

**INDUKSI TUNAS AKSILAR SIRSAK (*Annona muricata* L.) DENGAN  
PENAMBAHAN NAA (*Naphthalene Acetic Acid*) DAN BAP (*6-Benzyl Amino  
Purine*) SECARA *IN VITRO***

**SKRIPSI**

Oleh:

**DIAN MAYASARI**

**NIM. 13620004**



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2018**

**INDUKSI TUNAS AKSILAR SIRSAK (*Annona muricata* L.) DENGAN  
PENAMBAHAN NAA (*Naphthalene Acetic Acid*) DAN BAP (*6-Benzyl Amino  
Purine*) SECARA *IN VITRO***

**SKRIPSI**

**Diajukan Kepada:**

**Fakultas Sains dan Teknologi**

**Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang**

**Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan**

**Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh :**

**DIAN MAYASARI**

**NIM : 13620004**

**JURUSAN BIOLOGI**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM**

**MALANG**

**2018**

**HALAMAN PERSETUJUAN**  
**INDUKSI TUNAS AKSILAR SIRSAK (*Annona muricata* L.) DENGAN**  
**PENAMBAHAN NAA (*Naphthalene Acetic Acid*) DAN BAP (*6-Benzyl Amino***  
***Purine*) SECARA *IN VITRO***

SKRIPSI

Oleh :  
**DIAN MAYASARI**  
NIM. 13620004

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji  
Tanggal : 12 Februari 2018

Pembimbing I



Ruri Siti Resmisari, M.Si  
NIDT. 19790123 20160801 2 063

Pembimbing II



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

Mengetahui

Ketua Jurusan Biologi



Romadhoni, M.Si, D. Sc

NIP. 19810201 200901 1 019

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**INDUKSI TUNAS AKSILAR SIRSAK (*Annona muricata* L.) DENGAN**  
**PENAMBAHAN NAA (*Naphthalene Acetic Acid*) DAN BAP (*6-Benzyl Amino***  
***Purine*) SECARA *IN VITRO***

SKRIPSI

Oleh :  
**DIAN MAYASARI**  
NIM. 13620004

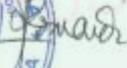
Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan  
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal : 12 Februari 2018

Penguji Utama	<u>Dr. Evika Sandi Savitri, M.P</u> NIP. 19741018 200312 2 002	
Ketua Penguji	<u>Suyono, M.P</u> NIP. 19710622 200312 1 002	
Sekretaris Penguji	<u>Ruri Siti Resmisari, M.Si</u> NIDT. 19790123 20160801 2 063	
Anggota Penguji	<u>M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I</u> NIPT. 20142011409	

Mengetahui dan Mengesahkan

Kepala Jurusan Biologi



  
Romadhoni, M.Si, D.Sc

NIP. 19610201 200901 1 019

**SURAT PERNYATAAN  
ORISINALITAS PENELITIAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dian Mayasari  
NIM : 13620004  
Fakultas /Jurusan : Sains dan Teknologi / Biologi  
Judul Penelitian : Induksi Tunas Aksilar Sirsak (*Annona Muricata* L.)  
dengan Penambahan NAA (*Naphthalene Acetic Acid*) dan  
BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) secara *In Vitro*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai 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, 12 Februari 2018  
Yang membuat pernyataan,



Dian Mayasari  
NIM. 13620004

## MOTTO

عَلَيْكُمْ بِالصِّدْقِ فَإِنَّ الصِّدْقَ يَهْدِي إِلَى الْبِرِّ إِنَّ الْبِرَّ يَهْدِي إِلَى الْجَنَّةِ  
(رواه البخارى ومسلم)

*Hendaknya kamu selalu jujur karena kejujuran itu akan membawa kepada kebaikan dan kebaikan akan membawa ke dalam surga.*

*(HR. Bukhari dan Muslim)*

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Alhamdulillahirobbil'alamin. Sujud syukur hamba persembahkan kepadaMu ya Allah, Tuhan Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang, yang senantiasa melimpahkan rahmat, hidayah serta kasih sayangNya, memberikan nikmat kesehatan, kesabaran dan ilmu yang bermanfaat kepada hamba. Dan tak lupa sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita nabi muhammad saw.*

*Kupersembahkan karya kecil ini untuk:*

*Kedua orang tuaku, bapak Yasir dan ibu Katri tercinta yang selalu memberikan restu, doa, dukungan dan semangatnya untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.*

*Kakakku tersayang, Eka Puji Astuti, S.Pt yang tak pernah lelah mendengarkan curhatanku, keluh kesahku. Memberikan semangat disaat aku mulai ingin menyerah. Terima kasih atas semua masukan-masukan positif sehingga kakak bisa menjadi panutan bagi adikmu ini.*

*Keluarga besar kakung Kasidi dan kakung Demo, kakak-kakakku yang selalu mendukungku, menyemangatiku, akhirnya adikmu bisa menyusul kalian mendapatkan gelar sarjana ini. Untuk adik-adikku terima kasih telah banyak menghiburku, tetap semangat menuntut ilmunya. Semoga kita semua bisa menjadi orang-orang yang berilmu dan bermanfaat bagi dunia dan akhirat. Aamiin ya Allah.*

*Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing biologi, ibu Ruri Siti Resmisari M.Si dan dosen pembimbing agama bapak M. Mukhlis Fahrudin M.S.I yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan, ilmu yang bermanfaat, sabar dan semangatnya sehingga karya kecil ini dapat terselesaikan.*

*Terima kasih juga untuk laboran jurusan biologi mbak Lil, mas Basyar, mas Ismail, dan mbak Retno atas semua bantuannya selama proses penelitian.*

*Buat teman-teman seperjuanganku nukleus biologi A dan teman-teman jurusan biologi 2013, terutama teman-teman lab KJT terima kasih atas semua bantuan selama ini.*

*Semoga karya kecil berupa skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua. Aamiin ya robbal 'aalamiin.*

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamu'alaikum Wr. Wb*

*Alhamdulillah.* Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmad, hidayah serta kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“Induksi Tunas Aksilar Sirsak (*Annona Muricata L.*) dengan Penambahan NAA (*Naphthalene Acetic Acid*) dan BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) secara *In Vitro*”** ini. Tidak lupa pula untaian shalawat dan salam penulis panjatkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, Nabi yang telah menuntun manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman yang penuh dengan hidayah serta ilmu pengetahuan seperti saat ini.

Penulisan skripsi yang telah penulis susun dibuat untuk diajukan kepada Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si). Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah berpartisipasi dan membantu dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini, iringan doa dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Abdul Haris, M.Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Romaidi, M.Si, D.Sc, selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Prof. Dr. H. Mudjia Raharjo, M.Si, Dr. drh. Hj. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si, dan Dr. Evika Sandi Savitri, M.P, yang telah memberikan ilmu kepada penulis semoga Allah selalu melindungi beliau semua.
5. Ruri Siti Resmisari, M.Si, selaku Dosen pembimbing Biologi yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

6. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I, selaku Dosen pembimbing Agama serta integrasi Sains dan Teknologi yang telah memberikan bimbingan kepada penulis.
7. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P dan Suyono, M.P selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun sehingga membantu terselesainya skripsi ini.
8. Dr. drh. Hj. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si, selaku Dosen wali yang selalu memotivasi, memberikan banyak saran dan nasehat kepada penulis selama mengemban ilmu di Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
9. Segenap dosen, laboran dan staf administrasi Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, terima kasih atas semua ilmu dan bimbingannya.
10. Ayahanda Yasir, ibunda Katri dan kakak Eka Puji Astuti, S.Pt tercinta yang senantiasa sabar dan menyayangiku tanpa minta balas budi serta iringan doa, motivasi, dan semangat yang tak henti-hentinya dicurahkan kepada penulis sampai saat ini.
11. Teman-teman seperjuangan yang saya banggakan, Biologi angkatan 2013 Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
12. Semua pihak yang turut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik berupa materiil maupun moril.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya serta menambah khasanah ilmu pengetahuan. Aamiin ya robbal 'aalamiin.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Malang, 12 Februari 2018

Dian Mayasari

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGAJUAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>v</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xvii</b>
<b>المخلص</b> .....	<b>xviii</b>
<b>BAB I : PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	10
1.3. Tujuan.....	10
1.4. Hipotesis.....	11
1.5. Manfaat.....	11
1.6. Batasan Masalah.....	11
<b>BAB II : TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>13</b>
2.1. Tinjauan Umum Tanaman Sirsak.....	13
2.1.1 Sistematika Tanaman Sirsak.....	13
2.1.2 Deskripsi Tanaman Sirsak.....	13
2.1.3 Manfaat Tanaman Sirsak.....	15
2.1.4 Kandungan Bahan Aktif Tanaman Sirsak.....	19
2.1.5 Budidaya Tanaman Sirsak.....	20

a. Generatif (Biji).....	20
b. Vegetatif.....	21
2.2. Kultur <i>In Vitro</i> .....	21
2.2.1 Pengertian Kultur <i>In Vitro</i> .....	21
2.2.2 Prinsip Kultur <i>In Vitro</i> .....	22
2.2.3 Teknik Kultur <i>In Vitro</i> .....	23
2.2.4 Faktor Yang Mempengaruhi Kultur <i>In Vitro</i> .....	23
2.2.5 Media Kultur <i>In Vitro</i> .....	25
2.3. Zat Pengatur Tumbuh.....	28
2.3.1 NAA ( <i>Naphthalene Acetic Acid</i> ).....	29
2.3.2 BAP ( <i>6-Benzyl Amino Purine</i> ).....	31
2.3.3 Kombinasi NAA ( <i>Naphthalene Acetic Acid</i> ) dan BAP ( <i>6-Benzyl Amino Purine</i> ).....	33
<b>BAB III: METODE PENELITIAN.....</b>	<b>37</b>
3.1. Rancangan Penelitian.....	37
3.2. Waktu dan Tempat.....	38
3.3. Alat dan Bahan Penelitian.....	38
3.3.1 Alat-alat.....	38
3.3.2 Bahan-bahan.....	39
3.4. Variabel Penelitian.....	39
3.5. Tahapan-tahapan Penelitian.....	39
3.5.1 Sterilisasi.....	40
a. Sterilisasi Alat.....	40
b. Sterilisasi Lingkungan Kerja.....	40
3.5.2 Pembuatan Larutan Stok Hormon.....	41
3.5.3 Pembuatan Media.....	41
3.5.4 Pemilihan dan Pengambilan Eksplan.....	42
3.5.5 Sterilisasi Eksplan.....	42
a. Di Ruang Persiapan (Luar LAF).....	42
b. Di Ruang Inisiasi (Dalam LAF).....	43

3.5.6 Penanaman Eksplan .....	43
3.6. Tahap Pengamatan.....	43
3.7. Analisis Data.....	44
3.8. Skema Kerja Penelitian .....	45
<b>BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>46</b>
4.1. Pengaruh Konsentrasi NAA terhadap Induksi Tunas Aksilar Sirsak ( <i>Annona muricata</i> L.) secara <i>In Vitro</i> .....	46
4.2. Pengaruh Konsentrasi BAP terhadap Induksi Tunas Aksilar Sirsak ( <i>Annona muricata</i> L.) secara <i>In Vitro</i> .....	54
4.3. Pengaruh Interaksi Konsentrasi NAA dan BAP terhadap Induksi Tunas Aksilar Sirsak ( <i>Annona muricata</i> L.) secara <i>In Vitro</i> .....	60
<b>BAB V : PENUTUP .....</b>	<b>79</b>
5.1. Kesimpulan.....	79
5.2. Saran.....	79
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>80</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>87</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman Sirsak.....	15
Gambar 2.2 NAA .....	31
Gambar 2.3 Sitokinin dan Siklus Sel.....	32
Gambar 2.4 BAP .....	33
Gambar 2.5 Konsentrasi Relatif Auksin dan Sitokinin.....	35
Gambar 2.6 Interaksi Antara Auksin dan Sitokinin .....	36
Gambar 3.1 Skema Kerja Penelitian .....	45
Gambar 4.1.1 Hasil Analisis Regresi pengaruh NAA terhadap Hari Muncul Tunas .....	51
Gambar 4.1.2 Hasil Analisis Regresi Pengaruh NAA terhadap Tinggi Tunas...	52
Gambar 4.1.3 Hasil Analisis Regresi Pengaruh NAA terhadap Jumlah Daun pada Tunas .....	53
Gambar 4.2.1 Tunas Aksilar Sirsak ( <i>Annona muricata</i> L.).....	55
Gambar 4.2.2 Hasil Analisis Regresi Pengaruh BAP terhadap Hari Muncul Tunas .....	59
Gambar 4.3.1 Hasil Analisis Regresi Interaksi NAA dan BAP terhadap Hari Muncul Tunas.....	75
Gambar 4.1.1 Hasil Analisis Regresi Interaksi NAA dan BAP terhadap Tinggi Tunas .....	76
Gambar 4.1.1 Hasil Analisis Regresi Interaksi NAA dan BAP terhadap Jumlah Daun pada Tunas.....	77

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Interaksi Perlakuan NAA dan BAP .....	38
Tabel 4.1.1 Ringkasan Hasil ANAVA Konsentrasi NAA terhadap Induksi Tunas Aksilar Sirsak ( <i>Annona muricata</i> L.) secara <i>In Vitro</i> .....	46
Tabel 4.1.2 Pengaruh Konsentrasi NAA terhadap Induksi Tunas Aksilar Sirsak ( <i>Annona muricata</i> L.) secara <i>In Vitro</i> (DMRT 5%).....	47
Tabel 4.2.1 Ringkasan Hasil ANAVA Konsentrasi BAP terhadap Induksi Tunas Aksilar Sirsak ( <i>Annona muricata</i> L.) secara <i>In Vitro</i> .....	54
Tabel 4.2.2 Pengaruh Konsentrasi BAP terhadap Induksi Tunas Aksilar Sirsak ( <i>Annona muricata</i> L.) secara <i>In Vitro</i> (DMRT 5%).....	55
Tabel 4.3.1 Ringkasan Hasil ANAVA Interaksi NAA dan BAP terhadap Induksi Tunas Aksilar Sirsak ( <i>Annona muricata</i> L.) secara <i>In Vitro</i> .....	60
Tabel 4.3.2 Pengaruh Interaksi NAA dan BAP terhadap Induksi Tunas Aksilar Sirsak ( <i>Annona muricata</i> L.) secara <i>In Vitro</i> (DMRT 5%).....	61
Tabel 4.3.3 Hasil Induksi Tunas Aksilar Sirsak ( <i>Annona muricata</i> L.) pada Awal dan Akhir Pengamatan .....	65

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja Penelitian.....	87
Lampiran 2. Skema Kerja Tahapan Sterilisasi.....	88
Lampiran 3. Tabel Komposisi Media <i>Murashige &amp; Skoog</i> (MS).....	91
Lampiran 4. Tabel Hasil Pengamatan.....	92
Lampiran 5. Analisis Data Perhitungan ANAVA.....	96
Lampiran 6. Perhitungan Pengambilan Larutan Stok.....	104
Lampiran 7. Gambar Alat-alat dan Bahan-bahan.....	105
Lampiran 8. Foto Kegiatan Penelitian.....	108
Lampiran 9. Bukti Konsultasi.....	109

## ABSTRAK

Mayasari, Dian. 2018. **Induksi Tunas Aksilar Sirsak (*Annona Muricata L.*) dengan Penambahan NAA (*Naphthalene Acetic Acid*) dan BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) Secara *In Vitro***. Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Ruri Siti Resmisari, M.Si. Pembimbing II: M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I

Kata Kunci : Tunas Aksilar Sirsak (*Annona muricata L.*), NAA (*Naphthalene Acetic Acid*), BAP (*6-Benzyl Amino Purine*)

---

Sirsak merupakan family dari *Annonaceae* yang mempunyai manfaat besar sebagai tanaman buah dan bahan obat tradisional. Kurangnya ketersediaan bibit bermutu dan produksi sirsak yang rendah menyebabkan Indonesia belum dapat memenuhi permintaan ekspor buah sirsak. Perlu adanya upaya penyediaan bibit bermutu dalam waktu yang relatif singkat. Perbanyak bibit dapat dilakukan menggunakan kultur jaringan untuk perbanyak tunas. Keberhasilan induksi tunas dalam kultur jaringan dipengaruhi oleh penambahan zat pengatur tumbuh. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan NAA dan BAP serta interaksinya yang efektif untuk induksi tunas aksilar Sirsak (*Annona muricata L.*).

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan, Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang pada bulan September-November 2017. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial. Terdiri dari dua faktor perlakuan, yaitu konsentrasi zat pengatur tumbuh NAA (0 mg/l; 0,25 mg/l; 0,5 mg/l; 0,75 mg/l; 1 mg/l) dan BAP (0 mg/l; 0,5 mg/l; 1 mg/l; 1,5 mg/l; 2 mg/l). Parameter yang diamati adalah hari muncul tunas, jumlah tunas, tinggi tunas, dan jumlah daun pada tunas aksilar. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANAVA, dilanjutkan dengan uji DMRT 5%, serta uji regresi.

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa penambahan NAA 0,75 mg/l berpengaruh nyata terhadap induksi tunas aksilar yaitu 9 HST, dengan tunas tertinggi 1,68 cm. Konsentrasi BAP 2 mg/l hanya berpengaruh nyata terhadap hari muncul tunas aksilar yaitu 9 HST. Dan interaksi yang efektif adalah NAA 0,75 + BAP 2 mg/l yang berpengaruh nyata terhadap tinggi tunas yaitu 2,32 cm dengan jumlah daun 3 helai.

## ABSTRACT

Mayasari, Dian. 2018. **Induction Axillary Shoots of Soursop (*Annona muricata* L.) With the Addition of NAA (*Naphthalene Acetic Acid*) and BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) *in vitro***. Thesis. Department of Biology, Faculty of Science and Technology, the State Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor I: Ruri Siti Resmisari, M.Si. Supervisor II: M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I

Keywords : Axillary Shoots Soursop (*Annona muricata* L.), NAA (*Naphthalene Acetic Acid*), BAP (*6-Benzyl Amino Purine*)

Soursop is family of *annonaceae* which large benefits of fruits plants and materials traditional medicine. Not adequate quality seeds and the production of low the soursop cause Indonesia cannot fulfill the demand for exports the soursop fruits. It is necessary to encourage the quality seeds in a relatively short time. The propagation of seeds can use tissue culture to propagation of shoots. The success of induction shoots in tissue culture influenced by the addition of plant growth regulators. The purpose of this study was to know the effect of addition of NAA, BAP and their interaction which are effective for induction axillary shoots of Soursop (*Annona muricata* L.).

The Research was conducted at the Laboratory of Plant Tissue Culture, Department of Biology, Faculty of Science and Technology, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang in September to November 2017. The study used was completely randomized factorials design. It Consist of two treatment, the concentration of plant grow regulator NAA (0 mg/l; 0,25 mg/l; 0,5 mg/l; 0,75 mg/l; 1 mg/l) and BAP (0 mg/l; 0,5 mg/l; 1 mg/l; 1,5 mg/l; 2 mg/l). The parameters measured were the day appearance of axillary shoots, the number of axillary shoots, the high of axillary shoots, and the number of leaves on axillary shoots. Data were analyzed using ANOVA, were continued by DMRT 5%, and regression.

The results of study showed that the addition of 0,75 mg/l NAA influence is 9 the day after plant, with the highest shoot is 1,68 cm. Concentration of BAP only influence on the day of appearance is 9 the day after plant. And the effective interaction is NAA 0,75 + BAP 2 mg/l influence on high of shoot is 2,23 cm, with the number of leave are 3 strands.

## مستخلص البحث

ميسري, ديأن. 2018. استقراء فرخ النبات الجنبي قشطة شائكة (*Annona Muricata L.*) با الزيادة حمض النفتالين الخليك (*Naphthalene Acetic Acid*) و بنزيل أمينو بورين (*6-Benzyl Amino Purine*) (*Purine*) با طريقة في المختبر. البحث الجامعي. قسم الحياة كليت العلوم والتكنولوجيا جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. مشريف الأول: روري ستي رميمسري المجستير و مشريف الثاني مخلص فحردن المجستير

لكلمات الأساسية : فرخ النبات قشطة شائكة الجنبي (*Annona muricata L.*), حمض النفتالين الخليك (*Naphthalene Acetic Acid*), بنزيل أمينو بورين (*6-Benzyl Amino Purine*)

قشطة شائكة هي عائلة من *Annonaceae* التي لها منفعة الكبيرة كمصنع فاكهة ومكونات طبية تقليدية. عدم توفر البذور الجيدة وانخفاض إنتاج قشطة شائكة يسبب إندونيسيا لم تكن قادرة على تلبية الطلب على الصادرات من الفاكهة قشطة شائكة. ومن الضروري توفير بذور جيدة في وقت قصير نسبيا. يمكن أن يتم نشر البذور با إستعمال زراعة الأنسجة لتكسير فرخ النبات. نجاح تبادل فرخ النبات في زراعة الأنسجة يأتُر بزيادة منظمات النمو. نتيجة من هذه البحث هو لتعريف تأثير زيادة حمض النفتالين الخليك و بنزيل أمينو بورين وتفاعلاتها الفعالة لاستقراء فرخ النبات قشطة شائكة الجنبي (*Annona muricata L.*).

تعمل هذا البحث في المعامل زراعة الأنسجة النباتية, قسم الحياة, كليت العلوم والتكنولوجيا, جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج في شهر سبتمبر -نوفمبر 2017. تصميم البحث المستخدمة هي استكمال تصميم عشوائي الكاملة المضروبة. تتكون من عواملاني العلاجين, يعني تركيز منظمات النمو حمض النفتالين الخليك (0 mg/l; 0,25 mg/l; 0,5 mg/l; 0,75 mg/l; 1 mg/l) و بنزيل أمينو بورين (0 mg/l; 0,5 mg/l; 1 mg/l; 1,5 mg/l; 2 mg/l). الملاحظات لاحظت هي يوم ظهور فرخ النبات, عدد فرخ النبات, عالية فرخ النبات, و عدد ورقة في فرخ النبات الجانبي. تم تحليل البيانات التي تم الحصول عليها باستخدام ANOVA, تليها بالاختبار 5% DMRT, و الإختبار تراجع.

تدل نتائج البحث إلى أثر تركيز 0,75 mg/l NAA ملغ أثرت بشكل كبيرعلي تحريض براعم الإبطي الذي هو 9 HST مع أعلى براعم 1,68 cm. تركيز 2 mg/l BAP تأثير كبير فقط في اليوم تبادل لاطلاق النار أكسيلار الناشئة التي هي 9 HST. والتفاعل الفعال هو 0,75 mg/l NAA + 2 mg/l BAP التي لها تأثير حقيقي لاطلاق النار الارتفاع الذي هو 2,32 cm مع ورقة عدد 3 فروع.

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Sirsak (*Annona muricata* L.) merupakan salah satu buah yang digemari masyarakat karena kaya kandungan berbagai vitamin seperti vitamin B dan C. Jannah (2010) menyatakan bahwa sirsak merupakan salah satu jenis tanaman dari familia *Annonaceae* yang mempunyai manfaat besar bagi kehidupan manusia, yaitu sebagai tanaman buah yang syarat dengan gizi dan merupakan bahan obat tradisional yang memiliki multikhasiat.

Allah SWT telah mengemukakan dalam Al-Quran tentang tanaman-tanaman yang baik dan juga memiliki banyak manfaat. Sebagaimana firman Allah SWT dalam surah Luqman (31) : 10;

خَلَقَ السَّمَوَاتِ بِغَيْرِ عَمَدٍ تَرَوْنَهَا وَأَلْقَى فِي الْأَرْضِ رَوْسِي أَنْ تَمِيدَ بِكُمْ وَبَثَّ فِيهَا  
مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿١٠﴾

Artinya:

“Dia menciptakan langit tanpa tiang yang kamu melihatnya dan Dia meletakkan gunung-gunung (di permukaan) bumi supaya bumi itu tidak menggoyangkan kamu; dan memperkembang biakkan padanya segala macam jenis binatang. Dan Kami turunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan padanya segala macam tumbuh-tumbuhan yang baik”.

Berdasarkan firman Allah SWT di atas, makna “*fa-anbatnaa fihhha min kulli zawjin kariimin*” tumbuh-tumbuhan yang baik menurut Qurtubhi (2009) adalah yang memiliki warna dan bentuk. Sedangkan menurut Abdullah dalam Tafsir Ibnu Katsir (2003) tumbuhan yang baik yakni segala macam tumbuh-

tumbuhan yang baik dan indah dipandang. Sehingga ayat di atas menjelaskan bahwa Allah SWT menciptakan tumbuh-tumbuhan yang baik untuk dimanfaatkan, satu diantaranya dimanfaatkan sebagai tumbuhan obat.

Tanaman sirsak banyak digunakan sebagai tanaman obat, karena tanaman ini memiliki khasiat obat dan digunakan sebagai obat dalam penyembuhan maupun pencegahan penyakit. Pengertian berkhasiat obat adalah mengandung zat aktif yang berfungsi mengobati penyakit tertentu atau jika tidak mengandung zat aktif tertentu tapi mengandung efek yang sinergis dari berbagai zat yang berfungsi mengobati. Hampir semua bagian tanaman sirsak mulai dari akar, daun, buah, biji, hingga kulit batangnya dapat dimanfaatkan sebagai obat (Wijaya, 2005). Beberapa penelitian menyebutkan bahwa tanaman ini juga bersifat antibakteri dan antioksidan (Adri, 2013), antiparasit (Kedari, 2014), antipasmodik (Kedari, 2014), antikanker (Arifianti, 2014), insektisida (Kedari, 2014), mengobati sakit perut dan mampu mengeluarkan racun (Mangan, 2009).

Sirsak telah diteliti sejak tahun 1940-an, semua bagian tanaman sirsak ini dapat digunakan untuk pengobatan (Evira, 2013). Kandungan fitokimia tanaman ini adalah asetogenin, alkaloid, kuinolina, isokuinolina, tanin, kumarin, prosianidin, flavonoid, amil kaproat (Lim, 2012). Taylor (2012) dalam Arifianti (2014) menyatakan bahwa senyawa bioaktif yang berasal dari tanaman sirsak *Annonaceous acetogenin*, telah lama diteliti dan terbukti bersifat antikanker, selain itu juga bersifat antiparasit, insektisida, anticacing, antibakteri, dan antivirus.

