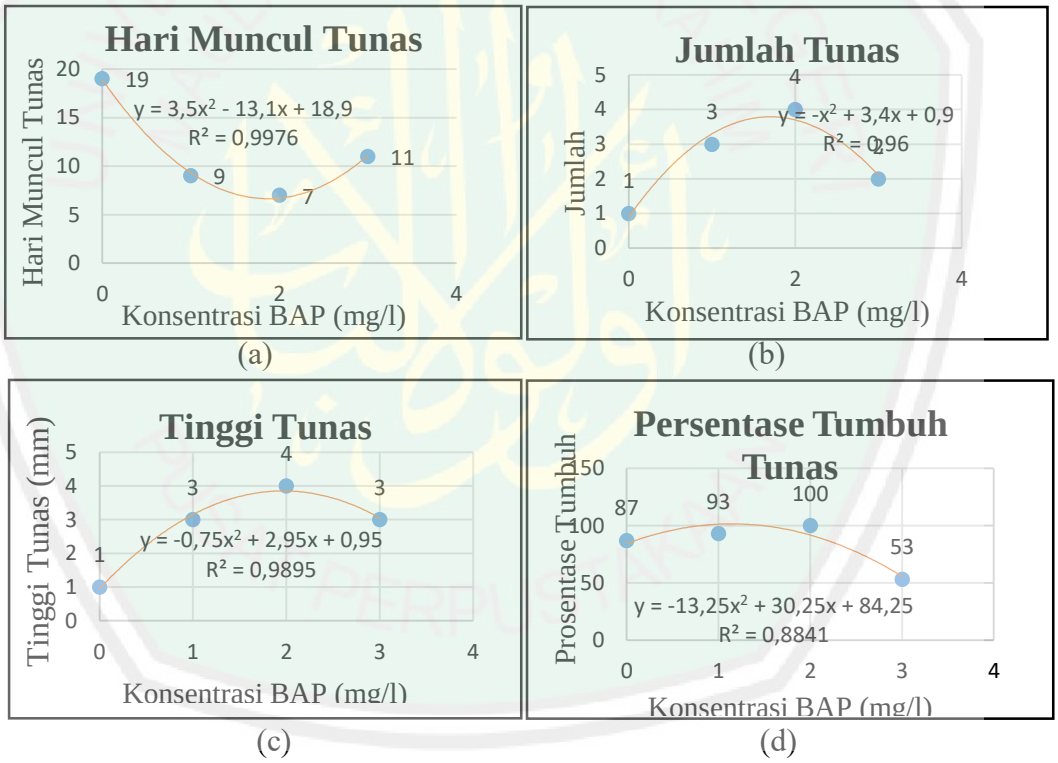
Hasil dari uji DMRT 5% pada pemberian BAP terhadap hari muncul tunas (gambar 4.1 a) dari eksplan multiplikasi tunas delima hitam (*Punica granatum* L.) dengan konsentrasi BAP 2 mg/l berbeda nyata dengan 1 mg/l, 3 mg/l dan 0 mg/l (gambar 4.1 perlakuan 2, 4 dan 1). Konsentrasi BAP 1 mg/l dan 3 mg/l tidak berbeda nyata. Sehingga dari konsentrasi tersebut yang paling efektif untuk memunculkan tunas yaitu 2 mg/l BAP karena sudah mampu memunculkan tunas pertama dengan rerata 7,4 hari setelah tanam. Hal ini sesuai pada penelitian Dan *et al.* (2016), dijelaskan bahwa konsentrasi BAP 1 mg/l mampu memunculkan tunas tercepat dengan rerata 4 hari setelah tanam. Penelitian Alitalia (2008) membuktikan bahwa pemberian BAP dengan konsentrasi 1 mg/l dapat memunculkan tunas yaitu 17 hari setelah tanam. Penelitian Khoiriyah *et al.* (2013) juga mengatakan bahwa BAP 1 mg/l mampu memunculkan tunas pertama dengan rerata 4 hari setelah tanam.

Perlakuan tanpa pemberian BAP (gambar 4.1 a perlakuan 1) menunjukkan hari muncul tunas yang cukup lama yaitu, 19 hari setelah tanam dibandingkan dengan perlakuan dengan pemberian BAP. Hal ini diduga karena kebutuhan sitokinin pada tanaman belum tercukupi, sehingga tanaman memerlukan waktu yang cukup lama untuk menumbuhkan tunas.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Berbeda dengan tanaman yang diberi tambahan sitokinin yang lebih cepat dalam proses menumbuhkan tunas. *Benzylaminopurine* adalah jenis sitokinin yang berperan penting dalam pembelahan sel. Sitokinin memiliki peran dalam peralihan fase G1/S dan G2/M, sitokinin pada tanaman dapat mempercepat proses sintesis protein dan mengaktifkan enzim yang berfungsi dalam regenerasi sel (Dewitte & Murray, 2003). Peralihan fase yang semakin cepat akan mempersingkat waktu sel untuk beregenerasi sehingga munculnya tunas menjadi lebih cepat.

Pemberian BAP yang optimum terhadap hasil parameter hari muncul tunas, jumlah tunas, tinggi tunas dan persentase tumbuh tunas dapat diketahui dengan melakukan analisis regresi sebagai berikut.



Gambar 4.2 Hasil analisis regresi konsentrasi optimal terhadap (a) hari muncul tunas, (b) jumlah tunas, (c) tinggi tunas, (d) persentase tumbuh tunas

Hasil dari analisis regresi membuktikan bahwa korelasi antara konsentrasi BAP dengan hari muncul tunas (gambar 4.2 a) terbentuk pola persamaan kuadratik

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dengan koefisien determinasi R^2 = 0,9976. Persamaan tersebut dapat diketahui bahwa terdapat korelasi antara penambahan BAP terhadap hari muncul tunas yaitu sebesar 99,76% dengan titik balik paling rendah pada koordinat (1,87 ; 6,64215).

Hal ini berarti bahwa hari muncul tunas paling cepat diperoleh pada konsentrasi BAP 1,87 mg/l dan hari muncul tunas pada 6,64215 hari setelah tanam. Pemberian konsentrasi BAP yang tinggi juga dapat menghambat munculnya tunas pada eksplan tanaman, seperti yang terjadi pada perlakuan BAP 3 mg/l yaitu dengan rerata 10,4 hari setelah tanam. Namun, pada konsentrasi 1 mg/l rerata muncul tunas yaitu 9,4 hari setelah tanam. Dimana 3 mg/l BAP lebih tinggi dibandingkan BAP 1 mg/l. Hal ini dimungkinkan adanya kandungan hormon yang berbeda pada perlakuan yang diberikan. Konsentrasi yang rendah BAP belum mampu merangsang tunas tumbuh sedangkan pada konsentrasi BAP yang tinggi dapat menyebabkan tunas menjadi terhambat untuk tumbuh. Dijelaskan oleh Hidayati Y. (2009) bahwa sitokinin memiliki beragam fungsi diantaranya untuk memacu pertumbuhan tunas baru. Kadar sitokinin yang diperlukan memiliki kadar efektif yang berbeda pada masing-masing tanaman. Hal ini dipengaruhi pula oleh kandungan hormon endogen dari eksplan tanaman tersebut.

Pertumbuhan tunas pada eksplan tanaman selain dipengaruhi oleh sitokinin, juga dipengaruhi oleh auksin. Pemberian sitokinin secara eksogen dapat memicu tumbuhnya tunas baru, namun bukan berati tidak memerlukan auksin. Pemberian sitokinin saja sebagai perlakuan menunjukkan bahwa di dalam eksplan tanaman mengandung auksin yang cukup tinggi, sehingga tidak memerlukan auksin lagi secara eksogen untuk memacu tumbuhnya tunas baru. Dijelaskan oleh Wattimena (1992) bahwa pada induksi tunas hanya diperlukan sitokinin dengan takaran yang rendah dengan auksin berkonsentrasi rendah atau tanpa auksin.