Tanaman sirsak dapat berbuah sepanjang tahun sehingga komoditas ini berpotensi untuk dikembangkan dalam rangka pengembangan agroindustri dan agribisnis (Fredika, 2002). Meskipun tanaman sirsak memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan secara komersial ternyata masih terdapat kendala utama yang dihadapi yakni tidak tersedianya bibit tanaman bermutu dalam jumlah yang banyak. Bibit yang bermutu merupakan salah satu komponen produksi paling utama dalam suatu budidaya tanaman (Sudjijo, 2011). Pradipta (2013) menambahkan bahwa produktivitas tanaman sirsak di Indonesia dari tahun 2011 hingga tahun 2012 menurun sebanyak 22.04% dengan rincian 14,18 ton/Ha pada tahun 2011 dan 11.05 ton/Ha pada tahun 2012. Produksi sirsak di Indonesia tergolong rendah bila dibandingkan dengan tanaman buah lain. Hal ini karena di Indonesia sendiri tanaman sirsak hanya digunakan sebagai tanaman pekarangan yang belum dibudidayakan secara optimal dan juga hasil panen yang belum dapat diprediksi. Terjadinya penurunan ini menyebabkan Indonesia belum dapat memenuhi permintaan ekspor buah sirsak.

Budidaya tanaman sirsak secara konvensional masih menemui banyak kendala. Cara perbanyakan tanaman sirsak yang selama ini dilakukan masih menggunakan biji. Cara ini juga dianggap paling menghemat biaya produksi tetapi untuk perkebunan komersial yang bibitnya berasal dari biji hasilnya cenderung tidak memuaskan karena tingkat heterozigositasnya tinggi akibat terjadi perkawinan silang. Sistem perbanyakan tanaman buah sirsak dengan biji ini juga memiliki beberapa kelemahan, seperti: masa tunggu tanaman untuk berbuah

berkisar 4-5 tahun setelah tanam. Selain itu tanaman yang dihasilkan tidak selalu sama kualitasnya dengan tanaman induknya (Sukarmin, 2009).

Badrie dan Schauss (2009) menambahkan bahwa perbanyakan dengan biji akan menghasilkan tanaman yang tidak seragam karena merupakan hasil penyerbukan silang. Selain itu biji sirsak memiliki struktur kulit yang keras dan tebal sehingga permeabilitasnya rendah. Oleh karena itu masa dormansi biji sirsak juga cukup lama yaitu bervariasi antara 1-3 bulan. Hal ini menyebabkan perbanyakan tanaman sirsak dengan menggunakan biji membutuhkan waktu yang lebih lama.

Tanaman sirsak, selain diperbanyak melalui biji, juga dapat diperbanyak secara vegetatif melalui pencangkokan, tetapi teknik ini memiliki kendala dalam hal waktu (Bridg, 2000). Purnomosidhi (2012) menyatakan bahwa kerugian pembibitan dengan sistem cangkok adalah pada musim kemarau panjang tanaman tidak tahan kering, pohon induk tajuknya menjadi rusak karena banyak cabang yang dipotong, dan dalam satu pohon induk hanya dapat mencangkok beberapa batang saja, sehingga perbanyakan tanaman dalam jumlah besar tidak dapat dilakukan dengan cara ini. Perbanyakan lainnya secara vegetatif dengan cara *mikrocutting* dan okulasi. Menurut Purnomosidhi (2012) perbanyakan dengan cara stek mikro (*mikrocutting*) memiliki perakaran yang kurang kuat dan pada beberapa tanaman buah dapat menyebabkan penurunan pertumbuhan sebesar 11%. Perbanyakan sirsak melalui *mikrocutting* banyak mengalami kegagalan. Hal ini dikarenakan akar yang terbentuk jumlahnya sedikit dan kurang panjang yang menyebabkan tanaman kurang optimal dalam menyerap unsur hara dan air.

Sehingga ketika kemarau panjang, tanaman mudah layu dan mati. Selain itu penanaman dengan cara okulasi menurut Indriyani (2011) memiliki kelemahan yang disebabkan oleh ketidakcocokan antara batang bawah dan batang atas, atau karena kulit batang atas terlalu tebal sedangkan kulit batang bawah lebih tipis sehingga tidak terjadi penempelan yang normal. Ketidakcocokan yang ekstrem bisa menyebabkan kematian. Lizawati (2009) menambahkan bahwa pada sistem okulasi yang melibatkan dua individu yang berbeda menyebabkan timbulnya interaksi antara batang bawah dengan batang atas, interaksi ini menimbulkan reaksi negatif disebut ketidaksesuaian atau inkompatibilitas. Inkompatibilitas dapat berupa pembengkakan batang di sekitar tempat pertautan, penghambatan pertumbuhan, dan penurunan produksi sampai 40%.

Kendala lain yang juga sering muncul adalah gangguan alam, baik yang disebabkan oleh jasad hidup, misalnya hama dan penyakit maupun cekaman lingkungan yang dapat mengganggu keberhasilan perbanyakan tanaman di lapangan. Kebutuhan akan bibit tanaman dalam jumlah besar, berkualitas, bebas hama dan penyakit harus tersedia dalam waktu singkat seringkali tidak dapat dipenuhi dengan menggunakan metode konvensional baik secara generatif maupun vegetatif (Yuwono, 2006). Perlu suatu upaya untuk dapat membudidayakan tanaman sirsak agar dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik serta dapat diupayakan sebagai tanaman komersial. Upaya peningkatan produksi tanaman ini dapat dilakukan melalui pemuliaan tanaman dan perbaikan teknik budidaya. Satu diantara teknik budidaya yang dapat dilakukan yaitu dengan kultur jaringan.

Kultur jaringan (*in vitro*) menurut Gunawan (1995) adalah suatu metode untuk mengisolasi bagian dari tanaman seperti protoplasma, sel, jaringan, organ, serta bagian tanaman seperti daun, mata tunas, untuk ditumbuhkan dalam kondisi aseptik sehingga bagian-bagian tersebut dapat memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman utuh kembali. Pemilihan media dan zat pengatur tumbuh yang cocok sangat menentukan keberhasilan. Media dasar Murashige dan Skoog (MS) merupakan media yang paling banyak digunakan dalam kultur jaringan. Media MS mempunyai kandungan hara yang lebih tinggi dibandingkan dengan media dasar lain terutama  $KNO_3$  dan  $NH_4NO_3$  sebagai sumber nitrogen. Nitrogen merupakan faktor utama dalam memacu morfogenesis secara *in vitro*. Kandungan amonium nitrat yang tinggi berfungsi dalam mendorong diferensiasi sel.

Perbanyakan tanaman melalui kultur jaringan (*in vitro*) menawarkan peluang besar untuk menghasilkan jumlah bibit tanaman yang banyak dalam waktu relatif singkat sehingga lebih ekonomis. Teknik perbanyakan tanaman ini dapat dilakukan sepanjang waktu tanpa tergantung musim (Hambali *et al.*, 2006). Selain itu, teknik kultur *in vitro* mampu menghasilkan bibit yang bermutu, seragam, sifatnya identik dengan induknya, masa non produktif lebih singkat dan produktivitasnya lebih tinggi (Yunus *et al.*, 2009).

Tahap awal dari multiplikasi tanaman melalui teknik kultur jaringan (*in vitro*) adalah induksi tunas aksilar. Tunas aksilar adalah tunas samping yang tumbuh dari ketiak daun (Rohayati, 2009). Penambahan zat pengatur tumbuh yang tepat mampu memperbanyak munculnya tunas aksilar, sehingga dapat

memperbanyak jumlah bibit tanaman yang dihasilkan. Harni (2003) menambahkan bahwa untuk dapat menginduksi tunas tanaman dibutuhkan modifikasi zat pengatur tumbuh (ZPT) auksin dan sitokinin.

Zat pengatur tumbuh dalam teknik kultur jaringan (*in vitro*) memberikan pengaruh yang sangat nyata. Zulkarnain (2009) menyatakan bahwa sangat sulit untuk menerapkan teknik kultur jaringan pada upaya perbanyak tanaman tanpa melibatkan zat pengatur tumbuh. Golongan zat pengatur tumbuh yang sangat penting adalah sitokinin dan auksin. Zat pengatur tumbuh sangat diperlukan sebagai komponen media bagi pertumbuhan dan diferensiasi. Tanpa penambahan ZPT dalam media, pertumbuhan sangat terhambat bahkan mungkin tidak tumbuh sama sekali. Pembentukan kalus dan organ-organ ditentukan oleh penggunaan yang tepat dari ZPT tersebut. Zat pengatur tumbuh ini mempengaruhi pertumbuhan dan morfogenesis dalam kultur sel, jaringan dan organ (Mulyaningsih dan Nikmatullah, 2006).

Penggunaan sitokinin dan auksin dalam suatu media dapat memacu proliferasi tunas karena adanya pengaruh sinergisme antara zat pengatur tumbuh tersebut (Lestari, 2011). Penggunaan sitokinin mempunyai peranan jika bersamaan dengan auksin yaitu merangsang pembelahan sel dalam jaringan yang dibuat eksplan serta merangsang pertumbuhan tunas dan daun (Yuswindasari, 2010). Zat pengatur tumbuh auksin dan sitokinin tidak bekerja sendiri-sendiri, tetapi kedua ZPT tersebut saling berinteraksi dalam mengarahkan pertumbuhan dan perkembangan eksplan (Karjadi dan Buchory, 2007), sehingga untuk memacu

pembentukan tunas dapat dilakukan dengan memanipulasi dosis auksin dan sitokinin eksogen.

Auksin meningkatkan pemanjangan sel, pembelahan sel, dan pembentukan akar adventif. Auksin berpengaruh pula untuk pembentukan tunas adventif dan tunas aksilar (Pierik, 1997). Zat pengatur tumbuh kelompok auksin yang sering digunakan adalah *indolebutyric acid* (IBA), *indoleacetic acid* (IAA), dan *Naptaleneacetic acid* (NAA) (Rohmah, 2014).

NAA merupakan golongan auksin sintetis yang mempunyai sifat stabil dibandingkan dengan jenis auksin sintetis lainnya karena tidak mudah terurai oleh enzim-enzim yang dikeluarkan oleh sel atau oleh pemanasan pada sterilisasi (Wetter dan Constabel, 1991 dalam Sugianti, 2008). Pada penelitian Arimarsetiowati (2012) menyatakan bahwa dari ketiga ZPT yang digunakan yaitu NAA, IBA, dan IAA, dimana NAA memberikan hasil cukup bagus untuk pertunasan dan perakaran tanaman kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) terutama dalam tinggi planlet yaitu rata-rata 2 cm.

Sitokinin adalah senyawa yang berperan dalam meningkatkan pembelahan sel serta mengatur pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Sitokinin yang sering digunakan dalam kultur jaringan adalah BAP (*6-benzylamino purin*), 2-ip (*isopentil adenine*), kinetin (*6-furfurylamino purin*), dan zeatin (Rohmah, 2014). BAP merupakan salah satu sitokinin sintetis yang aktif dalam daya merangsangnya lebih lama karena tidak mudah dirombak oleh enzim dalam tanaman dan merupakan sitokinin yang paling aktif untuk merangsang pertumbuhan tunas (Setyawati, 2012). Hasil penelitian Ruzic (2008) menyebutkan

bahwa dari keempat zat pengatur tumbuh yaitu BA, Kinetin, 2-iP dan BAP yang memberikan efek terbaik dalam multiplikasi *Prunus avium* L. adalah BAP dengan hasil tanaman lebih besar, dengan daun yang berwarna hijau.

Keseimbangan rasio antara hormon auksin dan sitokinin diperlukan untuk pertumbuhan tunas. Hasil Penelitian dari Setyawati (2012) menunjukkan bahwa pemberian hormon BAP 1.5 ppm dan NAA 1 ppm merupakan konsentrasi terbaik dalam perbanyak tunas pada eksplan Mabai (*Pongamia pinnata* L.), bahan eksplan yang digunakan adalah nodus pertama sampai ketiga dari pucuk batang tanaman Mabai yang telah berumur 1 bulan. Interaksi BAP 4 mg/l dan NAA 0.5 mg/l menunjukkan hasil induksi tunas Gaharu (*Aquilaria agallocha* Roxb) terbaik yaitu mencapai 75% dengan jumlah 5 tunas per eksplan, bahan eksplan yang digunakan adalah nodus pertama sampai keempat dari pucuk batang tanaman yang telah berumur 5 bulan (Debnath, 2013). Selain itu pada tanaman Karet (*Havea brasiliensis* Muell. Arg.) eksplan yang membentuk tunas tertinggi yaitu pada perlakuan BAP 0.5 mg/l dan NAA 0.25 mg/l dengan presentase 73.33%, bahan eksplan yang digunakan adalah nodus pertama sampai kedua dari pucuk batang tanaman karet (Sundari, 2015). Dan konsentrasi BAP 1, 2, dan 3 mg/l yang dikombinasikan dengan NAA 0.5 mg/l mampu menginduksi organogenesis internodus 'Bahia' sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck), bahan eksplan yang digunakan adalah nodus kedua sampai keempat batang tanaman 'Bahia' (Silvaa, 2006).

Berdasarkan hasil dari beberapa penelitian di atas, maka dilakukan penelitian mengenai induksi tunas aksilar Sirsak dengan penambahan zat pengatur

tumbuh NAA dan BAP. Penggunaan zat pengatur tumbuh NAA dan BAP dibuat beragam konsentrasinya untuk mendapatkan interaksi zat pengatur tumbuh yang sesuai dalam menginduksi tunas aksilar sirsak karena perannya sebagai penyedia bibit.

### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh penambahan NAA terhadap induksi tunas aksilar tanaman Sirsak (*Annona muricata* L.)?
2. Bagaimana pengaruh penambahan BAP terhadap induksi tunas aksilar tanaman Sirsak (*Annona muricata* L.)?
3. Bagaimana pengaruh interaksi NAA dan BAP terhadap induksi tunas aksilar tanaman Sirsak (*Annona muricata* L.)?

### 1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh pemberian NAA terhadap induksi tunas aksilar tanaman Sirsak (*Annona muricata* L.)
2. Mengetahui pengaruh pemberian BAP terhadap induksi tunas aksilar tanaman Sirsak (*Annona muricata* L.)
3. Mengetahui pengaruh interaksi NAA dan BAP terhadap induksi tunas aksilar tanaman Sirsak (*Annona muricata* L.)

#### 1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

1. Ada pengaruh pemberian NAA terhadap induksi tunas aksilar tanaman Sirsak (*Annona muricata* L.)
2. Ada pengaruh pemberian BAP terhadap induksi tunas aksilar tanaman Sirsak (*Annona muricata* L.)
3. Ada pengaruh interaksi NAA dan BAP terhadap induksi tunas aksilar tanaman Sirsak (*Annona muricata* L.)

#### 1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat digunakan sebagai informasi dasar mengenai induksi tunas aksilar tanaman Sirsak (*Annona muricata* L.) pada media MS yang diberi perlakuan beberapa konsentrasi NAA dan BAP.
2. Dapat digunakan sebagai alternatif dalam mempercepat perbanyakan tanaman Sirsak (*Annona muricata* L.) serta dapat memperbaiki kualitas tanaman sebagai bibit yang bermutu.

#### 1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Eksplan yang digunakan adalah batang muda pada cabang aksilar sirsak (*Annona muricata* L.) yang diambil dari nodus kedua sampai keempat dari pucuk dengan ukuran panjang  $\pm 2$  cm

2. Media yang digunakan adalah media dasar *Murashige* dan *Skoog* (MS)
3. Zat pengatur tumbuh yang digunakan adalah NAA dan BAP
4. Konsentrasi NAA yang digunakan adalah 0 mg/l; 0.25 mg/l; 0.5 mg/l; 0.75 mg/l dan 1 mg/l
5. Konsentrasi BAP yang digunakan adalah 0 mg/l; 0.5 mg/l; 1 mg/l; 1.5 mg/l dan 2 mg/l
6. Pengamatan dilakukan selama 42 hari
7. Parameter yang diamati adalah: hari muncul tunas aksilar, rata-rata jumlah tunas aksilar, rata-rata tinggi tunas aksilar, dan rata-rata jumlah daun pada tunas aksilar

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Umum Tanaman Sirsak

##### 2.1.1 Sistematika Tanaman Sirsak

Sistematika tanaman sirsak menurut Dasuki (1991) adalah:

Kingdom : Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Magnoliopsida

Ordo : Magnoliales

Family : Annonaceae

Genus : *Annona*

Spesies : *Annona muricata* Linn.

##### 2.1.2 Deskripsi Tanaman Sirsak

Sirsak merupakan spesies dari pohon buah tropis yang masuk dalam famili *Annonaceae*. Famili *Annonaceae* ini memiliki anggota sekitar 119 spesies (Ross dan Victor, 2010). Tumbuhan sirsak berbentuk pohon dengan model troll dengan ketinggian mencapai 8-10 meter dan diameter batang mencapai 10-30 cm (Dasuki, 1991).

Bunga tunggal atau dalam simosa, setiap bunga biseksual dan jarang uniseksual, aktinomorf, periantum dalam tiga lingkaran masing-masing tiga helai, satu atau dua lingkaran luar sepaloid, stamen banyak, tersusun spiral, pistilum

beberapa sampai banyak, ovarium superus (Dasuki, 1991). Bagian bunga tersusun secara hemisiklik, yaitu sebagian terdapat dalam lingkaran dan yang lain spiral atau terpenjar. Mahkota bunga berjumlah 6 sepalum yang terdiri atas dua lingkaran, bentuknya hampir segitiga, tebal dan kaku, berwarna kuning keputih-putihan, dan setelah tua mekar, kemudian lepas dari dasar bunganya. Putik dan benang sari lebar dengan banyak karpel (bakal buah). Bunga keluar dari ketiak daun, cabang, ranting atau pohon (Radi, 1996).

Daun tunggal, tersebar, tanpa stipula, sering mengkilap. Daun tanaman sirsak berbentuk bulat telur terbalik, berwarna hijau muda sampai hijau tua. Tipe pertulangan daun menyirip, ujung daun meruncing, pinggiran rata. Buah sirsak berbentuk buah agregat yakni buah yang berasal dari satu bunga dengan banyak bakal buah tetapi membentuk satu buah, dengan dasar bunga yang berdaging dan biji dengan endosperm. Buah memiliki duri sisik halus, dan apabila telah tua daging buah berwarna putih, lembek dan berserat dengan banyak biji berwarna coklat kehitaman. Biji buah sirsak berwarna coklat agak kehitaman dan keras, berujung tumpul, permukaan halus mengkilat dengan ukuran panjang rata-rata 16.8 mm dan lebar 9.6 mm. Jumlah biji dalam satu buah bervariasi, berkisar antara 20-70 butir biji normal, sedangkan yang tidak normal berwarna putih atau putih kecoklatan dan tidak berisi (Radi, 1996).



Gambar 2.1 Tanaman Sirsak (Sinurat, 2011)

Sirsak mudah beradaptasi dengan iklim tropis dan saat ini banyak dibudidayakan untuk buahnya di sebagian besar negara Asia Tenggara seperti Malaysia, Indonesia dan Filipina. Pohon hijau kecil dan tegak lurus, rendah bercabang dan lebat namun ramping, yang bisa mencapai ketinggian 7.5-9 m. Daun hijau besar yang halus dan mengkilap dan memiliki permukaan atas hijau gelap. Buahnya biasanya berbentuk oval atau berbentuk hati dan panjangnya 10-30 cm dan lebar sampai 15 cm. Kulit buah itu kasar dan ditutupi dengan duri melengkung, lembut dan lentur. Bagian dalam buah berwarna krem dan terbagi menjadi beberapa segmen. Segmen yang sangat padat tidak bercabang dan segmen lainnya memiliki satu biji oval, halus, dan hitam keras. Sepotong buah besar bisa mengandung belasan sampai 200 atau lebih biji (Kedari, 2014).

### 2.1.3 Manfaat Tanaman Sirsak

Surat dalam Al-Quran menyiratkan bahwa telah terdapat bermacam-macam tumbuhan yang memiliki kelebihan dan manfaat (tumbuhan yang baik), yaitu pada surat Asy-Syu'araa' (26) : 7 yang berbunyi:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٥٨﴾

Artinya:

“Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyak Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?”

Ayat tersebut dijelaskan dalam Tafsir Al-Misbah oleh Shihab (2003)

bahwa ayat ini membuktikan melalui urainnya, keniscayaan Keesaan Allah SWT.

Aneka tumbuhan yang terhampar di bumi sedemikian banyak dan bermanfaat, berbeda-beda jenis rasanya, warna dan keadaannya. Itu semua tidak tercipta dengan sendirinya, melainkan ada penciptanya Yang Maha Esa lagi Maha Kuasa.

Satu diantara tumbuhan tersebut adalah sirsak (*Annona muricata* Linn).

Beraneka ragamnya tanaman yang terhampar di bumi ini dan memiliki banyak manfaat merupakan satu diantara sekian banyak rezeki yang Allah berikan untuk manusia. Allah SWT berfirman dalam surah Al-Baqarah (2) : 58 yang berbunyi :

وَإِذْ قُلْنَا ادْخُلُوا هَذِهِ الْقَرْيَةَ فَكُلُوا مِنْهَا حَيْثُ شِئْتُمْ رَغَدًا وَاَدْخُلُوا الْبَابَ  
سُجَّدًا وَقُولُوا حِطَّةً نَغْفِرْ لَكُمْ خَطِيئَتَكُمْ وَسَنَزِيدُ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٨﴾

Artinya:

“Dan (ingatlah), ketika Kami berfirman: "Masuklah kamu ke negeri ini (Baitul Maqdis), dan makanlah dari hasil buminya, yang banyak lagi enak dimana yang kamu sukai, dan masukilah pintu gerbangnya sambil bersujud, dan Katakanlah: "Bebaskanlah Kami dari dosa", niscaya Kami ampuni kesalahan-kesalahanmu, dan kelak Kami akan menambah (pemberian Kami) kepada orang-orang yang berbuat baik".

Abu Ja'far dalam kitab tafsir Ath-Thabari menjelaskan bahwa maksud dari kalimat “dan makanlah dari hasil buminya, yang banyak lagi enak dimana yang kamu sukai” yaitu makanlah dari hasil bumi negeri ini yang enak yang kalian sukai sebagai kehidupan yang menyenangkan (Ath-Thabari, 2007). Selain

makanan tersebut disukai, hendaknya manusia juga berfikir terkait jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi, kandungan gizinya sehingga makanan tersebut juga bermanfaat bagi tubuh manusia.

Sirsak memiliki manfaat yang besar bagi kehidupan manusia, yaitu sebagai buah yang syarat dengan gizi dan merupakan bahan obat tradisional yang memiliki multikasiat. Dalam industri makanan, sirsak dapat diolah menjadi selai buah dan sari buah, sirup, dan dodol sirsak (Jannah, 2010). Banyak sekali manfaat dari tanaman sirsak ini selain buahnya yang dapat dijadikan bahan dalam industri makanan ternyata tanaman ini juga berkhasiat untuk pengobatan.

Rasulullah SAW juga telah bersabda pada para sahabat yang diriwayatkan oleh Imam Bukhari dalam kitab shahihnya yaitu:

مَا أَنْزَلَ اللَّهُ دَاءً إِلَّا أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً (رواه البخارى)

Artinya:

“Tidaklah Allah turunkan penyakit kecuali Allah turunkan pula obatnya”  
(HR. Imam Bukhari)

Hadist di atas menjelaskan bahwa setiap penyakit yang diturunkan oleh Allah pasti ada obatnya. Sakit yang diderita manusia, datangnya dari Allah dan Allah pula yang akan memberikan kesembuhan bagi orang yang sakit jika Allah menghendaki. Kebanyakan obat pada suatu penyakit terkandung dalam tanaman-tanaman yang ada di alam semesta ini. Sehingga manusia dipermudah oleh Allah untuk memanfaatkan segala macam tanaman-tanaman yang bisa bermanfaat dalam bidang pengobatan.

Semua bagian dari *Annona muricata* L. digunakan sebagai bahan herbal pada daerah tropis, yaitu bagian dari kulit batang, daun, akar, serta biji dan

buahnya. Umumnya buah dan jus buahnya dapat digunakan sebagai obat panas dan antiparasit, untuk demam dingin, dan meningkatkan air susu ibu setelah melahirkan dan dapat digunakan sebagai obat diare dan disentri. Biji digunakan sebagai obat panas dan antiparasit. Tumbuhan ini juga bersifat antibakteri dan antidiabetes. Pada *A. muricata* juga memiliki kandungan fitokimia (*Annonaceous acetogenins*) yang telah ditemukan pada daun, biji dan batang yang merupakan sitotoksik yang dapat melawan beberapa sel kanker (Adewole, 2006).

Kulit kayu, daun, buah, akar, dan biji buah dari pohon sirsak diketahui sejak lama untuk berbagai penggunaan obat. Buah dan jus digunakan untuk melawan cacing dan parasit, untuk menenangkan demam, untuk meningkatkan ASI menyusui setelah melahirkan. Biji bisa dihancurkan dan kemudian digunakan melawan parasit internal atau eksternal, kutu kepala, dan cacing. Teh yang disiapkan dari daun digunakan sebagai obat penenang (tidur nyenyak) di Hindia Barat dan Andes Peru. Infus ini juga digunakan untuk menghilangkan nyeri atau untuk tujuan antispasmodik. Secara tradisional digunakan sebagai obat herbal untuk menyembuhkan berbagai penyakit seperti diare (buah), batuk, hipertensi, rematik, tumor, kanker, asma, persalinan, lactagogue (buah), malaria, obat penenang, ruam kulit, parasit (biji), cacing (biji), masalah hati, artritis (digunakan secara eksternal) dan lain-lain. Akar dan kulit kayu bisa bermanfaat untuk diabetes, tapi bisa juga digunakan sebagai obat penenang (Kendari, 2014).

Adewole (2006) menyatakan bahwa ekstrak daun sirsak memiliki aktivitas antioksidan untuk menghambat kerusakan oksidatif pada hati dengan perlakuan pemberian streptozotocin yang dapat menjadikan jaringan hepar mengalami stress

oksidatif. Chang (2003) dalam penelitiannya melaporkan bahwa *annonacin* yang merupakan senyawa utama *acetogenin* di dalam sirsak bersifat toksik terhadap sel kanker serviks, kanker payudara, kanker kandung kemih dan kanker hati.

#### 2.1.4 Kandungan Bahan Aktif Tanaman Sirsak

*Annona muricata* Linn. mengandung bermacam-macam senyawa kimia antara lain alkaloid, karbohidrat, lipid, asam amino, protein, polyphenol, minyak esensial, terpen, dan senyawa aromatik (Yus, 1996). Kardinan (2004) menambahkan bahwa daun sirsak mengandung bahan aktif annonain, saponin, flavonoid dan tanin.

Flavonoid, polyfenol dan tanin merupakan senyawa yang berfungsi sebagai antioksidan karena ketiga senyawa tersebut adalah senyawa-senyawa fenol, yaitu senyawa-senyawa dengan gugus  $-OH$  yang terikat pada karbon cicin aromatik. Flavonoid berfungsi sebagai antioksidan yang efektif dengan memberikan atom hidrogen pada radikal bebas sehingga terbentuk produk radikal bebas sendiri pada senyawa ini. Produk radikal bebas senyawa-senyawa ini distabilkan secara resonansi akibat adanya ikatan rangkap terkonjugasi dan oleh karena itu tidak reaktif dibandingkan dengan kebanyakan radikal bebas lain (Fessenden, 1999).

Naria (2005) menyatakan bahwa pada sirsak ditemukan senyawa bersifat bioaktif yang dikenal dengan nama *acetogenin*. Daun sirsak mengandung senyawa *acetogenin* antara lain *asimisin*, *bulatacin*, dan *squamosin*. Di samping itu, daun,

biji, akar dan buahnya yang mentah juga mengandung senyawa kimia *annonain* (Mulyaman, 2000 dalam Tenrirawe, 2007).

*Annonaceous Acetogenin* merupakan senyawa yang terdapat pada daun sirsak dan berpotensi sebagai anti kanker. Lebih dari 250 jenis *annonaceous acetogenin* telah diisolasi dari 30 spesies dari family Annonaceae dan sejauh ini dilaporkan telah berpotensi sebagai antitumor, sitotoksik, pestisida, antibakteri, dan efek immunosupresif (Chang, 2003).

#### **2.1.5 Budidaya Tanaman Sirsak**

##### **a. Generatif (Biji)**

Tanaman sirsak dapat diperbanyak dengan biji dari buah yang terpilih dan cukup tua akan menghasilkan tanaman dengan cukup banyak dalam waktu yang singkat. Benih yang berasal dari biji dinilai baik karena memiliki akar tunjang sehingga cukup kuat, namun akan mengalami penyimpangan sifat dari pohon induknya. Syarat pohon induk yang akan diambil buahnya antara lain produktif, berasal dari varietas unggul, memiliki pertumbuhan yang sehat dan minimal berumur lebih dari tiga tahun, bebas dari hama dan penyakit (Sudjijo, 2008).

Perbanyak sirsak dengan biji akan menghasilkan tanaman yang tidak seragam karena merupakan hasil penyerbukan silang. Selain itu biji sirsak memiliki struktur kulit yang keras dan tebal sehingga permeabilitasnya rendah. Oleh karena itu masa dormansi biji sirsak juga cukup lama yaitu bervariasi antara 1-3 bulan (Badrie dan Schauss, 2009).

## **b. Vegetatif**

Perbanyakan vegetatif pada sirsak biasanya dilakukan dengan cangkok, stek maupun okulasi. Salah satu masalah dalam okulasi adalah kecocokan antara sistem batang bawah dan batang atas. Ketidakcocokan yang ekstrem bisa menyebabkan kematian. Gejala ketidakcocokan akan terlihat setelah berumur beberapa tahun yaitu, terjadinya penghambatan pertumbuhan, sistem akar lemah, atau pembengkakan berlebihan pada batang atas dan batang bawah (Indriyani, 2011).

Hasil penelitian Indriyani (2011) menyatakan bahwa persentase keberhasilan okulasi antara tanaman sirsak pada *A. montana* Macf. X *A. muricata* L. dan *A. muricata* L. X *A. muricata* L. tidak berbeda secara deskriptif. Hasil okulasi sirsak *A. montana* Macf. X *A. muricata* L. memiliki panjang tunas yang sama dengan hasil okulasi sirsak *A. muricata* L. X *A. muricata* L., namun jumlah daun total dan diameter daun lebih besar pada *A. montana* Macf. X *A. muricata* L. dibandingkan dengan *A. muricata* L. X *A. muricata* L.. Sampai 3,5 bulan setelah okulasi, tidak ada penekanan pertumbuhan dan pembekakan batang pada sirsak *A. muricata* L. (sirsak lokal) x *A. muricata* L. (sirsak lokal) dan *A. montana* Macf. (Sirsak gunung) x *A. muricata* L. (sirsak lokal).

## **2.2 Kultur In Vitro**

### **2.2.1 Pengertian Kultur In Vitro**

Kultur *in vitro* adalah upaya mengisolasi bagian-bagian tanaman (protoplas, sel, jaringan, dan organ), kemudian mengkulturkannya pada nutrisi

buatan yang steril di bawah kondisi lingkungan terkendali sehingga bagian-bagian tanaman tersebut dapat beregenerasi menjadi tanaman lengkap kembali. Penggunaan istilah yang lebih spesifik, yaitu *mikropropagasi* terhadap pemanfaatan teknik kultur jaringan dalam upaya memperbanyak tanaman, dimulai dari pengkulturan bagian tanaman yang sangat kecil (eksplan) secara aseptik di dalam tabung kultur atau wadah yang serupa (Zulkarnain, 2009).

Kultur *in vitro* adalah teknik memperbanyak tanaman dengan cara memperbanyak jaringan mikro tanaman yang ditumbuhkan secara *in vitro* menjadi tanaman yang serupa dengan jumlah yang tidak terbatas. Dasar kultur jaringan adalah *totipotensi* sel, yaitu bahwa setiap sel organ tanaman mampu tumbuh menjadi tanaman yang sempurna bila ditempatkan di lingkungan yang sesuai. Kultur jaringan tumbuhan dimanfaatkan untuk memproduksi bibit dalam jumlah besar yang mempunyai sifat unggul, bebas virus, metabolit sekunder, pelestarian plasma nutfah yang hampir punah, percepatan pemuliaan tanaman, dan juga rekayasa genetika tanaman (Yuliarti, 2010).

### 2.2.2 Prinsip Kultur *In Vitro*

Prinsip kultur *in vitro* meliputi: (1) totipotensi sel dan (2) organogenesis. Totipotensi sel merupakan kemampuan sel-sel tanaman dapat beregenerasi menjadi tanaman lengkap, baik secara langsung maupun melalui fase kalus. ReGenerasi pucuk dan akar di kontrol melalui zat pengatur tumbuh (zpt) auksin dan sitokinin. Organogenesis adalah proses terbentuknya akar atau tunas baik secara

langsung dari permukaan eksplan atau secara tidak langsung melalui pembentukan kalus (Zulkarnain, 2009).

### 2.2.3 Teknik Kultur *In Vitro*

Kultur *in vitro* memerlukan beberapa komponen utama meliputi (Yuwono, 2006): (1) bahan awal dan (2) medium yang sesuai. Bahan awal yang dapat digunakan meliputi batang, daun, tunas apikal, akar dan lain-lain. Medium yang digunakan untuk penanaman eksplan juga diperhatikan misalnya medium untuk pembentukan kalus, pembentukan tunas dan akar hingga terbentuk planlet sehingga planlet siap untuk proses aklimatisasi. Aklimatisasi adalah proses planlet beradaptasi pada lingkungan luar sistem *in vitro* dengan menggunakan media sekam.

### 2.2.4 Faktor Yang Mempengaruhi Kultur *In Vitro*

Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan kultur *in vitro* meliputi genotip pada beberapa jenis tumbuhan embrio mudah tumbuh akan tetapi pada beberapa jenis tumbuhan lain sukar untuk tumbuh. Hal ini disebabkan oleh perbedaan kultivar dari jaringan yang sama (Santoso, 2004).

Eksplan berupa jaringan atau organ yang masih aktif membelah dari tanaman induk yang sehat dan berkualitas tinggi. Ukuran eksplan semakin kecil kemungkinan terkontaminasi cukup kecil, semakin besar ukuran eksplan kemungkinan terkontaminasi cukup besar (Alitalia, 2008).

Keberhasilan penggunaan metode kultur *in vitro* sangat bergantung pada media yang digunakan. Media ini tidak hanya menyediakan unsur hara (mikro dan makro) tetapi juga karbohidrat (gula) untuk mengganti karbon yang biasanya didapat dari atmosfer melalui fotosintesis (Gunawan, 1998). Media sebagai sumber makanan harus mengandung senyawa organik dan anorganik, seperti nutrisi makro dan mikro dalam kadar dan perbandingan tertentu, gula, air, asam amino, vitamin, dan ZPT (Santoso, 2004).

Lingkungan tumbuh yang terdiri dari oksigen dibutuhkan jaringan secara *in vitro* sebagai pembelahan dan pertumbuhan sel pada jaringan. Intensitas cahaya optimum pada kultur 0-1000 lux (inisiasi), 1000-10000 (multiplikasi), 10000-30000 (pengakaran) dan >30000 untuk aklimatisasi. Temperatur ruang kultur yang paling sering digunakan yaitu 20-27°C. pH (keasaman) dimana sel-sel yang dikembangkan dengan kultur jaringan memiliki toleransi pH yang relatif sempit antara 5-6. Kondisi lingkungan sangat menentukan terhadap tingkat keberhasilan pembiakan tanaman dengan kultur jaringan (Santoso, 2004).

Pada kegiatan kultur jaringan tanaman tidak sedikit masalah yang terjadi sebagai penyebab kegagalan. Masalah yang timbul dalam kultur jaringan terdapat beberapa faktor antara lain kontaminasi, browning, dan vitrifikasi. Kontaminasi adalah gangguan yang sering terjadi pada kultur yang dapat dilihat dari jenis kontaminasi seperti bakteri, jamur, dan virus. Browning atau pencoklatan adalah karakter yang dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan eksplan (hitam atau coklat), terjadi perubahan aditif eksplan disebabkan pengaruh fisik maupun biokimia (memar, luka, atau serangan penyakit) (Mariska dan Sukmadjaja, 2003).

Vitrifikasi merupakan tingkat konsentrasi sitokinin yang tinggi, rendahnya potensial matriks, dan meningkatnya konsentrasi etilen di dalam wadah kultur. Rendahnya kandungan lilin pada jaringan diakibatkan oleh tingginya kelembapan di dalam wadah kultur yang tertutup rapat. Nekrosis adalah matinya jaringan pada tepi daun dan pucuk. Hipotesis timbulnya nekrosis yaitu defisiensi unsur hara terutama boron dan kalsium (Zulkarnain, 2009).

#### 2.2.5 Media Kultur *In Vitro*

Keberhasilan dalam penggunaan kultur *in vitro* sangat bergantung pada media yang digunakan. Media ini tidak hanya menyediakan unsur hara (mikro dan makro) tetapi juga karbohidrat (gula) untuk menggantikan karbon yang biasanya didapat dari atmosfer melalui fotosintesis. Hasil yang lebih baik akan diperoleh, bila ke dalam media tersebut ditambahkan vitamin, asam amino dan zat pengatur tumbuh (Gunawan, 1998).

Jenis media dengan komposisi unsur kimia yang berbeda dapat digunakan untuk media tumbuh dari jaringan tanaman yang berbeda pula. Ada beberapa macam media dasar yang pada umumnya diberi nama sesuai dengan nama penemunya, antara lain adalah media dasar Murashige dan Skoog (MS): digunakan untuk hampir semua macam tanaman, terutama tanaman herbaceous. Media ini mempunyai konsentrasi garam-garam mineral yang tinggi dan senyawa N dalam bentuk  $\text{NO}_3^-$  dan  $\text{NH}_4^-$  (Hendaryono dan Wijayanti, 1994).

Media dasar B5 atau Gamborg: digunakan untuk kultur suspensi sel kedelai, *alfalfa* dan *legume* lain. Media dasar White: digunakan untuk kultur akar.

Media ini merupakan media dasar dengan konsentrasi garam-garam mineral yang rendah. Media Vacint Went: digunakan khusus untuk media anggrek. Media dasar Nitsch: digunakan untuk kultur tepung sari (pollen) dan kultur sel. Media dasar Schenk dan Hildebrandt: digunakan untuk kultur jaringan tanaman monokotil. Media dasar Woody Plant Medium (WPM): digunakan untuk tanaman yang berkayu. Media dasar N6: digunakan untuk tanaman serelia terutama padi (Hendaryono dan Wijayanti, 1994).

Salah satu formulasi yang banyak digunakan adalah Murashige dan Skoog (MS) yang telah ditemukan dan dipublikasikan oleh Toshio Murashige dan Skoog pada tahun 1962. Formulasi dasar mineral dari MS ternyata dapat digunakan untuk sejumlah spesies tanaman dalam perbanyakan *in vitro* (Gunawan, 1998).

Umumnya media kultur *in vitro* tersusun atas komposisi hara makro, hara mikro, vitamin, gula, asam amino dan N-organik, persenyawaan kompleks alamiah (air kelapa, ekstrak ragi, jus tomat, dan sebagainya), *buffer*, arang aktif, zat pengatur tumbuh, (terutama auksin dan sitokinin) dan bahan pematid. Faktor lain yang tidak kalah penting dalam kultur *in vitro* adalah pengaturan pH media. Tingkat keasamaan media harus diatur supaya tidak mengganggu fungsi membran sel dan pH sitoplasma. Sel-sel tanaman membutuhkan pH yang sedikit asam berkisar antara 5.5-5.8 (Alitalia, 2008).

Media MS (Murashige and Skoog 1962) pertama kali digunakan oleh Skoog dalam penumbuhan kultur tembakau. Kemudian oleh Murashige disempurnakan dengan cara mengatur komposisi garam anorganiknya. Media MS mengandung 40 mM N dalam bentuk  $\text{NO}_3$  dan 29 mM dalam bentuk  $\text{NH}_4^+$ .

Konsentrasi ini lebih besar bila dibandingkan dengan media-media lainnya. Walaupun unsur-unsur makro dalam media MS dibuat untuk kultur kalus tembakau, namun komposisinya mampu mendukung kultur jaringan tanaman lain (Karjadi dan Buchory, 2008). Media MS merupakan media yang banyak digunakan saat ini. Media ini mengandung garam dan nitrat yang konsentrasi lebih tinggi dibandingkan media lain, sukses digunakan pada tanaman dikotil (Yuliarti, 2010).

Media MS merupakan media yang memiliki kandungan unsur hara lengkap dan diperkaya oleh vitamin dan hormon. Umumnya digunakan untuk berbagai tujuan kultur, sehingga dikembangkan media lain berdasarkan media MS tersebut. Media tersebut antara lain media Lin & Staba, menggunakan  $\frac{1}{2}$  komposisi unsur makro MS, dan dimodifikasi 9 mM ammonium nitrat yang seharusnya 10 mM, sedangkan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dikurangi menjadi 0.5 mM, tidak 0.0625 mM. Namun untuk berbagai jenis tanaman biasanya media ini tetap digunakan sebagai media dasar berbeda adalah kombinasi maupun konsentrasi dari media tersebut (Gunawan, 1998).

Tingkat keasaman (pH) media berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman dalam kultur *in vitro*. Tingkat keasaman media perlu diatur untuk menjaga agar fungsi membran sel dan sitoplasma tidak terganggu (Gunawan, 1998). Senyawa yang paling sering digunakan dalam pengaturan pH adalah NaOH dan HCl. Penambahan NaOH dan HCl dilakukan setelah semua larutan stok dan gula tercampur dan sebelum penambahan agar-agar. pH media yang

terlalu rendah (kurang dari 4.5) dan terlalu tinggi (lebih dari 7) dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan kultur abnormal (Pierik, 1997).

Pemakaian agar dalam media berfungsi sebagai bahan pematat yang memiliki keuntungan diantaranya agar dapat membeku pada temperatur  $\leq 45^{\circ}\text{C}$  dan mencair pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$ , sehingga dalam kisaran kultur agar-agar dalam keadaan beku yang stabil. Tidak diserap oleh tanaman. Tidak bereaksi dengan persenyawaan penyusun media. Selain agar dalam penggunaan media sering juga ditambahkan arang aktif. Pada kultur jaringan, arang aktif diketahui dapat mengurangi gejala pencoklatan pada eksplan. Hal ini dikarenakan sifat arang aktif yang dapat mengabsorpsi senyawa-senyawa yang dapat mengakibatkan pencoklatan seperti senyawa fenol (Gunawan, 1998).

### 2.3 Zat Pengatur Tumbuh

Zat pengatur tumbuh (ZPT) pada tanaman adalah senyawa organik yang bukan termasuk unsur hara (nutrisi), yang dalam jumlah sedikit dapat mendukung (*promote*), menghambat (*inhibit*), dan dapat merubah proses fisiologi tumbuhan. Terdapat beberapa kelas atau kelompok fitohormon yang dikenal yaitu auxin, sitokinin, gibberilin, ethylen, dan asam absisat. Namun dalam kultur jaringan kelompok auksin dan sitokinin merupakan ZPT yang paling banyak digunakan. Respon tanaman secara *in vitro* terhadap ZPT berbeda-beda tergantung dari jenis tanaman yang dikultur dan interaksi ZPT endogen dan yang ditambahkan ke dalam media (Mandang, 2013).

Zat pengatur tumbuh dibutuhkan sebagai komponen media bagi pertumbuhan dan diferensiasi. Tanpa penambahan ZPT dalam medium biasanya pertumbuhan tanaman akan lambat. Pembentukan kalus dan organ tanaman ditentukan oleh penggunaan ZPT yang tepat (Santoso, 2004). Allah SWT berfirman dalam Al-Quran surat Al-Qamar (54) : 49;

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴿٤٩﴾

Artinya:

“Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukurannya”.

Abdullah (2003) dalam kitab tafsir Ibnu Katsir menjelaskan bahwa Dia (Allah) menetapkan suatu ukuran dan memberikan petunjuk terhadap semua makhluk kepada ketetapan tersebut. Ayat di atas menjelaskan bahwa segala sesuatu termasuk ketentuan dan sistem yang ditetapkan adalah kekuasaan dari Allah SWT dan tidak hanya terbatas pada salah satu aspek saja. Sesungguhnya Allah SWT menciptakan segala sesuatu untuk memberi potensi yang sesuai dengan kadar yang cukup untuk melakukan fungsinya yang bertujuan untuk mempertahankan satu keseimbangan (Shihab, 2003). Istilah kadar dalam zat pengatur tumbuh adalah konsentrasi. Dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman terdapat konsentrasi hormon yang ditetapkan Allah SWT untuk perkembangan fisiologi dan morfologi suatu tanaman, yang diaplikasikan pada penambahan konsentrasi zat pengatur tumbuh dalam media kultur.

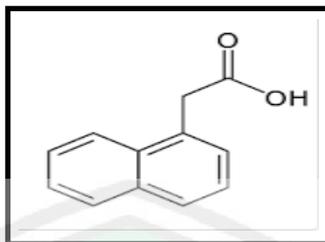
### 2.3.1 NAA (*Naphthalene Acetic Acid*)

Auksin banyak digunakan dalam kultur jaringan tanaman dan biasanya merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari nutrisi media. Pada tingkat sel

auksin mengontrol proses dasar seperti pembelahan sel, pembentukan meristem yang menimbulkan jaringan terorganisir atau yang disebut dengan organ. Di dalam jaringan auksin terlibat dalam pembentukan dan pemeliharaan polaritas di seluruh tanaman, efeknya ditandai dengan pemeliharaan dominasi apikal (George, 2008).

Auksin mempengaruhi pemanjangan suatu sel dengan cara mengaktifkan beberapa enzim yang dapat menurunkan pH pada dinding sel. Enzim tersebut bekerja memutuskan ikatan polisakarida dinding sel, sehingga terjadi pengenduran dinding sel dan pertumbuhan yang cepat. Respon auksin terutama pada bagian epidermis. Auksin mengaktifkan gen di epidermis dengan cara mengembangkan dinding epidermis kemudian sel epidermis memanjang lebih cepat, dan pemanjangan ini menyebabkan sel subepidermis yang menempel padanya juga memanjang (Salisbury dan Ross, 1995).

Penambahan NAA pada media menyebabkan sel-sel kalus aktif dalam pembelahan sel, pembesaran sel, menaikkan tekanan osmotik, dan meningkatkan sintesis protein. Penambahan auksin yang lebih stabil misalnya NAA cenderung menyebabkan terjadinya pertumbuhan kalus dari eksplan. Mekanisme kerja auksin salah satunya dengan mempengaruhi perpanjangan sel. Auksin mendorong elongasi pada koleoptil dan ruas-ruas tanaman. Elongasi sel terutama terjadi pada arah vertikal dan diikuti dengan peningkatan bobot basah (Wattimena, 1992). Anwar (2007) menambahkan bahwa NAA merupakan IAA sintetis yang sering digunakan karena memiliki sifat yang lebih tahan, tidak terdegradasi dan lebih murah. NAA memiliki berat molekul 186.21 dengan rumus molekul  $C_{12}H_{10}O_2$ .



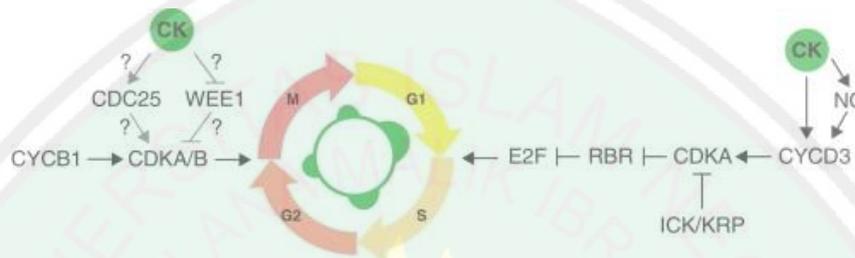
Gambar 2.2 NAA (George, 2008)

### 2.3.2 BAP (*6-Benzyl Amino Purine*)

Sitokinin adalah zat pengatur tumbuh turunan adenin yang berfungsi untuk merangsang pembelahan sel dan differensiasi mitosis, disintesis pada ujung akar dan ditranslokasikan melalui pembuluh xilem. Golongan sitokinin yang sering ditambahkan dalam medium antara lain: kinetin, zeatin, dan BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) (Hendaryono dan wijayanti, 1994). Jenis sitokinin yang paling sering dipakai adalah BAP (*6-Benzyl Amino Purine*). BAP merupakan golongan sitokinin aktif yang bila diberikan pada tunas pucuk akan mendorong proliferasi tunas yaitu keluarnya tunas lebih dari satu. Selain itu BAP juga dapat digunakan sebagai komposisi media kultur dalam hal induksi kalus (Yusnita, 2003).

Peran sitokinin dalam pembelahan sel meliputi dua tahapan, yang pertama, sitokinin dalam siklus sel memiliki peranan penting yaitu pemacuan sitokinesis. Sitokinin mendorong pembelahan sel dengan cara meningkatkan peralihan  $G_2$  ke mitosis dan dalam hal ini sitokinin juga meningkatkan laju sintesis protein. Beberapa protein itu adalah protein pembangun atau enzim yang dibutuhkan untuk mitosis. Sitokinin juga memperpendek fase S yaitu dengan cara mengaktifkan DNA, sehingga ukuran salinan DNA menjadi dua kali lebih besar kemudian laju sintesis DNA digandakan. Kedua, sitokinin dapat mempengaruhi

gen KNOX (Knotted Like Homeobox). Gen KNOX mengkode suatu protein yang berfungsi memacu pertumbuhan dan pemeliharaan meristem ujung batang supaya sel-selnya selalu bersifat meristematik (Wijayani, 2007). Proses pembelahan terdapat pada gambar di bawah ini.

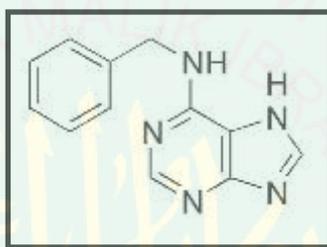


Gambar 2.3 Sitokinin dan Siklus Sel (Scaller, 2014)

Berdasarkan gambar 2.3 di atas bahwa aktivitas sitokinin mempengaruhi siklus sel mitosis. Sitokinin menginduksi gen CYCD3 dengan bantuan oksidasi NO (nitrat) menghasilkan CDKA (*Cyclin Dependent Kinase*). CDKA menghambat fosforilasi protein RBR (*Retinoblastoma Related*). Penghambatan RBR dapat mengaktifkan E2F. E2F merupakan faktor transkripsi mengakibatkan peralihan G1 menuju S. Pada fase S (sintesis) terjadi penduplikasian kromosom. Peralihan fase G2 menuju M dikendalikan oleh CDKA/B yang menghambat fosforilasi gen WEE1. WEE1 merupakan gen yang terdapat dalam tumbuhan yang memiliki tingkat protein rendah selama fase G2 menuju M. Penambahan sitokinin mampu menghasilkan tunas aksilar dengan cara sitokinin mengaktifkan gen IPT, kemudian gen CYCD3 yang berfungsi untuk pembelahan sel (Schaller, 2014).

BAP adalah sitokinin yang sering digunakan karena paling efektif untuk merangsang pembentukan tunas, lebih stabil dan tahan terhadap oksidasi serta paling murah diantara sitokinin lainnya. BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) merupakan golongan sitokinin sintetik yang paling sering digunakan dalam

perbanyak tanaman secara kultur *in vitro*. Hal ini karena BAP mempunyai efektifitas yang cukup tinggi untuk perbanyak, mudah didapat dan relatif lebih murah dibandingkan dengan kinetin (Yusnita, 2003). Alitalia (2008) menambahkan bahwa BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) merupakan sitokinin sintesis yang memiliki berat molekul sebesar 225.26. Struktur kimia BAP dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 2.4 BAP (George, 2008)

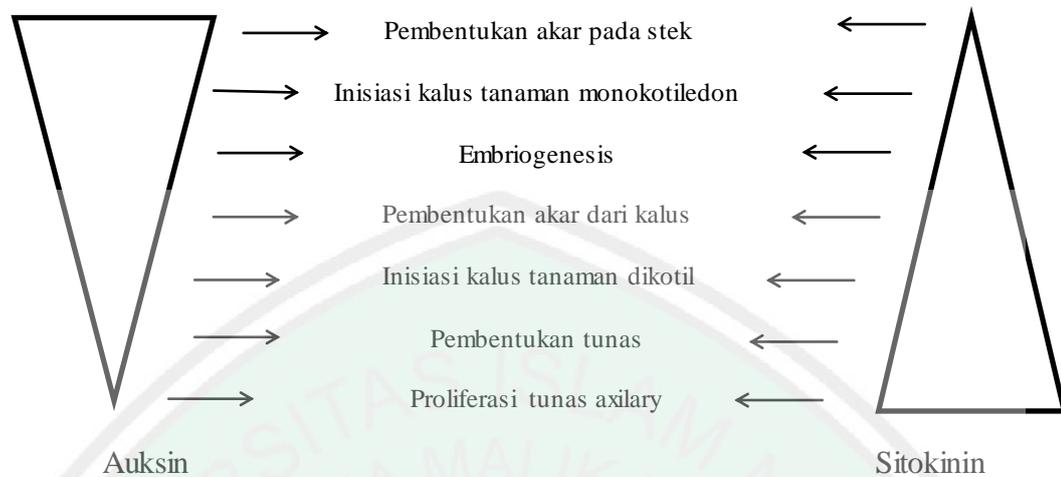
Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa BAP memiliki potensi untuk menginduksi tunas. Penelitian Wahyuni (2014) tentang induksi *in vitro* tanaman Gaharu (*Aquilaria microcarpa* baill) dari eksplan tunas aksilar dengan penambahan BAP menunjukkan waktu muncul tunas tercepat diperoleh pada perlakuan pemberian 0.4 mg/l BAP yaitu pada minggu ketiga dan konsentrasi BAP optimum yang mampu memacu pembentukan tunas terbanyak adalah pada pemberian 0.4 mg/l BAP sebanyak 3 tunas dengan persentase pembentukan tunas sebesar 33.33%.