Hasil uji DMRT 5% dari parameter jumlah tunas (gambar 4.1 b) menunjukkan pemberian BAP yang terbaik dalam memunculkan jumlah tunas dari eksplan multiplikasi tunas delima hitam (*Punica granatum* L.) yaitu 2 mg/l BAP dengan rerata jumlah tunas yaitu 3,6 tunas per eksplan. Konsentrasi BAP 1 mg/l dan 3 mg/l menunjukkan adanya pertumbuhan tunas dengan hasil rendah dibandingkan dengan konsentrasi BAP 2 mg/l. Terjadi penurunan pada konsentrasi BAP 3 mg/l (gambar

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4.1 b perlakuan 2 dan 4). Hasil uji DMRT 5% tersebut, pemberian BAP berpengaruh nyata terhadap hasil jumlah tunas yang dihasilkan dimana jumlah tunas paling banyak dihasilkan oleh perlakuan BAP 2 mg/l. Dijelaskan oleh Sintha (2017) bahwa pemberian BAP mampu menghasilkan jumlah tunas yang terbaik pada tunas pisang barangan (*Musa paradisiaca* L.). Menurut Prayoga (2009) juga menjelaskan bahwa pemberian BAP mampu menghasilkan tunas yang banyak pada tunas pisang raja. Handayani *et al.* (2020) menambahkan bahwa pemberian BAP mampu memperbanyak jumlah tunas pada eksplan biji pamelo.

Hasil dari analisis regresi membuktikan bahwa korelasi antara konsentrasi BAP terhadap jumlah tunas (gambar 4.2 b) terbentuk pola persamaan kuadratik dengan koefisiensi determinasi R^2 = 0,96. Artinya adalah korelasi antara pemberian BAP terhadap jumlah tunas yaitu sebesar 96%. Titik paling tinggi terletak di koordinat (1,7 ; 3,79) yang artinya jumlah tunas paling banyak diperoleh pada konsentrasi BAP yang optimum 1,7 mg/l dengan jumlah tunas 3,79 per eksplan. Sebagaimana menurut penelitian dari Handayani *et al.* (2020) bahwa pemberian BAP 2 mg/l mampu memperbanyak jumlah tunas pada eksplan biji pamelo.

Berdasarkan hasil dari penelitian Prayoga (2009) menjelaskan bahwa penambahan BAP sebanyak 15 µM mampu menghasilkan jumlah tunas yang banyak pada eksplan pisang raja dengan rerata 5 tunas. Penelitian Widyarso (2010) penggunaan BAP dengan konsentrasi 0,5 mg/l adalah konsentrasi yang optimal untuk menumbuhkan tunas dengan rerata 3 tunas pada tanaman lengkeng (*Dimocarpus longan* Lour). Isda *et al.* (2016) juga menambahkan bahwa penambahan BAP sebanyak 3 mg/l memberikan hasil tunas sebanyak 20 tunas pada tanaman manggis (*Garcinia mangostana* L.).

Penambahan BAP terhadap jumlah tunas dari eksplan multiplikasi tunas delima hitam (*Punica granatum* L.) memiliki respon yang berbeda dalam memacu pertumbuhan jumlah tunas dimana konsentrasi zat pengatur tumbuh memiliki peran dalam keberhasilan dari diferensiasi pertumbuhan eksplan pada kultur jaringan tanaman (Triatminingsih, 2008).

Ordas *et al.* (1992) menjelaskan tentang hubungan pemberian BAP terhadap terbentuknya tunas yang dibagi menjadi dua cara, yaitu: pertama, mekanisme aksi,

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dimana terjadi interaksi antara BAP dengan sisi target substrat untuk merangsang dan menyintesis protein sehingga akan terbentuk tunas. Kedua, mode aksi, dimana BAP bekerja dengan adanya pengaturan enzim yang bekerja dalam plastisitas dan elastisitas dinding sel, sehingga sel-sel berpotensi untuk membesar, membelah dan berdiferensiasi sehingga, pada penelitian ini penambahan BAP 2 mg/l mampu merangsang proses sintesis protein sehingga memacu pembelahan dan diferensiasi sel menghasilkan tunas baru. Penambahan BAP yang melebihi 2 mg/l berpotensi untuk menghambat proses sintesis protein dan memperlambat enzim yang berperan dalam pembelahan dan diferensiasi sel. Khairunnisa (2009) menambahkan peningkatan jumlah sitokinin yang diberikan dapat mengakibatkan penurunan jumlah tunas. Menurut Masluhah (2018) hal ini diduga karena penambahan sitokinin yang tinggi mengakibatkan tanaman tidak responsif.

Hasil dari uji lanjut DMRT 5% terhadap parameter tinggi tunas (gambar 4.1 c) menunjukkan bahwa, pemberian BAP yang terbaik dalam merangsang tinggi tunas delima hitam (*Punica granatum* L.) adalah BAP dengan konsentrasi 2 mg/l dengan rerata tinggi tunas yaitu 3,6 mm. Konsentrasi BAP 1 mg/l dan 3 mg/l menunjukkan hasil tinggi tunas yang rendah, dan terjadi penurunan tinggi tunas pada konsentrasi 3 mg/l (gambar 4.1 c perlakuan 2 dan 4). Pemberian BAP dengan konsentrasi yang berbeda dapat menyebabkan respon fisiologis yang berbeda pula pada setiap eksplan, sehingga mengakibatkan hasil pertumbuhan tunas yang berbeda. Hal ini berdasarkan pada penelitian Widyarso (2010) menyatakan bahwa penggunaan BAP dengan konsentrasi 0,5 mg/l mampu merangsang tinggi tunas pada tanaman lengkeng (*Dimocarpus longan* Lour) dengan rerata tinggi maksimal 8 mm. Sedangkan pada penelitian Wardani (2016) membuktikan bahwa BAP dengan konsentrasi 1 mg/l mampu merangsang tinggi tunas pada tanaman jamblang (*Syzygium cumini* L.) dengan rerata tinggi tunas 5,35 cm. Hadiati (2011) juga menambahkan bahwa pemberian BAP berpengaruh nyata terhadap tinggi tunas pada tanaman nenas (*Ananas comosus* L.) dengan rerata tinggi 17,55 cm.

Menurut Julianti *et al.* (2019) telah membuktikan bahwa pada konsentrasi BAP 2,5 mg/l mampu digunakan untuk multiplikasi tunas pada tanaman gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) dengan tunas sebanyak 12. Hasil dari analisis

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

regresi menunjukkan korelasi antara konsentrasi BAP terhadap tinggi tunas (gambar 4.2 c) dari eksplan multiplikasi tunas delima hitam (*Punica granatum* L.) terbentuk pola persamaan kuadratik dengan koefisien determinasi R^2 = 0,9895. Artinya korelasi antara pemberian BAP terhadap tinggi tunas dari eksplan multiplikasi tunas delima hitam (*Punica granatum* L.) sebesar 98,95% dan didapat titik paling tinggi di koordinat (1,96 ; 3,8508) yang artinya bahwa untuk memeroleh tinggi tunas yang baik diperlukan konsentrasi BAP yang optimum 1,96 mg/l dengan rerata tinggi tunas 3,8508 mm. Menurut Julianti *et al.* (2019) telah membuktikan bahwa pada konsentrasi BAP 2,5 mg/l mampu digunakan untuk multiplikasi tunas pada tanaman gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) dengan tunas sebanyak 12.

Pertumbuhan tunas pada tanaman dipengaruhi oleh kandungan dari hormon pertumbuhan tanaman khususnya auksin dan sitokinin. Penelitian ini tidak menambahkan auksin secara eksogen karena kandungan auksin di dalam tanaman sudah mencukupi untuk merangsang tumbuhnya tunas baru. Cukup dengan menambahkan sitokinin dengan konsentrasi yang rendah telah mampu membantu mencukupi kadar sitokinin yang ada di dalam tanaman untuk regenerasi sel sehingga muncul tunas baru pada tanaman. Menurut Asra *et al.* (2020) menjelaskan tentang beberapa fungsi dari sitokinin diantaranya untuk mendorong sitokinesis pada sel, sehingga sel mengalami pembelahan. Selain itu, sitokinin juga mendorong tanaman melakukan pertumbuhan secara general. Sitokinin merupakan senyawa sintetik dengan struktur mirip adenin yang berfungsi dalam pembelahan sel. Dilihat dari rantai panjang struktur kimia, sitokinin memiliki rantai samping yang banyak mengandung karbon (C) dan hidrogen (H) yang menempel pada nitrogen bagian ujung cincin purin. Memiliki sifat yang tahan dan stabil terhadap peristiwa oksidasi karena jumlah ikatan yang rangkap jenuh (Mok & Mok, 2001; Sakakibara, 2006).