### 2.3.3 Kombinasi NAA (*Naphthalene Acetic Acid*) dan BAP (*6-Benzyl Amino Purine*)

Keseimbangan rasio antara hormon auksin dan sitokinin diperlukan untuk pertumbuhan tunas. menyatakan bahwa rasio dari auksin dan sitokinin

memberikan pengaruh terhadap berbagai fase pertumbuhan dan perkembangan pada tanaman, terutama dalam proses pembelahan dan pemanjangan sel (George, 2008). Penggunaan sitokinin dan auksin yang tepat dapat digunakan untuk mengontrol diferensiasi sel. Ketika konsentrasi kedua hormon ini berada pada tingkat tertentu, massa sel-sel terus tumbuh, namun tetap membentuk suatu gugusan sel-sel tak terdiferensiasi yang disebut kalus. Jika kadar sitokinin meningkat, kuncup-kuncup tunas akan berkembang dari kalus. Jika kadar auksin meningkat, akar akan terbentuk (Campbell, 2008).

Zat pengatur tumbuh auksin dan sitokinin tidak bekerja secara sendiri-sendiri, tetapi kedua ZPT tersebut bekerja secara berinteraksi dalam mengarahkan pertumbuhan dan perkembangan eksplan. Sitokinin merangsang pembelahan sel tanaman dan berinteraksi dengan auksin dalam menentukan arah diferensiasi sel. Apabila perbandingan konsentrasi sitokinin lebih besar dari auksin, maka pertumbuhan tunas dan daun akan terstimulasi. Sebaliknya apabila sitokinin lebih rendah dari auksin, maka mengakibatkan stimulasi pada pertumbuhan akar. Apabila perbandingan sitokinin dan auksin berimbang, maka pertumbuhan tunas, daun, dan akar akan berimbang pula (Karjadi dan Buchory, 2007). Gambar interaksi auksin dan sitokinin terdapat dalam gambar 2.5.



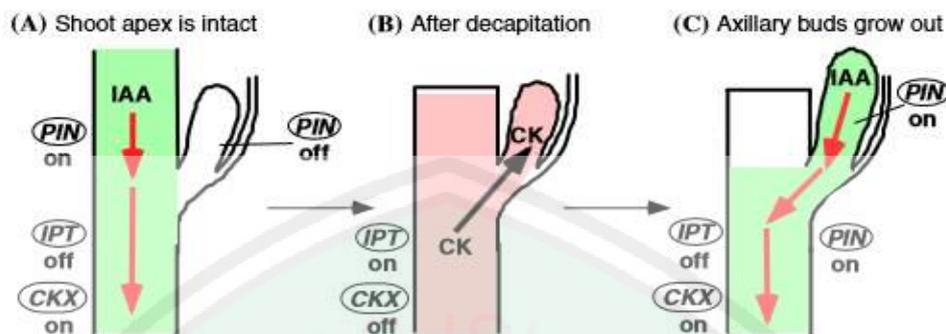
Auksin

Sitokinin

Gambar 2.5 Konsentrasi relatif auksin dan sitokinin yang biasa diperlukan untuk pertumbuhan dan morfogenesis (George, 2008)

Berdasarkan gambar 2.5 jika konsentrasi auksin lebih tinggi daripada sitokinin maka akan terbentuk akar pada stek, terbentuk kalus, embriogenesis, dan pembentukan akar dari kalus. Sedangkan jika konsentrasi auksin lebih kecil daripada sitokinin maka akan terbentuk kalus, pembentukan tunas dan proliferasi tunas aksilar (Zulkarnain, 2009).

Interaksi antara auksin dan sitokinin terlibat dalam pertumbuhan tunas apikal, sehingga menghambat pertumbuhan tunas aksilar. Mekanisme *crass talk* antara auksin dan sitokinin dalam mengontrol perkembangan meristem tunas tersaji pada gambar 2.6 berikut ini:



Gambar 2.6 Interaksi Antara Auksin dan Sitokinin (Sato, 2009)

Berdasarkan gambar 2.6 di atas menjelaskan bahwa auksin di transportasikan dari apikal menuju basipetal dimediasi oleh protein PIN (gen pola ekspresi auksin) mengakibatkan aktifnya regulasi *Cytokinin Oxidase* (CKX) yang dapat menghambat aktifitas sitokinin. Ketika bagian batang dipotong mengakibatkan protein PIN dan CKX menjadi nonaktif sehingga sitokinin menjadi aktif sehingga dapat menginduksi pertumbuhan tunas aksilar dimediasi oleh protein IPT (gen pola sitokinin). IPT merupakan gen yang dapat menghasilkan pertumbuhan tunas aksilar akibat pengaruh sitokinin (Zhang, 2011).

Tunas adventif *Phellodendron amurense* Rupr. berhasil diregenerasikan dari kalus selama 4 minggu yang dikulturkan dalam media MS yang terdiri dari 1.5 mg/l BAP dan 1 mg/l NAA (Azad *et al.*, 2005). Sugiyanti (2008) menyimpulkan bahwa konsentrasi 3 mg/l BAP yang dikombinasikan dengan 1 mg/l NAA mampu menghasilkan pertumbuhan tunas terbaik, yaitu terbentuknya kalus pada semua perlakuan, pembentukan tunas pada umur 2 minggu setelah tanam, dan jumlah terbanyak yaitu 5.75 tunas pada tanaman zodia (*Evodia suaveolens* Scheff.).

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian eksperimental. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan dua faktor perlakuan, yaitu konsentrasi NAA dan BAP.

Faktor 1 : konsentrasi NAA (N) dengan 5 taraf, yaitu

- a. N0 : 0 mg/l
- b. N1 : 0.25 mg/l
- c. N2 : 0.5 mg/l
- d. N3 : 0.75 mg/l
- e. N3 : 1 mg/l

Faktor 2 : konsentrasi BAP (B) dengan 5 taraf, yaitu

- a. B0 : 0 mg/l
- b. B1 : 0.5 mg/l
- c. B2 : 1 mg/l
- d. B3 : 1.5 mg/l
- e. B3 : 2 mg/l

Gambaran interaksi antar faktor dari percobaan yang dilaksanakan diuraikan dalam tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1 Interaksi Perlakuan NAA dan BAP

Konsentrasi BAP (mg/l) (B)	Konsentrasi NAA (mg/l) (N)				
	0 (N0)	0.25 (N1)	0.5 (N2)	0.75 (N3)	1 (N4)
0 (B0)	N0B0	N1B0	N2B0	N3B0	N4B0
0.5 (B1)	N0B1	N1B1	N2B1	N3B1	N4B1
1 (B2)	N0B2	N1B2	N2B2	N3B2	N4B2
1.5 (B3)	N0B3	N1B3	N2B3	N3B3	N4B3
2 (B4)	N0B4	N1B4	N2B4	N3B4	N4B4

Keterangan: N0B0 = kontrol perlakuan tanpa NAA dan BAP

### 3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dimulai pada bulan September sampai November 2017 bertempat di Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

### 3.3 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.3.1 Alat-alat

Alat-alat yang digunakan dalam persiapan pembuatan media antara lain oven, kompor, panci, sendok pengaduk, gelas ukur, pipet, gelas beker, aluminium foil, timbangan analitik, pH meter, hot plate dan magnetik stirrer, botol kultur, plastik tahan panas, karet, dan autoklaf. Alat-alat yang digunakan untuk kegiatan penanaman antara lain *Laminar Air Flow Cabinet* (L AFC), lampu bunsen, alat diseksi (pinset, skalpel), tisu, cawan petri, korek api, rak kultur, dan kertas label.

### 3.3.2 Bahan-bahan

Bahan utama yang digunakan adalah batang muda cabang aksilar dari tanaman sirsak sebagai eksplan yang akan ditanam pada media. Bahan untuk sterilisasi adalah detergen, fungisida, bakterisida, alkohol 70%, alkohol 96%, Clorox (NaOCl), dan aquades steril. Media dasar yang digunakan adalah media MS (*Murashige & Skoog*) instan dengan kode CAT#30630067-2 Lot#L14072301, agar-agar swallow warna putih, gula dan zat pengatur tumbuh (ZPT) yang digunakan adalah NAA dan BAP.

### 3.4 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 3 variabel yang meliputi : 1) variabel bebas, 2) variabel terikat, 3) variabel terkendali. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kombinasi konsentrasi NAA dan BAP. Variabel terikat adalah hari munculnya tunas aksilar (hst), rata-rata jumlah tunas aksilar, rata-rata tinggi tunas aksilar (cm), dan rata-rata jumlah daun per tunas aksilar (helai). Variabel terkendali adalah cahaya dan suhu.

### 3.5 Tahapan-Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan dalam penelitian ini meliputi sterilisasi alat dan bahan, sterilisasi lingkungan kerja, pembuatan larutan stok, pembuatan media, pemilihan dan pengambilan bahan eksplan, sterilisasi eksplan dengan berbagai perlakuan, dan penanaman eksplan dalam botol kultur.

### 3.5.1 Sterilisasi

#### a. Sterilisasi Alat

Akuades disterilkan dengan menggunakan autoklaf dengan cara mengisikan air akuades tersebut ke dalam botol-botol kaca dengan isi setengah botol kaca  $\pm$  300 ml. Botol ditutup dengan plastik dan diikat dengan karet. Alat-alat logam dan gelas (botol kultur dan cawan petri) disterilkan dalam oven terlebih dahulu kemudian disterilkan dengan autoklaf. Media disterilkan menggunakan autoklaf dengan cara mengisikan media tersebut ke dalam botol-botol kultur  $\pm$  20 ml. Botol-botol kultur ditutup dengan plastik dan diikat dengan karet. Alat-alat dari logam yang disterilkan dengan autoklaf dibungkus dengan aluminium foil, cawan petri dibungkus dengan kertas tebal, kemudian semua alat dimasukkan dalam plastik transparan yang diikat dengan karet. Sterilisasi dilakukan pada temperatur 121°C pada tekanan 1 atm selama 15 menit. Alat-alat tanam (skalpel, pinset) disterilkan setiap akan dipakai dengan dicelupkan dalam alkohol 70% kemudian dibakar pada lampu spiritus dan selanjutnya dicelupkan dalam air steril.

#### b. Sterilisasi Lingkungan Kerja

Sterilisasi dilakukan dengan cara menyemprot permukaan *Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC) dengan menggunakan alkohol 70% dan menyalakan lampu ultraviolet 60 menit sebelum digunakan, untuk mematikan kontaminan yang ada di permukaan meja. Pekerja menyemprot tangannya dengan alkohol 70%, sebelum bekerja menggunakan masker dan jas laboratorium. Setelah selesai digunakan, permukaan meja disemprot kembali dengan menggunakan alkohol 70%.

### 3.5.2 Pembuatan Larutan Stok Hormon

Pembuatan larutan stok hormon bertujuan untuk memudahkan dalam pembuatan media perlakuan. Langkah kerja dalam pembuatan larutan stok hormon dengan konsentrasi 100 ppm dalam 100 ml aquades adalah dengan menimbang serbuk NAA dan BAP masing-masing sebanyak 10 mg. Kemudian ditambahkan aquades sebanyak 100 ml dan dihomogenkan sampai larutan tercampur rata. Untuk pengambilan larutan dari stok (sesuai dengan konsentrasi yang diinginkan, yaitu 0.5 mg/l, 1 mg/l, dan 2 mg/l), maka digunakan rumus  $M1.V1=M2.V2$ . Misalnya dalam pembuatan media 100 ml, ZPT dengan konsentrasi 0.5 mg/l maka yang ditambahkan adalah sebanyak:

$$M1.V1=M2.V2$$

$$100.X=0.5.100$$

$$X = 50/100 = 0.5 \text{ ml}$$

### 3.5.3 Pembuatan Media

Pembuatan media untuk induksi tunas sebanyak 1000 ml, dilakukan dengan melarutkan 4.43 gram bubuk MS, 30 gram gula, dan zat pengatur tumbuh NAA dan BAP (sesuai konsentrasi) ke dalam gelas beker. Kemudian menambahkan aquades sampai volume 1000 ml dan dihomogenkan menggunakan magnetic stirrer di atas hot plate.

Tingkat keasaman media diatur pada 5.8 dengan menggunakan pH meter, jika pH kurang dari 5.8 maka media ditambahkan dengan NaOH 1 N dan jika pH lebih dari 5.8 maka media ditambahkan larutan HCl 1 N. Pada media tersebut

ditambahkan 8 gram agar. Selanjutnya media tersebut dimasak hingga mendidih dan media dimasukkan ke dalam botol kultur sebanyak  $\pm$  20 ml, setiap botol ditutup dengan plastik tahan panas dan diikat dengan karet. Semua media yang sudah dimasukkan dalam botol selanjutnya disterilisasi dengan cara di autoklaf pada suhu  $121^{\circ}\text{C}$  dengan tekanan 1.5 atm selama 15 menit. Botol berisi media diinkubasi dalam ruang inkubator selama minimal 3 hari.

#### 3.5.4 Pemilihan dan Pengambilan Eksplan

Eksplan batang muda diambil dari bibit tanaman sirsak secara langsung pada cabang aksilar yang telah ditumbuhkan dalam *greenhouse* selama 1 bulan untuk mendapatkan bahan eksplan yang terbebas dari kontaminasi lingkungan luar, selanjutnya eksplan batang muda dipotong  $\pm$  2 cm untuk dicuci di air mengalir selama 1 jam.

#### 3.5.5 Sterilisasi Eksplan

##### a. Di Ruang Persiapan (Luar LAF)

Eksplan tunas yang telah dipilih, kemudian dicuci dengan air mengalir. Eksplan direndam dalam detergen selama 1 menit, dibilas dengan air mengalir selama 1 jam. Selanjutnya eksplan direndam dalam bakterisida selama 5 menit, direndam larutan fungisida selama 10 menit dan terakhir dibilas dengan air mengalir selama 1 jam.

#### **b. Di Ruang Inisiasi (Dalam LAF)**

Eksplan dibawa ke dalam LAF, kemudian dilakukan sterilisasi bertingkat menggunakan larutan clorox 20%, 10%, dan 5%, masing-masing 5 menit. Selanjutnya dibilas dengan aquades steril sebanyak 3 kali, masing masing 5 menit

#### **3.5.6 Penanaman Eksplan**

Penanaman eksplan dilakukan di dalam *Laminar Air Flow Cabinet* (L AFC). Eksplan yang telah dipotong dengan ukuran  $\pm 1.5$  cm ditanam dalam botol-botol kultur yang berisi media MS dengan bantuan pinset yang telah disterilisasi. Botol kultur ditutup rapat dengan plastik dan diikat dengan karet. Botol kultur selanjutnya diletakkan pada rak-rak kultur. Eksplan dalam botol kultur diamati setiap hari selama 6 minggu. Botol-botol kultur yang sudah menunjukkan adanya eksplan yang terkontaminasi segera dipisahkan untuk menghindari penyebaran kontaminasi ke botol kultur yang lain.

#### **3.6 Tahap Pengamatan**

Pengamatan hari setelah tanam (HST) pada perlakuan adalah sebagai berikut:

##### **1. Hari Munculnya Tunas Aksilar**

Hari muncul tunas aksilar diamati setiap hari setelah penanaman hingga saat pertama muncul tunas pertama berukuran  $\geq 1$  mm berwarna hijau.

## 2. Rata-rata Jumlah Tunas Aksilar

Jumlah tunas diamati pada hari ke-42 dengan mengamati banyak tunas dengan ciri-ciri tunas berwarna hijau yang terbentuk pada setiap eksplan setiap perlakuan.

## 3. Rata-rata Tinggi Tunas Aksilar

Tinggi tunas aksilar diukur dengan cara mengukur tinggi tunas menggunakan penggaris dan diamati pada hari ke-42.

## 4. Rata-rata Jumlah Daun Pada Tunas Aksilar

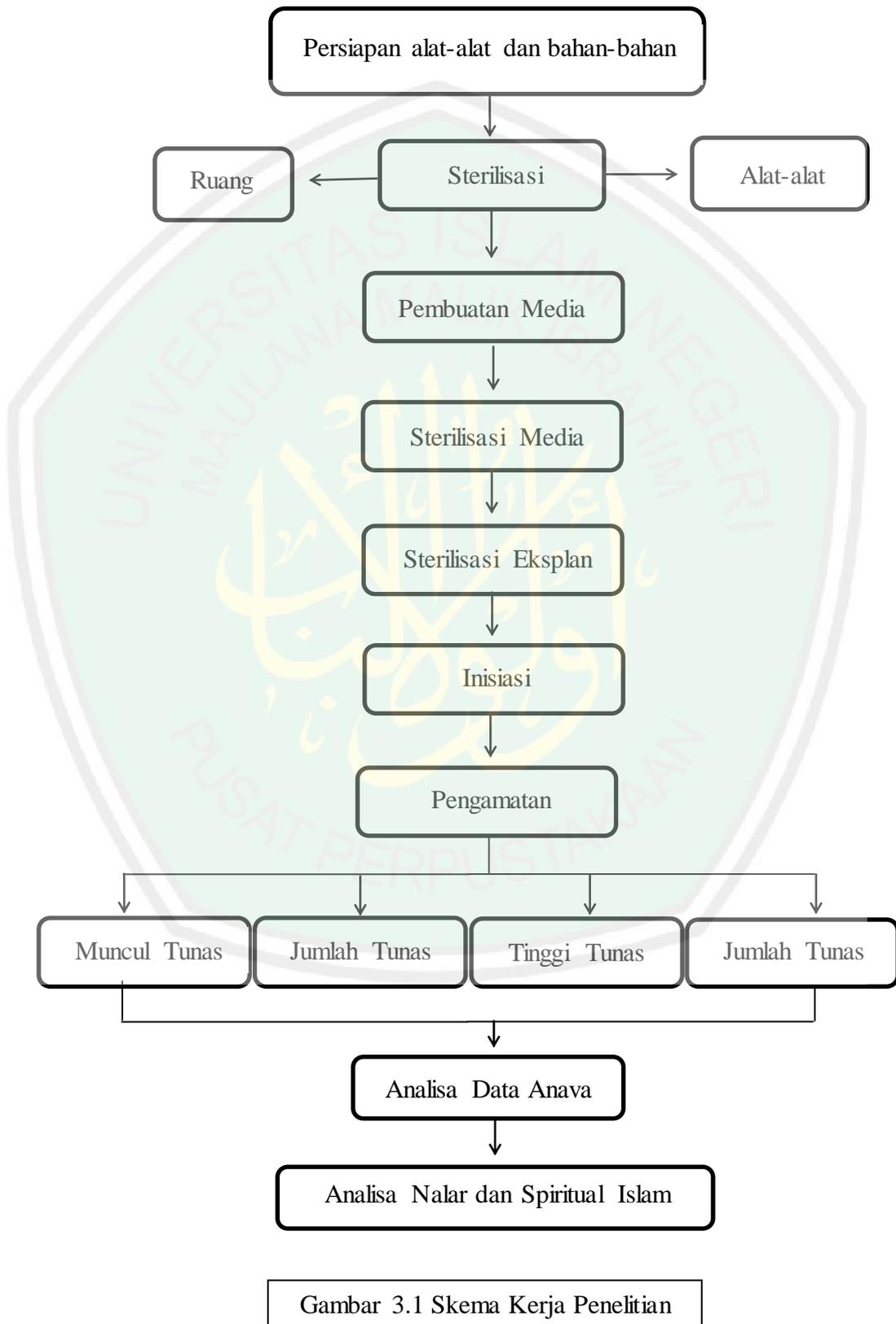
Jumlah daun diamati pada hari ke-42 dengan mengamati banyak daun yang mekar sempurna berwarna hijau yang terbentuk pada setiap perlakuan.

### 3.7 Analisis Data

Data pengamatan berupa data kuantitatif. Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan dilakukan analisis variansi (ANAVA) dua jalur menggunakan SPSS 20, bila terdapat perbedaan nyata maka dilakukan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% serta uji regresi untuk mengetahui konsentrasi ZPT yang terbaik.

Data hasil pengamatan juga dianalisis menggunakan analisis nalar dan spiritual islam. Analisis ini menggunakan sumber dari beberapa ayat Al-Qur'an dan tafsirnya yang sesuai dengan penelitian serta pemikiran-pemikiran islam. Hal ini dilakukan untuk menunjukkan sebagai khalifah di bumi dan tanggung jawab sebagai ilmuan islam.

### 3.8 Skema Kerja Penelitian



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengaruh Konsentrasi NAA terhadap Induksi Tunas Aksilar Sirsak (*Annona muricata L.*) secara *In Vitro*

Hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi NAA berpengaruh nyata terhadap hari muncul tunas, tinggi tunas dan jumlah daun pada tunas, tetapi tidak berpengaruh nyata jumlah tunas. Ringkasan hasil analisis variansi disajikan pada tabel 4.1.1 berikut:

Tabel 4.1.1 Ringkasan Hasil Analisis Variansi (ANOVA) Konsentrasi NAA terhadap Induksi Tunas Aksilar Sirsak (*Annona muricata L.*) secara *In Vitro*

Variabel	F Hitung	F Tabel 5%	Sig.
Hari Muncul Tunas	8,675	3,4780	0,000*
Jumlah Tunas	1,433	3,4780	0,237
Tinggi Tunas	8,071	3,4780	0,000*
Jumlah Daun	5,280	3,4780	0,001*

Keterangan: \*konsentrasi NAA berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

Berdasarkan hasil ANOVA di atas diketahui bahwa pemberian konsentrasi NAA berpengaruh nyata terhadap hari muncul tunas, tinggi tunas dan jumlah daun pada tunas. Hal ini dapat dilihat dari nilai signifikansi  $< 0,05$ , begitu juga dengan nilai F-hitung lebih besar daripada F-tabel yang artinya terdapat pengaruh. Dengan demikian dilakukan uji lanjut DMRT taraf signifikansi 5% yang tersaji dalam tabel 4.1.2. Namun pemberian konsentrasi NAA tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas. Hal ini dapat dilihat dari nilai signifikansi  $>$  dari 0,05, begitu juga dengan nilai F-hitung lebih kecil daripada F-tabel yang artinya tidak

terdapat pengaruh. Sehingga tidak dilanjutkan uji lanjut DMRT taraf signifikansi 5%.

Tabel 4.1.2 Pengaruh Konsentrasi NAA terhadap Induksi Tunas Aksilar Sirsak (*Annona muricata* L.) secara *In Vitro* (DMRT 5%)

Konsentrasi NAA (mg/l)	Hari Muncul Tunas (HST)	Tinggi Tunas (cm)	Jumlah Daun (Helai)
0	13,9333 c	0,9173 a	1,6000 ab
0,25	10,8000 ab	1,5000 b	1,5333 a
0,5	10,4667 ab	1,5773 b	2,1333 bc
0,75	9,0667 a	1,6880 b	2,4000 c
1	12,0667 b	1,5787 b	2,4667 c

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu baris menunjukkan hasil tidak berbeda nyata sedangkan yang disertai huruf yang tidak sama menunjukkan hasil berbeda nyata berdasarkan hasil uji DMRT 5%.

Berdasarkan hasil uji DMRT 5% terhadap hari muncul tunas menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi NAA 0 mg/l memberikan pengaruh yang berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi lainnya. Konsentrasi untuk hari muncul tunas tercepat yaitu NAA 0,75 mg/l dengan kecepatan tumbuh tunas 9 hari setelah tanam.

Pemberian auksin (NAA) pada tunas aksilar memberikan berpengaruh terhadap hari muncul tunas aksilar sirsak. Kecepatan pertumbuhan yang terjadi pada tunas dikarenakan adanya interaksi yang tepat antara hormon endogen eksplan dengan penambahan zat pengatur tumbuh eksogen. Keseimbangan konsentrasi auksin eksogen yang ditambahkan dalam media dengan hormon auksin endogen mengakibatkan proses fisiologis dalam eksplan dapat berlangsung efektif dalam memacu awal pertumbuhan tunas. Zulkarnain (2009) menyatakan bahwa auksin berperan dalam proses induksi kalus, morfogenesis kalus, embriogenesis, pembentukan akar dan menghambat sitokinin apabila konsentrasi

terlalu tinggi. Auksin meningkatkan pemanjangan sel, pembelahan sel, dan pembentukan akar adventif.

Pemberian berbagai konsentrasi hormon NAA tidak memberikan pengaruh terhadap jumlah tunas. Semua perlakuan berbagai konsentrasi NAA mampu menumbuhkan tunas aksilar tetapi dengan jumlah tunas yang rata-rata sama. Hal ini diduga karena kandungan auksin endogen eksplan sirsak sudah mampu mencukupi pertumbuhan tunas aksilar sirsak sehingga ketika ditambahkan auksin eksogen tidak memberikan respon yang positif dan hal ini dijelaskan oleh Mandang (2013) bahwa penggunaan zat pengatur tumbuh dalam jumlah sedikit dapat mendukung dan menghambat proses fisiologis tanaman. Khairunisa (2009) menambahkan bahwa pada saat konsentrasi auksin yang tinggi dapat memicu terbentuknya senyawa etilen. Etilen dapat menyebabkan pembelahan sel ke arah samping sehingga dinding sel lebih tebal. Tebalnya dinding sel menyebabkan pertumbuhan tunas pada beberapa perlakuan jadi terhambat.

Berdasarkan hasil uji DMRT 5% terhadap tinggi tunas menunjukkan bahwa perlakuan NAA 0 mg/l berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi lainnya. Konsentrasi untuk tinggi tunas yang tertinggi yaitu pada konsentrasi NAA 0,75 mg/l dengan tinggi 1,68 cm, sedangkan konsentrasi NAA 0 mg/l merupakan hasil terendah dengan tinggi 0,91 cm.

Pemberian NAA dalam penelitian ini memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tunas. Hal ini sesuai dengan peranan auksin (NAA) terhadap pemanjangan sel. Seperti yang diungkapkan Wattimena (1992) bahwa mekanisme kerja auksin salah satunya dengan mempengaruhi perpanjangan sel. Auksin

mendorong elongasi pada koleoptil dan ruas-ruas tanaman. Elongasi sel terutama terjadi pada arah vertikal.

Berdasarkan hasil uji DMRT 5% terhadap jumlah daun menunjukkan bahwa perlakuan NAA 0 mg/l memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan NAA 0,25 mg/l, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan NAA 0,5 mg/l, 0,75 mg/l dan 1 mg/l. Konsentrasi untuk jumlah daun terbanyak yaitu NAA 1 mg/l dengan jumlah daun 2,46 helai. Sedangkan jumlah daun terendah terdapat pada konsentrasi NAA 0,25 mg/l yaitu dengan jumlah daun 1,53 helai.

Pemberian berbagai konsentrasi auksin (NAA) dalam penelitian ini memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap jumlah daun. Eksplan dengan penambahan NAA 0 mg/l menghasilkan daun yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan eksplan yang ditambahkan NAA 0,25 mg/l. Hal ini dapat disebabkan karena adanya hormon endogen yang terdapat di dalam eksplan tersebut. Hal ini didukung oleh George (2008) yang menyatakan bahwa kemampuan suatu eksplan untuk berdiferensiasi tidak hanya bergantung pada penambahan auksin pada media pertumbuhan tetapi bergantung pula pada interaksi antara auksin endogen dan eksogen.

Menurut Wattimena (1992), bahwa hormon sangat menentukan pertumbuhan tanaman. Adanya tata letak pusat penghasil hormon dan karakter hormon akan menyebabkan keseimbangan pertumbuhan tanaman. Semuanya saling mempengaruhi dan menjaga keseimbangan. Hal ini sesuai dengan firman Allah SWT dalam surat Al-Mulk ayat 3:

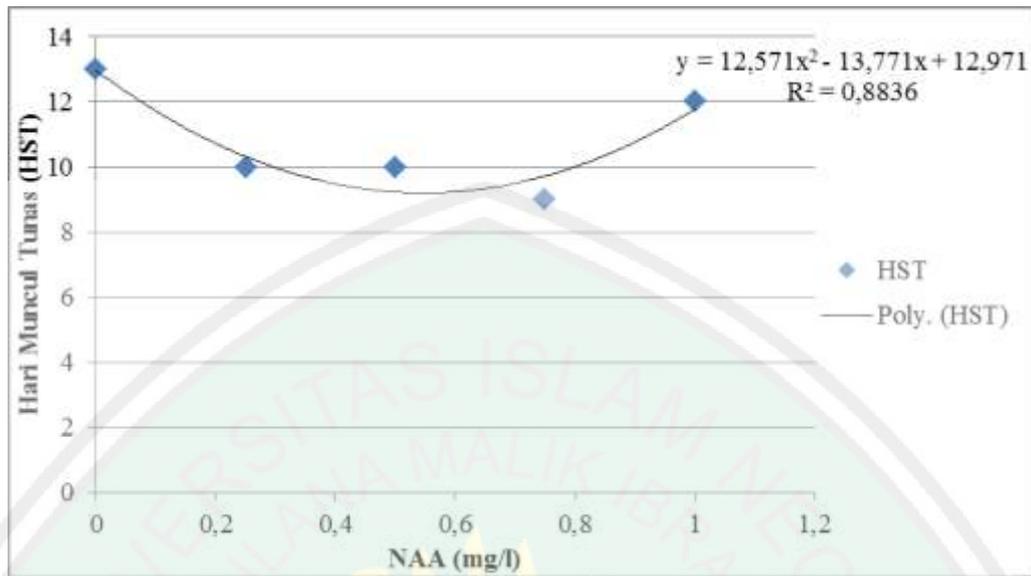
الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَوَاتٍ طِبَاقًا مَّا تَرَى فِي خَلْقِ الرَّحْمَنِ مِن تَفَوتٍ فَأَرْجِعِ  
الْبَصَرَ هَلْ تَرَى مِن فُطُورٍ ﴿٣١﴾

Artinya:

“Yang telah menciptakan tujuh langit berlapis-lapis. kamu sekali-kali tidak melihat pada ciptaan Tuhan yang Maha Pemurah sesuatu yang tidak seimbang. Maka lihatlah berulang-ulang, Adakah kamu Lihat sesuatu yang tidak seimbang?”.

Ayat ke-3 surat Al-Mulk menyebutkan bahwa Allah SWT menciptakan segala sesuatu dengan seimbang. Di sini Allah SWT menciptakan segala sesuatu tidak lepas dari hukum-hukum serta peraturan-peraturan sehingga semuanya menjadi begitu rapi (Shihab, 2003). Dalam hal ini Allah mengajak manusia untuk memikirkan ciptaan-Nya dan mengajarkan tentang kesempurnaan ciptaan-Nya yang semua tertata rapi dan teratur. Seperti halnya dalam penelitian ini keseimbangan interaksi antara hormon yang ada di dalam tanaman (endogen) dan zat pengatur tumbuh (eksogen) sangat diperlukan. Keseimbangan ini berpengaruh pada proses fisiologi dan morfologi tanaman. Sesuai dengan Rahardja (2007), bahwa respon pertumbuhan eksplan yang dikultur tergantung pada interaksi serta keseimbangan antara zat pengatur tumbuh endogen yang ada pada eksplan dan zat pengatur tumbuh eksogen yang ditambahkan dalam media.

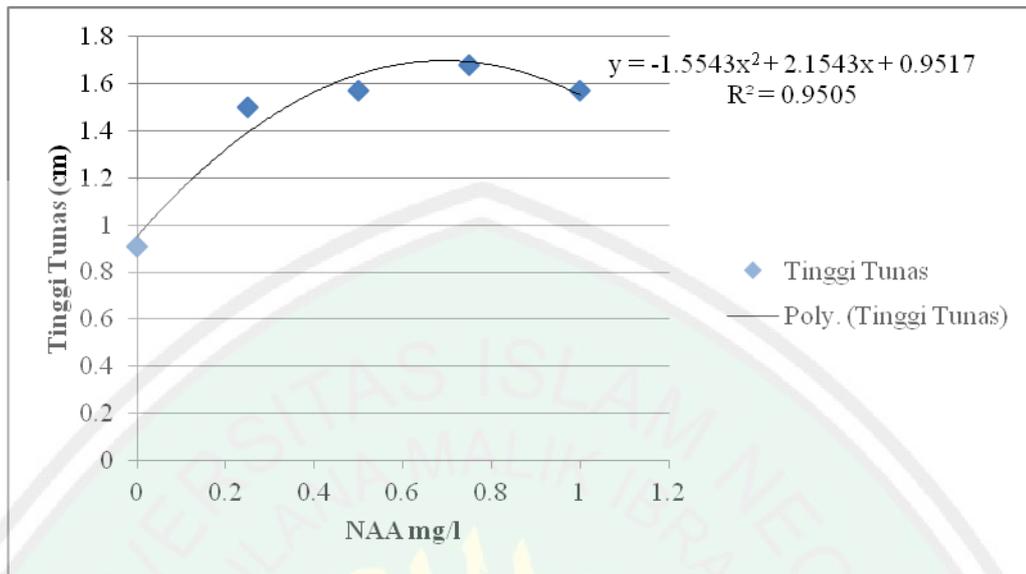
Hasil analisis regresi pengaruh konsentrasi NAA terhadap hari muncul tunas tersaji pada gambar 4.1.1 berikut ini:



Gambar 4.1.1 Hasil analisis regresi pengaruh NAA terhadap hari muncul tunas

Hasil analisis regresi pengaruh konsentrasi hormon NAA terhadap hari muncul tunas aksilar sirsak, diketahui bahwa hari muncul tunas tercepat pada konsentrasi NAA 0,5 mg/l. Dengan garis persamaan  $y = 12,571x^2 - 13,771x + 12,971$  dengan koefisien determinasi  $R^2 = 0,8836$ . Koefisien determinasi tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara pemberian berbagai konsentrasi NAA terhadap hari muncul tunas sebesar 88,36%. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa pemberian hormon NAA optimum pada konsentrasi NAA 0,5 mg/l dengan rata-rata hari muncul tunas adalah 9,2 hari setelah tanam.

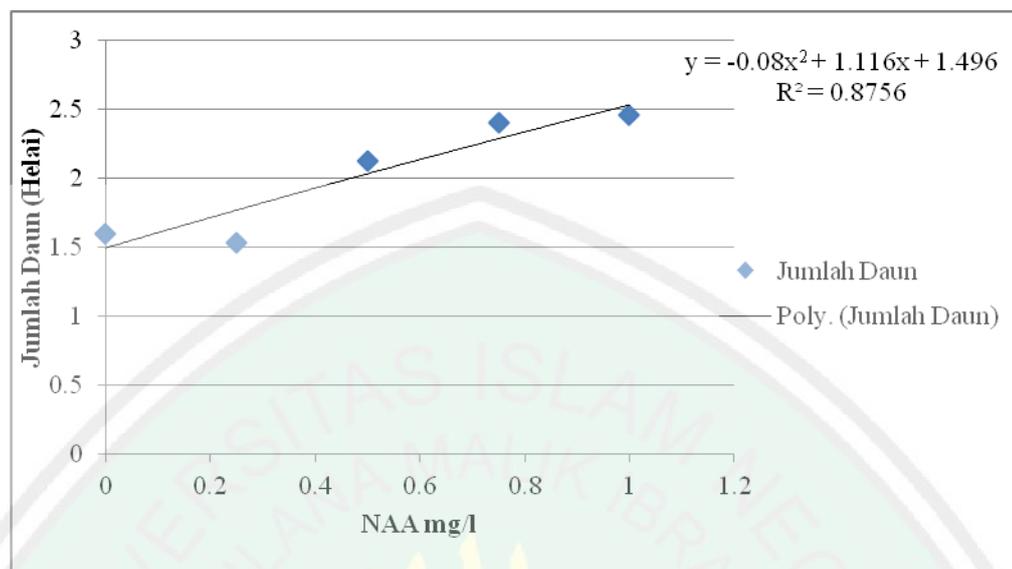
Hasil analisis regresi pengaruh konsentrasi NAA terhadap tinggi tunas tersaji pada gambar 4.1.2 berikut ini:



Gambar 4.1.2 Hasil analisis regresi pengaruh NAA terhadap tinggi tunas.

Hasil analisis regresi pengaruh konsentrasi hormon NAA terhadap tinggi tunas aksilar sirsak, diketahui bahwa tinggi tunas tertinggi pada konsentrasi NAA 0,75 mg/l. Dengan garis persamaan  $y = -1,5543x^2 + 2,1543x + 0,9517$  dengan koefisien determinasi  $R^2 = 0,9505$ . Koefisien determinasi tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara pemberian berbagai konsentrasi NAA terhadap tinggi tunas sebesar 95,05%. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa pemberian hormon NAA optimum pada konsentrasi NAA 0,75 mg/l dengan rata-rata tinggi tunas adalah 1,6931 cm.

Hasil analisis regresi pengaruh konsentrasi NAA terhadap jumlah daun pada tunas tersaji pada gambar 4.1.3 berikut ini:



Gambar 4.1.3 Hasil analisis regresi pengaruh NAA terhadap jumlah daun pada tunas.

Hasil analisis regresi pengaruh konsentrasi hormon NAA terhadap jumlah daun pada tunas aksilar sirsak, diketahui bahwa jumlah daun terbanyak pada konsentrasi NAA 1 mg/l. Dengan garis persamaan  $y = -0,08x^2 + 1,116x + 1,496$  dengan koefisien determinasi  $R^2 = 0,8756$ . Koefisien determinasi tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara pemberian berbagai konsentrasi NAA terhadap jumlah daun sebesar 87,56%. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa pemberian hormon NAA optimum pada konsentrasi NAA 1 mg/l dengan rata-rata jumlah daun pada tunas adalah 2,532 helai. Berdasarkan grafik regresi tersebut dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi NAA yang diberikan maka semakin banyak pula jumlah daun pada tunas aksilar sirsak. Dari grafik tersebut belum bisa diketahui nilai optimum NAA dalam meningkatkan jumlah daun pada tunas karena grafik masih terus naik.

## 4.2 Pengaruh Konsentrasi BAP terhadap Induksi Tunas Aksilar Sirsak (*Annona muricata L.*) secara *In Vitro*

Hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi BAP berpengaruh nyata terhadap hari muncul tunas, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas, tinggi tunas dan jumlah daun. Ringkasan hasil analisis variansi disajikan pada tabel 4.2.1 berikut:

Tabel 4.2.1 Ringkasan hasil ANOVA Konsentrasi BAP terhadap Induksi Tunas Aksilar Sirsak (*Annona muricata L.*) secara *In Vitro*

Variabel	F Hitung	F Tabel 5%	Sig.
Hari Muncul Tunas	5,722	3,4780	0,001*
Jumlah Tunas	0,767	3,4780	0,552
Tinggi Tunas	2,417	3,4780	0,061
Jumlah Daun	0,524	3,4780	0,718

Keterangan: \*konsentrasi BAP berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

Berdasarkan hasil ANOVA di atas diketahui bahwa pemberian konsentrasi BAP berpengaruh nyata terhadap hari muncul tunas. Hal ini dapat dilihat dari nilai signifikansi < dari 0,05, begitu juga dengan nilai F-hitung lebih besar daripada F-tabel yang artinya terdapat pengaruh. Sehingga dilanjutkan uji lanjut DMRT taraf signifikansi 5% (tabel 4.2.2). Namun pemberian konsentrasi BAP tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas, tinggi tunas dan jumlah daun. Hal ini dapat dilihat dari nilai signifikansi > 0,05, begitu juga dengan nilai F-hitung lebih kecil daripada F-tabel yang artinya tidak terdapat pengaruh. Sehingga tidak dilakukan uji lanjut DMRT taraf signifikansi 5%.

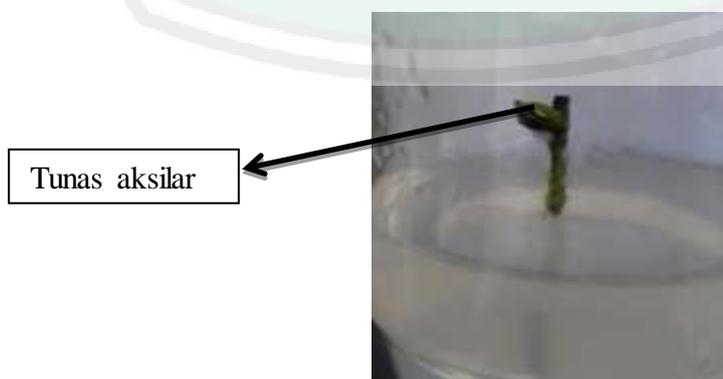
Tabel 4.2.2 Pengaruh Konsentrasi BAP terhadap Induksi Tunas Aksilar Sirsak (*Annona muricata* L.) secara *In Vitro* (DMRT 5%)

Konsentrasi BAP (mg/l)	Hari Muncul Tunas (HST)
0	13 c
0,5	11 bc
1	10 ab
1,5	10 ab
2	9 a

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu baris menunjukkan hasil tidak berbeda nyata sedangkan yang disertai huruf yang tidak sama menunjukkan hasil berbeda nyata berdasarkan hasil uji DMRT 5%.

Berdasarkan hasil uji DMRT 5% terhadap hari muncul tunas dapat dijelaskan bahwa perlakuan konsentrasi BAP memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata pada semua konsentrasi. Hanya perlakuan konsentrasi BAP 0 mg/l yang berbeda nyata dengan konsentrasi BAP 2 mg/l. Hari muncul tunas tercepat pada konsentrasi BAP 2 mg/l dengan kecepatan tumbuh tunas 9 hari setelah tanam.

Pengamatan terhadap hari muncul tunas dilakukan setiap hari dengan cara melihat adanya tunas yang tumbuh pada eksplan dengan ukuran  $\geq 1$  mm dengan ciri-ciri adanya tonjolan berwarna kehijauan pada ketiak daun, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.2.1 berikut ini:



Gambar 4.2.1 Tunas Aksilar Sirsak (*Annona muricata* L.)

Gambar 4.2.1 menunjukkan adanya tonjolan padat yang berwarna hijau dengan ukuran  $\pm 1$  mm pada ketiak daun yang merupakan perkembangan mata tunas aksilar, sebagai akibat adanya aktivitas sel-sel meristematik yang mengalami pembelahan dan perpanjangan sel yang berdiferensiasi menjadi tunas aksilar. Prihatmanti (2004) menyatakan bahwa tunas dinyatakan sebagai tonjolan berbentuk kerucut berwarna hijau atau ujungnya berwarna lebih hijau dengan panjang 1 mm yang selanjutnya memanjang dan mengeluarkan daun.

Tunas yang pertama kali muncul pada setiap eksplan merupakan hasil pemanjangan mata tunas pada ketiak daun (tunas aksilar). Penambahan konsentrasi BAP pada media memacu tumbuhnya tunas aksilar, meskipun demikian konsentrasi BAP yang semakin tinggi tidak berarti memacu muncul tunas lebih cepat. Hal ini dimungkinkan setiap tanaman memiliki kemampuan yang berbeda dalam merespon penambahan hormon pada konsentrasi tertentu. Sesuai dengan pernyataan Hartman (2010) bahwa tanaman yang berbeda dapat merespon hormon dalam berbagai konsentrasi secara berbeda pula. Hal ini disebabkan oleh perbedaan kandungan konsentrasi hormon endogen tanaman itu sendiri. Sehingga kecepatan pertumbuhan yang terjadi pada eksplan dikarenakan adanya interaksi yang tepat antara hormon endogen eksplan dengan penambahan hormon eksogen yang mengakibatkan proses fisiologis dalam eksplan efektif sehingga mampu memacu awal pertumbuhan tunas.

Pemberian berbagai konsentrasi hormon BAP belum mampu memberikan pengaruh terhadap jumlah tunas aksilar sirsak. Hal ini diduga karena peningkatan konsentrasi sitokinin hingga titik tertentu dapat menghambat pembentukan tunas,

sehingga tunas yang dihasilkan tidak optimal. Sesuai dengan pernyataan Magdalena (2002) menyebutkan bahwa penambahan sitokinin eksogen secara berlebih justru dapat menghambat sintesis sitokinin endogen sehingga mengganggu proses pembelahan.

Pemberian BAP dalam penelitian ini tidak memberikan pengaruh terhadap tinggi tunas aksilar sirsak. Hal ini diduga karena pada eksplan sirsak telah mempunyai zat pengatur tumbuh endogen yang mampu mendorong jaringan tanaman atau eksplan ke arah pembentukan tunas. Salisbury dan Ross (1995) menyatakan bahwa batang yang sedang memanjang tidak memerlukan sitokinin eksogen karena kandungan sitokinin dalam jaringan sudah mencukupi untuk pemanjangan jaringan tersebut.

Pemberian BAP dalam penelitian ini juga tidak memberikan pengaruh terhadap jumlah daun pada tunas aksilar sirsak. Pemberian sitokinin (BAP) dengan konsentrasi tinggi tidak dapat menjadi acuan bahwa jumlah daun juga akan semakin tinggi meskipun fungsi sitokinin adalah pembelahan sel dan pembentukan organ salah satunya daun. Hal ini karena adanya hormon endogen yang berbeda-beda sehingga menghasilkan respon yang berbeda-beda. Menurut Hardjo (1994) menyatakan bahwa pemberian sitokinin pada yang eksplannya mengandung sitokinin endogen sedikit menghasilkan respon yang positif, namun sebaliknya bila eksplan mengandung sitokinin endogen yang cukup, maka tidak ada respon terhadap pemberian sitokinin, bahkan akan menimbulkan respon yang negatif.

Allah SWT menciptakan segala sesuatu sesuai dengan ukuran-ukurannya, sesuai dengan firman-Nya dalam surat Al-Furqan ayat 2:

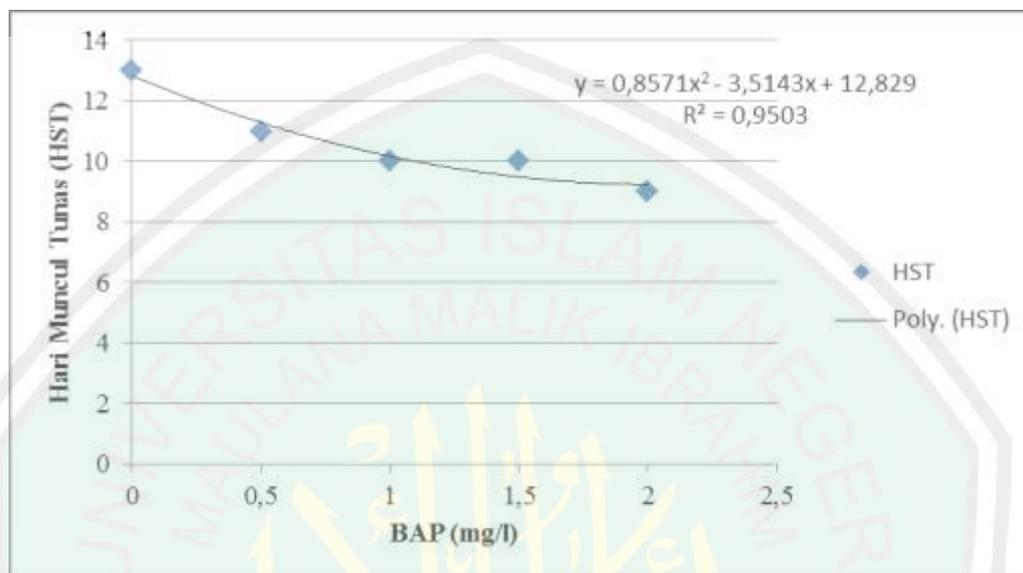
الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُنْ لَهُ شَرِيكٌ فِي الْمُلْكِ وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا ﴿٢﴾

Artinya:

“Yang kepunyaan-Nya-lah kerajaan langit dan bumi, dan Dia tidak mempunyai anak, dan tidak ada sekutu baginya dalam kekuasaan(Nya), dan Dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya”.

Kata “*menciptakan*” maksudnya Allah menciptakan yang asalnya tidak ada menjadi ada. Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah menciptakan segala sesuatu itu sesuai dengan ukurannya yakni, jadi segala sesuatu yang dijadikan Tuhan diberi-Nya perlengkapan-perengkapan dan persiapan-persiapan, sesuai dengan naluri, sifat-sifat dan fungsinya masing-masing dalam hidup. Seperti halnya dengan pemberian zat pengatur tumbuh pada media kultur jaringan juga sesuai ukurannya karena semakin rendah atau semakin tinggi zat pengatur tumbuh yang diberikan maka berpengaruh pula terhadap proses fisiologis yang terjadi pada eksplan yang akan tumbuh tunas tersebut.

Hasil analisis regresi pengaruh BAP terhadap hari muncul tunas tersaji pada gambar 4.2.2 berikut ini:



Gambar 4.2.2 Hasil analisis regresi pengaruh BAP terhadap hari muncul tunas.

Hasil analisis regresi pengaruh konsentrasi hormon BAP terhadap hari muncul tunas aksilar sirsak, diketahui bahwa hari muncul tunas tercepat pada konsentrasi BAP 2 mg/l. Dengan garis persamaan  $y = 0,8571x^2 - 3,5143x + 12,829$  dengan koefisien determinasi  $R^2 = 0,9503$ . Koefisien determinasi tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara pemberian berbagai konsentrasi BAP terhadap hari muncul tunas sebesar 95,03%. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa pemberian hormon BAP optimum pada konsentrasi BAP 2 mg/l dengan rata-rata hari muncul tunas adalah 9,2 hari setelah tanam. Berdasarkan grafik regresi tersebut dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi BAP yang diberikan maka semakin cepat pula dalam menginduksi munculnya tunas aksilar sirsak. Dari grafik tersebut belum bisa diketahui nilai optimum BAP dalam menginduksi munculnya tunas karena grafik masih terus turun.

### 4.3 Pengaruh Interaksi NAA dan BAP terhadap Induksi Tunas Aksilar Sirsak (*Annona muricata L.*) secara *In Vitro*

Hasil analisis variansi (ANAVA) menunjukkan bahwa pemberian interaksi konsentrasi NAA dan BAP berpengaruh nyata terhadap hari muncul tunas, tinggi tunas dan jumlah daun, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas. Ringkasan hasil analisis variansi disajikan pada tabel 4.3.1.

Tabel 4.3.2 Ringkasan Hasil ANAVA Interaksi NAA dan BAP terhadap Induksi Tunas Aksilar Sirsak (*Annona muricata L.*) secara *In Vitro*

Variabel	F Hitung	F Tabel 5%	Sig.
Hari Muncul Tunas	2,722	1,7371	0,004*
Jumlah Tunas	1,058	1,7371	0,417
Tinggi Tunas	8,071	1,7371	0,006*
Jumlah Daun	2,506	1,7371	0,007*

Keterangan: \*kombinasi konsentrasi NAA dan BAP berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

Berdasarkan hasil ANAVA di atas diketahui bahwa pemberian interaksi konsentrasi NAA dan BAP berpengaruh nyata terhadap hari muncul tunas, tinggi tunas dan jumlah daun. Hal ini dapat dilihat dari nilai signifikansi  $<$  dari 0,05, begitu juga dengan nilai F-hitung lebih besar daripada F-tabel yang artinya terdapat pengaruh. Dengan demikian dilakukan uji lanjut DMRT taraf signifikansi 5% (tabel 4.3.2). Namun pemberian interaksi konsentrasi NAA dan BAP tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas. Hal ini dapat dilihat dari nilai signifikansi  $>$  0,05, begitu juga dengan nilai F-hitung lebih besar daripada F-tabel yang artinya tidak terdapat pengaruh. Sehingga tidak dilakukan uji lanjut DMRT taraf signifikansi 5%.

Tabel 4.3.3 Pengaruh Interaksi NAA dan BAP terhadap Induksi Tunas Aksilar Sirsak (*Annona muricata* L.) secara *In Vitro* (DMRT 5%)

Perlakuan	Hari Muncul Tunas (HST)	Tinggi Tunas (cm)	Jumlah Daun (Helai)
NAA 0 + BAP 0 mg/l	18 e	0,7733 ab	1,3333 ab
NAA 0 + BAP 0,5 mg/l	14 cde	1,5633 bcdefg	1,6667 abc
NAA 0 + BAP 1 mg/l	14 cde	0,9133 abc	2,3333 abcd
NAA 0 + BAP 1,5 mg/l	10 abc	0,7467 ab	1,6667 ab
NAA 0 + BAP 2 mg/l	12 bcd	0,5900 a	1,0000 a
NAA 0,25 + BAP 0 mg/l	11 bcd	1,6467 cdefg	1,3333 ab
NAA 0,25 + BAP 0,5 mg/l	12 bcd	1,6233 cdefg	1,3333 ab
NAA 0,25 + BAP 1 mg/l	9 ab	1,5367 bcdefg	2,6667 bcd
NAA 0,25 + BAP 1,5 mg/l	11 bcd	1,1367 abcde	1,3333 ab
NAA 0,25 + BAP 2 mg/l	10 abc	1,5567 bcdefg	1,0000 a
NAA 0,5 + BAP 0 mg/l	15 de	1,1900 abcde	2,3333 abcd
NAA 0,5 + BAP 0,5 mg/l	12 bcd	1,5633 bcdefg	2,3333 abcd
NAA 0,5 + BAP 1 mg/l	10 abc	2,0367 fg	1,6667 abc
NAA 0,5 + BAP 1,5 mg/l	9 ab	0,9967 abcd	2,0000 abc
NAA 0,5 + BAP 2 mg/l	5 a	2,1000 fg	2,3333 abcd
NAA 0,75 + BAP 0 mg/l	10 abc	1,8133 defg	2,3333 abcd
NAA 0,75 + BAP 0,5 mg/l	8 ab	1,3333 abcdef	2,6667 bcd
NAA 0,75 + BAP 1 mg/l	9 ab	1,3400 abcdef	1,0000 a
NAA 0,75 + BAP 1,5 mg/l	8 ab	1,6333 cdefg	2,3333 abcd
NAA 0,75 + BAP 2 mg/l	10 abc	2,3200 g	3,6667 d
NAA 1 + BAP 0 mg/l	12 bcd	1,3867 abcdef	1,6667 abc
NAA 1 + BAP 0,5 mg/l	12 bcd	1,6833 cdefg	2,3333 abcd
NAA 1 + BAP 1 mg/l	11 bcd	1,0367 abcd	3,0000 cd
NAA 1 + BAP 1,5 mg/l	15 de	1,8867 efg	2,6667 bcd
NAA 1 + BAP 2 mg/l	9 ab	1,9000 efg	2,6667 bcd

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu baris menunjukkan hasil tidak berbeda nyata sedangkan yang disertai huruf yang tidak sama menunjukkan hasil berbeda nyata berdasarkan hasil uji DMRT 5%.