Hasil uji lanjut DMRT 5% pengaruh pemberian BAP terhadap persentase tumbuh tunas (gambar 4.1 d) menunjukkan bahwa konsentrasi BAP 2 mg/l mampu menghasilkan tunas tumbuh dengan persentase sebanyak 100%. Pemberian BAP pada konsentrasi 1 mg/l (gambar 4.1 d perlakuan 2) menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata sedangkan pada konsentrasi 3 mg/l (gambar 4.1 d perlakuan 4) berbeda nyata dan mengalami penurunan. Hal ini membuktikkan bahwa pada

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

konsentrasi yang efektif maka, sitokinin mampu bekerja secara maksimal untuk menumbuhkan tunas pada tanaman. Selain itu, BAP merupakan hormon yang banyak dijumpai untuk perbanyakan tanaman dalam kultur jaringan. Sebagaimana yang dijelaskan oleh Kurnianingsih *et al.* (2009) bahwa BAP merupakan hormon sintetik yang sering digunakan karena harganya yang terjangkau dan bagus digunakan untuk perbanyakan tunas. Sedangkan menurut Muliati *et al.* (2017) menjelaskan bahwa pada konsentrasi 1 mg/l BAP mampu menghasilkan persentase tumbuh yang baik pada tanaman *Sansivieria macrophylla*.

Hasil dari analisis regresi pengaruh pemberian BAP terhadap persentase tumbuh tunas (gambar 4.2 d) terbentuk pola persamaan kuadratik dengan koefisien determinasi R^2 = 0,8841. Arti korelasi tersebut sebasar 88,41% dan diperoleh titik paling tinggi di koordinat (1,14 ; 101,51). Artinya persentase tumbuh tunas tertinggi dicapai pada pemberian BAP yang optimum 1,14 mg/l dengan persentase tumbuh tunas 101,51% per eksplan. Menurut penelitian dari Muliati *et al.* (2017) bahwa pada konsentrasi 1 mg/l BAP mampu menghasilkan persentase tumbuh yang baik pada tanaman *Sansivieria macrophylla*.

Multiplikasi tanaman secara *in vitro* tidak semua eksplan mampu menghasilkan tunas. Hal ini karena eksplan mengalami browning, sehingga ada beberapa daun yang berwarna kuning dan kemudian gugur. Penyebab browning yang terjadi pada eksplan diduga karena pengaruh cahaya. Lamanya tanaman terkena cahaya akan memengaruhi proses pembentukan klorofil pada tanaman sehingga cahaya masuk yang terlalu tinggi dengan intensitas yang lama diduga akan memengaruhi dari proses pembentukan dari klorofil dan menyebabkan tanaman menjadi menguning.

Menurut Yuniardi (2019) menjelaskan bahwa dalam kultur jaringan tanaman, cahaya secara tidak langsung berpengaruh dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Cahaya mampu meningkatkan kerja enzim untuk menghasilkan klorofil, sedangkan dalam fotosintesis, intensitas cahaya akan memengaruhi laju dari fotosintesis dan akhirnya menghasilkan karbohidrat yang berfungsi dalam pembentukan organ pada tanaman.

Penurunan hasil data yang diperoleh seiring dengan bertambahnya konsentrasi BAP diduga karena adanya perbedaan dalam merespon hormon yang diberikan.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Sebagaimana yang dijelaskan oleh Karla & Bathla (2018) bahwa hormon tumbuhan memiliki peran penting dalam mengatur proses pertumbuhan jaringan dan membentuknya menjadi organ baru, dimana aktivitas hormon tumbuhan bergantung pula pada jenis, struktur kimia, konsentrasi, genotip tanaman serta fase dari fisiologis tanaman. Bertambahnya konsentrasi BAP yang diberikan memungkinkan terjadinya penghambatan dari kerja hormon BAP sehingga menghasilkan penurunan pada data yang diperoleh. Hal ini sebagaimana dijelaskan oleh Ordas *et al.* (1992) bahwa dalam sintesis protein untuk bisa menghasilkan organ baru diperlukan pengaturan enzim. Pemberian hormon yang berlebihan dapat menghambat kerja dari enzim sehingga tidak maksimal dalam proses fisiologi tanaman dan menghasilkan jumlah tunas yang sedikit. Van Staden *et al.* (2008) juga menambahkan bahwa hormon tumbuhan secara umum dapat merangsang terjadinya aktivitas biologis pada taraf konsentrasi yang rendah sebaliknya pada taraf konsentrasi yang tinggi dapat menjadi penghambat pertumbuhan tanaman.

4.2 Pengaruh Konsentrasi BAP terhadap Kualitas Morfologi Tunas Delima Hitam (*Punica granatum* L.)

Berdasarkan hasil dari data penelitian diperoleh tunas aksilar yang memiliki warna hijau. Namun juga terdapat tunas yang memiliki warna kuning samar hingga coklat. Tunas yang berwarna kuning hingga kecoklatan diduga karena adanya pengaruh dari cahaya lampu yang digunakan, dimana lampu dinyalakan secara terus-menerus tanpa ada jeda lampu dimatikan, sehingga hal ini menyebabkan eksplan menerima cahaya lebih dari kadar yang dibutuhkan dan menyebabkan produksi klorofil menjadi tidak efektif.

Hal ini menyebabkan tunas berwarna kuning bahkan ada yang coklat. Berikut tabel 4.1 dari tunas hasil multiplikasi dari eksplan delima hitam (*Punica granatum* L.) :

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel 4.1 Hasil pengaruh BAP terhadap morfologi tunas Delima Hitam (*Punica granatum* L.)

Konsentrasi BAP (mg/l)	Gambar	Skala Warna Pantone Chart	Warna Pantone Chart
0		Batang : hijau P377 Daun : hijau P377 Tunas : hijau P377	PMS Pantone 377
1		Batang : hijau P376 Daun : hijau P376,P377 Tunas : hijau P377 Kalus : coklat P440	PMS Pantone 377 PMS Pantone 376 PMS Pantone 440
2		Batang : hijau P376 Daun : hijau P377 Tunas : hijau P377 Kalus : coklat P440	PMS Pantone 377 PMS Pantone 376 PMS Pantone 440
3		Batang : hijau P367 Daun : hijau P376 Tunas : hijau P376 Kalus : coklat P440	PMS Pantone 367 PMS Pantone 376 PMS Pantone 440

Keterangan: Skala warna menggunakan Pantone Chart

Menurut Susilawati *et al.* (2016) dijelaskan apabila berada pada intensitas cahaya tinggi, proses fotosintesis dapat meningkat namun hingga batas jenuh

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

cahaya tertentu, dimana setiap tanaman akan menunjukkan respon jenuh cahaya berbeda sehingga fotosintesis menurun. Menurut Ariany *et al.* (2013) menjelaskan bahwa pada intensitas 1156 lux 107 fc dengan suhu 24ºC menghasilkan pertumbuhan tunas yang baik dengan 15 HST, tinggi tunas 5,2 cm dengan jumlah tunas 20 pada tanaman daun dewa (*Gynura pseudochina* L.). Menurut Yuniardi (2019) telah membuktikan bahwa cahaya yang diperlukan untuk multiplikasi tanaman yaitu berkisar antara 1.000-10.000 lux.

Hasil tanaman multiplikasi tunas delima hitam (*Punica granatum* L.) memiliki warna hijau mulai dari tunas dan batang dan tidak mengalami etiolasi. Sedangkan kalus memiliki warna coklat. Hal ini diduga karena pengaruh dari pemberian hormon yang seimbang sehingga dalam proses pembentukan klorofil dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan klorofil yang baik sehingga tanaman memiliki warna hijau. Dijelaskan oleh Yuniardi (2019) bahwa cahaya memiliki peran penting dalam proses pembentukan klorofil pada tanaman, selain itu cahaya juga berperan dalam pembentukan kalus dimana kalus akan berkembang dengan baik jika berada di tempat cahaya yang cukup sehingga akan berpengaruh terhadap pembentukan metabolit sekunder pada kalus.