Berdasarkan hasil dari uji lanjut DMRT 5% terhadap hari muncul tunas menunjukkan bahwa perlakuan interaksi antara NAA dan BAP berbagai konsentrasi memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata dari semua perlakuan. Perlakuan interaksi yang efektif dalam memicu hari munculnya tunas adalah NAA 0,5 + BAP 2 mg/l dengan hari muncul tunas tercepat yaitu 5 hari.

Adanya penambahan zat pengatur tumbuh auksin (NAA) dengan kombinasi sitokinin (BAP) dalam kadar yang optimum dapat memacu pertumbuhan tunas pada eksplan. Tunas dapat terbentuk karena pada tunas terdapat mata tunas sehingga ketika eksplan ditanam dalam media kultur terjadi pertumbuhan tunas tersebut. Davies (2004) menyatakan bahwa penggunaan auksin dan sitokinin dalam satu media dapat memacu proliferasi tunas karena adanya pengaruh sinergisme antara zat pengatur tumbuh tersebut.

Komposisi auksin dan sitokinin dalam medium kultur *in vitro* memainkan peranan penting dalam induksi dan regenerasi tunas. Interaksi antara auksin dan sitokinin merupakan hal yang krusial dalam mengontrol proses pertumbuhan dan perkembangan dalam kultur *in vitro*. Walaupun auksin berperan utama dalam pembelahan sel, namun pada beberapa tanaman sitokinin juga sangat dibutuhkan untuk proliferasi tunas (George, 2008).

Menurut Hartman (2010) menyatakan bahwa tanaman yang berbeda dapat merespon hormon (auksin dan sitokinin) dalam berbagai konsentrasi secara berbeda pula. Hal ini disebabkan oleh perbedaan hormon endogen itu sendiri. Sehingga kecepatan pertumbuhan yang terjadi pada eksplan dikarenakan adanya interaksi yang tepat antara hormon endogen eksplan dengan penambahan hormon eksogen yang mengakibatkan proses fisiologis dalam eksplan dapat berlangsung secara efektif sehingga mampu memacu awal pertumbuhan tunas.

Tidak semua eksplan yang ditambahkan zat pengatur tumbuh dapat menumbuhkan tunas lebih banyak. Hal ini dapat dilihat dari penelitian ini dimana dari semua perlakuan pemberian interaksi NAA dan BAP tidak memberikan

pengaruh terhadap jumlah tunas aksilar sirsak. Penambahan NAA dan BAP sepenuhnya belum mampu menumbuhkan tunas lebih banyak. Sobardini (2006) menyatakan bahwa respon sitokinin dan auksin dalam ploriferasi tunas bergantung pada bahan tanaman dan konsentrasi yang digunakan.

Hormon auksin memiliki peran dalam mengontrol elongasi sel. Kondisi yang berbeda tersebut dapat disebabkan oleh beberapa hal, yaitu konsentrasi sitokinin yang diberikan terlalu tinggi sehingga keseimbangan hormon auksin dan sitokinin tidak tercapai, justru menghambat pertumbuhan baik jumlah maupun tinggi tunas George (2008).

Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT 5% terhadap tinggi tunas menunjukkan bahwa perlakuan interaksi antara NAA dan BAP berbagai konsentrasi memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata dari semua perlakuan. Namun perlakuan interaksi yang efektif digunakan adalah NAA 0,75 + BAP 2 mg/l dengan tunas tertinggi yaitu 2,3200 cm.

Penambahan interaksi NAA dan BAP yang diberikan mempengaruhi tinggi tunas. Pertambahan tinggi tunas lebih banyak dipengaruhi oleh pemanjangan serta pembelahan meristem pucuk. Proses tersebut dipengaruhi oleh hormon auksin dan sitokinin. Hal ini sesuai dengan pendapat Yuswindasari (2010) yang menyatakan bahwa penggunaan sitokinin mempunyai peranan penting jika bersamaan dengan auksin yaitu merangsang pembelahan sel dalam jaringan yang dibuat eksplan serta merangsang pertumbuhan tunas dan daun.

Menurut Wattimena (1992) menyatakan bahwa sitokinin berpengaruh pada proses pembelahan sel. Setelah pembelahan sel terjadi, dengan adanya

nutrien yang diperlukan akan terjadi proses pertumbuhan lainnya yaitu pembentangan sel dan penambahan plasma. Salisbury dan Ross (1995) menambahkan bahwa pemberian sitokinin meningkatkan plastisitas dinding sel sehingga dinding sel mengendur kemudian terjadi pembentangan lebih cepat. Hal ini didukung pula oleh auksin yang mengakibatkan pengenduran dinding sel. Auksin mempertahankan potensial air sel agar selalu negatif daripada potensial air larutan disekitarnya, sehingga potensial tekanan yang diperlukan untuk mendesak pembentangan sel tersebut tidak sebesar pada sel yang tidak diberikan auksin.

Berdasarkan hasil dari uji lanjut DMRT 5% terhadap jumlah daun menunjukkan bahwa perlakuan interaksi antara NAA dan BAP berbagai konsentrasi memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata dari semua perlakuan. Namun perlakuan interaksi yang efektif digunakan adalah NAA 0,75 + BAP 2 mg/l dengan jumlah daun terbanyak yaitu 3,6667 helai.

Hasil uji DMRT 5% menunjukkan bahwa pemberian interaksi NAA dan BAP memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap jumlah daun pada tunas aksilar. Pemberian konsentrasi auksin yang lebih rendah dari sitokinin cenderung memperlihatkan stimulasi pertumbuhan daun. Menurut Wareing (1970) menyatakan bahwa perbandingan auksin dan sitokinin yang tinggi baik untuk pembentukan daun. Konsentrasi dari auksin dan sitokinin pada media kultur menunjukkan bahwa hormon-hormon tersebut memiliki peranan penting dalam pembentukan organ.

Banyaknya jumlah daun pada tunas merupakan salah satu indikator pertumbuhan tunas yang baik. Hal tersebut dikarenakan daun merupakan organ

utama tumbuhan melakukan proses fotosintesis dan menghasilkan energi. Kemunculan daun diawali dengan permunculan tunas. Tunas memanjang lalu tumbuh berkembang menjadi daun. Jumlah tunas yang tinggi akan menghasilkan jumlah daun yang tinggi pula (Beck, 2010).

Keseimbangan antara hormon auksin dan sitokinin diperlukan untuk pertumbuhan tunas. Tunas yang terbentuk pada tiap-tiap perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.3.1 berikut ini:

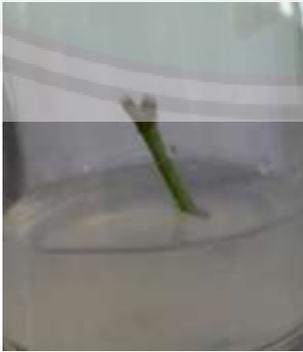
Tabel 4.3.1 Hasil Induksi Tunas Aksilar Sirsak pada Awal dan Akhir Pengamatan

No	Awal Penanaman	Hasil Akhir
1	 <p data-bbox="507 1370 788 1411">BAP 0 + NAA 0 mg/l</p>	
2	 <p data-bbox="497 1908 799 1948">BAP 0.5 + NAA 0 mg/l</p>	

3	 <p data-bbox="507 712 788 752">BAP 1 + NAA 0 mg/l</p>	
4	 <p data-bbox="496 1205 804 1245">BAP 1.5 + NAA 0 mg/l</p>	
5	 <p data-bbox="507 1753 788 1794">BAP 2 + NAA 0 mg/l</p>	

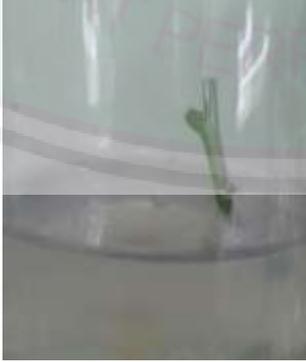
6	 <p data-bbox="491 768 807 801">BAP 0 + NAA 0.25 mg/l</p>	 <p data-bbox="970 383 1038 488">0.5 mm 1 2 3</p>
7	 <p data-bbox="480 1294 818 1328">BAP 0.5 + NAA 0.25 mg/l</p>	 <p data-bbox="991 920 1059 1025">0.5 mm 1 2</p>
8	 <p data-bbox="491 1816 807 1850">BAP 1 + NAA 0.25 mg/l</p>	 <p data-bbox="954 1442 1023 1547">0.5 mm 1 2</p>

9	 <p data-bbox="478 763 823 801">BAP 1.5 + NAA 0.25 mg/l</p>	
10	 <p data-bbox="491 1290 810 1328">BAP 2 + NAA 0.25 mg/l</p>	
11	 <p data-bbox="499 1832 799 1870">BAP 0 + NAA 0.5 mg/l</p>	

12	 <p data-bbox="485 770 815 808">BAP 0.5 + NAA 0.5 mg/l</p>	
13	 <p data-bbox="496 1317 799 1355">BAP 1 + NAA 0.5 mg/l</p>	
14	 <p data-bbox="485 1854 815 1892">BAP 1.5 + NAA 0.5 mg/l</p>	

15	 <p data-bbox="496 779 799 817">BAP 2 + NAA 0.5 mg/l</p>	
16	 <p data-bbox="488 1299 810 1337">BAP 0 + NAA 0.75 mg/l</p>	
17	 <p data-bbox="475 1854 820 1892">BAP 0.5 + NAA 0.75 mg/l</p>	

18	 <p data-bbox="491 772 805 810">BAP 1 + NAA 0.75 mg/l</p>	
19	 <p data-bbox="478 1281 821 1319">BAP 1.5 + NAA 0.75 mg/l</p>	
20	 <p data-bbox="491 1809 805 1848">BAP 2 + NAA 0.75 mg/l</p>	

21	 <p data-bbox="507 730 791 768">BAP 0 + NAA 1 mg/l</p>	
22	 <p data-bbox="496 1238 802 1276">BAP 0.5 + NAA 1 mg/l</p>	
23	 <p data-bbox="507 1794 791 1832">BAP 1 + NAA 1 mg/l</p>	

24	 <p data-bbox="496 763 804 801">BAP 1.5 + NAA 1 mg/l</p>	
25	 <p data-bbox="496 1283 788 1321">BAP 2 + NAA 1 mg/l</p>	

Ketepatan penggunaan auksin dan sitokinin menentukan pembentukan organ tanaman, dalam hal ini perlakuan N3B4 (NAA 0,75 + BAP 2 mg/l) merupakan perlakuan yang mampu memicu pertumbuhan tinggi tunas dan jumlah daun pada tunas aksilar sirsak (*Annona muricata* L.) secara optimal. Menurut George (2008) menyebutkan bahwa konsentrasi auksin lebih tinggi dari sitokinin menghasilkan pertumbuhan akar. Sedangkan jika sitokinin lebih tinggi dari auksin menghasilkan pertumbuhan tunas aksilar. Sebagai hamba Allah yang beriman sudah menjadi kewajiban kita untuk selalu mengingat dan mensucikan Asma

Allah dengan cara mempelajari ilmu-ilmu-Nya. Anjuran dalam mengingat Asma Allah SWT telah disebutkan dalam Al-Qur'an surat Ali-Imran ayat 190:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَأَخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ



Artinya:

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal”.

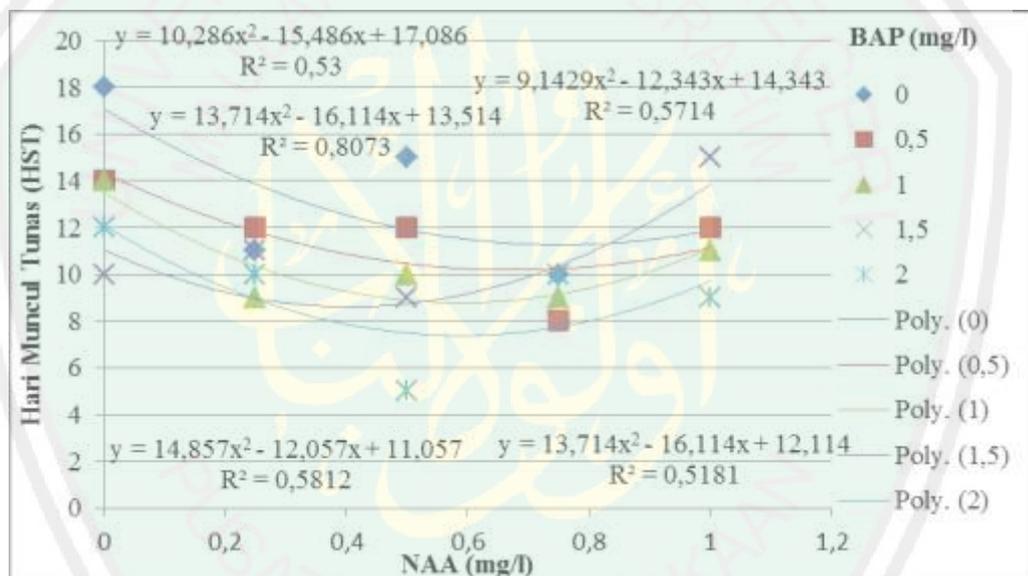
Abdullah (2003) dalam tafsir Ibnu Katsir bahwa Allah menyiratkan tentang Ulul Albab, dalam firman-Nya yang berarti “(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring”.

Maksudnya, mereka tidak putus-putus berdzikir dalam semua keadaan, baik dengan hati maupun dengan lisan mereka. Ayat ini menjelaskan bahwa ciri-ciri orang yang dinamakan Ulul Albab yaitu mereka yang selalu memikirkan ciptaan Allah SWT dengan harapan apa yang mereka lakukan dapat mendatangkan kemaslahatan bagi manusia dan alam semesta. Seperti halnya penggunaan tanaman sirsak sebagai obat tradisional dan mengobati berbagai macam penyakit seperti antibakteri, antikanker, antioksidan, dan berbagai macam penyakit menunjukkan bahwa manusia berusaha menggunakan akal dan fikiran untuk menemukan solusi pengobatan terhadap penyakit tersebut.

Banyaknya manfaat dari tanaman sirsak dan juga belum tersedianya bibit tanaman bermutu dalam jumlah yang banyak menyebabkan produktivitas tanaman sirsak di Indonesia mengalami penurunan. Oleh karena itu, manusia sebagai khalifah harus memiliki kesadaran terhadap masalah tersebut dan memiliki suatu tindakan untuk mengatasinya sebagai wadah untuk mengembangkan ilmu

pengetahuannya. Berdasarkan hal tersebut maka diharapkan melalui penelitian ini dapat dijadikan upaya untuk menginduksi tunas aksilar sirsak sebagai awal multiplikasi tanaman sirsak dalam usaha perbanyak bibit.

Untuk mengetahui interaksi NAA dan BAP yang optimum maka dilakukan analisis regresi pada variabel hari muncul tunas, tinggi tunas dan jumlah daun. Hasil analisis regresi tersaji pada gambar 4.3.1; 4.3.2; dan 4.3.3 berikut ini:

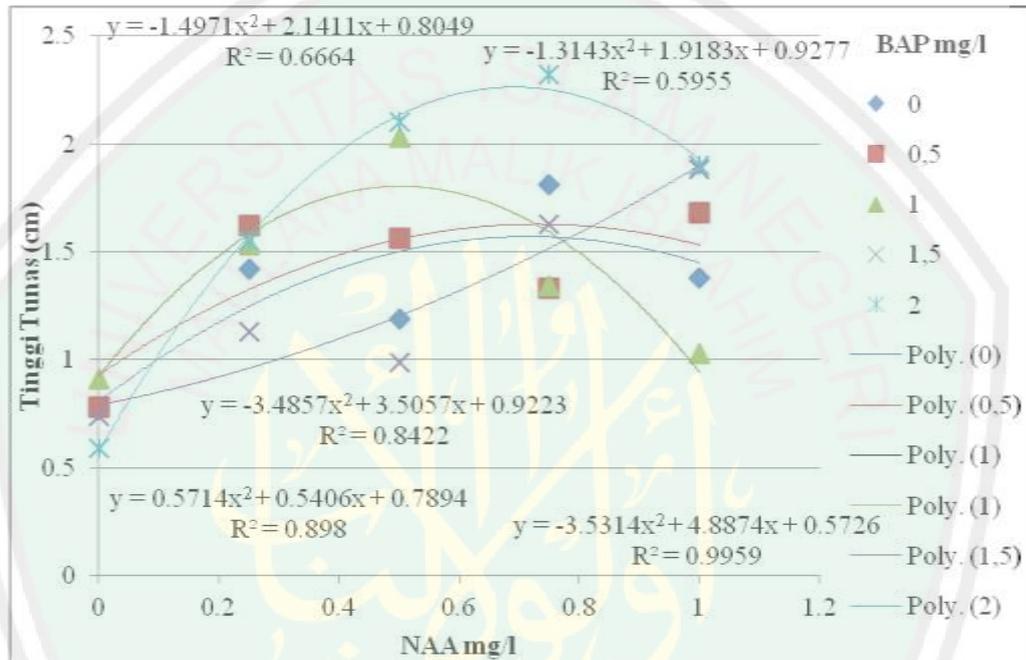


Gambar 4.3.1 Hasil analisis regresi interaksi NAA dan BAP terhadap hari muncul tunas

Hasil analisis regresi pada interaksi NAA dan BAP terhadap hari muncul tunas aksilar sirsak, diketahui bahwa hari muncul tunas tercepat pada konsentrasi NAA 0,5 mg/l + BAP 2 mg/l. Dengan garis persamaan  $y = 13,714x^2 - 16,114x + 12,114$  dengan koefisien determinasi  $R^2 = 0,5181$ . Koefisien determinasi tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara pemberian interaksi BAP dan NAA terhadap hari muncul tunas sebesar 51,81%. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa pemberian interaksi NAA dan BAP optimum pada

konsentrasi NAA 0,5 mg/l dan konsentrasi BAP 2 mg/l dengan rata-rata hari muncul tunas adalah 7,48 hari setelah tanam.

Analisis regresi juga dilakukan pada interaksi NAA dan BAP terhadap tinggi tunas. Hasil analisis tersaji pada gambar 4.3.2 berikut:

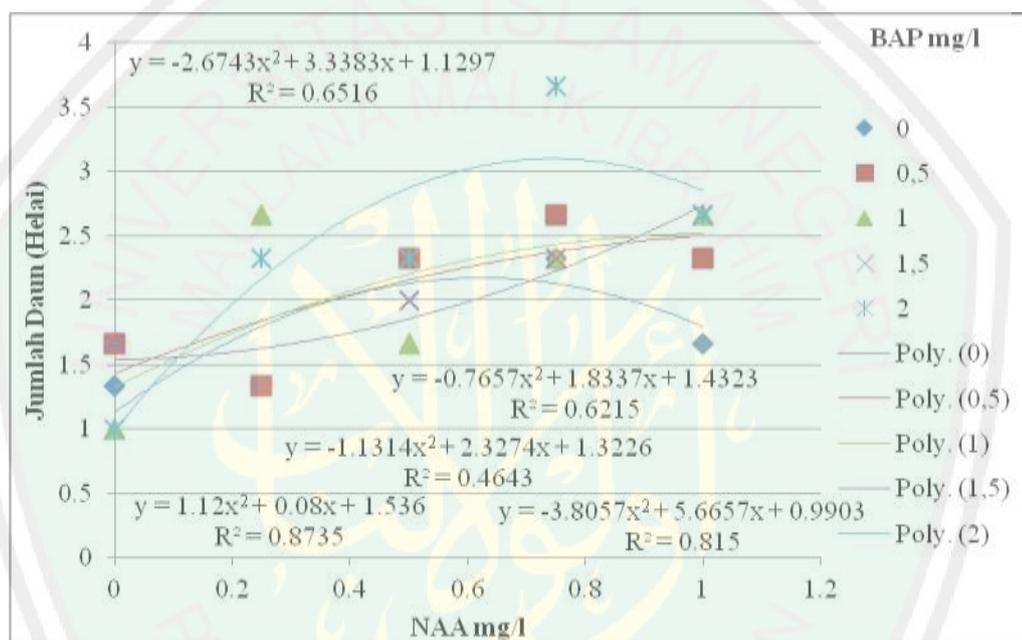


Gambar 4.3.2 Hasil analisis regresi interaksi NAA dan BAP terhadap tinggi tunas

Hasil analisis regresi pada interaksi NAA dan BAP terhadap tinggi tunas aksilar sirsak, diketahui bahwa tinggi tunas terpanjang pada konsentrasi NAA 0,75 mg/l + BAP 2. Dengan garis persamaan  $y = -3,5314x^2 + 4,8874x + 0,5726$  dengan koefisien determinasi  $R^2 = 0,9959$ . Koefisien determinasi tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara pemberian interaksi NAA dan BAP terhadap tinggi tunas sebesar 99,59%. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa pemberian interaksi NAA dan BAP optimum pada konsentrasi NAA 0,75 mg/l dan konsentrasi BAP 2 mg/l dengan rata-rata tinggi tunas adalah 2,2517 cm. Namun untuk grafik pemberian interaksi NAA dan BAP 1,5 mg/l tersebut,

menunjukkan bahwa belum diketahui nilai optimum dalam menginduksi tinggi tunas aksilar sirsak karena grafik masih terus naik dibandingkan dengan yang lainnya.

Analisis regresi juga dilakukan pada interaksi NAA dan BAP terhadap jumlah daun. Hasil analisis regresi tersaji pada gambar 4.3.3 berikut ini:



Gambar 4.3.3 Hasil analisis regresi interaksi NAA dan BAP terhadap jumlah daun pada tunas.

Hasil analisis regresi pada interaksi NAA dan BAP terhadap jumlah daun pada tunas aksilar sirsak, diketahui bahwa jumlah daun terbanyak pada konsentrasi NAA 0,75 mg/l + BAP 2 mg/l. Dengan garis persamaan  $y = -3,8057x^2 + 5,6657x + 0,9903$  dengan koefisien determinasi  $R^2 = 0,815$ . Koefisien determinasi tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara pemberian interaksi NAA dan BAP terhadap jumlah daun pada tunas sebesar 81,5%. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa pemberian interaksi NAA dan BAP optimum pada konsentrasi NAA 0,75 mg/l dan konsentrasi BAP 2 mg/l dengan

rata-rata jumlah daun pada tunas adalah 3,0988 helai. Namun untuk grafik pemberian interaksi NAA dan BAP 1,5 mg/l tersebut, menunjukkan bahwa belum diketahui nilai optimum dalam meningkatkan jumlah daun pada tunas aksilar sirsak karena grafik masih terus naik dibandingkan dengan yang lainnya.

Penggunaan zat pengatur tumbuh dengan berbagai konsentrasi dalam penelitian ini merupakan satu diantara usaha manusia untuk memikirkan dan mempelajari segala yang diciptakan Allah SWT, sehingga diharapkan dapat memberikan manfaat untuk penelitian selanjutnya dan sebagai upaya untuk mendapatkan pembibitan sirsak yang lebih bermutu dengan memanfaatkan teknik kultur jaringan khususnya induksi tunas aksilar sirsak sebagai awal multiplikasi tanaman sirsak. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dari masing-masing konsentrasi yang diberikan memberikan hasil yang berbeda-beda terhadap masing-masing parameter pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa segala sesuatu yang diciptakan oleh manusia banyak memiliki kekurangan, karena kesempurnaan hanya milik Allah SWT semata.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian tentang induksi tunas aksilar sirsak (*Annona muricata* L.), maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Konsentrasi NAA 0,75 mg/l berpengaruh nyata terhadap hari muncul tunas yaitu 9 hari setelah tanam dengan tunas tertinggi 1,68 cm. Dan konsentrasi NAA 1 mg/l berpengaruh nyata terhadap jumlah daun yaitu 2 helai.
2. Konsentrasi BAP 2 mg/l hanya berpengaruh nyata terhadap hari muncul tunas yaitu 9 hari setelah tanam.
3. Interaksi NAA 0,5 + BAP 2 mg/l berpengaruh nyata terhadap hari muncul tunas yaitu 5 hari setelah tanam. Interaksi yang efektif dalam menginduksi tunas aksilar sirsak adalah NAA 0,75 + BAP 2 mg/l dengan tunas tertinggi 2,32 cm dan jumlah daun terbanyak 3 helai.

#### **5.2 Saran**

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang perakaran tunas dan aklimatisasi agar menghasilkan respon pertumbuhan yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. 2003. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 6*. Surabaya: Pustaka Imam asy-Syafi'i
- Adewole, S. and Ezekiel. 2006. Morphological Changes and Hypoglycemic Effects of *Annona muricata* Linn. (Annonaceae) Leaf Aqueous Extract on Pancreatic B-Cells of Streptozotocin-Treated Diabetic Rats. *African Journal of Biomedical Research*. 9: 173-187
- Adri, D. 2013. Aktivitas Antioksidan dan Sifat Organoleptik Teh Daun Sirsak (*Annona muricata* Linn.) Berdasarkan Variasi Lama Pengeringan. *Jurnal Pangan dan Gizi*. 4 (7)
- Alitalia, Y. 2008. Pengaruh Pemberian BAP dan NAA Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tunas Mikro Kantong Semar (*Nepenthes mirabilis*) Secara *In Vitro*. *Skripsi*. Bogor: Program Studi Hortikultura Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor
- Al-Qurtubhi, S. I. 2009. *Tafsir Al-Qurtubhi Jilid 14*. Jakarta Selatan: Pustaka Azzam
- Arifianti, L., Sukardiman, Herra Studiawan, Rakhmawati, dan Lulus Megawati. 2014. Uji Aktivitas Ekstrak Biji Sirsak (*Annona muricata* L.) Terhadap Sel Kanker Mamalia Secara *In Vitro*. *Jurnal Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*. 1 (2): 63-66
- Arimarsetiowati, R. dan Andryani, F. 2012. Pengaruh Penambahan Auxin terhadap Pertunasan dan Perakaraan Kopi Arabika Perbanyak Somatik Embriogenesis. *Jurnal Pelita Perkebunan*. 28 (3): 82-90
- Ath-Thabari, A. J. M. 2007. *Tafsir Ath-Thabari Jilid 1*. Jakarta: Pustaka Azzam
- Azad, M.A.K., S.Yokata., T.Ohkubo., Y.Andoh., S.Yahara and N. Yoshizawa. 2005. *In Vitro* Regeneration of Medical Woody Plant *Phellodendron amurense* Rupr Through Excised Leaves. Brazil. *Journal Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 80 (1): 43-50
- Badrie, N. and A. G. Schauss. 2009. Soursop (*Annona muricata* L.) : Composition, Nutritional Value, Medicinal Uses and Toxicology. In : R.R. Watson and V. R. Preedy (eds.). *Bioactive Foods in Promoting Health*. Academic Press, Oxford. p. 621-643
- Beck, C. B. 2010. *An Introduction to Plant Structure and Development*. Cambridge: Cambridge University Press

- Bisyri, K. A. 2004. Analisis Keragaman Perbanyakan Stek Nenas (*Ananas comosus* (L.) Merrill) varietas Queen. *Tesis*. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. Tidak dipublikasi
- Bridg, H. 2000. Micropropagation and Determination of the *in vitro* Stability of *Annona cherimola* Mill. and *Annona muricata* L. *Dissertation*. Fakultät der Humboldt Universität zu Berlin, Germany
- Campbell dan Reece. 2008. *Biologi*. Jakarta: Erlangga
- Chang, F. 2003. New Adjacent Bis-Tetrahydrofuron Annonaceous Acetogenius from *Annona muricata* L. *Journal Of Plant Medical* (69): 241-246
- Dasuki, U. A. 1991. *Sistematika Tumbuhan Tinggi*. Bandung: ITB
- Davies, P. J. 2004. *Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action*. London: Kluwer Academic Publisher
- Debnath, S. S. dan Sinha R. K. 2013. *In Vitro* Multiplication of Shoot Buds of *Aquilaria agallocha* Roxb. (Thymelaeaceae). *Journal of Biotechnology*. 2 (2)
- Evira, D. 2013. *The Miracle of Fruits*. Jakarta: Gramedia Pustaka
- Fessenden, R. dan Joan. 1999. *Kimia Organik*. Jakarta: Erlangga
- Fredika, E. 2002. Masalah Potensi dan Saran Solusi Pengembangan Komoditi Buah di Kabupaten Solok. *Jurnal Ilmu Pertanian Farming*. 1: 18-21
- George, E. F. dan P. D. Sherrington. 2008. *Plant Propagation by Tissue Culture*. England: Exegetic Limited
- Gunawan, L. W. 1995. *Teknik Kultur In Vitro dalam Hortikultura*. Jakarta : Penebar Swadaya
- Gunawan, L. W. 1998. *Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan*. Bogor: Pusat Antara Universitas Bioteknologi IPB
- Hambali, E., A. Suryani, Dadang, Hariyadi, H. Hanafie, I. K. Reksowardojo, M. Rivai, M. Ihsanur, P. Suryadarma, S. Tjitrosemito, T. H. Soerawidjaja, T. Prawitasari, T. Prakoso, dan W. Purnama. 2006. *Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Hardjo, P. H. 1994. Organogenesis Langsung dan Kalogenesis pada Kultur Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) dan *Glycine tomentella* H. dalam Medium MS dan PCL-2 Termodifikasi. *Tesis*. Program Pascasarjana. Bogor: IPB

- Harni, L. K. 2003. Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh *Kinetin* dan *Naphtalene Acetic Acid* terhadap Pertumbuhan Meristem Ujung Batang Secara *In Vitro*. *Skripsi*. Fakultas Biologi. UGM, Yogyakarta
- Hartman, H. T., D. E. Kester and F. T. Devies. 2010. *Plant Propagation and Principles Practices*. New Jersey: Prentice-Hall Inc
- Hendaryono dan Wijayanti. 1994. *Teknik Kultur Jaringan: Pengenalan dan Petunjuk Perbanyakan Tanaman Secara Vegetative Modern*. Yogyakarta: Kanisius
- Indriyani, N. L. P. and Karsinah. 2011. The Effect of Rootstocks On Soursop (*Annona muricata* L.) Grafting. *ARNP Journal of Agricultural and Biological Science*. 6 (11): 29-31
- Jalaludin Al Mahalli dan Jalaluddin As Suyuti. 2010. *Tafsir Jalalain*. Jakarta: Pustaka Al-Kautsar
- Jannah, R. N. 2010. Uji Efektivitas Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) Sebagai Pestisida Nabati Terhadap Pengendalian Hama Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Skripsi*. Surakarta. Jurusan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Kardinan, A. 2004. *Pestisida Nabati: Ramuan dan Aplikasi*. Yogyakarta: Penebar Swadaya
- Karjadi dan Buchory. 2007. Pengaruh NAA dan BAP terhadap Pertumbuhan Jaringan Meristem Bawang Putih pada Media B5. *J. Hort*. 17 (3): 217-223
- Kartasapoetra, G. 1992. *Budidaya Tanaman Berkhasiat Obat*. Jakarta: PT Asdi Mahasatya
- Kendari, T. S. and Ayesha A. K. 2014. Guyabano (*Annona muricata*): A Review of its Tradisional Uses Phytochemistry and Pharmacology. *American Journal of Research Communication*. 2 (10). 247-262
- Khairunisa, R. 2009. Penggunaan Beberapa Sitokinin Terhadap Multiplikasi Tunas dan Pertumbuhan Binahong (*Andredera cordifolia*) secara *In Vitro*. *Skripsi*. Bandung: IPB
- Lestari, E. G. 2011. Peranan Zat Pengatur Tumbuh dalam Perbanyakan Tanaman melalui Kultur Jaringan. *Jurnal Agrobiogen*. 7 (1): 63-68
- Lim, T. K., 2012. *Annona muricata* In: Edible Medicine and Non Medicine. Volume 1 Fruts, Lim, T.K. (Edt). Dondhrect Holdberg London New York: Springer Science and Business Media BV, p. 190-200

- Lizawati. 2009. Analisis Interaksi Batang Bawah dan Batang Atas pada Okulasi Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell Agr). *Jurnal Agronomi*. 13 (2): 19-22
- Magdalena, T. S., Drozdowska., and M. Szota. 2002. Effect of Cytokinins Morphogenesis and Ploidy Of Pepper *Capsicum annum* L. *Electronic Jurnal Of Polish Agricultural Universities Agronomy*. 5 (1)
- Mandang, J. S. 2013. *Media Kultur Jaringan*. Manado: Banyumedia Publishing
- Mangan, Y. 2009. *Solusi Sehat Mencegah dan Mengatasi Kanker*. Agromedia Pustaka: Jakarta
- Mardiana, L. dan Ratnasari, J. 2011. *Ramuan dan Khasiat Sirsak*. Penebar Swadaya : Jakarta
- Mariska, L. dan Sukmadjaja, D. 2003. *Perbanyak Bibit Abaka Melalui Kultur Jaringan*. Bogor: Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian
- Mulyaningsih, T. dan Nikmatullah, A. 2006. *Gaya Belajar Kultur Jaringan Melalui Publikasi Word Wide*. Mataran: Fakultas Pertanian
- Muyassar. 2007. *Tafsir Muyassar Jilid 4*. Jakarta: Qisthi Press
- Naria, E. 2005. Insektisida Nabati Untuk Rumah Tangga. *Info Kesehatan Masyarakat*. Volume 9. Nomor 1
- Pierik, R. M. L. 1997. *In Vitro Culture of Higher Plant*. Nederland: Marthinius Nijhoft Publisher
- Pradipta, G. N. K. 2013. *Ilmu Bahan Makanan Buah dan Sayuran: Sirsak*. Semarang: Universitas Diponegoro
- Prihatmanti, D. dan Mattjik, N. A. 2004. Zat Pengatur Tumbuh NAA dan BAP Serta Air Kelapa untuk Menginduksi Organogenesis Tanaman *Anthurium*. *Buletin Agronomi*. 32 (1): 20-25
- Purnomosidhi, P. 2012. *Teknik Perbanyak Vegetatif*. Bogor, Indonesia. World Agroforestry Centre (ICRAF)
- Radi, J. 1996. *Sirsak: Budidaya dan Pemanfaatannya*. Yogyakarta: Kanisius
- Rahardja dan W. Wiryanta. 2007. *Aneka Cara Memperbanyak Tanaman*. Jakarta: Agromedia Pustaka

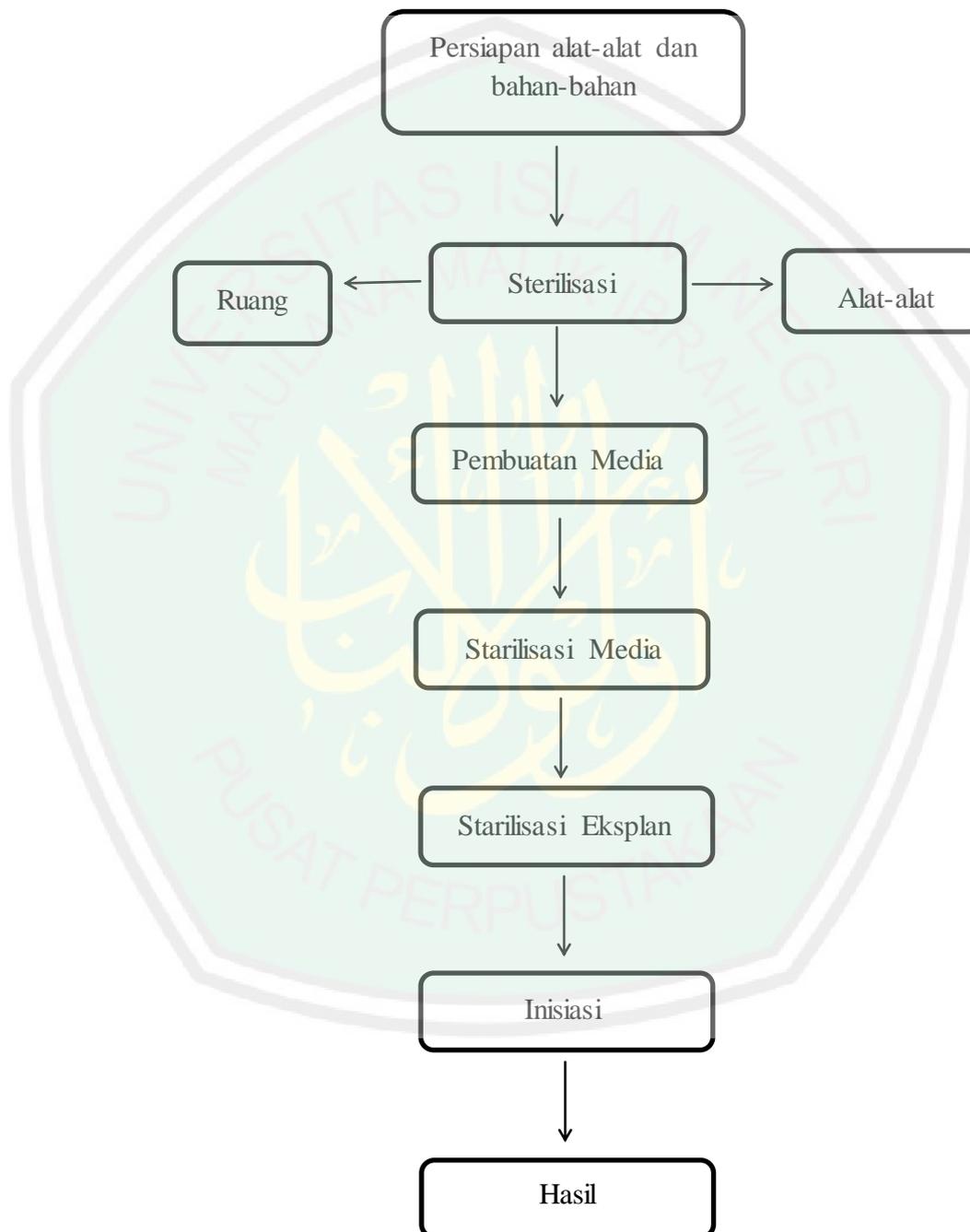
- Rohayati, E. 2009. Teknik Perbanyak Cepat Anthurium dengan Induksi Tunas Aksilar secara *In Vitro*. *Buletin Teknik Pertanian*. 14 (1): 1-5
- Rohmah, N., Ruri Siti Resmisari, Achmad Nasichudin. 2014. Propagasi Akasia (*Acacia mangium*) dengan Pemberian Konsentrasi ZPT BAP (*Benzyl Amino Purin*) dan IBA (*Indole Buttry Acid*) secara *In Vitro*. *Skripsi*. Malang: UIN Malang
- Ross, W. R. dan Victor R. 2010. *Bioactive Foods In Promoting Health: Fruit and Vegetable*. Oxford: Academic Press
- Ruzic and Vujovic. 2008. The Effects of Cytokinin Types and Their Concentrate on *In Vitro* Multification of Sweet Cherry Cv. Lapins (*Prunus avium* L.). *Hort. Sci. (Prague)*. 35 (1)
- Salisbury dan Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 3*. Bandung: ITB Bandung
- Santoso, U. dan Nursandi. 2004. *Kultur Jaringan Tanaman*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang Press
- Sato, S. S., Tanaka, M. and Mori, H. 2009. Auxin-Cytokinin Interactions In The Control Of Shoot Branching. *Plan Mol Biol*. 69: 429-435
- Schaller, G. E., Street, I. H., and Kieber, J. J. 2014. Cytokinin and the Cell Cycle. *Current Opinion In Plant Biology*. 21: 7-15
- Setyawati, A. 2012. Perbanyak Tanaman Mabai (*Pongamia pinnata* L.) secara *In Vitro*. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret
- Shihab, Q. 2003. *Tafsir Al-Mishbah (Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an)*. Jakarta: Lentera Hati
- Silvaa, R. P. S., W.A.B de Almeidab, E. dos S.Souzab and F.de A.A.M.Filhoa. 2006. *In Vitro* Organogenesis From Adult Tissue of 'Bahia' Sweet Orange (*Citrus sinensis* L.Osbeck). *Fruits Jurnal*. 61: 367-371
- Sinuran, I. 2011. Hasil Identifikasi Daun Tanaman Sirsak (*Annona muricata* L.). *Laporan Penelitian*. Padang: Universitas Sumatera
- Sobardini, D. E. S. 2006. Perbanyak Cepat Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) secara Kultur Jaringan. *Skripsi*. Bandung: Universitas padjajaran
- Sudjijo. 2008. *Budidaya Sirsak*. Solok. Badan Litbang Pertanian
- Sudjijo. 2011. *Perbaikan Mutu Buah Sirsak Melalui Polinasi*. Solok: Badan Litbang Pertanian

- Sugianti, E. 2008. Pengaruh Kombinasi BAP (*Benzyl Amino Purin*) dan NAA (*Naphtalene Acetic Acid*) terhadap Pertumbuhan Tunas Zodia (*Evodia suaveolens* Scheff) secara *In Vitro*. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret
- Sukarmin. 2009. Teknik Penyerbukan pada Tanaman Sirsak. *Buletin Teknik Pertanian*. 14 (1): 9-11
- Sundari, L., L.A.M. Siregar dan Dianah S. H. 2015. Kajian Awal: Respon Eksplan Nodus dalam Inisiasi Tunas Mikro Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) dalam Medium WPM. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 3 (1)
- Suyanti, Mukarlina dan Rizalinda. 2013. Respon Pertumbuhan Stek Pucuk Keji Beling (*Strobilanthes crispus* BI) dengan Pemberian IBA (*Indole Butyric Acid*). *Jurnal PROTOBIONT*. 2: 26-31
- Tenrirawe, A. dan Pabbage. 2007. Pengendalian Penggerek Batang Jagung (*Ostrinia furnacalis* G.) dengan Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* L.). *Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XVIII Komda Sulawesi Selatan*
- Verheij, E.W.M. and R.E. Coronel. 1997. *Plant Resources of South East Asia 2 :Edible Fruits and Nuts*. Bogor: Prosea Foundation
- Wahyuni, S.R., Lestari, W. dan Novriyanti, E. 2014. Induksi *In Vitro* Tanaman Gaharu (*Aquilaria microcarpa* Baill.) dari Eksplan Tunas Aksilar dengan Penambahan 6-Benzylaminopurine (BAP). *Jomfmia*. 1 (2)
- Wareing, P. F. and I. D. J. Philips. 1970. *The Control of Grownt and Differentiation in Plant*. England: Pergamon Press Ltd
- Wattimena, G. A. 1992. *Bioteknologi Tanaman*. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Wijaya, M. 2005. Ekstraksi *Annonaceous Acetogenin* dari Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) Sebagai Bahan Senyawa Bioaktif Antikanker. *Skripsi*. Depok. Prodi Teknologi Bioproses Universitas Indonesia
- Wijayani, Y. dan Mudyantini, W. 2007. Pertumbuhan Tunas dan Struktur Anatomi *Protocorm Like Body* Anggrek *Grammatophyllum scriptum* (Lindl.) BI. dengan Pemberian Kinetin dan NAA. *Bioteknologi*. 4 (2): 33-40
- Yuliarti, N. 2010. *Kultur Jaringan Tanaman Skala Rumah Tangga*. Yogyakarta: Lily Publisher
- Yunus, A., Samanhudi, A.T. Sakya dan M. Rahayu. 2009. *Teknologi Kultur Jaringan*. Surakarta: UNS Press

- Yus, Y. 1996. Pengaruh Ekstrak Biji *Annona muricata* L. Terhadap Indeks Nutrisi, Kelulushidupan, Pertumbuhan dan Perkembangan Larva Heliothis (Helicoverpa) Armigera Hubner. *Tesis*. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Yusnita. 2003. *Kultur Jaringan Cara Perbanyak Tanaman Secara Efisien*. Jakarta: Agromedia Pustaka
- Yuswindasari, C. O. 2010. Kajian Penggunaan Berbagai Konsentrasi BA dan NAA terhadap Pembentukan Tunas Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) pada Kultur *In Vitro*. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Negeri Sebelas Maret
- Yuwono, T. 2006. *Bioteknologi Pertanian*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Zhang, X., S. Liu, Y. B and Su, H. Y. 2011. Auxin-Cytokinin Interaction Regulates Meristem Development. *Molecular Plant*. 4 (4)
- Zulkarnain. 2009. *Kultur Jaringan Tanaman*. Jakarta: Bumi Aksara

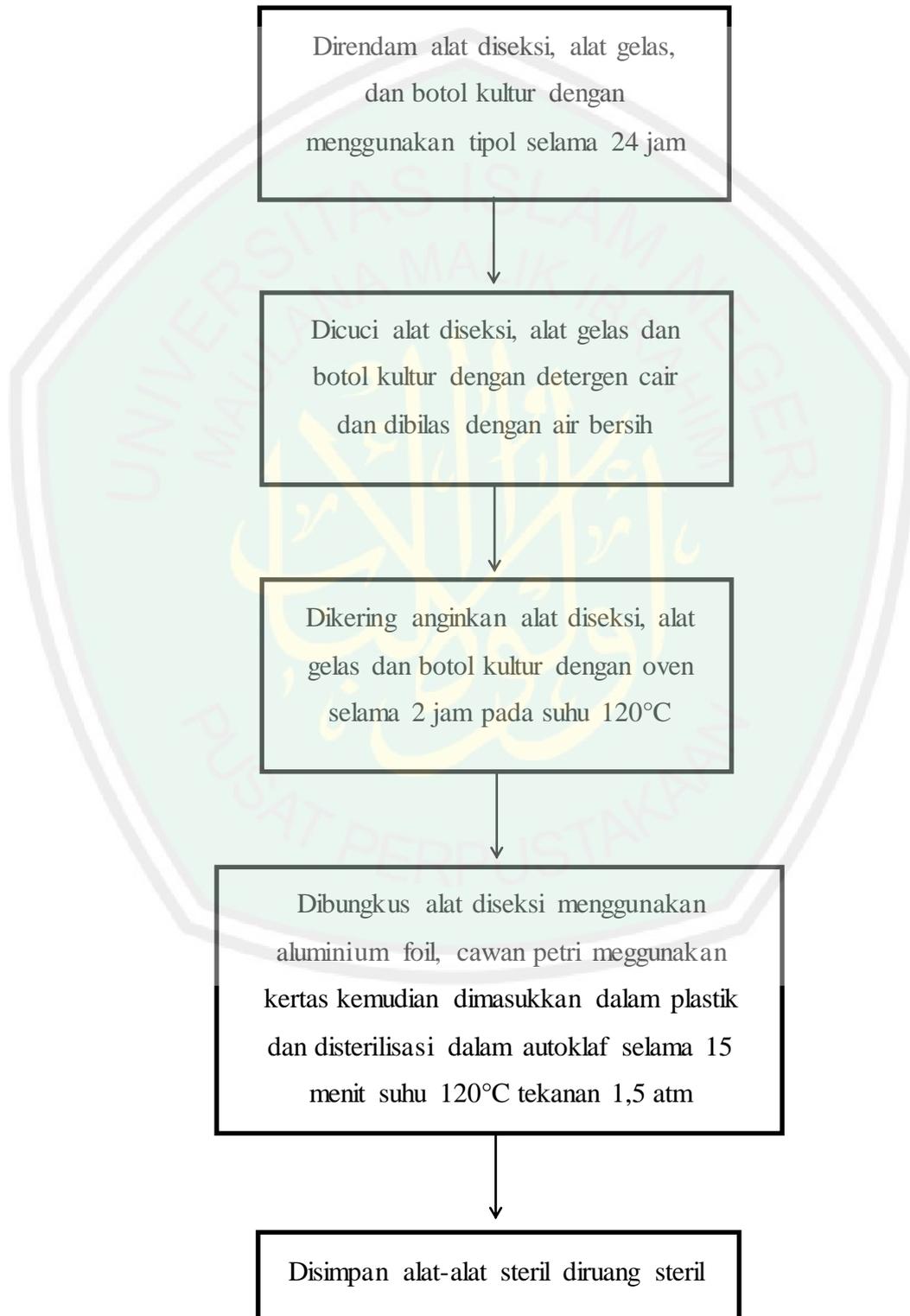
## LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja Penelitian

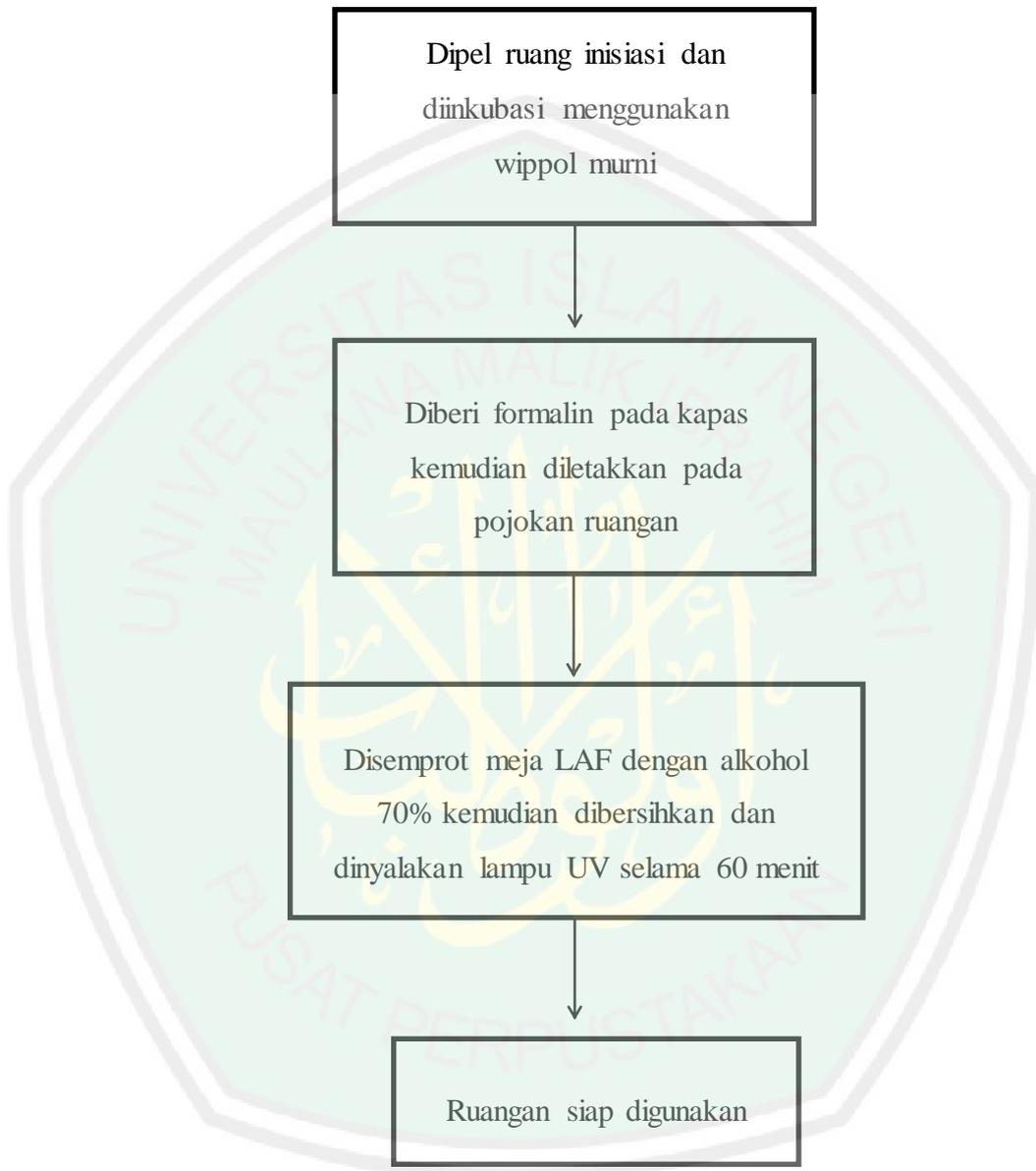


## Lampiran 2. Skema Kerja Tahapan Sterilisasi

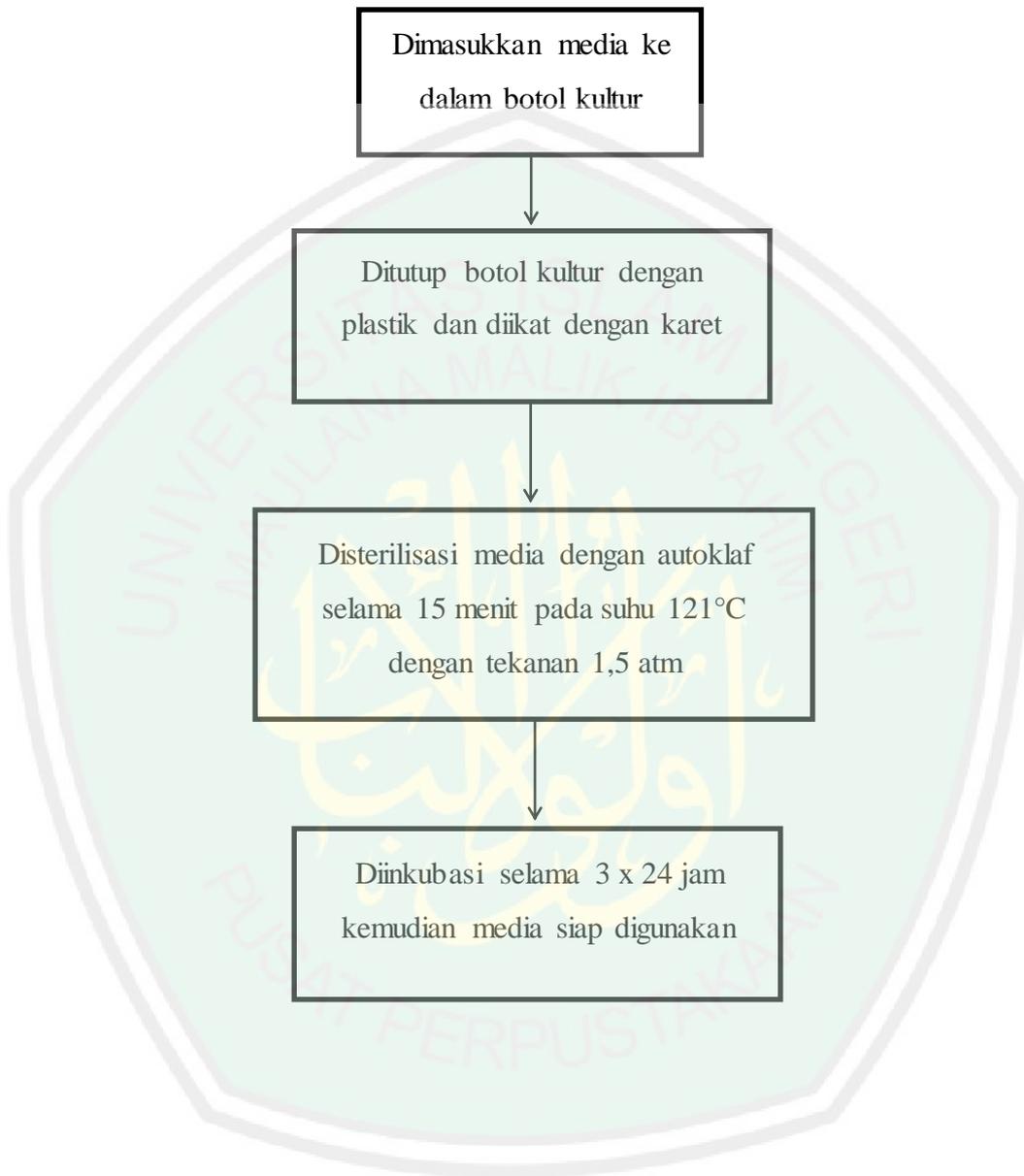
### 1. Sterilisasi Alat



## 2. Sterilisasi Ruang Tanam



### 3. Sterilisasi Media



**Lampiran 3.** Tabel Komposisi Media Murashige & Skoog (MS)

Stok	Senyawa	Per liter Stok	Pemakaian	
			Stok	Per liter Medium
A	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	82,500 g	20,00 mL	1.650,000 mg
B	KNO <sub>3</sub>	95,000 g	20,00 mL	1.900,000 mg
C	KH <sub>2</sub> PO <sub>3</sub>	34,000 g	5,00 mL	170,000 mg
	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	1,240 g		6,200 mg
	KI	0,166 g		0,830 mg
	NaMoO <sub>4</sub> . 2H <sub>2</sub> O	0,050 g		0,250 mg
	CoCl <sub>2</sub> . 6H <sub>2</sub> O	0,005 g		0,025 mg
	CaCl <sub>2</sub> . 2H <sub>2</sub> O	88,000 g	5,00 mL	440,000 mg
D	MgSO <sub>4</sub> . 2H <sub>2</sub> O	74,000 g	5,00 mL	370,000 mg
	MnSO <sub>4</sub> . 4H <sub>2</sub> O	4,460 g		22,300 mg
E	ZnSO <sub>4</sub> . 4H <sub>2</sub> O	1,720 g		8,600 mg
	CuSO <sub>4</sub> . 5H <sub>2</sub> O	0,005 g		0,025 mg
	NaEDTA	7,460 g	5,00 mL	37,300 mg
	FeSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O	5,560 g		27,800 mg
	<i>Myo</i> -inositol	10,000 g	10,000 mL	100,000 mg
	Glasin	0,200 g		2,000 mg
	Niasi	0,050 g		0,500 mg
	Piridoksin-HCl	0,050 g		0,500 mg
	Tiamin-HCl	0,010 g		0,100 mg
	Sukrosa			
	Agar			

**Lampiran 4.** Tabel Hasil Pengamatan

1. Data Pengamatan Hari Munculnya Tunas

N0	PERLAKUAN	ULANGAN			JUMLAH	RATA2
		1	2	3		
1	N0B0	19	17	20	56	18,66
2	N0B1	16	14	13	43	14,33
3	N0B2	15	13	15	43	14,33
4	N0B3	7	10	13	30	10
5	N0B4	10	9	18	37	12,33
6	N1B0	10	13	10	33	11
7	N1B1	16	10	10	36	12
8	N1B2	8	8	12	28	9,33
9	N1B3	13	11	11	35	11,66
10	N1B4	9	11	10	30	10
11	N2B0	14	19	14	47	15,66
12	N2B1	11	14	11	36	12
13	N2B2	5	13	12	30	10
14	N2B3	9	10	9	28	9,33
15	N2B4	5	5	6	16	5,33
16	N3B0	11	9	10	30	10
17	N3B1	5	8	11	24	8
18	N3B2	6	11	11	28	9,33
19	N3B3	5	9	10	24	8
20	N3B4	9	9	12	30	10
21	N4B0	11	10	15	36	12
22	N4B1	10	11	16	37	12,33
23	N4B2	10	11	12	33	11
24	N4B3	17	13	17	47	15,66
25	N4B4	9	10	9	28	9,333

## 2. Data Pengamatan Rata-rata Jumlah Tunas

N0	PERLAKUAN	ULANGAN			JUMLAH	RATA2
		1	2	3		
1	N0B0	1	1	1	3	1
2	N0B1	1	1	1	3	1
3	N0B2	1	1	1	3	1
4	N0B3	2	1	1	4	1,33
5	N0B4	1	1	1	3	1
6	N1B0	1	1	1	3	1
7	N1B1	1	1	1	3	1
8	N1B2	1	2	2	5	1,66
9	N1B3	1	1	1	3	1
10	N1B4	1	1	1	3	1
11	N2B0	1	2	1	4	1,33
12	N2B1	1	1	1	3	1
13	N2B2	1	2	1	4	1,33
14	N2B3	1	1	2	4	1,33
15	N2B4	3	2	1	6	2
16	N3B0	1	1	1	3	1
17	N3B1	1	1	2	4	1,33
18	N3B2	2	2	1	5	1,66
19	N3B3	1	1	2	4	1,33
20	N3B4	2	1	1	4	1,33
21	N4B0	1	2	1	4	1,33
22	N4B1	1	2	1	4	1,33
23	N4B2	1	1	1	3	1
24	N4B3	1	1	1	3	1
25	N4B4	2	1	1	4	1,33

## 3. Data Pengamatan Rata-rata Tinggi Tunas

N0	PERLAKUAN	ULANGAN			JUMLAH	RATA2
		1	2	3		
1	N0B0	0,87	0,67	0,78	2,32	0,77
2	N0B1	0,78	0,58	0,98	2,34	0,78
3	N0B2	0,85	1,13	0,78	2,76	0,92
4	N0B3	0,88	0,61	0,75	2,24	0,74
5	N0B4	0,70	0,55	0,52	1,77	0,59
6	N1B0	2,08	1,61	0,59	4,28	1,42
7	N1B1	1,21	1,58	2,08	4,87	1,62
8	N1B2	1,39	1,84	1,38	4,61	1,53
9	N1B3	0,92	1,51	0,98	3,41	1,13
10	N1B4	1,20	1,13	2,34	4,67	1,55
11	N2B0	1,74	1,25	0,58	3,57	1,19
12	N2B1	1,63	1,41	1,65	4,69	1,56
13	N2B2	1,86	2,19	2,06	6,11	2,03
14	N2B3	0,99	0,92	1,08	2,99	0,99
15	N2B4	1,95	1,23	1,33	4,51	1,50
16	N3B0	1,18	2,90	0,60	4,68	1,56
17	N3B1	1,79	0,84	1,37	4,00	1,33
18	N3B2	1,43	1,17	1,42	4,02	1,34
19	N3B3	2,14	1,40	1,36	4,90	1,63
20	N3B4	2,88	1,26	3,82	7,96	2,65
21	N4B0	1,55	1,77	0,84	4,16	1,38
22	N4B1	1,33	1,52	2,20	5,05	1,68
23	N4B2	1,12	0,93	1,06	3,11	1,03
24	N4B3	1,37	2,30	1,99	5,66	1,88
25	N4B4	1,85	1,94	1,91	5,70	1,90

## 4. Data Pengamatan Rata-rata Jumlah Daun Pada Tunas

NO	PERLAKUAN	ULANGAN			JUMLAH	RATA2
		1	2	3		
1	N0B0	2	1	1	4	1,33
2	N0B1	2	2	1	5	1,66
3	N0B2	1	1	1	3	1
4	N0B3	2	2	1	5	1,66
5	N0B4	1	1	1	3	1
6	N1B0	2	1	1	4	1,33
7	N1B1	2	1	1	4	1,33
8	N1B2	2	4	2	8	2,66
9	N1B3	1	2	1	4	1,33
10	N1B4	3	1	3	7	2,33
11	N2B0	3	3	1	7	2,33
12	N2B1	2	3	2	7	2,33
13	N2B2	2	2	1	5	1,66
14	N2B3	1	2	3	6	2,00
15	N2B4	3	2	2	7	2,33
16	N3B0	2	4	1	7	2,33
17	N3B1	2	3	3	8	2,66
18	N3B2	3	1	3	7	2,33
19	N3B3	2	3	2	7	2,33
20	N3B4	4	3	4	11	3,66
21	N4B0	2	2	1	5	1,66
22	N4B1	2	3	2	7	2,33
23	N4B2	3	3	2	8	2,66
24	N4B3	2	4	2	8	2,66
25	N4B4	3	2	3	8	2,66

### Lampiran 5. Analisis Data Perhitungan ANAVA

1. A. Hasil ANAVA Hari Muncul Tunas pada Induksi Tunas Aksilar Sirsak (*Annona Muricata L.*) Secara *In Vitro*

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: HASIL

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	588,000 <sup>a</sup>	24	24,500	4,214	,000
Intercept	9520,333	1	9520,333	1637,672	,000
BAP	133,067	4	33,267	5,722	,001
NAA	201,733	4	50,433	8,675	,000
NAA * BAP	253,200	16	15,825	2,722	,004
Error	290,667	50	5,813		
Total	10399,000	75			
Corrected Total	878,667	74			

a. R Squared = ,659 (Adjusted R Squared = ,510)

- B. Hasil ANAVA Jumlah Tunas pada Induksi Tunas Aksilar Sirsak (*Annona Muricata L.*) Secara *In Vitro*

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: HASIL

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5,147 <sup>a</sup>	24	,214	1,072	,405
Intercept	112,853	1	112,853	564,267	,000
BAP	,613	4	,153	,767	,552
NAA	1,147	4	,287	1,433	,237
NAA * BAP	3,387	16	,212	1,058	,417
Error	10,000	50	,200		
Total	128,000	75			
Corrected Total	15,147	74			

a. R Squared = ,340 (Adjusted R Squared = ,023)

C. Hasil ANAVA Tinggi Tunas pada Induksi Tunas Aksilar Sirsak (*Annona Muricata L.*) Secara *In Vitro*

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: HASIL

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	14,406 <sup>a</sup>	24	,600	3,439	,000
Intercept	158,181	1	158,181	906,391	,000
BAP	1,687	4	,422	2,417	,061
NAA	5,634	4	1,409	8,071	,000
NAA * BAP	7,084	16	,443	2,537	,006
Error	8,726	50	,175		
Total	181,313	75			
Corrected Total	23,132	74			

a. R Squared = ,618 (Adjusted R Squared = ,434)

D. Hasil ANAVA Jumlah Daun pada Induksi Tunas Aksilar Sirsak (*Annona Muricata L.*) Secara *In Vitro*

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: HASIL

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	34,613 <sup>a</sup>	24	1,442	2,638	,002
Intercept	308,053	1	308,053	563,512	,000
BAP	1,147	4	,287	,524	,718
NAA	11,547	4	2,887	5,280	,001
NAA * BAP	21,920	16	1,370	2,506	,007
Error	27,333	50	,547		
Total	370,000	75			
Corrected Total	61,947	74			

a. R Squared = ,533 (Adjusted R Squared = ,309)

2. A. Hasil Uji DMRT 5% Hari Muncul Tunas pada Induksi Tunas Aksilar Sirsak (*Annona Muricata* L.) Secara *In Vitro*

Pengaruh Konsentrasi NAA terhadap Hari Muncul Tunas (HST)

**HASIL**

Duncan

NAA	N	Subset		
		1	2	3
NAA 0.75 mg/l	15	9,0667		
NAA 0.5 mg/l	15	10,4667	10,4667	
NAA 0.25 mg/l	15	10,8000	10,8000	
NAA 1 mg/l	15		12,0667	
NAA 0 mg/l	15			13,9333
Sig.		,068	,091	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 5,813.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000.

b. Alpha = ,05.

Pengaruh Konsentrasi BAP terhadap Hari Muncul Tunas (HST)

**HASIL**

Duncan

BAP	N	Subset		
		1	2	3
BAP 2 mg/l	15	9,4000		
BAP 1 mg/l	15	10,8000	10,8000	
BAP 1.5 mg/l	15	10,9333	10,9333	
BAP 0.5 mg/l	15		11,7333	11,7333
BAP 0 mg/l	15			13,4667
Sig.		,106	,324	,055

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 5,813.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000.

b. Alpha = ,05.

## Pengaruh Interaksi NAA dan BAP terhadap Hari Muncul Tunas (HST)

**HASIL**

Duncan

NAA_BAP	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
N2B4	3	5,3333				
N3B1	3	8,0000	8,0000			
N3B3	3	8,0000	8,0000			
N1B2	3	9,3333	9,3333			
N2B3	3	9,3333	9,3333			
N3B2	3	9,3333	9,3333			
N4B4	3	9,3333	9,3333			
N0B3	3	10,0000	10,0000	10,0000		
N1B4	3	10,0000	10,0000	10,0000		
N2B2	3	10,0000	10,0000	10,0000		
N3B0	3	10,0000	10,0000	10,0000		
N3B4	3	10,0000	10,0000	10,0000		
N1B0	3		11,0000	11,0000	11,0000	
N4B2	3		11,0000	11,0000	11,0000	
N1B3	3		11,6667	11,6667	11,6667	
N1B1	3		12,0000	12,0000	12,0000	
N2B1	3		12,0000	12,0000	12,0000	
N4B0	3		12,0000	12,0000	12,0000	
N0B4	3		12,3333	12,3333	12,3333	
N4B1	3		12,3333	12,3333	12,3333	
N0B1	3			14,3333	14,3333	14,3333
N0B2	3			14,3333	14,3333	14,3333
N2B0	3				15,6667	15,6667
N4B3	3				15,6667	15,6667
N0B0	3					18,6667
Sig.		,052	,077	,075	,052	,053

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

B. Hasil Uji DMRT 5% Tinggi Tunas pada Induksi Tunas Aksilar Sirsak (*Annona Muricata L.*) Secara *In Vitro*

Pengaruh konsentrasi NAA terhadap Tinggi Tunas (cm)

**HASIL**

Duncan

NAA	N	Subset	
		1	2
NAA 0 mg/l	15	,9173	
NAA 0.25 mg/l	15		1,5000
NAA 0.5 mg/l	15		1,5773
NAA 1 mg/l	15		1,5787
NAA 0.75 mg/l	15		1,6880
Sig.		1,000	,269

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,175.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000.
- b. Alpha = ,05.

## Pengaruh Interaksi NAA dan BAP terhadap Tinggi Tunas (cm)

**HASIL**

Duncan

NAA_BAP	N	Subset for alpha = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
N0B4	3	,5900						
N0B3	3	,7467	,7467					
N0B0	3	,7733	,7733					
N0B2	3	,9133	,9133	,9133				
N2B3	3	,9967	,9967	,9967	,9967			
N4B2	3	1,0367	1,0367	1,0367	1,0367			
N1B3	3	1,1367	1,1367	1,1367	1,1367	1,1367		
N2B0	3	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900		
N3B1	3	1,3333	1,3333	1,3333	1,3333	1,3333	1,3333	
N3B2	3	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	
N4B0	3	1,3867	1,3867	1,3867	1,3867	1,3867	1,3867	
N1B2	3		1,5367	1,5367	1,5367	1,5367	1,5367	1,5367
N1B4	3		1,5567	1,5567	1,5567	1,5567	1,5567	1,5567
N0B1	3		1,5633	1,5633	1,5633	1,5633	1,5633	1,5633
N2B1	3		1,5633	1,5633	1,5633	1,5633	1,5633	1,5633
N1B1	3			1,6233	1,6233	1,6233	1,6233	1,6233
N3B3	3			1,6333	1,6333	1,6333	1,6333	1,6333
N1B0	3			1,6467	1,6467	1,6467	1,6467	1,6467
N4B1	3			1,6833	1,6833	1,6833	1,6833	1,6833
N3B0	3				1,8133	1,8133	1,8133	1,8133
N4B3	3					1,8867	1,8867	1,8867
N4B4	3					1,9000	1,9000	1,9000
N2B2	3						2,0367	2,0367
N2B4	3						2,1000	2,1000
N3B4	3							2,3200
Sig.		,054	,052	,068	,053	,071	,070	,062

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

C. Hasil Uji DMRT 5% Jumlah Daun pada Induksi Tunas Aksilar Sirsak (*Annona Muricata L.*) Secara *In Vitro*

Pengaruh NAA terhadap Jumlah Daun pada Tunas (Helai)

**HASIL**

Duncan

NAA	N	Subset		
		1	2	3
NAA 0.25 mg/l	15	1,5333		
NAA 0 mg/l	15	1,6000	1,6000	
NAA 0.5 mg/l	15		2,1333	2,1333
NAA 0.75 mg/l	15			2,4000
NAA 1 mg/l	15			2,4667
Sig.		,806	,054	,251

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,547.

- Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000.
- Alpha = ,05.

Pengaruh Interaksi NAA dan BAP terhadap Jumlah Daun pada Tunas (Helai)  
**HASIL**

Duncan

NAA_BAP	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
N0B4	3	1,0000			
N1B4	3	1,0000			
N3B2	3	1,0000			
N0B0	3	1,3333	1,3333		
N1B0	3	1,3333	1,3333		
N1B1	3	1,3333	1,3333		
N1B3	3	1,3333	1,3333		
N0B1	3	1,6667	1,6667	1,6667	
N0B3	3	1,6667	1,6667	1,6667	
N2B2	3	1,6667	1,6667	1,6667	
N4B0	3	1,6667	1,6667	1,6667	
N2B3	3	2,0000	2,0000	2,0000	
N0B2	3	2,3333	2,3333	2,3333	2,3333
N2B0	3	2,3333	2,3333	2,3333	2,3333
N2B1	3	2,3333	2,3333	2,3333	2,3333
N2B4	3	2,3333	2,3333	2,3333	2,3333
N3B0	3	2,3333	2,3333	2,3333	2,3333
N3B3	3	2,3333	2,3333	2,3333	2,3333
N4B1	3	2,3333	2,3333	2,3333	2,3333
N1B2	3		2,6667	2,6667	2,6667
N3B1	3		2,6667	2,6667	2,6667
N4B3	3		2,6667	2,6667	2,6667
N4B4	3		2,6667	2,6667	2,6667
N4B2	3			3,0000	3,0000
N3B4	3				3,6667
Sig.		,077	,077	,075	,072

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

**Lampiran 6.** Perhitungan Pengambilan Larutan Stok

## 1. Perlakuan Pemberian BAP (Stok BAP 100 ppm)

a. Konsentrasi 0,5 mg/l

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

$$100 \times V1 = 0,5 \times 60$$

$$V1 = 0,3 \text{ ml}$$

c. Konsentrasi 1,5 mg/l

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

$$100 \times V1 = 1,5 \times 60$$

$$V1 = 0,9 \text{ ml}$$

b. Konsentrasi 1mg/l

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

$$100 \times V1 = 1 \times 60$$

$$V1 = 0,6 \text{ ml}$$

d. Konsentrasi 2 mg/l

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

$$100 \times V1 = 2 \times 60$$

$$V1 = 1,2 \text{ ml}$$

## 2. Perlakuan Pemberian NAA (Stok NAA 100 ppm)

a. Konsentrasi 0,25 mg/l

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

$$100 \times V1 = 0,25 \times 60$$

$$V1 = 0,15 \text{ ml}$$

c. Konsentrasi 0,75 mg/l

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

$$100 \times V1 = 0,75 \times 60$$

$$V1 = 0,45 \text{ ml}$$

b. Konsentrasi 0,5 mg/l

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

$$100 \times V1 = 0,5 \times 60$$

$$V1 = 0,3 \text{ ml}$$

d. Konsentrasi 1 mg/l

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

$$100 \times V1 = 1 \times 60$$

$$V1 = 0,6 \text{ mg/l}$$

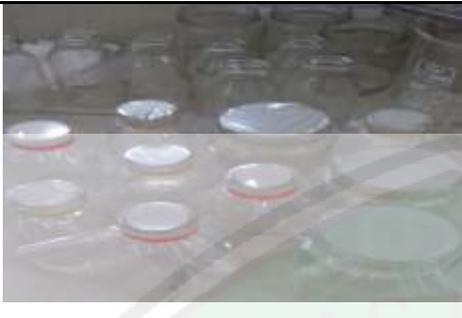
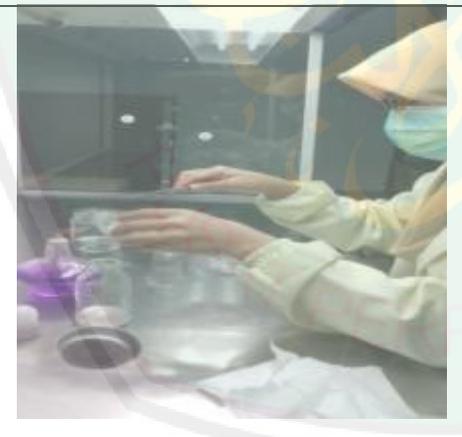
**Lampiran 7.** Gambar Alat-alat dan Bahan-bahan yang digunakan dalam Penelitian

 <p>Timbangan analitik</p>	 <p>Autoklaf</p>
 <p>Oven</p>	 <p>Kompur dan panci pemanas</p>
 <p>Refregenerator</p>	 <p>LAF (<i>Laminar Air Flow</i>)</p>

		
<p>pH meter</p>	<p>Caliper</p>	<p>Hotplate</p>
 <p>Media MS, gula, agar, NaOH, HCl, BAP dan NAA</p>		 <p>Cawan petri, tissue, bayclin (clorox), bunsen, korek api, dan alat-alat diseksi</p>
 <p>Alkohol 70%, spiritus, dan alkohol 96%</p>		 <p>Sunlight, bakterisida, dan fungisida</p>



**Lampiran 8. Foto Kegiatan Penelitian**

	Pembuatan media kultur
	Tanaman sirsak yang akan digunakan sebagai eksplan
	Proses inisiasi tanaman sirsak
	Hasil inisiasi tanaman sirsak

## Lampiran 9. Bukti Konsultasi



**KEMENTERIAN AGAMA RI**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
**JURUSAN BIOLOGI**  
 Jalan Gajayana No. 50 Telp (0341) 558933, Fax. (0341) 558933

**KARTU KONSULTASI SKRIPSI**

Nama : Dian Mayasari  
 NIM : 13620004  
 Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/ Biologi  
 Judul Skripsi : Induksi Tunas Aksilar Sirsak (*Annona muricata* L.) dengan Penambahan NAA (*Naphthalene Acetic Acid*) dan BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) secara *in vitro*  
 Dosen pembimbing Biologi : Ruri Siti Resmisari, M.Si

No	Tanggal	Uraian Konsultasi	Tanda tangan
1.	22 Mei 2017	Konsultasi Judul Skripsi	
2.	29 Mei 2017	Konsultasi BAB I	
3.	5 Juni 2017	Revisi BAB I	
4.	10 Juli 2017	Konsultasi BAB II dan BAB III	
5.	17 Juli 2017	Revisi BAB II dan III	
6.	20 Juli 2017	ACC BAB I, II, dan III	
7.	11 Desember 2017	Konsultasi Data	
8.	13 Januari 2018	Konsultasi BAB IV dan BAB V	
9.	22 Januari 2018	Revisi BAB IV dan BAB V	
10.	29 Januari 2018	Konsultasi BAB I, II, III, IV dan V	
11.	5 Maret 2018	ACC Naskah Keseluruhan	

Malang, 5 Maret 2018

Pembimbing Skripsi

**Ruri Siti Resmisari, M.Si**

NIP. 19790123 20160801 2 063

Ketua Jurusan Biologi



**Romauli, M.Si D.Sc**

NIP. 19810201 200901 01



KEMENTERIAN AGAMA RI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
JURUSAN BIOLOGI  
Jalan Gajayana No. 50 Telp. (0341) 558933, Fax. (0341) 558933

**KARTU KONSULTASI AGAMA**

Nama : Dian Mayasari  
NIM : 13620004  
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/ Biologi  
Judul Skripsi : Induksi Tunas Aksilar Sirsak (*Annona muricata* L.)  
dengan Penambahan NAA (*Naphthalene Acetic Acid*)  
dan BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) secara *In Vitro*  
Dosen pembimbing Agama : M. Mukhlis Fahrudin M.S.I

No	Tanggal	Uraian Konsultasi	Tanda tangan
1.	31 Juli 2017	Konsultasi BAB I dan BAB II	
2.	03 Agustus 2017	Revisi BAB I dan BAB II	
3.	26 Desember 2017	Konsultasi BAB III dan BAB IV	
4.	04 Januari 2018	Revisi BAB III dan BAB IV	
5.	28 Februari 2018	ACC Naskah Keseluruhan	

Malang, 5 Maret 2018

Pembimbing Agama

M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I  
NIPT. 2014 020 11409

KEMENTERIAN AGAMA RI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
JURUSAN BIOLOGI  
  
Komang M. Si D. Si  
NIP. 19810201 200901 019