Data yang diperoleh dari pemberian hormon BAP terhadap multiplikasi tunas delima hitam (*Punica granatum* L.) belum menunjukkan terjadinya multiplikasi karena jumlah tunas yang diperoleh masih sedikit yaitu 3,6 per eksplan. Hal ini diduga karena respon fisiologis yang dihasilkan tiap tanaman berbeda sehingga mempengaruhi proses pertumbuhan dari tunas. Menurut penelitian dari Rustam *et al.* (2020) membuktikan bahwa pada pemberian BAP memberikan respon yang tidak sama pada perlakuan kontrol hingga penambahan konsentrasi dan mengalami penurunan pada konsentrasi 3-4 mg/l. Khan *et al.* (2009) menjelaskan penambahan sitokinin dapat mengaktivkan produksi hormon yang sejenis di dalam tanaman dan memacu proses fisiologis sehingga menghasilkan target tertentu. Hormon BAP dapat menstimulasi penyerapan dan translokasi zat hara pada tanaman, mengontrol sel-sel yang mengalami kemunduran.

Sel yang mengalami kemunduran melibatkan penguraian klorofil dan protein (Gaudinova, 1990). Zwack & Rashotte (2013) menambahkan peran sitokinin dalam

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

menunda penuaan pada tanaman yaitu dengan mengontrol proses sintesis klorofil, perkembangan kloroplas serta metabolisme dan pemakaian air.

4.3 Kajian Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam

Penelitian ini didasari dengan adanya permasalahan yang terjadi yaitu, perbanyakan dari biji delima hitam (*Punica granatum* L.) yang memerlukan waktu cukup lama untuk berkecambah, sehingga dalam persediaan bibit tanaman yang unggul dan berkualitas kurang efisien. Diperlukan alternatif cara untuk mengatasi permasalahan tersebut seperti dengan melakukan teknik perbanyakan secara *in vitro*. Hal ini adalah sebagai bentuk wujud syukur atas karunia ilmu pengetahuan yang telah Allah S.W.T. berikan melalui perantara para ahli yang berdedikasi dalam bidangnya. Allah berfirman dalam Al quran Surat Al Baqarah ayat 265 :

أَصَابَهَا وَابِلٌ فَـَٔاتَتۡ أُكُلَهَا ضِعۡفَيۡنِ فَإِن لَّمۡ يُصِبۡهَا وَابِلٞ فَطَلٌّۗ وَٱللَّهُ بِمَا تَعۡمَلُونَ بَصِيرٌ ٢٦٥

Artinya : "Dan perumpamaan orang-orang yang membelanjakan hartanya karena mencari keridhaan Allah dan untuk keteguhan jiwa mereka, seperti sebuah kebun yang terletak di dataran tinggi yang disiram oleh hujan lebat, maka kebun itu menghasilkan buahnya dua kali lipat. Jika hujan lebat tidak menyiraminya, maka hujan gerimis (pun memadai). Dan Allah Maha Melihat apa yang kamu perbuat." (Q.S. Al Baqarah:265).

Ayat Al quran di atas dapat diambil pelajaran bahwa dalam menumbuhkan tanaman dua kali lipat diperlukan komponen lain yang mendukung pertumbuhan seperti adanya curah hujan yang menyirami tanaman sehingga bisa mencukupi kebutuhan nutrisi yang diperlukan oleh tanaman. Hal ini sama halnya dalam perbanyakan tanaman secara in vitro yang memerlukan komposisi yang pas dalam menumbuhkan sebuah tanaman sehingga tercapai jumlah yang diinginkan.

Pertumbuhan tanaman merupakan suatu proses yang memerlukan kesesuaian komposisi yang berguna untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan dari tanaman. Terlebih dalam perbanyakan secara *in vitro*. Hal itu, disebabkan karena adanya perbedaan dalam masing-masing tanaman dalam merespon unsur hara dan juga adanya kandungan hormon endogen tiap tanaman yang berbeda.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Firman Allah S.W.T. dalam Al quran Surat Al A'raf ayat 58 :

وَٱلۡبَلَدُ ٱلطَّيِّبُ يَخۡرُجُ نَبَاتُهُۥ بِإِذۡنِ رَبِّهِۦۖ وَٱلَّذِي خَبُثَ لَا يَخۡرُجُ إِلَّا نَكِدٗاۚ كَذَٰلِكَ نُصَرِّفُ ٱلۡأٓيَٰتِ لِقَوۡمٖ يَشۡكُرُونَ ٥٨

Artinya : "Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur." (Q.S. Al A'raf:58).

Berdasarkan ayat tersebut dapat diketahui bahwa, dalam menumbuhkan tanaman diperlukan media tanam yang subur sehingga tanaman dapat memeroleh asupan nutrisi yang cukup untuk proses pertumbuhan. Hal yang paling penting adalah atas izin-Nya maka suatu tanaman bisa tumbuh dengan baik.

Komponen nutrisi yang cukup seperti halnya kebutuhan akan hormon pertumbuhan yang berperan penting dalam pembelahan sel, jika dosis yang dibutuhkan tanaman terpenuhi, maka akan mampu merangsang terbentuknya organ baru pada tanaman. Hal ini sesuai dengan adanya perlakuan pemberian sitokinin BAP yang mampu merangsang tumbuhnya tunas baru pada eksplan multiplikasi tunas delima hitam (*Punica granatum* L sehingga dalam kadar yang sesuai, hormon BAP dapat bekerja dengan baik. Merangsang tumbuhnya tunas baru pada penelitian ini, diperlukan konsentrasi BAP 2 mg/l yang optimal dalam menghasilkan tunas dengan rerata 7,4 hari setelah tanam, jumlah tunas 3,6 dengan rerata tinggi tunas 3,6 mm. Hal ini sebagaimana terkandung dalam Al quran Surat Al Qamar ayat 49 :

إِنَّا كُلَّ شَيۡءٍ خَلَقۡنَٰهُ بِقَدَرٖ ٤٩

Artinya : "Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran." (Q.S. Al Qamar:49).

Hasil dari penelitian yang diperoleh merupakan salah satu bentuk dari kuasa Allah S.W.T. yang telah menciptakan tanaman dengan tahapan-tahapan kehidupan yang hanya bisa dipahami oleh hamba-Nya dengan izin-Nya sebagai wujud syukur atas diberikannya nikmat kehidupan. Dimana dalam menuju hasil penelitian ini, banyak mengalami ujian dan tekanan. Terlebih di masa pandemi yang telah melanda negeri ini dalam kurun waktu satu tahun terakhir.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Hal ini menyebabkan baik peneliti maupun tanaman yang diteliti mengalami banyak tekanan yang akhirnya berdampak pada tanaman yang diteliti. Mengatasi hal tersebut, maka diperlukan kesabaran, ketekunan dan keikhlasan dalam bekerja di dalam laboratorium.

Allah berfirman dalam Surat Ali Imran ayat 200 :

يَٰٓأَيُّهَا ٱلَّذِينَ ءَامَنُواْ ٱصۡبِرُواْ وَصَابِرُواْ وَرَابِطُواْ وَٱتَّقُواْ ٱللَّهَ لَعَلَّكُمۡ تُفۡلِحُونَ ٢٠٠

Artinya : "Hai orang-orang yang beriman, bersabarlah kamu dan kuatkanlah kesabaranmu dan tetaplah bersiap siaga (di perbatasan negerimu) dan bertakwalah kepada Allah, supaya kamu beruntung." (Q.S. Ali Imran:200).

Manusia yang diturunkan di muka bumi ini, mengemban amanah yang tidak mudah, karena hakikatnya manusia diciptakan adalah sebagai khalifah di muka bumi. Khalifah yang bertanggung jawab adalah mereka yang bisa mensyukuri, menikmati, memelajari dan mengamalkan ilmu pengetahuan yang telah diperoleh, sehingga akan terwujud lingkungan yang damai dan sejahtera. Kelestarian dari alam bisa tercapai jika manusia yang sebagai khalifah di bumi tidak serakah akan nikmat dunia, melainkan mengamalkan dengan menyeimbangkan antara kepentingan dunia dengan ilmu agama yang telah dipelajari dan terbentuklah sebuah tatanan dimasyakat yang ideal. Hasil penelitian yang diperoleh ini diharapkan dapat meningkatkan keimanan dan ketakwaan kepada Allah S.W.T.

Allah S.W.T. berfirman dalam Al quran Surat Al Hajj ayat 41 sebagai berikut:

ٱلَّذِينَ إِن مَّكَّنَّٰهُمۡ فِي ٱلۡأَرۡضِ أَقَامُواْ ٱلصَّلَوٰةَ وَءَاتَوُاْ ٱلزَّكَوٰةَ وَأَمَرُواْ بِٱلۡمَعۡرُوفِ وَنَهَوۡاْ عَنِ ٱلۡمُنكَرِۗ وَلِلَّهِ عَٰقِبَةُ ٱلۡأُمُورِ

Artinya : "(Yaitu) orang-orang yang jika Kami teguhkan kedudukan mereka di muka bumi niscaya mereka mendirikan sembahyang, menunaikan zakat, menyuruh berbuat ma'ruf dan mencegah dari perbuatan yang mungkar; dan kepada Allah-lah kembali segala sesuatu."

Berdasarkan ayat Al quran di atas mengingatkan kembali bahwa manusia sebagai khalifah di muka bumi yang mengemban tugas untuk amar ma'ruf nahi mungkar dengan menyerukan kebajikan dan mencegah kemungkaran bagi sesama. Salah satu perwujudan dari berbuat kebajikan adalah dengan membantu mengatasi permasalahan yang muncul di masyarakat.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Hal ini erat kaitannya dengan permasalahan yang ada dalam penyediaan kualitas bibit yang unggul dalam waktu yang cepat sehingga bisa diperoleh bibit tanaman yang berkualitas dan akan menghasilkan buah yang berkualitas pula dengan memiliki banyak kandungan fitokimia di dalamnya, seperti halnya pada buah delima hitam yang memiliki potensi sebagai tanaman obat.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil dari penelitian dan analisis data dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pemberian BAP konsentrasi 2 mg/l efektif dan optimum untuk merangsang munculnya tunas pada 7,4 hari setelah tanam, dengan jumlah tunas 3,6 per eksplan dan tinggi rata-rata 3,6 mm serta persentase tumbuh tunas 100%.
2. Secara morfologi, konsentrasi BAP 2 mg/l meningkatkan pertumbuhan tunas dengan warna tunas hijau dan tidak mengalami etiolasi.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya disarankan :

1. Dilakukan penelitian selanjutnya dengan menggunakan jenis sitokinin yang lain.
2. Hasil eksplan yang diperoleh bisa dilanjtkan dengan induksi perakaran.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR PUSTAKA

Adi, E.K.M., S. Indrayani dan E.S. Mulyaningsih. 2015. Pemecahan Dormansi Temulawak dengan Aplikasi Zat Pengatur Tumbuh NAA dan BAP. *Pros. Sem Nas Masy Biodiv Indon.* 1(1):105-108.

Akbar, A., Faridah, E., Indrioko, S., & Herawan, D. T. 2017. The Induction of Shoots, Multiplication, and Rooting of Gyrinops Versteegii (Gilg.) Domke By *In Vitro*. *Jurnal Penulisan Tanaman Hutan*. 11(1):155–168.

Alitalia, Y. (2008). *Pengaruh Pemberian BAP dan NAA terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tunas Mikro Kantong Semar (Nepenthes mirabilis) Secara In Vitro.* Jurusan Agronomi dan Hortikultura Fakultas Agrikultur Institut Pertanian Bogor. Bogor. Skripsi.

Andriani, V., & Suharyanto. 2015. *Karakterisasi Anatomi dan Aktivitas Antioksidan Delima (Punica granatum L.).* Jurusan Biologi Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. Skripsi.

Anisa, N., Wulandari, R. S., & Asnawati. 2016. Pengaruh BAP terhadap Multiplikasi Tunas Anggrek Hitam (*Coelogyne pandurata* Lindl) secara Kultur Jaringan. *Jurnal Hutan Lestari.* 4(4):591–595.

Ariany, S. P., Sahiri, N., Syakur, A., & Dewa, D. 2013. Pengaruh Kuantitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan dan Kadar Antosianin Daun Dewa (*Gynura pseudochina* (L .) DC) Secara *In Vitro*. *J. Agrotekbis*. 1(5):413–420.

Asra, R., Samarlina, R. A., & Silalahi, M. 2020. Hormon Tumbuhan. *In Journal of Chemical Information and Modeling*. 53(9).

As-Suyuthi, Al-Imam Jalaluddin Muhammad bin Ahmad bin Muhammad Al-Mahalli Al-Imam Jalaluddin Abdirrahman bin Abu Bakar. 2010. *Tafsir Jalalain*. Penerjemah: Najib Junaidi. Surabaya: Pustaka eLBA. Hlmn. 543.

Astawan, M. 2008. *Sehat Dengan Buah*. Cetakan Pertama. Jakarta: Penerbit Dian Rakyat. 40-45.

Azwin, Siregar, I. Z., & Supriyanto, A. 2006. Penggunaan BAP dan TDZ Untuk Perbanyakan Tanaman Gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) *Media Konservasi*. 9(3):98-104.

Bassiri-Jahromi, S. 2018. *Punica granatum* (Pomegranate) Activity in Health Promotion and Cancer Prevention. *Oncology Reviews*. 12. 345.

Bassiri-Jahromi, S., & Doostkamp, A. 2019. Comparative Evaluation of Bioactive

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Compounds of Various Cultivars of Pomegranate (*Punica granatum*) in Different World Regions. *AIMS Agriculture and Food*. 4(1):41–55.

Bhoite, H. A., & Palshikar, G. S. 2014. Plant Tissue Culture: A Review. *World Journal of Pharmaceutical Science*. 2(6):565–572.

Bhowmik, D., Gopinath, H., Pragati Kumar, B., & Sampath Kumar, K. P. 2013. Medicinal Uses of Punica granatum and Its Health Benefits. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 1(5).

D. Holland, & Bar-Ya'akov, I. 2008. The Pomegranate: New interest in an ancient fruit. *Chronica Horticulturae*. *48*(3):12–15.

Dana, N., Javanmard, S. H., & Rafiee, L. 2015. Antiangiogenic and Antiproliferative Effects of Black Pomegranate Peel Extract on Melanoma Cell Line. *Research in Pharmaceutical Sciences*. 10(2):117–124.

Dan, I., Tunas, M., Brassica, B., Pertanian, F., & Sam, U. 2016. Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh Benzil Amino Purin (BAP) Terhadap Induksi dan Multiplikasi Tunas Brokoli *Brassica Oleraceae* L. Var. Italica Plenck. *Cocos*. *7*(6).

De Garcia Salamone, I. E., Hynes, R. K., & Nelson, L. M. 2006. Role Of Cytokinins In Plant Growth Promotion By Rhizosphere Bacteria. In *PGPR: Biocontrol and Biofertilization*. 173–195.

Dewi, I. S., Nindita, A., Purwoko, B. S., & and Efendi, D. 2012. Induksi Tunas pada Kotiledon dan Hipokotil Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) melalui Organogenesis Tak Langsung. *Jurnal Agrobiogen*. 8(3):86–96.

Dewitte, W., & Murray, J. A. H. 2003. The Plant Cell Cycle. *Annual Review of Plant Biology*. 54(February 2003):235–264.

Dikmen, M., Ozturk, N., & Ozturk, Y. 2011. The Antioxidant Potency Of *Punica granatum* L. Fruit Peel Reduces Cell Proliferation And Induces Apoptosis On Breast Cancer. *Journal of Medicinal Food*. 14(12):1638–1646.

Doležal, K., Popa, I., Kryštof, V., Spíchal, L., Fojtíková, M., Holub, J., … Strnad, M. 2006. Preparation and Biological Activity of *6-benzylaminopurine* Derivatives In Plants And Human Cancer Cells. *Bioorganic and Medicinal Chemistry*. 14(3):875–884.

Dwiyani, R. 2015. Kultur Jaringan Tanaman. In *Journal of Chemical Information and Modeling*. 53(9).

Elma, T., Suminar, E., Mubarok, S., Nuraini, A., & Ariyanto, N. B. 2018. Multiplikasi Tunas Mikro Pisang (*Musa paradisiaca* L.) 'Raja Bulu' secara *In*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Vitro pada Berbagai Jenis dan Konsentrasi Sitokinin. *Jurnal Kultivasi*. 16(3):418–424.

Ergun, M. 2012. (Pomegranate). In M. Siddiq (Ed.), *Tropical and Subtropical Fruits: Postharvest Physiology, Processing and Packaging* (first).

Gaikwad, A. V, Singh, S. K., & Gilhotra, R. 2017. Plant Tissue Culture-A Review. *In Review Article Journal of Pharmaceutical Research & Education Journal.* 2.

Gardeli, C., Varela, K., Krokida, E., & and Mallouchos, A. 2019. Investigation of Anthocyanins Stability from Pomegranate Juice (*Punica granatum* L. Cv. Ermioni) under a Simulated Digestion Process. *Medicines*. 6(90).

Gaudinova, A. 1990. *The Effect of Cytokinins on Nitrate Reductase Activity.* Biologia Plantarum (Praha). 32:89-96.

George, E. F., Hall, M. A., & Klerk, G. J. De. 2008. Plant Tissue Culture Procedure - Background**.** *In Plant Propagation by Tissue Culture 3rd Edition*. 1.1–28.

Hadiati, S. 2011. Pengaruh Konsentrasi BAP Terhadap Pertumbuhan Stek Batang Nenas (*Ananas comosus* L.). *Agrin.* 15(2).

Handayani, I., Nazirah, L., Ismadi, Rusdi, M., & Handayani, R. S. 2020. Pengaruh Konsentrasi BAP Pada Perkecambahan Biji Pamelo Asal Aceh secara In-Vitro. *Jurnal Agrium*. 17(2):149–155.

Hidayati Y. 2009. Kadar Hormon Auksin pada Tanaman Kenaf (*Hebiscus cannabinus* L.) Bercabang dan Tidak Bercabang. *J Agrivigor*. 2(2):1979–5777.

Holland, D., Hatib, K., & Bar-Ya'akov, I. 2009. (Pomegranate: Botany, Horticultur, Breeding). *Horticultural Reviews*. 35:127–191.

Hutami, S. (2016). ULASAN Masalah Pencoklatan pada Kultur Jaringan. *Jurnal AgroBiogen*. 4(2):83.

http://plantamor.com/species/info/punica/granatum diakses pada tanggal 17 Januari 2020 pukul 18.17 pm

Hussain, A., Qarshi, I. A., Nazir, H., & and Ullah, I. 2012. *Plant Tissue Culture: Current Status and Opportunities*.

Ibnu Katsir. 1988. *Terjemah Singkat Tafsir Ibnu Katsier Jilid 3*. Diterjemhkan oleh: H. Salim Bahreisy dan H. Said Bahreisy. Kuala Lumpur: Victory Agencie.

Isda, M. N., Fatonah, S., & Sari, L. N. 2016. Pembentukan Tunas Dari Biji Manggis (*Garcinia mangostana* L.) Asal Bengkalis dengan Penambahan BAP dan Madu Secara *In Vitro*. *Journal of Biology*. 9(2):119–124.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Julianti, Wulandari, R. S., & Dan Darwati, H. 2019. Penambahan NAA dan BAP terhadap Multiplikasi Subkultur Tunas Gaharu (*Aqualaria malaccensis* Lamk). *Journal of Chemical Information and Modeling*. 53(9):1689–1699.

Jurenka, J. 2008. Therapeutic Applications of Pomegranate (*Punica granatum* L.): A Review. *A Journal Of Clinical Therapeutic*. 13(2).

Karla, G. Dan S.C. Bhatla. 2018. *Cytokinins.* In Bhatla S.C. dan M.A. Lal (Eds). *Plant Physiology, Development and Metabolism*. Springer Nature Singapore Ltd.

Khadivi, A., Mirheidari, F., Moradi, Y., & Paryan, S. 2020. Scientia Horticulturae Morphological Variability of Wild Pomegranate (*Punica granatum* L.) Accessions from Natural Habitats in The Northern Parts of Iran. *Scientia Horticulturae*. 264:109-165.

Khairunnisa, R. 2009. *Penggunaan Beberapa Sitokinin Terhadap Multiplikasi Tunas dan Pertumbuhan Binahong (Andredera cordifolia) secara In Vitro.* Jurusan Agronomi dan Hortikultura Fakultas Agrikultur Institut Pertanian Bogor. Bogor

Khan, W., U.P. Rayirath, S. Subramanian, M.N. Jithesh, P. Rayorath, D.M. Hodges, A.T. Critchley, J.S. Craigie, J. Norrie and B. Prithiviraj, 2009. Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development. *J. Plant Growth Regul.* 28:386–39.

Khoiriyah, N., Rahayu, E. S., & Herlina, L. 2013. Induksi Perbanyakan Tunas *Rosa damascena* Mill. dengan Penambahan Auksin dan Sitokinin. *Life Science*. 2(1):57–63.

Kristina, N. N. 2009. Induksi Tunas Tabat Barito (*Ficus deltoidea* JACK) secara *In Vitro* Menggunakan *Benzil Adenin* (BA) dan *Naphthalene Acetic Acid* (NAA). *Jurnal Littri*. 15(1):33–39.

Kumar, N., & Reddy, P. 2011. In vitro Plant Propagation: A Review. *Journal of Forest and Environmental Science*. 27(2):61–72.

Kumar, P. P., & Loh, C. S. 2012. Plant Tissue Culture For Biotechnology. *In Plant Biotechnology and Agriculture*:31–138. Elsevier Inc.

Kumari, A., Dora, J. Y., Kumar, A., & and Kumar, A. 2012. Pomegranate (*Punica granatum*) - Overview. *International Journal of Prharmaceutical and Chemical Science*. 1(4).

Kurnianingsih, R., Marfuah, & Matondang, I. 2009. Pengaruh Pemberian BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) pada Media Multiplikasi Tunas *Anthurium hookerii* Kunth. Enum. secara *In Vitro*. *Vis Vitalis*. 2(2).

Lee, S. M., Kim, J. Y., Lee, H. J., Chang, M. I., Chae, Y. S., & Rhee, G. S. 2014. Establishment of Analytical Method for *6-benzylaminopurine* Residue, a Plant Growth Regulator for Brown Rice, Mandarin, Pepper, Potato, and Soybean by

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Using GC/NPD. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*. 57(1):83–89.

Mashluhah, K. 2018. *Pengaruh Kombinasi NAA (Naphthalene Acetic Acid) Dan BAP (6-Benzyl Amino Purine) Terhadap Induksi Tunas Aksilar Jamblang (Syzygium cumini L .).* Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Uneversitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang. Skripsi.

Mok, D.W. dan M.C. Mok. 2001. Cytokinin Metabolism and Action. Plant Physiol. *Plant. Mol. Biol.* 52:89-118.

Monga, S., Sethi, N., Kaura, S., Parle, M., & Lohan, S. 2014. Effect Of *6-Benzyl Amino Purine* Hormone On The Shooting Growth Of Ocimum Gratissimum L. *International Research Journal Of Pharmacy*. 5(2):106–108.

Muliati, Nurhidayah, T., & Nurbaiti. 2017. Pengaruh Pemberian BAP dan Kombinasinya Pada Media MS Terhadap Perkembangan Eksplan Sansivieria macrophylla secara *In Vitro*. In *Universitas Riau Jom Faperta*. 4(1).

Nursetiadi, E. 2008. *Kajian Macam Media dan Konsentrasi BAP terhadap Multiplikasi Tanaman Manggis (Garcinia Mangostana L.) secara In Vitro.* Jurusan Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta. Skripsi.

Olmez, Z., Temel, F., Gokturk, A., & and Yahyaoglu, Z. 2007. Effects of Sulphuric Acid and Cold Stratification Pretreatments on Germination of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Seeds). *Asian Journal of Plant Sciences*. 6(2).

Ordas, R. J., Fernandez, B., & Rodriguez, R. 1992. Benzyladenine-controlled protein synthesis and growth in apple cell suspensions. *Physiologia Plantarum*. 84(2):229–235.

Patil, V. M., Dhande, G. A., Thigale, D. M., & Rajput, J. C. 2011. Micropropagation Of Pomegranate (*Punica granatum* L.) "Bhagava" Cultivar From Nodal Explant. *African Journal of Biotechnology*. 10(79):18130–18136.

Prayoga, L. 2009. Pengaruh Media dan Konsentrasi BAP terhadap Pertumbuhan Tunas Mikro Pisang Raja secara *In Vitro.Agritech*. 9(2):96–106.

Purita, S. Y., Rahmi, N., & Basuki, N. 2017. Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh Jenis BAP terhadap Pertumbuhan Planlet Sub Kultur Jaringan Tanaman Nanas (*Ananas comosus* L. Merr). *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(7):1207–1212.

Rahmahayu, Fatonah, S., & Novaliza, and I. M. 2014. Induksi Tunas Jeruk Siam (*Citrus nobilis* Lour.) Asal Kampar dengan Pemberian *Benzil Amino Purine* (BAP) secara *In Vitro*. *Jom Fmipa*. 1(2):672–679.

Rahmawati, R. Y., Novaliza Isda, M., Fatonah, S., Program, M., S1, S., Bidang, B., Jurusan, B., Fakultas, B., Dan, M., Pengetahuan, I., Kampus Bina, A., &

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Pekanbaru, W. 2014. Induksi Tunas dari Eksplan Biji Manggis (*Garcinia mangostana* L.) Asal Bengkalis secara In Vitro dengan Perlakuan BAP (*6-Benzylaminopurine*) pada Medium MS. In *Jom Fmipa*. 1(2).

Raisi, A., Aroujalian, A., & Kaghazchi, T. 2008. Multicomponent Pervaporation Process For Volatile Aroma Compounds Recovery from Pomegranate Juice. *Journal of Membrane Science*. 322(2):339–348.

Ríos-Ramírez, S. C., Enríquez-Del Valle, J. R., Rodríguez-Ortiz, G., & Ruíz-Luna, J. 2017. Benzylaminopurine and indol-3-acetic acid Concentrations in in vitro proliferation of Agave angustifolia adventitious shoots. *Cien. Inv. Agr*. 44(3):285–294.

Rukmana, Rahmat. 2007. *Delima.* Yogyakarta: Kanisius.

Rustam, Syamsuddin, R., Soekandarsih, E., & Trijuno, D. D. 2020. Studi Penggunaan Zat Pengatur Tumbuh BAP terhadap Pembentukan Tunas dan Pertumbuhan Mutlak Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*, Doty.) Study. *Prosiding Simposium Nasional VII Kelautan dan Perikanan*. 21–30.

Rozaliana, Siregar, L. A. M., & Bayu, E. S. 2013. (*Pogostemon cablin* Benth.) Secara In-Vitro. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 1(3).

Saad, A. I. M., & Elshahed, A. M. 2012. Plant Tissue Culture Media Preparation. *Recent Advances in Plant in Vitro Culture*. 2:29–40.

Sakakibara, H. 2006. Cytokinins: Activity, Biosynthesis, and Trans-location. *Annual Review of Plant Biology*. 57:431-449.

Sartika Sari, H., Dwiati, M., & Budisantosa, I. 2015. Efek NAA dan BAP terhadap Pembentukan Tunas, Daun, dan Tinggi Tunas Stek Mikro Nepenthes ampullaria Jack. In *Biosfera*. 32(3).

Shah, M., Shah, S., & and Patel, M. 2011. Review On: The Aspects of Punica Granatum. *Journal of Pharmaceutical Science and Bioscientific Research (JPSBR)*. 1(3):154–159.

Shihab, M. Q. 2002. *Tafsir Al Misbah: Pesan, Kesan, dan Keserasian Al quran*. Jakarta: Lentera Hati. 13. hlmn. 328.

Sintha, D. 2017. *Pengaruh BAP dan Kinetin terhadap Pertumbuhan Tunas Pisang Barangan (Musa paradisiaca L.) secara In Vitro.* Program Studi Agroekoteknologi Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Bengkulu. Skripsi.

Stover E., & Mercure, E. W. 2007. The Pomegranate: A New Look at the Fruit of Paradise. *HortScience*. 42(5):1088–1092.

Sulistiani, E. & Yani S.A. 2018. *Produksi Bibit Tanaman dengan Menggunakan Teknik Kultur Jaringan.* Bogor: Seameo Biotrop.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Susilawati, Wardah, & Irmasari. 2016. Pengaruh Berbagai Intensitas Cahaya terhadap Pertumbuhan Semai Cempaka (*Michelia champaca* L.) di Persemaian. *J. ForestSains*. 14(1):59–66.

Thabathaba'i, Muhammad. 1991. *Tafsir al-Mizan Fi Tafsir al-Quran.* Beirut: al-A'lamiy. Hlmn. 115.

Thorpe, T. A. 2007. History of Plant Tissue Culture. *Molecular Biotechnology*. 37:169–180.

Tozzi, F., Legua, P., Martínez-Nicolás, J. J., Núñez-Gómez, D., Giordani, E., & Melgarejo, P. 2020. Morphological and nutraceutical characterization of six pomegranate cultivars of global commercial interest. *Scientia Horticulturae*. 272. 109557.

Triatminingsih, Rahayu. 2008. *Kultur Jaringan Manggis (Garcinia mangoostana*). Padang: Balai Penelitian Buah Tropika

Uche, O. C., Ejiofor, A. P., & Eziuche, O. C. 2016. Comparative Growth Rates of Treculia africana Decne: Embryo in Varied Strengths of Murashige and Skoog Basal Medium. *International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering*. 10(9).

Van Staden, J., Zazimalova, E., & George, E. F. 2008. *Plant Growth Regulators II: Cytokinins, their Analogues and Antagonists.* Institute of Experimental Botany of The Czech Academy of Science.

Vasil, I. K. 2008. A History of Plant Biotechnology: from The Cell Theory of Schleiden and Schwann to Biotech Crops. In *Plant Cell Reports*. 27(9):1423–1440.

Wardani, I. B. 2016. *Pengaruh kombinasi BAP (6-Benzyl Amino Purine) dan NAA (Naphtalen Acetic Acid) terhadap induksi tunas aksilar cendana (Santalum album L.).* Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang. Skripsi.

Wattimena, G. A. 1992. *Zat Pengatur Tumbuh Tanaman.* Bogor : IPB Press

Watimena, G.A. 1987. *Zat Pengatur Tumbuh.* Laboratorium Kultur Jaringan, PAU Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor: Bogor.

Werner, T., Motyka, V., Strnad, M., & Schmülling, T. 2001. Regulation of Plant Growth by Cytokinin. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 98(18):10487–10492.

Widyarso, Muji. 2010. *Kajian Penggunaan BAP dan IBA untuk Merangsang Pembentukan Tunas Lengkeng (Dimocarpus longan Lour) Varietas Pingpong secara In Vitro.* Jurusan Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta. Skripsi.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Wiendi, N.M.A., G.A. Wattimena, dan L.V. Gunawan. 1991. *Perbanyakan Tanaman. Bioteknologi Tanaman I.* PAU IPB. 507 hlmn.

Yuniardi, F. 2019. Aplikasi Dimmer Switch pada Rak Kultur Sebagai Pengatur Kebutuhan Intensitas Cahaya Optimum Bagi Tanaman In Vitro. *Indonesian Journal Of Laboratory*. 2(1):8–13.

Zarfeshany, A., Asgary, S., & and Javanmard, S. H. 2014. Potent health effects of pomegranate. *Advanced Biomedical Research*. 3(1):100.

Zulkarnain. 2018. *Kultur Jaringan Tanaman*. Jakarta: Bumi Aksara

Zwack, P.J. dan Rashotte, A.M. 2013. Cytokinin Inhibition of Leaf Senescence. Plant Signaling and Behavior. 8(7):1-7.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 1. Data Hasil Pengamatan

1. Data Pengamatan Hari Muncul Tunas

Perlakuan	Konsentrasi	Ulangan					Rata-rata	Total
		1	2	3	4	5		
BAP	0	19	18	20	18	20	19	95
	1	10	9	10	9	9	9	47
	2	7	8	8	7	7	7	37
	3	12	9	10	10	11	11	53

2. Data Pengamatan Jumlah Tunas

Perlakuan	Konsentrasi	Ulangan					Rata-rata	Total
		1	2	3	4	5		
BAP	0	1	1	1	1	2	1	7
	1	2	3	2	3	3	3	13
	2	3	4	3	4	4	4	18
	3	2	3	2	2	2	2	11

3. Data Pengamatan Tinggi Tunas

Perlakuan	Konsentrasi	Ulangan					Rata-rata	Total
		1	2	3	4	5		
BAP	0	1	1	2	1	2	1	7
	1	2	3	2	3	3	3	13
	2	3	4	4	3	4	4	18
	3	2	2	3	3	3	3	13

4. Data Pengamatan Prosentase Tumbuh Tunas

Perlakuan	Konsentrasi	Ulangan					Rata rata	Total
		1	2	3	4	5		
BAP	0	67	100	100	67	100	87	434
	1	100	100	67	100	100	93	467
	2	100	100	100	100	100	100	500
	3	33	33	67	67	67	53	267

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 2. Data Hasil Anova

Variabel Pengamatan	F Hitung	F Tabel 5%
Hari Muncul Tunas	180,851*	2,87
Jumlah Tunas	19,733*	2,87
Tinggi Tunas	13,500*	2,87
Persentase Tumbuh Tunas	9,627*	2,87

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 3. Hasil ANOVA dan DMRT 5%

1. Pengaruh BAP terhadap hari muncul tunas

ANOVA

HMT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	393.350	3	131.117	180.851	.000
Within Groups	11.600	16	.725		
Total	404.950	19			

HMT

Duncan

Konsen-trasi	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
2 mg/l	5	7.4000		
1 mg/l	5		9.4000	
3 mg/l	5		10.4000	
0 mg/l	5			19.0000
Sig.		1.000	.082	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

2. Pengaruh BAP terhadap jumlah tunas

ANOVA

jumlah

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	14.800	3	4.933	19.733	.000
Within Groups	4.000	16	.250		
Total	18.800	19			

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

jumlah

Duncan

Konsen-trasi	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0 mg/l	5	1.2000		
3 mg/l	5		2.2000	
1 mg/l	5		2.6000	
2 mg/l	5			3.6000
Sig.		1.000	.224	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

3. Pengaruh BAP terhadap tinggi tunas

ANOVA

Tinggi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	12.150	3	4.050	13.500	.000
Within Groups	4.800	16	.300		
Total	16.950	19			

Tinggi

Duncan

Konsen-trasi	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0 mg/l	5	1.4000		
1 mg/l	5		2.6000	
3 mg/l	5		2.6000	
2 mg/l	5			3.6000
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4. Pengaruh BAP terhadap prosentase tumbuh tunas

ANOVA

persentase	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6435.600	3	2145.200	9.627	.001
Within Groups	3565.200	16	222.825		
Total	10000.800	19			

persentase

Duncan

Konsen-trasi	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3 mg/l	5	53.4000	
0 mg/l	5		86.8000
1 mg/l	5		93.4000
2 mg/l	5		100.0000
Sig.		1.000	.203

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 4. Perhitungan dan Pengambilan Larutan Stok BAP

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

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

Larutan stok dibuat dengan mengambil 1000 ppm BAP yang diencerkan menjadi 100 ppm sebanyak 50 ml.

M1 x V1 = M2 x V2

1000 x V1 = 100 x 50

V1 = $\frac{5000}{1000}$

V1 = 5 ml

Hasil 5 ml larutan BAP 1000 ppm diencerkan dengan aquades menggunakan labu takar 50 ml hingga tanda batas. Sehingga diperoleh larutan BAP 100 ppm sebanyak 50 ml.

Perhitungan pengambilan hormon BAP untuk membuat media perlakuan

a. Konsentrasi 1 mg/l

M1 x V1 = M2 x V2

100 mg/l x V1 = 1 mg/l x 75 ml

V1 = $\frac{1\ mg/l\ x\ 75\ ml}{100\ mg/l}$ = 0,75 ml

b. Konsentrasi 2 mg/l

M1 x V1 = M2 x V2

100 mg/l x V1 = 2 mg/l x 75 ml

V1 = $\frac{2\ mg/l\ x\ 75ml}{100\ mg/l}$ = 1,5 ml

c. Konsentrasi 3 mg/l

M1 x V1 = M2 x V2

100 mg/l x V1 = 3 mg/l x 75 ml

V1 = $\frac{3mg/l\ x\ 75ml}{100\ mg/l}$ = 2,25 ml

d. Konsentrasi 4 mg/l

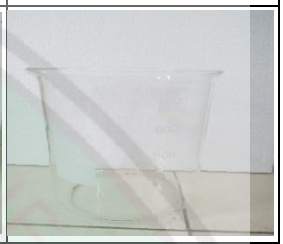
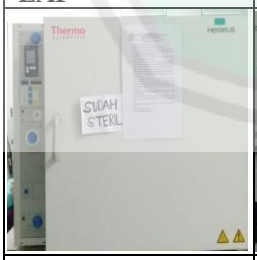
M1 x V1 = M2 x V2

100 mg/l x V1 = 4 mg/l x 75 ml

V1 = $\frac{4mg/l\ x\ 75ml}{100\ mg/l}$ = 3 ml

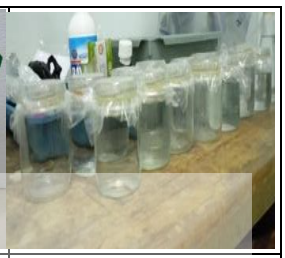
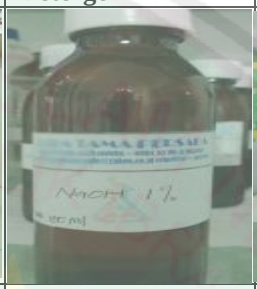
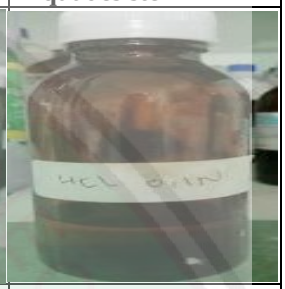
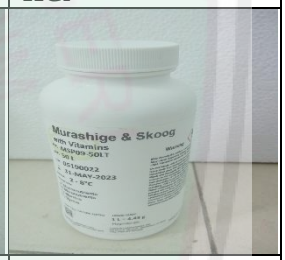
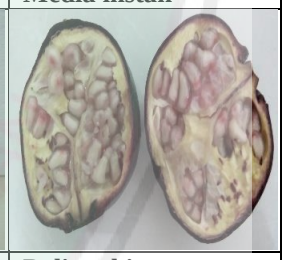
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 5. Foto Alat Penelitian

pH Universal	Mikropipet	Alumunium Foil	Bunsen & korek
			
Kulkas	Alat diseksi	Gelas ukur	Beaker glass
Karet gelang, plastik dan kertas label	Rak Kultur	Air conditioner	
LAF	Troli	Hot plate	Timbangan analitik
			
Oven	Autoklaf	Cawan petri	Tisu

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 6. Foto Bahan Penelitian

			
Bakterisida	**Fungisida**	**Detergen**	**Aquades steril**
			
Alkohol 70%	**Alkohol 95%**	**NaOH**	**HCl**
			
Spirtus	**Obat antiseptik**	**Bayclin**	**Media instan**
			
Agar-agar	**Gula**	**BAP**	**Delima hitam**

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341) 558933, Fax. (0341) 558933

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Khanna Linalatil Fadzilah
NIM : 16620003
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Ganjil TA 2019/2020
Pembimbing : Dr. M. Mukhlis Fahruddin, M.Si
Judul Skripsi : Pengaruh Pemberian Hormon BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) Terhadap Multiplikasi Tunas Delima Hitam (*Punica granatum* L.) Secara *In Vitro*

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	3/02/2020	Integrasi BAB I dan BAB II	
2.	13/02/2020	Acc Integrasi BAB I dan BAB II	
3.	15/09/2020	Integrasi BAB IV	
4.	07/12/2020	Acc Integrasi BAB IV	
5.	25/12/2020	Acc Skripsi	

Malang, 26 Desember 2020
Ketua Program Studi,

Pembimbing Skripsi,

Dr. M. Mukhlis Fahruddin, M.Si
NIP. 20142011409

Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP.197410182003312002

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341) 558933, Fax. (0341) 558933

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Khanna Linalatil Fadzilah
NIM : 16620003
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Ganjil TA 2019/2020
Pembimbing : Suyono, M.P
Judul Skripsi : Pengaruh Pemberian Hormon BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) Terhadap Multiplikasi Tunas Delima Hitam (*Punica granatum* L.) Secara *In Vitro*

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	14/01/2020	Konsultasi Judul Penelitian	
2.	15/01/2020	Konsultasi Judul Penelitian	
3.	16/01/2020	Konsultasi Judul Penelitian	
4.	20/01/2020	Konsultasi Judul Penelitian	
5.	27/02/2020	BAB I	
6.	04/02/2020	BAB I	
7.	11/02/2020	BAB I	
8.	13/02/2020	BAB II	
9.	18/02/2020	BAB II dan BAB III	
10.	24/02/2020	BAB 1, BAB II dan BAB III	
11.	07/12/2020	Konsultasi data	
12.	09/12/2020	BAB IV dan BAB V	
13.	25/12/2020	ACC Skripsi	

Malang, 26 Desember 2020
Ketua Program Studi,

Pembimbing Skripsi,

Suyono, M.P
NIP. 197106222003121002

Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP.197410182003312002

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG