

PENGARUH KOMBINASI NAA (*Naphtalene Acetic Acid*) DAN BAP (*Benzil Amino Purine*) TERHADAP INDUKSI TUNAS AKSILAR TANAMAN BALSAM (*Polygala paniculata* L). SECARA *IN VITRO*

SKRIPSI

Oleh:

KIKY WIDYASTUTI

NIM. 12620038



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2017**

PENGARUH KOMBINASI NAA (*Naphtalene Acetic Acid*) DAN BAP (*Benzil Amino Purine*) TERHADAP INDUKSI TUNAS AKSILAR TANAMAN BALSAM (*Polygala paniculata* L). SECARA *IN VITRO*

SKRIPSI

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

Oleh :

KIKY WIDYASTUTI

NIM. 12620038

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2017**

PENGARUH KOMBINASI NAA (*Naphtalene Acetic Acid*) DAN BAP (*Benzil Amino Purine*) TERHADAP INDUKSI TUNAS AKSILAR TANAMAN BALSAM (*Polygala paniculata* L). SECARA *IN VITRO*

SKRIPSI

Oleh:

KIKY WIDYASTUTI

NIM. 12620038

Telah Diperiksa Dan Disetujui Untuk Diuji

Tanggal: 21 Desember 2016

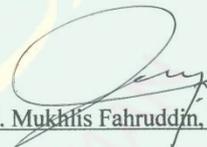
Pembimbing I



Ruri Siti Resmisari, M.Si

NIPT. 201402012432

Pembimbing II



M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I

NIPT. 201402011409

Mengetahui

Ketua jurusan Biologi



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P

NIP. 197410182003122002

PENGARUH KOMBINASI NAA (*Naphtalene Acetic Acid*) DAN BAP (*Benzil Amino Purine*) TERHADAP INDUKSI TUNAS AKSILAR TANAMAN BALSAM (*Polygala paniculata* L). SECARA *IN VITRO*

SKRIPSI

Oleh:
KIKY WIDYASTUTI
NIM. 12620038

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Tanggal 03 Januari 2017

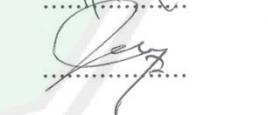
Susunan Dewan Penguji

1. Penguji Utama : Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 197410182003122002
2. Ketua : Suyono, M.P
NIP. 19710622 200312 1 002
3. Sekertaris : Ruri Siti Resmisari, M.Si
NIPT. 201402012432
4. Anggota : M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I
NIPT. 201402011409

Tanda Tangan


.....

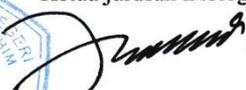
.....

.....

.....

Mengetahui dan Mengesahkan

Ketua jurusan Biologi




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

**SURAT PERNYATAAN
ORISINILITAS PENELITIAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Kiky Widyastuti

NIM : 12620038

Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/ Biologi

Judul Penelitian : Pengaruh Kombinasi NAA (*Naphtalene Acetic Acid*) dan BAP (*Benzil Amino Purine*) Terhadap Induksi Tunas Aksilar Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L). Secara *In Vitro*

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur penjiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 3 Januari 2017

Yang Membuat Pernyataan



Kiky Widyastuti

NIM. 12620038

MOTTO

**“Jika Anda Selalu Mengatakan TIDAK BISA, Anda Akan Gagal
Sebelum Mencoba”**

**“Sesungguhnya Tidak Ada Usaha Yang Sia-Sia, Bahkan Jika Hari Ini Kita
Gagal”**



HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah.. puji syukur saya persembahkan kepada Mu Ya Allah, atas segala nikmat yang tiada hentinya yang Engkau limpahkan kepada hamba Mu ini.

Shalawat serta salam semoga tetap terlimpahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW.

Skripsi ini ku persembahkan kepada:

Kedua orang tuaku tercinta, Ibu Sulis Lani dan Bapak Suyono yang selalu memberikan do'a, dukungan, dan semangatnya untuk dapat menyelesaikan skripsi.

Adikku tercinta Khustiyan Endy Agustiawan yang selalu mendukung dan memberi semangat dan tawa.

Mbah ku tercinta, Mbah Kalil, H.Asnan, Hj.Tarmani, Hj. Misnah yang selalu memberi do'a dan dukungan.

Mas Ridwan Fauzi yang selalu menemani selama di malang dan membantu dalam proses pembuatan skripsi, juga selalu memberi motivasi untuk segera menyelesaikan skripsi.

Teman seperjuangan ku Novita, Ifa, Rahman yang membantu proses penelitian.

Juga Imaniah, Mike, Lilis Fikriya yang telah membantu proses penelitian, dan teman-teman jurusan Biologi 12 yang tak bisa ku tulis satu persatu.

Sahabatku tercinta Elysia, Fyna, Bella yang sudah membantu, memotivasi dan menemaniku selama menyelesaikan skripsi.

Dan semua pihak yang sudah membantu tak dapat kusebutkan satu persatu. Terima kasih atas bantuan dan doanya

KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Segala puji bagi Allah SWT karena atas rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi sebagai salah satu syarat untuk 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 khususnya kepada:

1. Prof. Dr. H. Mudjia Raharjo, M.Si, selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang, yang telah banyak memberikan pengetahuan dan pengalaman yang berharga.
2. Dr. drh. Hj. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, MP selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ruri Siti Resmisari, M.Si selaku Dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. M Mukhlis Fahrudin, M. S.I selaku Dosen pembimbing integrasi Sains dan Islam yang selalu memberikan bimbingan kepada penulis.
6. Dr. drh. Hj. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si selaku Dosen wali yang telah memberikan banyak saran serta nasehat kepada penulis.
7. Ruri Siti Resmisari, M.Si selaku Ketua Laboratorium atas kesediaanya untuk memberikan izin penelitian di Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
8. Segenap Dosen Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

9. Segenap sivitas akademika Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang, terutama Jurusan Biologi, terima kasih atas segenap ilmu dan bimbinganya.
10. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang senantiasa memberikan doa dan restunya kepada penulis dalam menuntut ilmu.
11. Teman-teman yang kami banggakan, Biologi angkatan 2012 Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
12. Serta semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik berupa materiil maupun moril.

Tiada yang dapat penulis lakukan selain berdo'a semoga Allah SWT memberikan imbalan yang lebih baik. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah khasanah ilmu pengetahuan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 03 Januari 2017

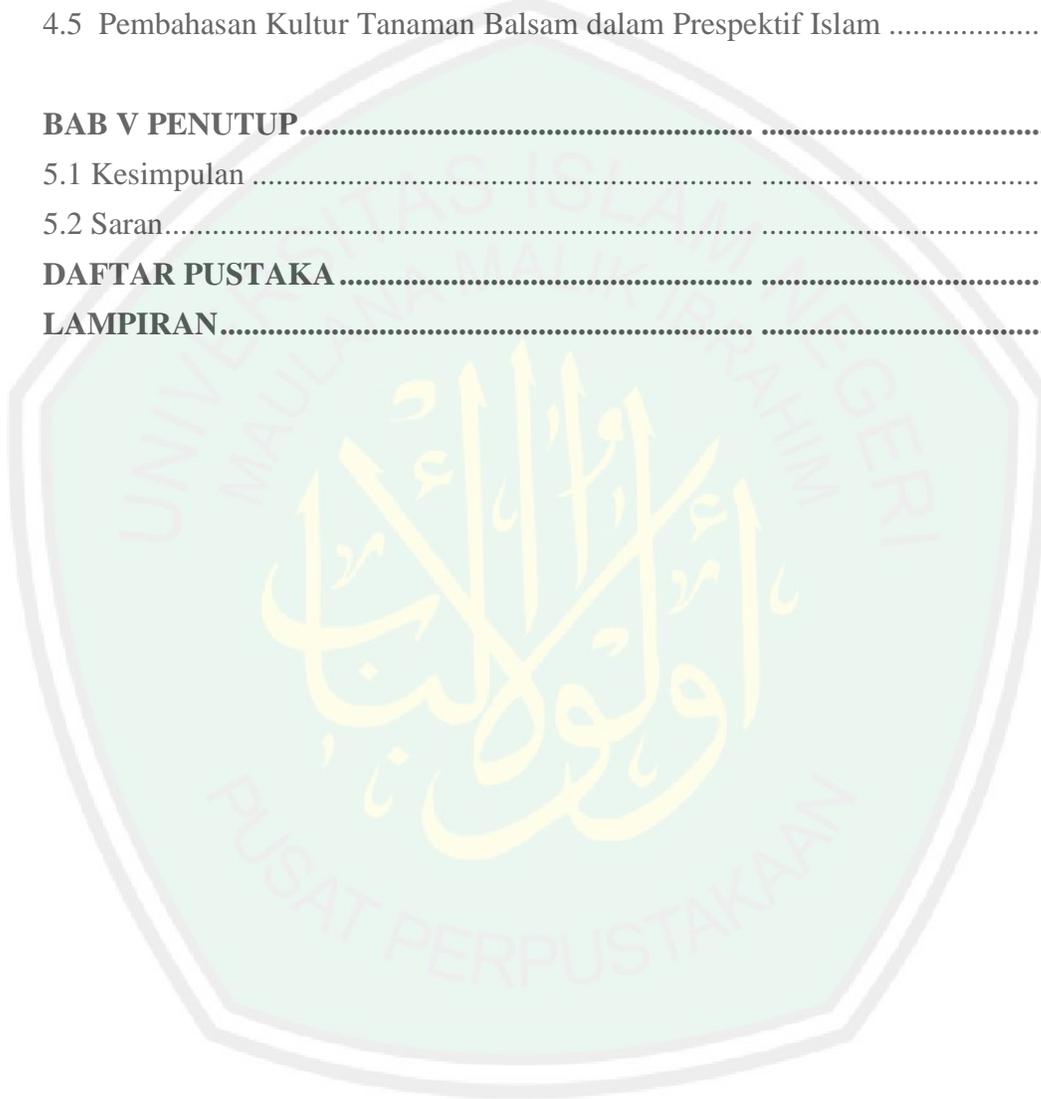
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGAJUAN	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	
HALAMAN MOTTO	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACK	x
الملخص	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan	7
1.4 Hipotesis.....	7
1.5 Manfaat Penelitian	8
1.6 Batasan Masalah.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Tanaman Balsam (<i>Polygala paniculata</i> L.)	9
2.1.1 Tanaman Balsam Dalam Al-Qur'an	9
2.1.2 Deskripsi Tanaman	9
2.1.3 Manfaat Tanaman	12

2.1.4 Kandungan Kimia Tanaman	14
2.2 Kultur <i>In Vitro</i>	15
2.2.1 Pengertian Kultur <i>In Vitro</i>	15
2.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Kultur <i>In Vitro</i> Tumbuhan.....	17
2.3. Penggunaan NAA pada Kultur Jaringan Tumbuhan	22
2.4 Penggunaan BAP pada Kultur Jaringan Tumbuhan.. ..	25
2.5 Interaksi BAP dan NAA pada Kultur Jaringan Tumbuhan.....	28
BAB III METODE PENELITIAN	33
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	33
3.2 Rancangan Penelitian.....	33
3.3 Variabel Penelitian	33
3.4 Alat dan Bahan	34
3.4.1 Alat.....	34
3.4.2 Bahan	34
3.5 Langkah Kerja.....	34
3.5.1 Sterilisasi Alat.....	34
3.5.2 Pembuatan Media MS	35
3.5.3 Pembuatan Media Perlakuan.....	35
3.5.4 Sterilisasi Ruang Tanam	36
3.5.5 Inisiasi.....	36
3.6 Pengamatan	36
3.6.1 Pengamatan Harian	36
3.6.2 Pengamatan Akhir.....	37
3.7 Analisis Data	37
3.7 Skema Kerja Penelitian.....	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Pengaruh Kombinasi BAP dan NAA terhadap Hari Muncul Tunas Aksilar Tanaman Balsam (<i>Polygala paniculata</i> L.) secara <i>In Vitro</i>	39
4.2 Pengaruh Kombinasi BAP dan NAA terhadap Jumlah Tunas Aksilar Tanaman Balsam (<i>Polygala paniculata</i> L.) secara <i>In Vitro</i>	42

4.3 Pengaruh Kombinasi BAP dan NAA terhadap Panjang Tunas Aksilar Tanaman Balsam (<i>Polygala paniculata</i> L.) secara <i>In Vitro</i>	46
4.4 Pengaruh Kombinasi BAP dan NAA terhadap Jumlah Daun Tanaman Balsam (<i>Polygala paniculata</i> L.) secara <i>In Vitro</i>	50
4.5 Pembahasan Kultur Tanaman Balsam dalam Prespektif Islam	56
BAB V PENUTUP	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	68



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Kombinasi Perlakuan NAA dan BAP	33
Tabel 4.1 Pengaruh kombinasi NAA dan BAP terhadap hari munculnya tunas aksilar tanaman balsam (<i>Polygala paniculata</i> L.) secara <i>in vitro</i>	39
Tabel 4.2 Hasil Uji DMRT 5% Pada Hari Muncul Tunas Axilar Tanaman Balsam (<i>Polygala paniculata</i> L.) secara <i>In Vitro</i>	40
Tabel 4.3 Pengaruh Kombinasi BAP dan NAA terhadap Jumlah Tunas Aksilar Tanaman Balsam (<i>Polygala paniculata</i> L.) secara <i>In Vitro</i>	43
Tabel 4.4 Hasil Uji DMRT 5% Pada Jumlah Tunas Axilar Tanaman Balsam (<i>Polygala paniculata</i> L.) secara <i>In Vitro</i>	43
Tabel 4.5 Pengaruh Kombinasi BAP dan NAA terhadap Panjang Tunas Aksilar Tanaman Balsam (<i>Polygala paniculata</i> L.) secara <i>In Vitro</i>	47
Tabel 4.6 Hasil Uji DMRT 5% Pada Panjang Tunas Axilar Tanaman Balsam (<i>Polygala paniculata</i> L.) secara <i>In Vitro</i>	48
Tabel 4.7 Pengaruh Kombinasi BAP dan NAA terhadap Jumlah Daun Tanaman Balsam (<i>Polygala paniculata</i> L.) secara <i>In Vitro</i>	51
Tabel 4.8 Hasil Uji DMRT 5% Pada Jumlah Daun Tanaman Balsam (<i>Polygala paniculata</i> L.) secara <i>In Vitro</i>	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman Balsam (<i>Polygala paniculata</i> L.).....	11
Gambar 2.2 Rumus Bangun NAA (<i>Naphtalena Acetic Acid</i>)	23
Gambar 2.3 Rumus Bangun BAP (<i>Benzil Amino Purin</i>)	26
Gambar 2.4. Interaksi anantara Auksin dan Sitokinin.....	29
Gambar 3.1 Planlet Tanaman Balsam	36
Gambar 4.1 Tunas tanaman Balsam (<i>Polygala paniculata</i> L.) umur 3 hari pada perlakuan NAA 0,1 + BAP 1,0 ppm	42
Gambar 4.2 Eksplan tanaman Balsam (<i>Polygala paniculata</i> L.) yang muncul daun pada hari ke 9 perlakuan NAA 0,1 + BAP 1,0 ppm	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja Penelitian.....	68
Lampiran 2. Tabel Komposisi Media Murashige & Skoog (MS).....	69
Lampiran 3. Perhitungan Pengambilan Larutan Stok	70
Lampiran 4. Tabel Hasil Pengamatan	71
Lampiran 5. Analisis Data Perhitungan ANOVA.....	73
Lampiran 6. Gambar Hasil Induksi Tunas Aksilar Tanaman Balsam (<i>Polygala paniculata</i> L.) Pada Awal dan Akhir Pengamatan	77
Lampiran 7. Gambar Alat-alat dan Bahan-bahan yang Digunakan dalam Penelitian	80
Lampiran 8. Foto Kegiatan Penelitian.....	81
Lampiran 9. Bukti konsultasi	83

ABSTRAK

Kiky Widyastuti. 2016. **Pengaruh Kombinasi NAA (*Naphtalene Acetic Acid*) dan BAP (*Benzil Amino Purine*) Terhadap Induksi Tunas Aksilar Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L). Secara *In Vitro*. Skripsi, Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Ruri Siti Resmisari, M. Si. Pembimbing II: M. Mukhlis Fahrudin, M. S.I**

Kata Kunci : Tunas Aksilar Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L.), BAP (*Benzil Amino Purine*), NAA (*Naphtalene Acetic Acid*)

Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L.) merupakan tanaman yang memiliki banyak manfaat sebagai obat tradisional yaitu sebagai obat batuk, asma, bronkitis, gonorrhoea, rematik dan masih banyak lainnya. Tetapi terdapat permasalahan dalam budidayanya karena tanaman Balsam ini merupakan tanaman musiman, yaitu tumbuh diawal musim hujan. Oleh karena itu, untuk memenuhi ketersediaan bibit maka perlu adanya teknik perbanyak tanaman Balsam. Salah satunya menggunakan teknik pembiakan vegetatif secara kultur jaringan. Faktor keberhasilan kultur jaringan tumbuhan salah satunya adalah adanya zat pengatur tumbuh yang digunakan seperti BAP dan NAA. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kombinasi BAP dan NAA terhadap induksi tunas aksilar *Polygala paniculata* L. secara *In Vitro* dan untuk mengetahui konsentrasi BAP dan NAA yang optimum untuk menginduksi tunas aksilar *Polygala paniculata* L. secara *In Vitro*.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan, Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang pada bulan Agustus - Desember 2016. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor dan menggunakan 3 ulangan. Faktor pertama adalah NAA (0 ppm, 0,05 ppm, 0,1 ppm) sedangkan faktor kedua adalah BAP (0 ppm, 0,1 ppm, 0,5 ppm, 1,0 ppm) sehingga terdapat 12 perlakuan. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) apabila tidak terdapat pengaruh maka tidak dilanjutkan uji lanjut namun apabila terdapat pengaruh yang nyata maka dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan NAA dan BAP memberikan pengaruh nyata terhadap hari muncul tunas aksilar terbaik yaitu 3,33 hari, jumlah tunas 5,33 buah, panjang tunas 18,23 cm dan jumlah daun 10,23 helai. Kombinasi perlakuan NAA 0,1 + BAP 1,0 ppm adalah perlakuan yang paling optimum untuk menginduksi tunas aksilar tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L.).

ABSTRACT

Kiky Widyastuti. 2016. **Effect of Combination NAA (*Naphthalene Acetic Acid*) and BAP (*Benzyl Amino Purine*) To Induction Axilar Shoots Of Balsam Plant (*Polygala paniculata* L.). In Vitro**. Thesis, Department of Biology, Faculty of Science and Technology, The State Islamic University (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor I: Ruri Siti Resmisari, M. Si. Supervisor II: M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I

Keywords: Axillary buds Balsam plant (*Polygala paniculata* L.), NAA (*Naphthalene Acetic Acid*), BAP (*6-Benzyl Amino Purine*)

Balsam plants (*Polygala paniculata* L.) is a plant has many benefits as a traditional medicine that is as a cough medicine, asthma, bronchitis, gonorrhoea, rheumatism and many others. But there is a problem in the cultivation because Balsam plant is a seasonal plant, which grows at the start of the rainy season. Therefore, to meet the availability of seeds it is necessary to propagation techniques Balsam plant. One of them using vegetative propagation techniques in tissue culture. Plant tissue culture success factors one of which is their plant growth regulator used as BAP and NAA. The purpose of this study was to determine the effect of the combination of BAP and NAA to the induction of axillary buds *Polygala paniculata* L. In vitro and to determine the concentration of BAP and NAA are optimum to induce axillary buds *Polygala paniculata* L. In vitro.

The study was conducted at the Laboratory of Plant Tissue Culture, Department of Biology, Faculty of Science and Technology, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang in August - December 2016. This study was an experimental study using a completely randomized design (CRD) with two factors and using 3 replicates. The first factor was NAA (0 ppm, 0.05 ppm, 0.1 ppm), the second factor was BAP (0 ppm, 0.1 ppm, 0.5 ppm, 1.0 ppm), so there are 12 treatment. Data were analyzed using Analysis of Variants (ANOVA). if there is no influence then did not proceed further test but if there are any real effect then continued by Duncan Multiple Range Test (DMRT) 5%.

The results showed that the addition of NAA and BAP provide a real influence on the emerging best axillary buds is 3.33 days, the number of buds 5.33 pieces, shoot length of 18.23 cm and number of leaves 10.23 strands. Combination treatment of NAA 0.1 + 1.0 ppm BAP is the carrying out of the most optimum to induce a axillary buds of Balsam plants (*Polygala paniculata* L.).

مستخلص البحث

ويدياستوتي، كيكي ، 2016، أثر مزج *Naphtalene Acetic Acid* و *Benzil Amino Purine* على نشأة النبتة الأكسيلاري *Polygala paniculata L* إنفطريا . البحث الجامعي . قسم البيولوجيا . كلية علوم والتكنولوجيا . جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانج .
المشرفة الأولى : روري ستي ريسميساري المحستير، والمشرف الثاني : مخلص فخر الدين الماجستير .

الكلمة الرئيسية : الأكسيلاري *Polygala paniculata L* ، *Naphtalene Acetic Acid* ، *Benzil Amino Purine*

Polygala paniculata L نباتي القلقاس من أمريكا، لدى الفوائد الكثيرة للدواء التقليدي منها: لدواء السعال، والربو، والنزلة، ومرض تناسلي، والروماتزم، وغير ذلك. لكن كان مسألة مشتهل لأنّ النباتي موسما فنشأته في أول الشتاء. لذلك لتحقيق وفرة البذرة فيحتاج أن يكتر البلسام، أحد منه استخدام تكاثر الفيغيتايف زراعيًا. عامل نجاح الزراعي النباتي أحد منه مادة ضابط التنمية مستخدم المثل *Naphtalene Acetic Acid* و *Benzil Amino Purine*. أهداف البحث لمعرفة أثر مزج *Naphtalene Acetic Acid* و *Benzil Amino Purine* على نشأة النبتة الأكسيلاري *Polygala paniculata L* إنفطريا ولمعرفة الاكترات الجيد له نشأة النبتة الأكسيلاري إنفطريا.

وقد أحررت الدراسة في مختبر زراعة الأنسجة النباتية، قسم الأحياء، وكانت كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج في أغسطس وسبتمبر 2016. هذه الدراسة دراسة تجريبية باستخدام تصميم كامل العشوائية (*RAL*) مع اثنين من العوامل وباستخدام 3 مكررات. وكان العامل الأول ناه (0) جزء في المليون، 0.05 جزء في المليون، 0.1 جزء في المليون، والعامل الثاني هو خطة عمل بالي (0) جزء في المليون، 0.1 جزء في المليون، 0.5 جزء في المليون، 1.0 جزء في المليون، لذلك هناك 12 معاملة. وقد تم تحليل البيانات باستخدام تحليل المتغيرات (*ANAVA*) إذا لم يكن هناك تأثير ثم لم تشرع مزيد من الاختبارات ولكن إذا كان هناك أي تأثير حقيقي ثم تابع دنكان اختبار المدى المتعدد اختبار (*DMRT*) 5%.

أظهرت النتائج أن إضافة *NAA* و *BAP* توفر لها تأثير حقيقي على الناشئة أفضل *aksilar* أفضل من 3.33 أيام، وعدد من براعم الفاكهة 5،33، 18،23 سم طول الساق وعدد الأوراق خيوط 10.23. الجمع بين العلاج من *NAA* 0.1 + 1.0 جزء في المليون *BAP* هو القيام من أكثر الأمثل لإحداث البراعم الإبطية من النباتات بلسم.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki keanekaragaman hayati yang berlimpah yang dapat dimanfaatkan dalam semua aspek kehidupan manusia, salah satunya adalah tanaman obat yang merupakan bentuk nyata sumber daya hayati tersebut. Tanaman obat banyak dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia sebagai obat tradisional. Hal ini dikarenakan tanaman obat mudah didapatkan, murah, dan tidak ada efek samping bila dikonsumsi. Indonesia memiliki lebih dari 9.609 spesies tanaman yang memiliki khasiat sebagai obat (Wasito, 2008).

Tanaman obat banyak digunakan oleh masyarakat untuk menyembuhkan berbagai penyakit karena khasiatnya. Allah SWT menjelaskan tentang tanaman yang memiliki banyak manfaat ini tersirat dalam al-Quran surat asy-Syu'ara (26):7,

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمَا أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾

Artinya : “dan Apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?” (Asy-Syu'ara/26:7).

Surat asy-Syu'ara ayat 7 di atas ditekankan pada kalimat (زوج كريم)

“tumbuhan-tumbuhan yang baik”, kalimat tersebut menjelaskan bahwa diantara tumbuhan-tumbuhan yang baik itu adalah tanaman obat yang memiliki banyak manfaat. Dalam kitab tafsir as-Shawi dijelaskan pada kalimat (من كل زوج كريم) ini adalah keadaan tumbuhan yang Allah ciptakan di bumi dan tumbuhan itu

mempunyai bermacam-macam manfaat sehingga mendatangkan suatu kebaikan. Salah satu tanaman obat yang saat ini sangat berpotensi untuk dibudidayakan karena manfaatnya yang besar adalah tanaman balsam (*Polygala paniculata* L.)

Pemanfaatan tumbuhan balsam sangat beragam, diantaranya akarnya dikenal mempunyai efek ekspektoran yang dipakai untuk mengobati batuk, asma dan bronkitis. Air rebusan dari balsam digunakan sebagai obat gonorrhoea dan sakit rematik di bagian punggung. Daunnya yang dihaluskan dapat pula digunakan untuk mengobati luka, namun penggunaannya harus dilakukan secara berhati-hati dikarenakan air atau getahnya dapat menyebabkan rasa perih apabila terkena mata (Valkenburg, 2002).

Beberapa penelitian tentang tumbuhan balsam telah dilakukan antara lain bahwa dari akar dan daun tumbuhan balsam telah diisolasi senyawa kumarin, xanthan, dan flavonol, dari hasil uji fitokimia dengan menggunakan pereaksi sianidin test didapatkan bahwa pada batang dan akarnya terkandung senyawa flavonoid (Nadia, 2007). Kemudian menurut (Valkenburg, 2002), menyatakan bahwa banyak diantara jenis-jenis *Polygala* yang akarnya diketahui mengandung saponin. Hasil ekstrak methanol balsam memiliki keefektifan antioksidan (Murwanto dan Santosa. 2012). Menurut penelitian Rijai (2013), menyatakan bahwa herba tumbuhan Balsam berpotensi dalam bidang farmasi yaitu sebagai sumber bahan farmasi seperti bahan obat sitotoksik, antijamur, dan antibakteri.

Prospek tanaman balsam untuk skala besar sangat menjanjikan terlebih Indonesia memiliki ketergantungan yang besar terhadap obat dan bahan baku obat konvensional impor yang nilainya mencapai US\$ 160 juta per tahun, sehingga

perlu dicarikan solusinya dengan produk industri dalam negeri (Prastowo, *et al.*, 2007).

Tumbuhan Balsam merupakan tumbuhan semusim yaitu dari biji lalu tumbuh dan akan mati setelah mencapai dewasa selama 4-5 bulan. Tumbuhan ini berkembang biak dari biji (Rijai, 2013). Tetapi di Indonesia, tanaman balsam mudah terinfeksi oleh hama serangga *Tetranychus cinnabarinus* dan *Brevipalpus obovatus* (Sutomo, 2012). Tanaman ini jarang dibudidayakan, padahal tanaman ini mengandung zat aktif yang berpotensi sebagai obat. Menurut (Sutomo, 2012) Untuk memenuhi kebutuhan simplisianya diduga diperoleh dari tanaman yang tidak jelas budidayanya yang mengakibatkan kualitas beragam serta terkurasnya populasi dihabitatnya.

Perbanyakan secara konvensional tanaman balsam jarang dilakukan, karena masyarakat belum banyak mengetahui tentang tanaman balsam dan manfaat dari tanaman balsam tersebut. Tanaman ini juga merupakan tanaman musiman, dimana pertumbuhannya dimulai pada awal musim hujan (Croat, 1978). Kendala lainnya adalah terhalang oleh kemampuan tanaman untuk menghasilkan bibit baru dalam jumlah yang banyak dan seragam dan ruang lahan. Pengembangan dan peningkatan produksi dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya bibit yang berkualitas (Wattimena, 1986). Sejalan dengan makin berkembangnya ilmu pengetahuan terutama bidang teknologi, kendala-kendala tersebut dapat diatasi antara lain melalui teknik kultur jaringan. Penelitian mengenai kultur tanaman Balsam ini dilakukan untuk melanjutkan penelitian sebelumnya yaitu menginduksi tunas dengan menggunakan eksplan batang

tanaman balsam dengan penambahan hormon IBA dan BAP. Penelitian ini dilanjutkan dengan tujuan untuk memperoleh kombinasi konsentrasi hormon yang optimum untuk menginduksi tunas aksilar tanaman Balsam.

Kultur *in vitro* atau kultur jaringan adalah teknik mengisolasi bagian tanaman (sel, jaringan, dan organ) yang ditumbuhkan tersendiri, dipacu untuk memperbanyak diri dan diregenerasikan kembali menjadi tanaman lengkap dalam kondisi aseptik dengan kondisi ruang kultur yang suhu dan pencahayaannya terkontrol (Wattimena, 1992). Menurut Gunawan (1998), perimbangan konsentrasi dan interaksi antar zat pengatur tumbuh yang diberikan dalam media dan yang diproduksi oleh sel secara endogen akan menentukan arah perkembangan hasil suatu kultur tanaman. Setiap tanaman akan berbeda-beda dalam merespon zat pengatur tumbuh yang diberikan. Oleh karena itu, untuk mempercepat pertumbuhan balsam tidak hanya mengandalkan hormon endogen yang dihasilkan oleh tanaman tersebut, akan tetapi perlu ditambahkan hormon eksogen ke dalam media yang digunakan.

Perimbangan konsentrasi dan interaksi antar zat pengatur tumbuh yang diberikan dalam media dan yang diproduksi oleh sel secara endogen akan menentukan arah perkembangan hasil suatu kultur tanaman. Setiap tanaman akan berbeda-beda dalam merespon zat pengatur tumbuh yang diberikan. Oleh karena itu, untuk mempercepat pertumbuhan tanaman balsam tidak hanya mengandalkan hormon endogen yang dihasilkan oleh tanaman tersebut, akan tetapi perlu ditambahkan hormon eksogen ke dalam media yang digunakan.

Perbanyakan tunas aksilar dilakukan karena dapat menghasilkan tunas lebih banyak dibandingkan dengan tunas apikal. Auksin dan sitokinin berperan dalam pertumbuhan tunas aksilar dan akar lateral. Keseimbangan konsentrasi auksin dan sitokinin yang ditambahkan dalam media mengakibatkan proses fisiologis dalam eksplan dapat berlangsung efektif dalam memacu awal pertumbuhan tunas (Ali dkk, 2007). Kombinasi antara auksin dan sitokinin dapat memberikan respon yang berbeda-beda tergantung dari spesies, macam organ, umur, dan konsentrasi dari hormon tumbuh itu sendiri (Hendaryono dan Wijayanti, 1994). Menurut Gunawan (1995) jika konsentrasi auksin lebih besar dari pada sitokinin maka akar akan tumbuh, dan bila konsentrasi sitokinin lebih besar dibandingkan dengan auksin maka tunas akan tumbuh.

Auksin merupakan salah satu hormon tumbuh yang tidak terlepas dari proses pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman. Auksin dapat memicu pembelahan sel dan juga memicu pertumbuhan tunas. Pengaruh auksin terhadap perkembangan sel menunjukkan adanya indikasi bahwa hormon auksin dapat menaikkan tekanan osmotik, meningkatkan sintesa protein, meningkatkan permeabilitas sel terhadap air, dan melunakkan dinding sel yang diikuti menurunnya tekanan dinding sel sehingga air dapat masuk ke dalam sel yang disertai dengan kenaikan volume sel (Hendaryono, 1994). Salah satu jenis auksin sintetik yang sering digunakan dalam kultur jaringan adalah NAA (*Naphthalene Acetic Acid*) karena mempunyai sifat lebih stabil dan juga lebih efektif dari IAA yang merupakan auksin alami dan juga lebih stabil dari 2,4D (Hendaryono, 1994).

Sementara itu, 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 (isopentenil adenine), kinetin (furfurilamino p pembeurin (kinetin), dan zeatin (Rochmah, 2014). Menurut Kurnianingsih (2009) BAP berperan memacu terjadinya sintesis RNA dan protein pada berbagai jaringan yang selanjutnya dapat mendorong terjadinya pembelahan sel.

Menurut Kurnianingsih (2009), menambahkan BAP merupakan suatu zat pengatur tumbuh sintetik yang tidak mudah dirombak oleh enzim dari tanaman sehingga dapat memacu induksi dan multiplikasi tunas. Menurut Herlina (1997) konsentrasi BAP yang terlalu tinggi akan merusak jaringan sehingga pertumbuhan dan pembentukan buku tunas berkurang serta menghambat pembesaran sel.

Berdasarkan penelitian sebelumnya pada tanaman Tembakau *Nicotiana tabacum* var. pada penelitian Nisak (2012), menyatakan bahwa penambahan kombinasi zat pengatur tumbuh NAA dan BAP berpengaruh terhadap jumlah tunas. Proliferasi tunas tertinggi diperoleh pada perlakuan NAA 1 ppm dan BAP 4 ppm (rata-rata 52,5 tunas/eksplan). Penelitian selanjutnya oleh (Sobardini. Dkk., 2006), yang menyatakan bahwa Penggunaan eksplan mata tunas nilam pada media MS dengan penambahan 1 mg/L BAP dan 0.01 mg/L NAA menghasilkan rata-rata jumlah tunas tertinggi mencapai 61 buah tunas per eksplan., sedangkan penggunaan eksplan pucuk pada media MS dengan penambahan 1 mg/L BAP dan 0.01 mg/L NAA menghasilkan rata-rata jumlah tunas tertinggi mencapai 19.67 buah tunas per eksplan.

Berdasarkan pemaparan di atas maka penelitian tentang Pengaruh Kombinasi NAA (*Naphtalene Acetic Acid*) dan BAP (*Benzil Amino Purine*) Terhadap Induksi Tunas Aksilar Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L). Secara *In Vitro* ini penting untuk dilaksanakan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini dipaparkan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh kombinasi BAP dan NAA terhadap induksi tunas aksilar *Polygala paniculata* L. secara *In Vitro*?
2. Berapa konsentrasi BAP dan NAA yang optimum untuk menginduksi tunas aksilar *Polygala paniculata* L. secara *In Vitro*?

1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini dipaparkan sebagai berikut:

- 1 Mengetahui pengaruh kombinasi BAP dan NAA terhadap induksi tunas aksilar *Polygala paniculata* L. secara *In Vitro*.
2. Mengetahui konsentrasi BAP dan NAA yang optimum untuk menginduksi tunas aksilar *Polygala paniculata* L. secara *In Vitro*.

1.4 Hipotesis

Tujuan dalam penelitian ini dipaparkan sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh kombinasi BAP dan NAA terhadap induksi tunas aksilar *Polygala paniculata* L. secara *In Vitro*.
2. Terdapat konsentrasi BAP dan NAA yang optimum untuk menginduksi tunas aksilar *Polygala paniculata* L. secara *In Vitro*.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dalam penelitian ini dipaparkan sebagai berikut:

1. Dapat digunakan sebagai dasar informasi mengenai induksi tunas aksilar tanaman balsam (*Polygala paniculata* L.) pada media MS yang diberi perlakuan beberapa konsentrasi BAP yang dikombinasikan NAA.
2. Induksi tunas aksilar tanaman balsam (*Polygala paniculata* L.) melalui kultur jaringan diharapkan mampu menyediakan bibit dalam jumlah banyak yang nantinya mampu memenuhi kebutuhan obat serta dapat memperbaiki kualitas tanaman tersebut.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini dipaparkan sebagai berikut:

1. Eksplan yang digunakan adalah tanaman balsam (*Polygala paniculata* L.) berupa planlet yang berasal dari koleksi laboratorium kultur jaringan Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Ukuran eksplan yang ditanam sepanjang 1,5 cm, nodus ke 2 dan 3
3. Media yang digunakan adalah media Murashige dan Skoog (MS)
4. ZPT yang digunakan adalah NAA dan BAP dengan konsentrasi NAA 0 ppm, 0,05 ppm, 0,1 ppm dan BAP 0 ppm, 0,1 ppm, 0,5 ppm, 1,0 ppm.
5. Posisi tanam eksplan balsam (*Polygala paniculata* L.) dengan posisi tegak.
6. Parameter yang diamati meliputi : Hari munculnya tunas (hari), jumlah tunas (buah), panjang tunas (mm), dan jumlah daun (helai).
7. Riwayat eksplan yang digunakan adalah batang yang ditumbuhkan pada media MS dengan penambahan ZPT IBA dan BAP.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Balsam (*Polygala paniculata* L.)

2.1.1 Tanaman Balsam dalam Al-Qur'an

Allah menciptakan tumbuhan dengan berbagai macam jenis, bentuk, warna dan ukuran yang dapat dimanfaatkan. Dalam hal ini adalah tanaman Balsam. Sebagaimana dalam firman-Nya surah Thaha (ayat: 53) yang berbunyi:

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً
فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِّن نَّبَاتٍ شَتَّى

Artinya: “yang telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan yang telah menjadikan bagimu di bumi itu jalan-jalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis dari tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam” (Thaha/ 20:53).

Surat Thaha (ayat: 53) di atas, ditekankan pada kalimat (أَزْوَاجًا مِّن نَّبَاتٍ شَتَّى)

“berjenis-jenis aneka macam tumbuh-tumbuhan”. Dalam Tafsir Ibnu Katsir Allah menumbuhkan berjenis-jenis dari tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam dengan berbagai macam tumbuh-tumbuhan berupa tanam-tanaman dan buah-buahan, baik yang asam, manis maupun pahit dan berbagai macam lainnya, seperti tanaman Balsam yang mempunyai morfologi yang berbeda-beda dengan tanaman lainnya.

2.1.2 Deskripsi

Polygala paniculata L. merupakan tumbuhan asli Amerika tropis, dari kawasan Meksiko hingga Brazil. Baru pada abad ke-17 diintroduksi ke Afrika tropis, Indo-Australia dan Kepulauan Pasifik termasuk Asia Tenggara

(Valkenburg, 2002). Tanaman balsem (*P. paniculata*) merupakan tumbuhan semusim yaitu dari biji lalu tumbuh dan akan mati setelah mencapai dewasa selama 4-5 bulan. Tumbuhan ini berbau balsam sehingga dinamakan tumbuhan balsem oleh masyarakat di Kalimantan Timur (Rijai, 2013).

Polygala merupakan salah satu marga terbesar yang tergolong dalam suku Polygalaceae. Marga ini terdiri dari 500 jenis dan dapat ditemukan di daerah di daerah tropik, sub tropik, temperate dan di pegunungan di seluruh dunia kecuali Selandia Baru. Sebagian besar dari jenis tersebut tumbuh di daerah Amerika Tropis Tengah dan Selatan. Beberapa jenis *Polygala* L. yang dapat dimanfaatkan sebagai obat diantaranya adalah : *Polygala chinensis* L., *Polygala paniculata* L., *Polygala polifolia* Presl., dan *Polygala sibirica* L. (Valkenburg, 2002).

Polygala yang berupa terna merupakan jenis yang menyukai cahaya dan dapat dapat ditemukan di lapangan yang ditinggalkan, di perkebunan, di sekitar daerah bekas bokor, serta dapat tumbuh pada beberapa tipe tanah yang berbeda. Banyak ditemukan pada beberapa tempat hingga ketinggian 2. 250 m dpl. Di Kebun Raya Bali tumbuhan ini dapat ditemukan tumbuh liar di dekat area bekas bokor pada beberapa petak tanaman koleksi umum seperti petak XII, XIV, dan XV. *Polygala* berbunga sepanjang tahun di daerah yang beriklim basah. Di daerah yang memiliki beberapa musim, *Polygala* berbunga di awal musim panas dan menyelesaikan siklus hidupnya selama 4-5 bulan. *P. paniculata* merupakan terna semusim atau *annual* artinya merupakan tumbuhan yang berkembang biak dari biji, lalu berbunga, menghasilkan biji dan kemudian mati di tahun yang sama.

Penyerbukan sendiri kemungkinan banyak terjadi pada semua jenis *Polygala* walaupun ada beberapa yang juga disebabkan oleh serangga (Valkenburg, 2002).

Klasifikasi *Polygala paniculata* L. (Backer, 1965):

Kingdom: Plantae

Division: Magnoliophyta

Class: Magnoliopsida

Order: Polygalales

Family: Polygalaceae

Genus: *Polygala*

Species: *Polygala paniculata* L.



Gambar 2.1 Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L.) (Rose, 2014)

Tanaman Balsam merupakan terna semusim. Bentuk batang bercabang banyak dan berkelenjar yang dapat mencapai tinggi 50 cm, batang tegak silinder dan berbuku-buku. Bentuk daunnya lanset 5-20 mm x 1-4 mm, ujung dan pangkal daun runcing, berwarna hijau cerah. Memiliki akar tunggang dan berbau wangi. Perbungaan terletak di ujung, berbentuk tandan dengan panjang 512 cm,

Perbungaan rasemosa, kecil berwarna putih berukuran 3 mm, tangkai bunga bersendi, memiliki 5 daun kelopak berwarna hijau, memiliki 3-5 daun mahkota, 8 benang sari, kepala sari beruang 1-2 dengan tiap ruang memiliki 1 bakal biji. Buah kendaga, kadang bersayap, kecil berbentuk lonjong berukuran 2 mm dan kelopak lateralnya gundul. Bijinya sangat kecil berwarna hitam dengan rambut putih kecil dan memiliki lembaga yang lurus (Backer, 1965).

2.1.3 Manfaat Tanaman Balsam

Manfaat tanaman Balsam sebagian besar di dapatkan dari akarnya. Akar *Polygala* wangi, manis, hangat dan menenangkan. Beberapa spesies *Polygala* seperti *P. sibirica* di Cina dan *P. crotalarioides* Buch.-Ham.ex DC. di Himalaya, *P. polifolia* di India Selatan dan Jawa serta *P. senega* L. (akar ular) dari Amerika Utara akarnya dikenal mempunyai efek ekspektoran yang dipakai untuk mengobati batuk, asma dan brokhitis. Air rebusan dari *P. paniculata* digunakan sebagai obat gonorrhoea dan sakit rematik di bagian punggung. Daunnya yang dihaluskan dapat pula digunakan untuk mengobati luka, namun penggunaannya harus dilakukan secara berhati-hati dikarenakan air atau getahnya dapat menyebabkan rasa perih apabila terkena mata (Valkenburg, 2002).

Menurut Rijai (2013) Menyatakan bahwa akar tanaman balsam dipercaya dapat meningkatkan stamina dan juga Beberapa hasil penelitian terhadap tumbuhan balsam terbukti memiliki potensi dalam bidang kefarmasian seperti sitotoksik atau antikanker, antibakteri, dan antimikotik. Meskipun selama ini hanya dianggap sebagai tanaman gulma oleh masyarakat tetapi tanaman Balsam sudah terbukti memiliki banyak manfaat sebagai obat. Sebagaimana firman Allah dalam al-Qur-an Surat Al – Baqarah ayat 26,

﴿ إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَّا بَعُوضَةً فَمَا فَوْقَهَا فَأَمَّا الَّذِينَ ءَامَنُوا فَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ وَأَمَّا الَّذِينَ كَفَرُوا فَيَقُولُونَ مَاذَا أَرَادَ اللَّهُ بِهَذَا مَثَلًا يُضِلُّ بِهِ كَثِيرًا وَيَهْدِي بِهِ كَثِيرًا وَمَا يُضِلُّ بِهِ إِلَّا الْفَاسِقِينَ ﴾

Artinya : “Sesungguhnya Allah tiada segan membuat perumpamaan berupa nyamuk atau yang lebih rendah dari itu[33]. Adapun orang-orang yang beriman, Maka mereka yakin bahwa perumpamaan itu benar dari Tuhan mereka, tetapi mereka yang kafir mengatakan: "Apakah maksud Allah menjadikan ini untuk perumpamaan?." dengan perumpamaan itu banyak orang yang disesatkan Allah [34], dan dengan perumpamaan itu (pula) banyak orang yang diberi-Nya petunjuk. dan tidak ada yang disesatkan Allah kecuali orang-orang yang fasik,” (QS. Al – Baqarah ayat 26)

Dalam Tafsir Ibnu Katsir “Ketika Allah swt. menyebutkan laba-laba dan lalat, orang-orang musyrik pun bertanya, “Untuk apa laba-laba dan lalat itu disebut?” lalu Allah swt menurunkan ayat: *Innallaaha laa yastahyii ay yadl-riba matsalam maa ba’uudlatan fama fauqaHaa*. Makna ayat tersebut bahwa Allah SWT. memberitahukan bahwa Dia tidak memandang remeh. Ada yang mengartikan, tidak takut untuk membuat perumpamaan apa saja baik dalam bentuk yang kecil maupun besar.

Maka Allah memberitahukan bahwa Dia tidak pernah menganggap remah segala sesuatu yang telah dijadikan-Nya sebagai perumpamaan. Meskipun hal yang hina dan kecil seperti nyamuk. Sebagaimana Dia tidak memandang enteng penciptanya, Dia pun tidak segan untuk membuat perumpamaan dengan nyamuk itu sebagaimana Dia telah membuat perumpamaan dengan lalat.

Dalam hal ini adalah tanaman Balsam, banyak orang menganggap tanaman Balsam adalah tanaman gulma yang tidak bermanfaat dan merugikan.

Padahal kalau orang mau mencari tahu dan berfikir maka orang – orang mengetahui bahwa tanaman Balsam ini mempunyai banyak manfaat sebagai obat untuk menyembuhkan berbagai penyakit.

2.1.4 Kandungan Kimia

Beberapa hasil penelitian terhadap tumbuhan balsam terbukti memiliki potensi dalam bidang kefarmasian seperti sitotoksik atau antikanker, antibakteri, dan antimikotik. Potensi herba balsem juga digambarkan melalui kandungan metabolit sekundernya yaitu mengandung alkaloid, flavanoid, tanin, saponin, dan steroid (Rijai, 2013).

Metabolit sekunder paling dominan adalah tanin, alkaloid, saponin, dan steroid; sedangkan flavonoid cukup dominan dan hanya terdapat pada fraksi polar. Flavanoid yang terdeteksi pada fraksi n-butanol diduga adalah flavanoid glikosida yang diketahui merupakan flavanoid sangat potensial pada bidang farmasi. Selanjutnya, tanin sangat bervariasi karena terdeteksi pada semua fraksi yang berarti terdapat tanin polaritas rendah hingga tanin polaritas tinggi (Rijai, 2013).

Beberapa penelitian tentang tanaman Balsam telah dilakukan antara lain bahwa dari akar dan daun tanaman Balsam telah diisolasi senyawa kumarin, xanthan, dan flavonol, dari hasil uji fitokimia dengan menggunakan pereaksi *sianidin test* didapatkan bahwa pada batang dan akarnya terkandung senyawa flavonoid (Nadia, 2007). Hasil ekstrak methanol Balsam memiliki keefektifan antioksidan (Murwanto dan Santosa. 2012).

Ekstrak herba tanaman Balsem (*Polygala paniculata* L.) memiliki aktivitas antibakteri yang cukup baik, dan tampaknya daya antibakteri ekstrak lebih baik terhadap *S. aureus* dibandingkan dengan *E. coli*. Selanjutnya, daya

hambat ekstrak Balsem terhadap *C. utilis* telah mencapai konsentrasi maksimum yang dapat menghambat pertumbuhan jamur tersebut. Karena itu, seperti halnya antibakteri ekstrak herba tanaman Balsem juga memiliki aktivitas antijamur sehingga dapat diberikan predikat sebagai antimikroba (Rijai, 2013).

2.2 Kultur *In Vitro*

2.2.1 Pengertian Kultur *In Vitro*

Kultur *In Vitro* merupakan teknik menumbuh-kembangkan bagian tanaman, baik berupa sel, jaringan atau organ dalam kondisi aseptik secara *in vitro*. Teknik ini dicirikan oleh kondisi aseptik, penggunaan media kultur buatan dengan kandungan nutrisi lengkap dan ZPT (zat pengatur tumbuh), serta kondisi ruang kultur yang suhu dan pencahayaannya terkontrol (Yusnita, 2003). Selain itu teknik kultur jaringan memiliki dua kegunaan utama. Pertama adalah untuk memperbanyak cepat dalam jumlah yang banyak dan seragam sesuai induknya, dan yang kedua untuk menghasilkan bibit-bibit baru yang unggul dalam perbaikan tanaman (Mattjik, 2005). Sedangkan menurut Welsh (1981) penciptaan tanaman baru secara efisien, murah dan bebas dari virus maupun cendawan.

Dasar kultur *in vitro* adalah *totipotensi sel*, yaitu bahwa setiap sel organ tanaman mampu tumbuh menjadi tanaman yang sempurna bila ditempatkan di lingkungan yang sesuai (Yuliarti, 2010), dimana potongan jaringan yang diambil mampu mengadakan perbesaran, perpanjangan, dan pembelahan sel serta membentuk shootlet (tunas), rootlet (akar), atau planlet (tanaman lengkap) (Azriati, 2010).

Keberhasilan dalam penggunaan metode *in vitro* terutama disebabkan pengetahuan yang lebih baik tentang kebutuhan hara sel dan jaringan yang dikulturkan. Hara terdiri dari komponen utama dan komponen tambahan. Komponen utama meliputi garam mineral, sumber karbon (gula), vitamin dan pengatur tumbuh. Komponen lain seperti senyawa nitrogen organik, berbagai asam organik, metabolit dan ekstrak tambahan tidak mutlak, tetapi dapat menguntungkan ketahanan sel dan perbanyakannya (Wetter dan Constabel, 1991).

Salah satu bagian jaringan meristem pada tanaman terdapat pada bagian tunas. Eksplan berupa tunas pucuk merupakan eksplan yang paling tinggi persentasenya menghasilkan planlet, terutama jika ditumbuhkan pada media tanpa auksin (Irawati, 2000).

Aplikasi kultur jaringan pada awalnya ialah untuk propagasi tanaman. Selanjutnya penggunaan kultur jaringan lebih berkembang lagi yaitu untuk menghasilkan tanaman yang bebas penyakit, koleksi plasma nutfah, memperbaiki sifat genetika tanaman, produksi dan ekstaksi zat-zat kimia yang bermanfaat dari sel-sel yang dikulturkan (George dan Sherrington, 1984).

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. Selain itu, perbanyakan tanaman dengan teknik *in vitro* mampu mengatasi kebutuhan bibit dalam jumlah besar, serentak, dan bebas penyakit sehingga bibit yang dihasilkan

lebih sehat serta seragam. Oleh sebab itu, kini perbanyak tanaman secara kultur jaringan merupakan teknik alternatif yang tidak dapat dihindari bila penyediaan bibit tanaman harus dilakukan dalam skala besar dan dalam waktu relatif singkat (Hambali *et al.*, 2006).

Meskipun dengan teknik kultur jaringan mempunyai kelebihan namun kultur jaringan pun memiliki kelemahan, seperti membutuhkan biaya awal yang relatif tinggi untuk laboratorium dan bahan kimia dan dibutuhkan keahlian khusus untuk melaksanakannya (Yusnita, 2003). Dan menurut Rahardja dan Wahyu (2003) kelemahannya teknik *in vitro* hanya dapat dilakukan di Laboratorium. Sedangkan menurut Mattjik (2005) kendalanya dalam bahan tanam (eksplan). Hal ini disebabkan masih adanya cendawan dan bakteri yang masih ada pada jaringan tanaman.

2.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Kultur *In Vitro* Tumbuhan

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan *in vitro* adalah eksplan, media tanaman, kondisi fisik media, zat pengatur tumbuh (ZPT) dan lingkungan tumbuh (Alitalia, 2008):

1. Eksplan

Eksplan merupakan sebutan bagi bahan yang dikulturkan. Harjadi (1993), menjelaskan bahwa bagian tanaman yang digunakan sebagai eksplan mencakup ujung pucuk, irisan-irisan batang, daun, daun bunga, daun keping biji, akar, buah, embrio, meristem pucuk apikal (yang benar-benar merupakan titik tumbuh) dan jaringan nuselar (Alitalia, 2008).

Eksplan harus diusahakan agar dalam keadaan aseptik melalui prosedur sterilisasi dengan berbagai bahan kimia. Melalui eksplan yang aseptik kemudian diperoleh kultur yang aksenik yaitu kultur dengan hanya satu macam organisme yang diinginkan (Gunawan,1998).

2. Media

Keberhasilan dalam 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 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).

Banyak formulasi media yang ada, masing-masing berbeda dalam hal kuantitas maupun kualitas komponennya. 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*.

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 keasaman 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).

3. Lingkungan Tumbuh

Cahaya dalam kultur *in vitro* berguna untuk mengatur proses-proses morfogenik tertentu seperti pembentukan pucuk dan akar, dan tidak untuk fotosintesis karena sumber energi bagi eksplan telah disediakan oleh sukrosa. Cahaya juga penting dalam pengendalian perkembangan eksplan dan unsur-unsur cahaya perlu diperhatikan adalah kualitas cahaya, panjang penyinaran dan intensitas cahaya. Temperatur ruang kultur juga menentukan respon fisiologi kultur dan kecepatan dan pertumbuhannya. Dari hasil penelitian juga dijelaskan bahwa fotosintesis jaringan sebagian besar tergantung pada suplai sukrosa dari luar (medium kultur). Dalam hal ini cahaya sangat penting untuk fotomorfogenesis. Fotomorfogenesis merupakan proses menginduksi perkembangan tanaman dan tidak melibatkan energi cahaya dalam jumlah besar. Reaksi morfogenesis dibagi menurut tipe bagian spectrum yang menghasilkan respon. Respon yang utama adalah yang diinduksi oleh spectrum cahaya merah atau biru (Alitalia, 2008).

4. Zat Pengatur Tumbuh

Zat pengatur tumbuh (ZPT) didefinisikan sebagai senyawa organik bukan nutrisi yang aktif dalam jumlah kecil (10^{-6} - 10^{-5} mM) yang disintesis pada bagian tertentu tanaman dan pada umumnya diangkut ke bagian yang lain tanaman dimana zat tersebut menimbulkan tanggapan serta biokimia, fisiologis dan morfologis (Wattimena, 1992). Dua golongan zat pengatur tumbuh yang penting dalam kultur *in vitro* yaitu auksin dan sitokinin. Zat pengatur tumbuh ini

mempengaruhi tumbuhan dan morfogenesis dalam kultur sel dan organ. Interaksi dan perimbangan antara zat pengatur tumbuh yang diberikan dalam media dan yang diproduksi oleh sel secara endogen menentukan arah perkembangan suatu kultur (Gunawan, 1998).

Fitohormon adalah senyawa-senyawa yang dihasilkan oleh tanaman tingkat tinggi secara endogen. Senyawa tersebut berperan merangsang dan meningkatkan pertumbuhan serta perkembangan sel, jaringan, dan organ tanaman menuju arah diferensiasi tertentu. Senyawa-senyawa lain yang memiliki karakteristik yang sama dengan hormon tetapi diproduksi secara eksogen, dikenal sebagai zat pengatur tumbuh. Macam-macam zat pengatur tumbuh yaitu auksin, sitokinin, giberelin, asam absisat, dan etilen (Zulkarnain, 2009).

Menurut George dan Sherington (1984), pertumbuhan dan morfogenesis secara *in vitro* diatur oleh interaksi dan keseimbangan antara hormon tanaman yang ditambahkan pada medium (hormon eksogen) dan hormon tanaman yang dihasilkan sendiri oleh sel yang dikulturkan (hormon endogen). Menurut Hendaryono dan Wijayanti (1994), pemberian hormon eksogen akan menaikkan tekanan osmotik, meningkatkan sintesa protein dan permeabilitas sel terhadap air, serta melunakkan dinding sel yang diikuti dengan menurunnya tekanan dinding sel sehingga air dapat masuk ke dalam sel dan sel akan membesar dan memanjang.

Dalam kultur jaringan, auksin dikenal sebagai hormon yang mampu berperan menginduksi kalus, menghambat kerja sitokinin dalam membentuk klorofil dalam kalus, mendorong proses morfogenesis kalus membentuk akar

atau tunas, mendorong proses embriogenesis, dan auksin juga dapat mempengaruhi kestabilan genetik sel tanaman (Santoso dan Nursandi, 2004).

Menurut Hendaryono dan Wijayani (1994), Zat pengatur tumbuh sangat diperlukan sebagai komponen medium bagi pertumbuhan dan diferensiasi. Tanpa penambahan zat pengatur tumbuh dalam medium, pertumbuhan sangat terhambat bahkan mungkin tidak tumbuh sama sekali. Pembentukan kalus dan organ-organ ditentukan oleh penggunaan yang tepat dari zat pengatur tumbuh. Sebagaimana firman Allah dalam al-Qur-an Surat Al-Qomar ayat 49,

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ

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

Menurut Jalaluddin (2010), dalam kitab tafsir Jalalain kalimat *kholaktah* “Kami menciptakannya menurut ukuran”, yakni sesuai dengan taqdir. Abdullah (2003), dalam kitab tafsir Ibnu Katsir menjelaskan Dia (Allah) menetapkan suatu ukuran dan memberikan petunjuk terhadap semua makhluk kepada ketetapan tersebut.

Kata *kodar* bermakna ketentuan, dari segi bahasa kata tersebut bermakna kadar tertentu yang tidak bertambah atau berkurang. Ayat di atas membicarakan bahwa segala sesuatu termasuk ketentuan dan sistem yang ditetapkan adalah kekuasaan dari Allah SWT menciptakan segala sesuatu untuk memberi potensi yang sesuai dan dengan kadar yang cukup untuk melakukan fungsinya yang bertujuan untuk mempertahankan satu keseimbangan (Shihab, 2002). Istilah kadar

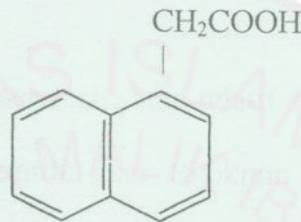
dalam zat pengatur tumbuh atau hormon merupakan konsentrasi. Pada tanaman terdapat konsentrasi hormon yang ditetapkan Allah SWT untuk perkembangan fisiologi dan morfologi suatu tanaman, yang diaplikasikan pada penambahan konsentrasi zat pengatur tumbuh dalam media kultur.

2.3. Penggunaan NAA pada Kultur Jaringan Tumbuhan

Auksin merupakan salah satu zat pengatur tumbuh tanaman yang aktivasinya dapat merangsang atau mendorong pengembangan sel. Di alam IAA (*Indole Asetic Acid*) dan NAA (*Naphtalene Asetic Acid*) merupakan auksin sintetik (Hoesen. 2000). Auksin banyak digunakan secara luas pada kultur *in vitro* dalam merangsang pertumbuhan kalus, suspensi sel dan organ (Gunawan, 1998). Bentuk-bentuk auksin yang biasa ditambahkan ke dalam media kultur adalah 2,4 D (*2,4 Dichlorophenoxy Acetic Acid*), IBA (*Indolebutryc Acid*), NAA (*Naphtalene Acetic Acid*) dan IAA (*Indole-3-Acetic Acid*). Auksin yang secara alami terdapat dalam tumbuhan adalah IAA.

Dalam kultur jaringan, auksin berperan dalam pembentukan kalus, klorofil, morfogenesis akar, tunas serta embriogenesis (Wattimena, 1992). Menurut Gardner dkk. (1991), hormon yang biasa digunakan untuk induksi kalus adalah golongan auksin seperti 2,4-D dan NAA. Menurut Salisbury dan Ross (1995), mekanisme yang dikenal sebagai hipotesis pertumbuhan asam menyatakan bahwa auksin menyebabkan sel penerima pada potongan eksplan mengeluarkan H^+ ke dinding sel primer yang mengelilinginya dan menurunkan pH sehingga terjadi pengenduran dinding dan pertumbuhan yang cepat. pH rendah ini diduga bekerja dengan cara mengaktifkan beberapa enzim perusak

dinding sel, yang tidak aktif pada pH tinggi. Enzim tersebut diduga memutuskan ikatan pada polisakarida dinding, sehingga memungkinkan dinding lebih mudah meregang.



Gambar 2.2 Rumus Bangun NAA (*Naphtalena Acetic acid*)
(George dan Sherrington, 1984)

Umumnya spesies tanaman membutuhkan konsentrasi auksin yang tinggi untuk induksi embriogenesis somatik sedangkan sitokinin tidak dibutuhkan, tetapi pada spesies tertentu dari tanaman monokotil dibutuhkan sitokinin. Auksin mempunyai peranan besar dalam proses diferensiasi sel menjadi embrio somatik. Auksin dibutuhkan dalam menginduksi pembentukan sel embrionik dengan menginisiasi aktivitas differential gene dan memanipulasi sekumpulan gen untuk meningkatkan populasi sel embrionik melalui pembelahan sel secara berulang-ulang, serta menstimulasi terjadinya diferensiasi sel dan terjadinya embrio (Salisbury dan Ross, 1995).

Konsentrasi optimal dari zat pengatur tumbuh untuk embrio somatik berbeda-beda dan sifatnya spesifik untuk setiap genotip tanaman. Pada tahap pembentukan struktur globular dan hati dalam embriogenesis somatik sering digunakan zat pengatur tumbuh sitokinin seperti benzyladenin (BA) atau yang mempunyai peran fisiologis yang sama yaitu thidiazuron atau 2,4-D, dan NAA

apabila embrio somatik melalui fase kalus (Hutami dkk., 2003). Hasil penelitian Utami dkk. (2007), menunjukkan bahwa NAA 2 mg/L adalah konsentrasi yang optimum untuk induksi kalus embriogenik dan inisiasi embrio somatik dari eksplan pangkal daun anggrek bulan *Phalaenopsis amabilis* (L.) Blume.

Dewi (2008) menyebutkan bahwa fungsi auksin antara lain mempengaruhi pertumbuhan panjang batang, pertumbuhan, diferensiasi dan percabangan akar, perkembangan buah, dominansi apikal, fototropisme dan geotropisme. Auksin terbagi menjadi beberapa jenis antara lain: Indole Acetic Acid (IAA), Indole Butyric Acid (IBA), Naphtaleneacetic Acid (NAA), dan 2,4-dichlorophenoxy acetic acid (2,4-D). Di dalam IAA diidentifikasi sebagai auksin yang aktif di dalam tumbuhan (endogenous) yang diproduksi dalam jaringan meristematik yang aktif seperti contohnya tunas, sedangkan IBA dan NAA merupakan auksin sintetis (Hoesen et al., 2000).

Kemampuan jaringan untuk membentuk akar bergantung pada zat pengatur tumbuh (ZPT) yang ditambahkan ke dalam media, antara lain auksin. Selain jenis auksin, konsentrasi auksin juga berpengaruh pada pertumbuhan tanaman dalam kultur jaringan. Auksin sintetis yang sering digunakan untuk menginduksi perakaran *in vitro* adalah NAA dan IBA dalam konsentrasi rendah (Dodds dan Roberts, 1995).

Auksin digunakan pada mikropropagasi dan ditambahkan ke dalam nutrisi media untuk mendukung pertumbuhan kalus, suspensi sel atau organ (seperti meristem, tunas atau ujung akar) dan untuk mengatur morfogenesis terutama jika digabungkan dengan sitokinin (George dan Sherrington, 1984).

Zat pengatur tumbuh merupakan senyawa organik bukan nutrisi yang dibutuhkan dalam jumlah yang relatif sedikit tergantung pada kebutuhan dan orientasi kultur termasuk pertimbangan bahan apa yang hendak dikultur (Murashige, 1962). NAA adalah senyawa kimia yang memiliki fungsi utama mendorong pemanjangan kuncup yang sedang berkembang. NAA tidak mudah terurai oleh enzim yang dikeluarkan oleh sel dan tahan terhadap pemanasan pada proses sterilisasi (Intan, 2008).

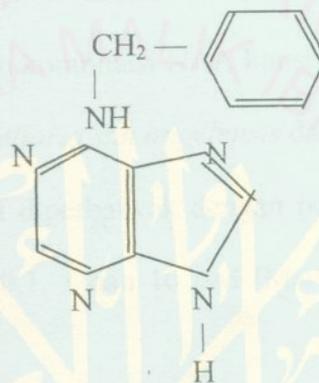
2.4 Penggunaan BAP pada Kultur Jaringan Tumbuhan

Sitokinin merupakan ZPT yang penting dalam pengaturan pembelahan sel dan morfogenesis. Beberapa macam sitokinin merupakan sitokinin alami (misal kinetin dan zeatin) ada beberapa lainnya merupakan sitokinin sintetik. Sitokinin alami dihasilkan pada jaringan yang tumbuh aktif terutama pada akar, embrio dan buah. Sitokinin yang diproduksi di akar selanjutnya diangkut oleh xylem menuju sel-sel target pada batang (Gunawan, 1998).

Sitokinin berperan dalam merangsang pertumbuhan tunas samping (lateral), meningkatkan klorofil daun, serta memperlambat proses penuaan (*senescence*) pada daun, buah, dan organ-organ lainnya (Wattimena, 1986). Sitokinin sintetik yang umum digunakan dalam kultur jaringan, salah satunya adalah: BAP atau BA (*6 benzilaminopurin/benziladenin*) (Santoso dan Nursadi, 2004).

Bentuk dasar dari sitokinin adalah adenine (*6-amino purine*). Adenin merupakan bentuk dasar yang menentukan terhadap aktifitas sitokinin. Di dalam senyawa sitokinin, panjang rantai dan hadirnya suatu *double bond* dalam rantai tersebut akan meningkatkan aktifitas zat pengatur tumbuh ini. $\text{NH}_2\text{N NH}$

Adenine (*6-amino purine*). Sitokinin memiliki rantai samping yang kaya akan karbon dan hidrogen, menempel pada nitrogen yang menonjol dari puncak cincin purin. ZPT yang tergolong dalam sitokinin adalah BAP atau BA. BAP memiliki rumus bangun $C_{12}H_{11}N_5$ dan titik lebur $230-233^{\circ}C$ (Santoso dan Nursadi, 2004).



Gambar 2.3 Rumus Bangun BAP (*Benzil Amino Purin*)
(George dan Sherrington, 1984)

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 perbanyakan tanaman secara kultur in vitro. Hal ini karena BAP mempunyai efektifitas yang cukup tinggi untuk perbanyakan, mudah didapat dan relatif lebih murah dibandingkan dengan kinetin (Yusnita, 2003).

Pertumbuhan, perkembangan dan pergerakan tumbuhan dikendalikan beberapa golongan zat yang secara umum dikenal sebagai hormon tumbuhan atau fitohormon. Fungsi beberapa hormon tumbuhan (hormon endogen, dihasilkan

sendiri oleh individu yang bersangkutan) dapat diganti dengan pemberian zat-zat tertentu berupa zat pengatur tumbuh (zpt) dari luar/ media. Hormon tumbuhan merupakan bagian dari proses regulasi genetik dan berfungsi sebagai prekursor. Bila konsentrasi hormon telah mencapai tingkat tertentu, sejumlah gen yang semula tidak aktif akan mulai ekspresi (Santoso dan Nursadi, 2004).

Abidin (1985), melaporkan bahwa “hormon adalah zat pengatur tumbuh yang terkandung dalam tanaman merupakan senyawa organik yang bukan termasuk unsur hara (nutrisi), dalam jumlah sedikit dapat mendukung (*promote*), menghambat (*inhibit*), dan dapat merubah proses fisiologis tumbuhan”. Zat pengatur tumbuh pada tanaman terdiri atas lima kelompok yaitu auksin, gibberelin, sitokinin, etilen, dan inhibitor dengan ciri khas dan pengaruh yang berlainan terhadap proses fisiologi.

Sitokinin terutama berpengaruh pada pembelahan sel. Bersama-sama dengan auksin memberikan pengaruh interaksi terhadap diferensiasi jaringan. Pada pemberian auksin dengan kadar yang relatif tinggi, diferensiasi kalus cenderung ke arah pembentukan primordia akar sedangkan pada pemberian sitokinin dengan kadar yang relatif tinggi, diferensiasi kalus akan cenderung ke arah pembentukan primordia batang atau tunas (Hendaryono dan Wijayani, 1994).

Organogenesis merujuk kepada proses yang menginduksi pembentukan jaringan, sel atau kalus menjadi tunas dan tanaman sempurna. Proses ini diawali oleh hormon pertumbuhan. Benziladenin dan sitokinin lainnya, baik sendiri maupun dalam kombinasi dengan asam naftalen asetat atau asam indol asetat

kadang-kadang dengan asam giberelat menyebabkan diferensiasi dan pembentukan tunas. Pembentukan akar dapat terjadi serentak atau dapat diinduksi sesudahnya (Wetter dan Constabel, 1991).

2.5 Interaksi BAP dan NAA pada Kultur Jaringan Tumbuhan

Auksin yang dikombinasikan penggunaannya dengan sitokinin mendorong pertumbuhan kalus, suspensi sel dan organ juga mengatur morfogenesis. Pada tingkat seluler auksin mengontrol proses dasar yaitu pembelahan sel dan pemanjangan sel. Selama auksin dapat menginisiasi pembelahan sel berarti terlibat dalam pembentukan meristem yang selanjutnya berkembang menjadi jaringan yang tidak terorganisasi atau menjadi organ (George, 1993).

Pada batang kebanyakan tumbuhan, tunas apikal menghambat perkembangan tunas lateral (dominasi apikal). Pembentukan tunas-tunas lateral yang dorman ini penting untuk survival, karena jika tunas apikal rusak maka tunas lateral akan tumbuh berkembang menjadi batang utama. Pengaruh dominan lain dari titik tumbuh utama adalah menyebabkan cabang-cabang dibawahnya tumbuh horizontal; pertumbuhan horizontal ini sering menyebabkan tidak ternaungnya cabang dibawahnya dan meningkatkan produktivitas fotosintesis dari tanaman secara keseluruhan (Lakitan, 1996).

Sitokinin adalah senyawa yang dapat meningkatkan pembelahan sel pada jaringan tanaman serta mengatur pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Peran auksin dan sitokinin sangat nyata dalam pengaturan pembelahan sel, pemanjangan sel, diferensiasi sel, dan pembentukan organ. Pemberian sitokinin ke dalam medium kultur jaringan penting untuk menginduksi perkembangan dan pertumbuhan eksplan. Senyawa tersebut dapat meningkatkan pembelahan sel,

proliferasi pucuk, dan morfogenesis pucuk (Zulkarnain, 2009). Gambaran interaksi auksin dan sitokinin terdapat dalam gambar 2.4.



Gambar 2.4 Konsentrasi relatif auksin dan sitokinin yang biasa diperlukan untuk pertumbuhan dan morfogenesis (George, 2008).

Berdasarkan gambar 2.6 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 akan terbentuk kalus, pembentukan tunas dan proliferasi tunas aksilar (Zulkarnain, 2009).

Menurut penelitian Fatmawati (2006) keseimbangan antara BAP dan NAA sangat penting untuk menginduksi tunas karena masing-masing zat pengatur tumbuh berperan dalam menginduksi tunas. Auksin dan sitokinin dapat mengalami beberapa jenis interaksi yaitu interaksi antagonis maupun sinergis. Auksin berperan dalam mengatur pertumbuhan dan pemanjangan sel, sedangkan sitokinin berperan dalam pembelahan sel. Penelitian yang lain yaitu oleh North dan Ndakidemi (2012) yang menyatakan bahwa pembentukan tunas selain

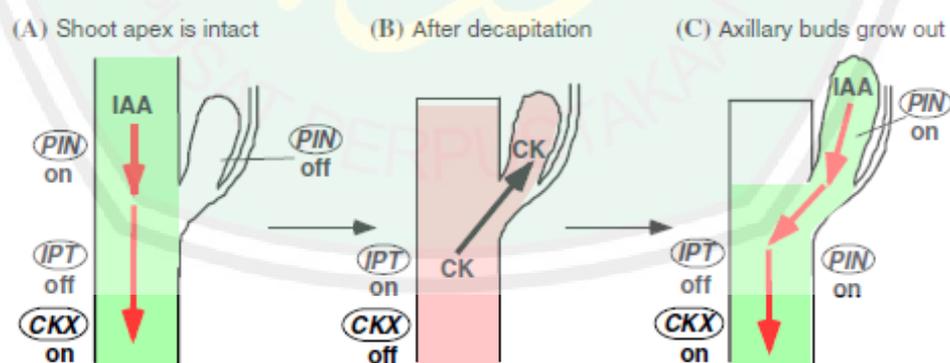
memerlukan konsentrasi sitokinin yang tinggi, tetap diperlukan auksin dalam konsentrasi yang rendah. Penggunaan sitokinin dan auksin dalam satu media dapat memacu proliferasi tunas karena adanya pengaruh sinergisme antara zat pengatur tumbuh tersebut. Menurut penelitian Kasli (2009) sitokinin akan memacu peningkatan jumlah sel dengan cara berikatan pada reseptor protein yang terdapat pada membrane plasma sel target (Sel Meristematik).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Samudin (2009) menyatakan bahwa penggunaan 4 ppm BAP + 0,2 ppm NAA mampu menghasilkan daun terbanyak pada eksplan apel. Penelitian lain yang menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi BAP yang tinggi mampu menghasilkan daun terbanyak terdapat pada penelitian Miryam (2008) yang menyebutkan bahwa penggunaan konsentrasi BAP 5 ppm mampu menghasilkan daun sebanyak 6,2 helai/eksplan, selain itu sitokinin lebih besar daripada auksin mendorong pertumbuhan tunas dan daun.

Penambahan hormon eksogen akan berpengaruh terhadap jumlah dan kerja hormon endogen untuk mendorong pertumbuhan dan perkembangan eksplan (Gunawan, 1998). Mekanisme pengaruh BAP dan NAA sebagai ZPT yang dapat membantu hormon endogen. Menurut (Santoso, 2004), hormon mula-mula bekerja di membran plasma dan bukan di inti sel, proses kehadiran hormon (sebagai isyarat atau sinyal) akan ditanggapi sel sasaran yang peka untuk mengaktifkan protein penerima di membran plasma hingga mampu mengikat hormon dengan mengaktifkan enzim membran yang berdekatan yang disebut *phospholipid-C* (PLC).

PLC tersebut kemudian menghidrolisis salah satu gugus phospholipid membran yang jumlahnya tidak banyak disebut dengan *phosphoinositida* (PI) yaitu lipid yang megandung inositol. PI yang dihidrolisis adalah jenis yang terakhir yaitu *phosphotidilinositol 4,5 bisphosphat* (PIP₂) dan menghasilkan *diasilgliserol* (DAG) dan *inositol-1,4,5-triphosphat* (IP₃) DAG dan IP₃ mempunyai aktifitas lanjutan. DAG berfungsi dalam membran plasma, yaitu mengaktifkan enzim yang disebut *protein kinase C* (PKC) pada membran. IP₃ menyebabkan terlepasnya Ca²⁺ yang tersimpan di vakuola, masuk ke sitosol (Santoso, 2004).

Enzim ini memerlukan ATP untuk memphosphorilasi beberapa enzim tertentu yang mengatur berbagai tahap metabolisme. Berikut (Gambar 2.5) gambaran umum titik-titik dalam alur aktifitas gen yang dipengaruhi hormon atau zat pengatur tumbuh (Santoso, 2004).



Gambar 2.5. Interaksi antara Auksin dan Sitokinin (Sato, 2009)

Pada tanaman yang lengkap, auksin mengalir menuju basipetal dari tunas apikal yang menekan ekspresi PsIPT (gen pola ekspresi sitokinin) dan mempertahankan ekspresi PsPIN1 (gen pola ekspresi auksin) pada batang.

Akibatnya, tunas aksilar tidak dapat tumbuh. Namun, ketika tunas apikal dipotong, level auksin pada batang menurun dan membebaskan ekspresi IPT. CK kemudian disintesis dalam batang dan mengalirkannya pada tunas aksilar yang pertumbuhannya terhenti untuk memulai meneruskan pertumbuhannya. Setelah tunas aksilar tumbuh, akan disintesis IAA yang diambil dari tunas yang baru dan dialirkan menuju batang, dimana dia akan menekan ekspresi IPT dan menginduksi CKX untuk mengurangi level CK pada batang (Sato, 2009).



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus-Desember 2016. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan, Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Terdiri dari 2 faktor perlakuan, yaitu konsentrasi zat pengatur tumbuh NAA dan BAP. Terdiri dari 12 perlakuan dan 3 ulangan. sehingga terdapat 32 unit percobaan yang ditunjukkan pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1. Kombinasi Perlakuan NAA dan BAP.

ZPT		BAP			
		0 ppm	0,1 ppm	0,5 ppm	1 ppm
NAA	0 ppm	N0B0	N0B1	N0B2	N0B3
	0,05 ppm	N1B0	N1B1	N1B2	N1B3
	0,1 ppm	N2B0	N2B1	N2B2	N2B3

3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 3 variabel yang meliputi: 1) variabel bebas, 2) variabel terikat dan 3) variabel terkendali. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kombinasi BAP dan NAA. Variabel terikat dalam penelitian merupakan variabel yang dapat diukur, yaitu: Hari munculnya tunas (hari setelah tanam), jumlah tunas (buah), panjang tunas (cm), dan jumlah

daun (buah) setelah 4 minggu tanam. Variabel terkendali pada penelitian ini adalah suhu, cahaya, medium MS dan pH.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Alat yang digunakan antara lain: botol kultur, gelas ukur, spatula, cawan petri, gelas kimia dan erlenmeyer, timbangan analitik, pH meter, *hot plate and stirer*, *autoclave*, *laminar air flow* (LAF), pinset, scalpel, mata pisau, lampu bunsen, spreng, batang pengaduk, panci, kompor dan rak kultur.

3.4.2 Bahan

Bahan yang digunakan adalah planlet balsam (*Poligala panicullata*), media MS, agar, gula, BAP, NAA, 0,1 HCl, 0,1 NaOH, alkohol 70%, detergen, tisu, plastik kaca, karet gelang, aluminium foil, akuades dan wrap.

3.5 Langkah Kerja

3.5.1 Sterilisasi Alat

1. Alat-alat *dissecting set* (scalpel, pinset, gunting), alat-alat gelas dan logam dicuci dengan detergen dan dibilas dengan air bersih beberapa kali dan kemudian dikeringkan.
2. Alat-alat logam ditutup aluminium foil, sedangkan alat-alat gelas dan cawan petri dibungkus dengan kertas, kemudian disterilkan dalam *autoclave* dengan suhu 121° C selama 15 menit.
3. Kemudian alat-alat *dissecting set* (scalpel, pinset, gunting) disterilisasi dengan alkohol 90% dan dibakar dengan nyala api spiritus setiap kali akan digunakan di LAF.

3.5.2 Pembuatan Media MS

Media merupakan salah satu tingkat keberhasilan suatu kultur in vitro. Penelitian ini menggunakan MS yang sudah jadi (siap pakai). Ditimbang MS sebanyak 4,43 gr, kemudian stok media MS dicampur dengan bahan-bahan media yang lain, seperti agar, ZPT serta gula dilarutkan pada akuades sebanyak 1 liter dan dipanaskan. Ketika sudah selesai dimasukkan ke dalam botol kultur.

3.5.3 Pembuatan Media Perlakuan

Media MS ditimbang sebanyak 4,43 gr, gula ditimbang sebanyak 30 gr, kemudian ditambahkan ke dalam beaker glass yang telah berisi aquades sebanyak 1 liter. Ditambahkan ZPT BAP dan NAA sesuai perlakuan yaitu (N0B0, N0B1, N0B2, N0B3, N1B0, N1B1, N1B2, N1B3, N2B0, N2B1, N2B2, N2B3) dihomogenkan dan diukur pH larutan media dengan pH meter, yaitu 5,6 - 5,8. Penurunan dan peningkatan pH dilakukan dengan menambahkan beberapa tetes HCl 0,10 N dan NaOH 0,10 N. Agar ditimbang sebanyak 7 gr dan ditambahkan dalam beaker glass yang berisi aquades, MS, gula, dan ZPT. Kemudian media dimasak pada kompor dan diaduk hingga mendidih serta homogen. Media yang telah mendidih dituang ke dalam botol kultur \pm 20 ml, kemudian ditutup dengan plastik dan diikat dengan karet serta di beri kertas label. Sterilisasi media dilakukan dalam autoklaf pada tekanan 17,50 psi dengan suhu 121°C selama 15 menit.

3.5.4 Sterilisasi Ruang Tanam

Laminar Air Flow disemprot dengan alkohol 70% terlebih dahulu. Selanjutnya ruang tanam disterilisasi dengan sinar UV selama 1 jam dimatikan dan kemudian blower dihidupkan. Kemudian alat-alat yang dimasukkan ke dalam LAF disemprot dengan alkohol 70% terlebih dahulu.

3.5.5 Inisiasi

Diambil bagian batang dari botol tanaman balsam (*Polygala paniculata*) pada cawan petri, kemudian batang dipotong dengan ukuran 1,5 cm atau untuk dilakukan penanaman ke dalam media botol kultur yang sudah diberi perlakuan oleh berbagai kombinasi konsentrasi ZPT. Kemudian dilanjutkan dengan pemeliharaan balsam (*Polygala paniculata*).



Gambar 3.1 Planlet Tanaman Balsam

3.6. Pengamatan

3.6.1 Pengamatan Harian

Pengamatan harian dilakukan setiap hari dimulai setelah penanaman untuk mengamati hari tumbuhnya tunas pertama. Kecepatan tumbuh diukur dengan melihat munculnya tunas pertama pada media perlakuan, diamati setiap hari.

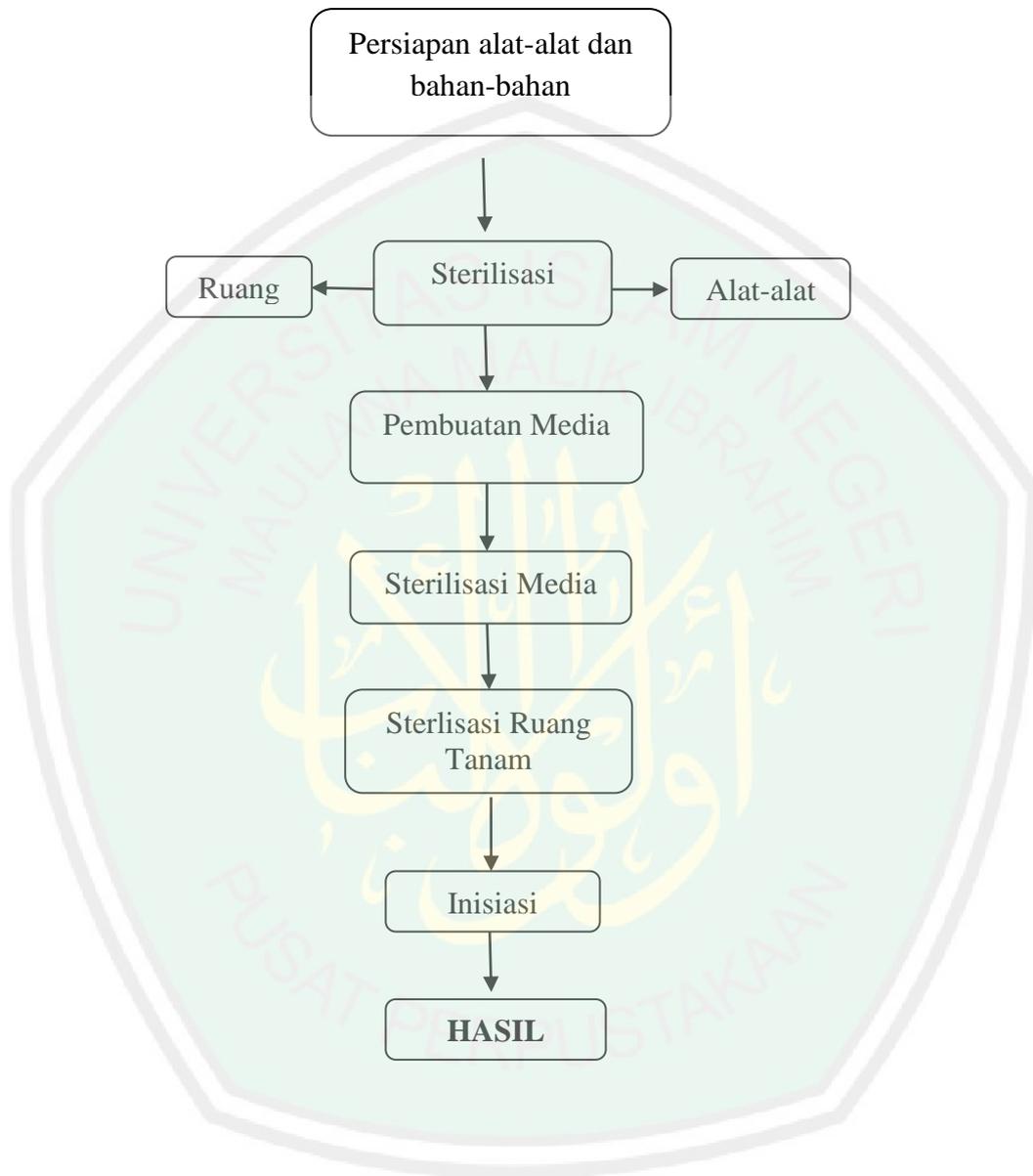
3.6.2 Pengamatan Akhir

Pengamatan akhir dilakukan di akhir hari pengamatan minggu ke-4. Parameter pengamatan meliputi panjang tunas (cm), jumlah tunas (buah) dan jumlah daun (buah).

3.7 Analisis Data

Data pengamatan berupa data kuantitatif yang meliputi hari munculnya tunas (hari setelah tanam), jumlah tunas (buah), panjang tunas (cm), dan jumlah daun (buah). Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan, dilakukan analisa *Analysis of Variance* (ANOVA) dua jalur menggunakan SPSS 16,0. Apabila terdapat perbedaan nyata dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% untuk mengetahui konsentrasi ZPT yang terbaik.

3.8 Skema Kerja Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Kombinasi BAP dan NAA terhadap Hari Muncul Tunas Aksilar Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L.) secara *In Vitro*

Kemunculan tunas merupakan salah faktor penting dalam melakukan multiplikasi tanaman secara *in vitro*, dengan tingkat kemunculan tunas yang cepat maka tingkat multiplikasi tanaman akan semakin cepat pula. Kemunculan tunas yang cepat akan berpengaruh pada jumlah tunas yang dihasilkan meskipun tidak pada semua jenis tanaman. Pengamatan terhadap saat kemunculan tunas adalah untuk mengetahui pengaruh keefektifan pengaruh BAP dan NAA yang dilakukan secara *in vitro*.

Pengamatan hari muncul tunas diamati setiap hari selama satu bulan dengan cara melihat tunas aksilar yang tumbuh pada eksplan. Kemudian hasil di analisis menggunakan analisa uji ANAVA dua jalur untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Hasilnya disajikan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengaruh kombinasi NAA dan BAP terhadap hari munculnya tunas aksilar tanaman balsam (*Polygala paniculata* L.) secara *in vitro*

F hitung	F tabel	Sig
2.941	2.216	.013

Keterangan : Jika nilai Fhitung > Ftabel maka terdapat pengaruh yang signifikan, jika Fhitung < Ftabel maka tidak terdapat pengaruh

Berdasarkan analisis menggunakan uji ANAVA dua arah menunjukkan bahwa kombinasi NAA dan BAP berpengaruh terhadap hari munculnya tunas. Hal ini dapat dilihat dari F hitung yang menunjukkan nilai lebih besar dari F tabel

yaitu $2.941 > 2.216$, begitu juga nilai signifikansi < 0.05 . Sehingga perlu dilanjutkan dengan uji DMRT 5 %. Hasil uji DMRT5% dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Uji DMRT 5% Pada Hari Muncul Tunas Aksilar Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L.) secara *In Vitro*

No	Perlakuan	Hari muncul tunas	Notasi uji DMRT 5%
1	NAA 0,1 + BAP 1,0 ppm	3.33	a
2	NAA 0 + BAP 1,0 ppm	6.66	ab
3	NAA 0,1 + BAP 0 ppm	8	bc
4	NAA 0 + BAP 0 ppm	8.33	bc
5	NAA 0,05 + BAP 0,1 ppm	8.33	bc
6	NAA 0,05 + BAP 0 ppm	9.33	bc
7	NAA 0,05 + BAP 1,0 ppm	9.66	bc
8	NAA 0,1 + BAP 0,1 ppm	10	bc
9	NAA 0,1 + BAP 0.5 ppm	10.66	bc
10	NAA 0,05 + BAP 0,5 ppm	11	bc
11	NAA 0 + BAP 0,5 ppm	12.33	c
12	NAA 0 + BAP 0,1 ppm	12.66	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 taraf 5%.

Hasil dari uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% terhadap parameter muncul tunas aksilar pada tanaman Balsam menunjukkan bahwa perlakuan NAA 0,1 + BAP 1,0 ppm adalah hasil yang paling optimum. Karena dengan perlakuan tersebut tunas aksilar dapat muncul paling cepat yaitu 3,33 hari setelah tanam dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Hal tersebut diatas sesuai dengan yang diungkapkan oleh (Flick dkk, 1993), yang menyatakan bahwa kombinasi antara sitokinin (BAP) dan auksin

(NAA) dapat memacu morfogenesis dalam pembentukan tunas. Menurut North dan Ndakidemi (2012) pembentukan tunas selain memerlukan konsentrasi sitokinin yang tinggi, tetap diperlukan auksin dalam konsentrasi yang rendah. Penggunaan sitokinin dan auksin dalam satu media dapat memacu proliferasi tunas karena adanya pengaruh sinergisme antara zat pengatur tumbuh tersebut (Davies, 2004). Sehingga penambahan hormon NAA dan BAP memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hari munculnya tunas axillar tanaman Balsam.

Tunas yang pertama kali muncul pada setiap eksplan terbentuk secara langsung dan merupakan hasil pemanjangan mata tunas di bagian ketiak daun (tunas aksilar) ataupun muncul dari nodus. Diduga penambahan Kombinasi BAP dan NAA pada media memacu tumbuhnya tunas aksilar, tetapi eksplan pada perlakuan kontrol tanpa penambahan BAP dan NAA juga berhasil menunjukkan pertumbuhan tunas. Hal ini terjadi diduga karena di dalam eksplan terdapat sitokinin dan auksin endogen dan kandungannya sudah cukup untuk memacu pertumbuhan tunas. .

Menurut Kasli (2009) yang menyatakan bahwa sitokinin akan memacu peningkatan jumlah sel dengan cara berikatan pada reseptor protein yang terdapat pada membrane plasma sel target (Sel Meristematik). Salisbury dan Ross (1995) menambahkan bahwa secara sinergis, meningkatkan konsentrasi auksin di dalam sel merupakan stimulus untuk aktivasi sitokinin. Aktifnya sitokinin diikuti dengan aktifnya enzim yang menaikkan laju sintesis protein yang merupakan protein pembangun sel, sehingga terbentuklah sel-sel baru yang pada akhirnya akan terdeferensiasi menjadi organ tertentu. Wattimena (1992) juga menambahkan

bahwa induksi tunas hanya memerlukan sitokinin dalam jumlah optimum tanpa auksin atau dengan auksin dalam konsentrasi yang rendah.

Ketepatan penggunaan auksin dan sitokinin menentukan pembentukan organ tanaman, dalam hal ini perlakuan NAA 0,1 + BAP 1,0 ppm merupakan perlakuan yang mampu memicu pertumbuhan jumlah tunas aksilar tanaman Balsam secara optimal. Menurut George (1993) yang menyatakan bahwa jika konsentrasi auksin rendah daripada sitokinin maka organogenesis akan mengarah ke pembentukan tunas, jika konsentrasi auksin sama dengan sitokinin maka mengarah pada pembentukan kalus sedangkan jika konsentrasi auksin lebih tinggi daripada sitokinin organogenesis akan mengarah ke pembentukan akar. Pertumbuhan tunas aksilar tanaman Balsam disajikan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Tunas tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L.) umur 3 hari pada perlakuan NAA 0,1 + BAP 1,0 ppm

4.2 Pengaruh Kombinasi BAP dan NAA terhadap Jumlah Tunas Aksilar Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L.) secara *In Vitro*

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan selama satu bulan, diketahui bahwa pemberian kombinasi NAA dan BAP terhadap eksplan tanaman balsam mampu mempengaruhi jumlah tunas aksilar setelah dilakukan inisiasi kedalam media tanam. Hasil analisis variasi tersaji pada table 4.3.

Tabel 4.3 Pengaruh Kombinasi BAP dan NAA terhadap Jumlah Tunas Aksilar Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L.) secara *In Vitro*

F hitung	F tabel	Sig
2.318	2.216	.041

Keterangan : Jika nilai Fhitung > Ftabel maka terdapat pengaruh yang signifikan, jika Fhitung < Ftabel maka tidak terdapat pengaruh

Berdasarkan hasil analisis menggunakan uji ANAVA di atas, diketahui bahwa kombinasi NAA dan BAP berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas tanaman Balsam. Hal ini dapat dilihat dari signifikansi $0,041 < 0,05$. selain itu nilai F-hitung juga lebih besar daripada F-tabel yaitu $2,318 > 2,216$. Maka dilakukan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan signifikansi 5% . hasil uji DMRT dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Uji DMRT 5% Pada Jumlah Tunas Aksilar Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L.) secara *In Vitro*

No	Perlakuan	Jumlah tunas	Notasi uji DMRT 5%
1	NAA 0 + BAP 0 ppm	1.33	a
2	NAA 0,05 + BAP 0,5 ppm	2.33	ab
3	NAA 0,1 + BAP 0.5 ppm	2.33	ab
4	NAA 0 + BAP 0,1 ppm	3	ab
5	NAA 0,05 + BAP 0,1 ppm	3	ab
6	NAA 0,1 + BAP 0,1 ppm	3	ab
7	NAA 0 + BAP 0,5 ppm	3.33	abc
8	NAA 0 + BAP 1,0 ppm	3.33	abc
9	NAA 0,05 + BAP 1,0 ppm	3.66	bc
10	NAA 0,05 + BAP 0 ppm	4	bc
11	NAA 0,1 + BAP 0 ppm	4.33	bc
12	NAA 0,1 + BAP 1,0 ppm	5.33	c

Keterangan: Angka-angka tinggi 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 taraf 5%

Berdasarkan hasil uji DMRT 5% pada jumlah tunas aksilar tanaman balsam diatas menunjukkan bahwa setiap perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda-beda terhadap eksplan. Perlakuan NAA 0 + BAP 0 ppm menghasilkan tunas yang paling sedikit. Hal tersebut diduga tidak terjadi pembelahan sel karena tanpa hadirnya BAP dalam hal ini termasuk zat pengatur tumbuh golongan sitokinin yang berfungsi sebagai pembelahan sel mengakibatkan ketidak mampuan eksplan tanaman untuk membelah dan untuk meningkatkan jumlah tunas Arimarsetiowati (2012).

Sedangkan kombinasi perlakuan NAA 0,1 + BAP 1,0 ppm menunjukkan perlakuan yang paling optimum dalam menginduksi jumlah tunas aksilar dengan rata-rata 5,33 tunas/eksplan. Pertumbuhan tunas terjadi diduga karena adanya interaksi yang tepat antara zat pengatur tumbuh NAA dan BAP yang ditambahkan dalam media kultur. Fatmawati (2006) menegaskan bahwa keseimbangan antara BAP dan NAA sangat penting untuk menginduksi tunas karena masing-masing zat pengatur tumbuh berperan dalam menginduksi tunas. Auksin dan sitokinin dapat mengalami beberapa jenis interaksi yaitu interaksi antagonis maupun sinergis. Auksin berperan dalam mengatur pertumbuhan dan pemanjangan sel, sedangkan sitokinin berperan dalam pembelahan sel.

Jumlah tunas yang terbentuk pada tiap perlakuan dipengaruhi oleh kombinasi BAP dan NAA pada konsentrasi yang berbeda. Hal ini sesuai dengan pendapat Wattimena dkk (1992) bahwa kecepatan sel membelah diri dapat dipengaruhi oleh adanya kombinasi zat pengatur tumbuh tertentu. Satu molekul zat pengatur tumbuh saja dapat mempengaruhi cara kerja enzim, maka beberapa

molekul zat pengatur tumbuh dapat menyebabkan perubahan-perubahan fisiologis tanaman, karena enzim memegang peranan penting dalam metabolisme (Wattimena, 1992). Winarsih dan Priyono (2000) menyatakan bahwa kombinasi perlakuan sitokinin dan auksin pada konsentrasi yang tepat dapat meningkatkan jumlah tunas yang terbentuk.

Tingginya pertumbuhan tunas pada eksplan dikarenakan adanya interaksi yang tepat antara hormon endogen eksplan dengan hormon eksogen yang ditambahkan. Pembentukan tunas dipengaruhi oleh hormon sitokinin yang dalam hal ini adalah BAP. Sitokinin berperan dalam pembelahan sel, maka ketika konsentrasi sitokinin yang diberikan sesuai, eksplan akan mempercepat proses pembelahan sel sehingga jumlah tunas yang terbentuk semakin banyak. Menurut Wattimena (1986) bahwa fungsi utama sitokinin adalah memacu pembelahan sel. Sitokinin berperan dalam merangsang pertumbuhan tunas, meningkatkan klorofil daun serta memperlambat proses penuaan pada daun dan organ-organ lainnya.

Perlakuan auksin tunggal yaitu kombinasi perlakuan NAA 0,05 + BAP 0 ppm juga sudah dapat memunculkan tunas aksilar dengan rata-rata jumlah tunas sebesar 4 tunas/eksplan. Dalam hal ini, sitokinin berfungsi untuk pembelahan sel, akan tetapi pada perlakuan ini tanpa penambahan sitokinin (BAP), perlakuan tersebut mampu menghasilkan tunas. Kemunculan tunas pada perlakuan tersebut diduga karena zat pengatur tumbuh endogen khususnya sitokinin pada eksplan tanaman balsam sudah terpenuhi untuk merangsang pembentukan tunas aksilar. Di dalam suatu jaringan dengan adanya sitokinin, maka akan memacu pembelahan

sel dan menghilangkan dormansi yang diikuti oleh pertumbuhan tunas dan batang (Intias, 2012).

Menurut Marlin (2005) menegaskan bahwa tingginya presentase pembentukan tunas pada konsentrasi BAP yang rendah dimungkinkan karena secara fisiologi kandungan BAP endogen dari eksplan tunas jahe sudah mencukupi untuk pembentukan tunas. Sehingga pada perlakuan BAP atau BAP dalam konsentrasi rendah eksplan mampu menginduksi tunas.

Penambahan konsentrasi zat pengatur tumbuh dapat dipengaruhi oleh hormon endogen yang dihasilkan oleh tanaman itu sendiri. Setiap tumbuhan kandungan hormon endogennya berbeda-beda sehingga pada konsentrasi tersebut eksplan dapat tumbuh tunas aksilar.

Khairunisa (2009) menyatakan bahwa konsentrasi sitokinin terus dinaikkan akan mengakibatkan penurunan jumlah tunas. Hal ini diduga pada penambahan sitokinin dengan konsentrasi tinggi, tanaman sudah tidak responsif. Kandungan sitokinin dalam jaringan yang sangat tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi terlambat dan hal ini juga telah dijelaskan Mandang (2013) menyatakan bahwa penggunaan zat pengatur dalam jumlah sedikit dapat mendukung dan menghambat proses fisiologi tumbuhan.

4.3 Pengaruh Kombinasi BAP dan NAA terhadap Panjang Tunas Aksilar Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L.) secara *In Vitro*]

Pengamatan terhadap parameter panjang tunas tanaman Balsam pada penelitian ini menggunakan analisa uji *Analysis of Varian* (ANOVA) dua jalur untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Selanjutnya dilanjutkan dengan uji

Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5% apabila terdapat perbedaan nyata untuk mengetahui kombinasi konsentrasi ZPT yang terbaik. Hasil yang diperoleh dari uji ANAVA dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Pengaruh Kombinasi BAP dan NAA terhadap Panjang Tunas Aksilar Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L.) secara *In Vitro*

F hitung	F tabel	Sig
5.898	2.216	.000

Keterangan : Jika nilai Fhitung > Ftabel maka terdapat pengaruh yang signifikan, jika Fhitung < Ftabel maka tidak terdapat pengaruh

Hasil uji ANAVA pada parameter panjang tunas tanaman Balsam menunjukkan bahwa nilai sign < 0,05 yaitu 0,000. Selain itu nilai F-hitung lebih besar daripada F-tabel. Maka dapat disimpulkan bahwa kombinasi konsentrasi BAP dan NAA memberikan pengaruh terhadap panjang tunas tanaman Balsam, Sehingga dapat dilanjutkan dengan uji DMRT 5%. Hasil uji DMRT 5% dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Uji DMRT 5% Pada Panjang Tunas Aksilar Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L.) secara *In Vitro*

No	Perlakuan	Panjang tunas (mm)	Notasi uji DMRT 5%
1	NAA 0 + BAP 0,1 ppm	1.66	a
2	NAA 0,1 + BAP 0.5 ppm	2.1	a
3	NAA 0,05 + BAP 0,5 ppm	2.76	a
4	NAA 0 + BAP 0 ppm	3	a
5	NAA 0,1 + BAP 0,1 ppm	3.93	ab
6	NAA 0,1 + BAP 0 ppm	4.53	ab
7	NAA 0 + BAP 0,5 ppm	4.56	ab
8	NAA 0,05 + BAP 0 ppm	4.66	ab
9	NAA 0,05 + BAP 1,0 ppm	5.76	ab
10	NAA 0 + BAP 1,0 ppm	7	ab
11	NAA 0,05 + BAP 0,1 ppm	9.56	b
12	NAA 0,1 + BAP 1,0 ppm	18.23	c

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

Hasil dari uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi konsentrasi yang paling optimum dalam memicu panjang tunas adalah kombinasi perlakuan NAA 0,1 + BAP 1,0 ppm yang ditunjukkan dengan pengaruh yang berbeda nyata dari semua perlakuan. Pada perlakuan tersebut didapatkan rata-rata panjang tunas tertinggi yaitu 18,23. Berdasarkan hal tersebut telah ditegaskan oleh Arimarsetiowati (2012) yang menyatakan bahwa salah satu fungsi auksin yang lain adalah mempengaruhi pertumbuhan panjang.

Hal ini juga dapat disebabkan karena kombinasi dari kedua zat pengatur tumbuh dapat bekerja secara sinergisme untuk menghasilkan tinggi tunas. Berdasarkan hal tersebut telah ditegaskan oleh Arimarsetiowati (2012) yang menyatakan bahwa zat pengatur tumbuh umumnya digunakan secara kombinasi dan morfogenesis dari eksplan selalu tergantung dari interaksi antara auksin dan sitokinin yang seimbang.

Hal tersebut juga sesuai dengan pernyataan yang dipaparkan oleh Zulkarnaian (2009) yang menyatakan bahwa sitokinin lebih banyak daripada auksin akan terbentuk tunas, sebaliknya jika auksin lebih banyak dari sitokinin maka akan terbentuk akar. Pada perlakuan konsentrasi BAP lebih tinggi daripada NAA mengakibatkan hanya terbentuk tunas.

Perimbangan konsentrasi dalam hal ini sangat berpengaruh. Hal ini dibuktikan pada kombinasi perlakuan NAA 0,1 + BAP 1,0 ppm yaitu dengan konsentrasi auksin (NAA) lebih rendah dibandingkan konsentrasi (BAP) mampu menginduksi panjang tunas paling tinggi. Menurut North dan Ndakidemi (2012) yang menyatakan bahwa pembentukan tunas selain memerlukan konsentrasi sitokininyang tinggi, tetap diperlukan auksin dalam konsentrasi yang rendah. Hal ini didukung oleh penelitian Kristina (2009) menyebutkan bahwa penggunaan kombinasi BAP 1 mg/l + NAA 0,1 mampu menginduksi tinggi tunas pada eksplan tabat barito dengan rata-rata tinggi tunas 2,3 cm.

Menurut penjelasan Miryam (2008) menyatakan bahwa zat pengatur tumbuh umumnya digunakan secara kombinasi tergantung dari interasksi antara auksin dan sitokinin yang seimbang. Hal ini juga diperkuat oleh Lestari (2011)

yang menyatakan bahwa penggunaan sitokinin dan auksin dalam satu media dapat memacu poliferasi tunas karena adanya pengaruh sinergisme antara zat pengatur tubuh tersebut.

Pemanjangan tunas diakibatkan oleh adanya pemanjangan pada sel-selnya. Pemanjangan pada sel-sel sangat dipengaruhi oleh adanya hormon auksin. NAA 0,1 ppm adalah konsentrasi tertinggi yang diberikan pada semua perlakuan selain dikombinasikan dengan BAP. Menurut Campbell dan Reece (2012) bahwa fungsi utama auksin adalah untuk merangsang pemanjangan sel-sel di dalam tunas-tunas muda yang sedang berkembang.

Dalam hal ini peranan auksin adalah mendorong pemanjangan sel dengan cara menginduksi sekresi H^+ ke luar sel melalui dinding sel. Pengasaman dinding sel menyebabkan susunan matriks dinding sel merenggang akibatnya air menjadi masuk ke dalam sel, sehingga sel membesar (Mulyono, 2010).

Tingginya pertumbuhan tunas yang terjadi pada eksplan dikarenakan adanya interaksi yang tepat antara hormon endogen eksplan dengan hormon eksogen yang ditambahkan. Hal ini didukung oleh George dan Sherrington (1984) yang menyatakan bahwa kemampuan suatu eksplan untuk berdiferensiasi tidak hanya bergantung pada penambahan auksin pada media pertumbuhan tetapi bergantung pula pada interaksi auksin endogen dan eksogen.

4.4 Pengaruh Kombinasi BAP dan NAA terhadap Jumlah Daun Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L.) secara *In Vitro*]

Pengamatan terhadap parameter jumlah daun tanaman Balsam pada penelitian ini menggunakan analisa uji *Analysis of Varian* (ANOVA) dua jalur untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Selanjutnya dilanjutkan dengan uji

Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5% apabila terdapat perbedaan nyata untuk mengetahui kombinasi konsentrasi ZPT yang terbaik. Hasil uji ANAVA pada parameter jumlah daun dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Pengaruh Kombinasi BAP dan NAA terhadap Jumlah Daun Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L.) secara *In Vitro*

F hitung	F tabel	Sig
2.918	2.216	.014

Keterangan : Jika nilai Fhitung > Ftabel maka terdapat pengaruh yang signifikan, jika Fhitung < Ftabel maka tidak terdapat pengaruh

Hasil uji ANAVA pada parameter jumlah daun tanaman Balsam menunjukkan bahwa nilai sign < 0,05 yaitu 0,014. Selain itu nilai F-hitung lebih besar daripada F-tabel yaitu sebesar $2.918 > 2.216$. Maka dapat disimpulkan bahwa kombinasi konsentrasi BAP dan NAA memberikan pengaruh terhadap jumlah daun tanaman Balsam, Sehingga dapat dilanjutkan dengan uji DMRT 5%. Hasil uji DMRT 5% disajikan pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Uji DMRT 5% Pada Jumlah Daun Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L.) secara *In Vitro*

No	Perlakuan	Jumlah daun	Notasi uji DMRT 5%
1	NAA 0 + BAP 0,1 ppm	4	a
2	NAA 0,1 + BAP 0.5 ppm	5	ab
3	NAA 0,05 + BAP 0,5 ppm	5.86	abc
4	NAA 0 + BAP 0 ppm	6.33	abcd
5	NAA 0 + BAP 1,0 ppm	6.4	abcd
6	NAA 0,1 + BAP 0,1 ppm	6.83	abcde
7	NAA 0,1 + BAP 0 ppm	7.46	abcde
8	NAA 0 + BAP 0,5 ppm	7.56	abde
9	NAA 0,05 + BAP 0,1 ppm	8.1	bcde
10	NAA 0,05 + BAP 0 ppm	9	cde
11	NAA 0,05 + BAP 1,0 ppm	9.66	de
12	NAA 0,1 + BAP 1,0 ppm	10.23	e

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

Berdasarkan hasil dari uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% terhadap parameter jumlah daun pada tanaman Balsam menunjukkan bahwa perlakuan NAA 0,1 + BAP 0,1 ppm, NAA 0,1 + BAP 0 ppm, NAA 0 + BAP 0,5 ppm, NAA 0,05 + BAP 0,1 ppm, NAA 0,05 + BAP 0 ppm, NAA 0,05 + BAP 1,0 ppm, NAA 0,1 + BAP 1,0 ppm tidak berbeda nyata. Namun konsentrasi yang optimum digunakan adalah NAA 0,1 + BAP 1,0 ppm karena kombinasi konsentrasi tersebut mampu memunculkan daun paling banyak dibandingkan perlakuan yang lainnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa kehadiran kombinasi konsentrasi tersebut mampu menginduksi tunas sehingga terjadi pertumbuhan daun.

Hal tersebut dipertegas oleh Intias (2012), yang menyatakan bahwa kemunculan daun diawali dengan pemunculan tunas. Tunas memanjang lalu tumbuh berkembang menjadi daun. Jumlah tunas yang tinggi akan menghasilkan jumlah daun yang tinggi pula.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Samudin (2009) yang menyatakan bahwa penggunaan 4 ppm BAP + 0,2 ppm NAA mampu menghasilkan daun terbanyak pada eksplan apel. Penelitian lain yang menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi BAP yang tinggi mampu menghasilkan daun terbanyak terdapat pada penelitian Miryam (2008) yang menyebutkan bahwa penggunaan konsentrasi BAP 5 ppm mampu menghasilkan daun sebanyak 6,2 helai/eksplan, selain itu sitokinin lebih besar daripada auksin mendorong pertumbuhan tunas dan daun.

Hardjo (1994) menyatakan bahwa pemberian sitokinin pada media yang eksplannya mengandung sitokinin endogen sedikit menghasilkan respon yang positif, tetapi sebaliknya bila eksplan mengandung sitokinin endogen yang cukup, maka tidak ada respon terhadap pemberian sitokinin, bahkan akan menimbulkan respon yang negatif .

Sitokinin merupakan suatu zat di dalam tanaman yang bersama dengan auksin dalam menentukan arah terjadinya deferensiasi sel. Keefektifan sitokinin sangat bervariasi diantaranya ditentukan oleh dosis yang digunakan, umur dan bagian tanaman yang digunakan (Kusumo, 1984).

Penambahan auksin eksogen golongan NAA tidak memberikan pengaruh terhadap jumlah daun. Hal ini dapat dilihat pada tabel 4.8 dengan munculnya daun pada perlakuan dengan memberikan hormon NAA, tetapi pada perlakuan tanpa pemberian NAA juga mampu memunculkan tunas pada tanaman Balsam. Hal ini disebabkan karena hormon endogen yang terdapat pada eksplan sudah dapat memenuhi kebutuhan eksplan itu sendiri untuk menginduksi daun. Hal ini didukung oleh pernyataan George dan Sherrington (1984) 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 George dan Sherrington (1984) mengatakan bahwa terbentuknya daun dipengaruhi oleh sitokinin yang memacu pembelahan sel. Tingginya pertumbuhan yang terjadi pada eksplan dikarenakan adanya interaksi yang tepat antara hormon endogen eksplan dengan hormon eksogen yang ditambahkan. Keseimbangan konsentrasi auksin dan sitokinin yang ditambahkan dalam media ini mengakibatkan proses fisiologis dalam eksplan dapat berlangsung efektif dalam memacu pertumbuhan daun .

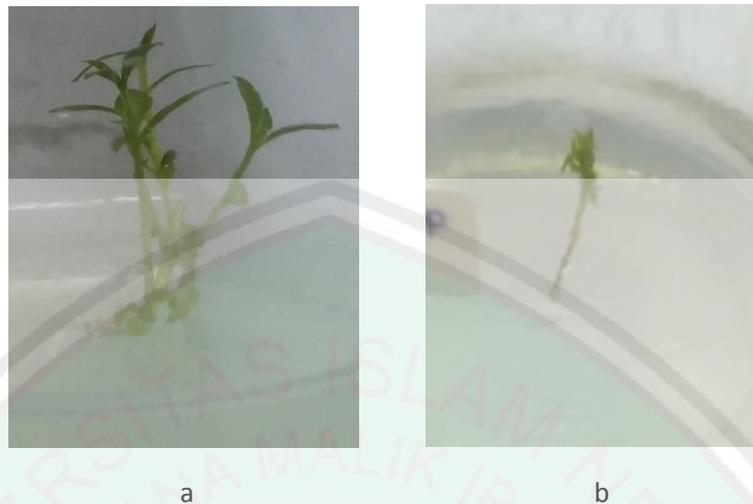
Perlakuan auksin tunggal yaitu kombinasi perlakuan NAA 0,05 + BAP 0 ppm juga sudah dapat memunculkan daun dengan rata-rata jumlah daun sebesar 9 helai daun/eksplan. Tidak dapat menjadi acuan meskipun eksplan ditambahkan sitokinin golongan BAP dengan konsentrasi yang semakin tinggi maka jumlah daun akan meningkat meskipun fungsi dari sitokin adalah pembelahan sel dan pembentukan organ salah satunya adalah daun. Hal ini terjadi karena adanya

hormon endogen yang berbeda pada setiap eksplan sehingga menghasilkan respon yang berbeda pula.

Hardjo (1994) menyatakan bahwa pemberian sitokinin pada media yang eksplannya mengandung sitokinin endogen sedikit menghasilkan respon yang positif, tetapi sebaliknya bila eksplan mengandung sitokinin endogen yang cukup, maka tidak ada respon terhadap pemberian sitokinin, bahkan akan menimbulkan respon yang negatif .

Sitokinin merupakan suatu zat di dalam tanaman yang bersama dengan auksin dalam menentukan arah terjadinya deferensiasi sel. Keefektifan sitokinin sangat bervariasi diantaranya ditentukan oleh dosis yang digunakan, umur dan bagian tanaman yang digunakan (Kusumo, 1984).

Khairunisa (2009) memaparkan bahwa daun merupakan salah satu organ tanaman yang diperlukan untuk penyerapan dan pengubahan energi cahaya. Energi tersebut akan digunakan untuk pertumbuhan. Pembentukan jumlah dan ukuran daun dipengaruhi oleh genotip dan lingkungan. Daun dapat dijadikan salah satu parameter pengamatan karena daun berfungsi sebagai penerima cahaya dan alat fotosintesis. Eksplan tanaman balsam yang muncul daun dan perlakuan kontrol dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 a) Eksplan tanaman Balsam yang muncul daun pada hari ke 9 perlakuan NAA 0,1 + BAP 1,0 ppm b) Eksplan tanaman Balsam hari ke 18 perlakuan NAA 0 + BAP 0 ppm

4.5 Pembahasan Kultur Tanaman Balsam dalam Prespektif Islam

Sebagaimana dalam firman Allah SWT dalam surat Asy-Syua'ara ayat 80:

وَإِذَا مَرَضْتُ فَهُوَ يَشْفِينِ ﴿٨٠﴾

Artinya: “dan apabila aku sakit, Dialah yang menyembuhkan Aku”

Kata *maridh* (sakit) dikaitkan dengan manusia, sedangkan *syifa* (kesembuhan) diberikan pada manusia dengan di sandarkan pada Allah SWT (Halim *et al.*,2015). Berdasarkan ayat tersebut di atas menunjukkan bahwa setiap penyakit terdapat obatnya, sehingga sebagai makhluk Allah SWT yang memiliki akal dan fikiran seharusnya kita berupaya untuk mencari alternatif obat untuk menjaga, mencegah, dan mengobati berbagai penyakit dengan memanfaatkan tumbuh- tumbuhan yang berada di sekitar kita.

Sebagaimana tanaman Balsam yang mempunyai banyak manfaat, diantaranya yaitu akarnya dikenal sebagai obat batuk, asma dan brokhitis. Air

rebusan dari tanaman Balsam digunakan sebagai obat gonorrhoea dan sakit rematik di bagian punggung. Daunnya yang dihaluskan dapat pula digunakan untuk mengobati luka (Valkenburg, 2002).

Manfaat dari tanaman Balsam yang digunakan sebagai obat tradisional sejalan dengan yang tertera dalam Al-Qur'an Surat Ali-Imron ayat 190 yang berbunyi:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَأَخْتَلَفِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ



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

Ayat di atas menjelaskan ciri-ciri orang yang dinamakan *Ulul Albab* “yaitu mereka yang selalu memikirkan ciptaan Allah SWT dengan harapan apa yang dilakukannya akan mendatangkan kemaslahatan bagi umat manusia dan alam semesta. Penggunaan tanaman Balsam sendiri sebagai obat tradisional untuk mencegah dan mengobati berbagai macam penyakit menunjukkan bahwa manusia berusaha memikirkan solusi untuk mengobati penyakit batuk, asma, brokhitis, gonorrhea, rematik dan mengobati luka dengan menggunakan tumbuhan tradisional.

Proses mendapatkan tanaman yang baik dapat dilakukan dengan berbagai cara, satu diantaranya melalui teknik kultur jaringan tanaman. Pada penelitian ini digunakan teknik kultur jaringan dengan tujuan perbanyak tanaman untuk pemenuhan bibit secara terus menerus tanpa menunggu musimnya tiba. Allah

SWT menjelaskan tentang proses menumbuhkan tanaman dengan teknik kultur jaringan secara tersirat dalam Al-Quran surat al-An'am (6) : 95,

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

Artinya: “Sesungguhnya Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan. Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup. (yang memiliki sifat-sifat) demikian ialah Allah, Maka mengapa kamu masih berpaling?” (Al-An'am/6: 95).

Surat al-An'am ayat 95 diatas ditekankan pada kalimat (فالِق الحب والنوى)

“Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan”. Mujahid berkata, yang dimaksud dengan (فالِق) adalah proses pembelahan yang terjadi pada butir tumbuh-tumbuhan” (Al-Qutubi, 2008). Kemudian firman Allah: (يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ) “Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati”. Dalam hal ini, tanaman yang dipotong atau tanaman yang kering, tanaman itu disebut “mati” .

Berdasarkan hal tersebut, dasar kultur *in vitro* adalah *totipotensi sel*, yaitu bahwa setiap sel organ tanaman mampu tumbuh menjadi tanaman yang sempurna bila ditempatkan di lingkungan yang sesuai (Yuliarti, 2010).

Teknik perbanyakan tanaman melalui kultur jaringan dilakukan dengan menginduksi tunas aksilar dari tanaan Balsam. Eksplan tanaman Balsam ditanam dalam medium yang memiliki zat pengatur tumbuh untuk merangsang pertumbuhan tunas aksilar. Pertumbuhan eksplan tanaman Balsam menjadi tunas

yang baru ditunjukkan dari beberapa perlakuan yang telah dilakukan. Sesuai dengan Firman Allah SWT QS. Al-Waqiah ayat 63-65 yang berbunyi:

أَفْرَأَيْتُمْ مَا تَحْرُثُونَ ﴿٦٣﴾ ءَأَنْتُمْ تَزْرَعُونَهُ أَمْ حَسُنَ الْزَّرْعُونَ ﴿٦٤﴾ لَوْ نَشَاءُ لَجَعَلْنَاهُ حُطَامًا فَظَلْتُمْ تَفَكَّهُونَ ﴿٦٥﴾

Artinya: “63. Maka Terangkanlah kepadaku tentang yang kamu tanam. 64. kamukah yang menumbuhkannya atau kamikah yang menumbuhkannya? 65. kalau Kami kehendaki, benar-benar Kami jadikan Dia hancur dan kering, Maka jadilah kamu heran dan tercengang (QS.Al-Waqiah/ 56:63-65).

Ayat di atas menjelaskan secara tersirat proses kultur jaringan, dalam ayat tersebut dijelaskan bahwa Allah SWT menyampaikan pertanyaan kepada manusia, untuk dipikirkan dan direnungkan mengenai berbagai tanaman yang ditanam oleh manusia, baik yang ditanam di sawah, perkebunan, maupun secara *in vitro* (kultur jaringan). Diungkapkan bahwa bagi semua tanaman, kedudukan manusia hanya sekedar sebagai penanamnya, pemupuk dan pemeliharanya dari berbagai gangguan yang membawa kerugian (Sonhaji, 1990).

Manusia melakukan rekayasa dengan kultur jaringan tumbuhan dan ini adalah bagian dari sunatullah karena tidak menyalai kodrat Allah. Selain itu juga bermanfaat bagi manusia karena dapat dijadikan suatu cara untuk melestarikan alam agar tanaman tetap lestari. Salah satu tanaman yang harus dijaga dan tetap dilestarikan adalah tanaman obat karena mengandung senyawa kimia yang berpotensi untuk menyembuhkan penyakit dalam hal ini adalah tanaman Balsam.

Menurut Qurais Shihab (2002) dalam penafsirannya QS Al-Waqiah ayat 63-65 menjelaskan bahwa :

Allah berfirman: *Maka apakah kamu melihat dengan dengan mata kepala atau hati, keadaan yang sungguh menakjubkan, terangkanlah kepada-Ku tentang benih yang kamu dari saat ke saat tanam. Kamukah yang menumbuhkannya setelah benih itu kamu tanam, sehingga dia pada akhirnya berbuah atautkah Kami Para Penumbuhnya! Kalau Kami kehendaki maka benar-benar Kami mejadikannya yakni tanaman itu kering tidak berbuah dan hancur berkeping-keping sebelum kamu petik, akibat terkena sengatan panas atau terkena hama; maka kamu terus menerus sepanjang hari menjadi heran tercengang.*

Berdasarkan uraian tafsir di atas dapat diketahui bahwa setiap apa yang ditanam, hanya Allah yang memiliki kuasa untuk menumbuhkannya atau mematikannya. Jika Allah menghendaki tanaman tersebut untuk hidup dan tumbuh niscaya tanaman tersebut akan tumbuh dengan baik. Akan tetapi jika Allah menghendaki tanaman tersebut kering, hancur niscaya tanaman tersebut tidak akan bisa tumbuh dengan baik bahkan mati. Oleh karena itu kita sebagai khalifah di bumi yang ditunjuk oleh Allah untuk melestarikan alam seyogyanya mulai bertindak arif dan bijaksana dalam memelihara alam. Karena dengan seiring berkembangnya zaman manusia mulai sadar akan bahaya dari obat-obat kimiawi, sehingga manusia kembali ke alam yaitu dengan menggunakan obat-obat tradisional. Oleh karena itu kita sebagai khalifah di bumi memikirkan bagaimana cara kita menjaga agar tanaman obat di alam tetap lestari. Salah satu caranya adalah dengan menggunakan teknik kultur jaringan tumbuhan. Tetapi kedudukan manusia di sini hanya sebatas pemelihara, perawat dari tanaman yang telah ditanam. Selebihnya Allah yang menentukan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai induksi tunas aksilar tanaman Balsam (*Polygala paniculata L.*) dapat disimpulkan bahwa:

1. Penambahan kombinasi NAA dan BAP memberikan pengaruh nyata pada semua parameter yang diamati yaitu hari muncul tunas aksilar, jumlah tunas, panjang tunas dan jumlah daun.
2. Kombinasi NAA dan BAP yang berpengaruh optimal terhadap hari muncul tunas aksilar, jumlah tunas, tinggi tunas dan jumlah daun adalah kombinasi perlakuan NAA 0,1 + BAP 1,0 ppm dengan rata-rata hari muncul tunas 3,33 hari setelah tanam. Rata-rata jumlah tunas 5,33 buah. Untuk parameter panjang tunas aksilar rata-rata sebesar 18,23 mm dan rata-rata jumlah daun sebesar 10,23 helai.

5.2 Saran

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai induksi perakaran tanaman Balsam sampai pada tahap aklimatisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin. 1985. Dasar-dasar pengetahuan zat pengatur tumbuh. Bandung: Penerbit Angkasa.
- Ali, G., F. Hadi, Z. Ali, M. Tariq, and M. A. Khan. 2007. Callus Induction and in vitro Complete Plant Regeneration of Different Cultivars of Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) on Media of Different Hormonal Concentration. *Journal Biotechnology*. Vol 6. No 4.
- Alitalia, Y. 2008. Pengaruh Pemberian BAP dan NAA Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tunas Mikro Kantong Semar (*Nepenthes mirabilis*) Secara In Vitro. Skripsi. Program Studi Hortikultura Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Al-Qurthubi, Syaikh Imam. 2008. Tafsir Al-Qurthubi Jilid 13. Jakarta: Pustaka Azzam.
- Arimarsetiowti, Rina dan Ardiyani, F. 2012. Pengaruh Penambahan Auxin terhadap Pertunasan dan Perakaran Kopi Arabika Perbanyak Somatik Embriogenesis. *Jurnal Pelita Perkebunan* 28 (2) : 82-90.
- As-Showi, As Syaikh Ahmad Bin Muhammad. 2009. Hasyiah As Showi Ala Tafsiril Jalalain. Bairut: Dar Al Kutub Al 'Ilmiyah.
- Azriati, E., Asmeliza, dan Nelfa Y. 2010. Respon Regenerasi Eksplan Kalus Kedelai (*Glycine max*) Terhadap Pemberian NAA secara In Vitro. *Jurnal Litri* 11(2): 31-38
- Backer, C.A. & Bakhuizen Van Den Brink. JR, R.C. 1965. Flora of Java Vol. I-III. Wolters-Noordhoff, Gronigen, The Netherland
- Campbeell dan Reece. 2012. *BIOLOGI*. Jakarta: Erlangga.
- Croat, Thomas B. 1978. Flora Of Barro Colorado Island. Stanford, California: Stanford University Press.
- Davies, P. J. 2004. *Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action*. London : Kluwer Academic Publisher.
- Dewi, I.R. 2008. Peranan dan Fungsi Fitohormon bagi Pertumbuhan Tanaman. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Dodds, H.J. & L.W. Roberts. 1995. *Experiments in Plant Tissue Culture*. Cambridge University Press. 255.

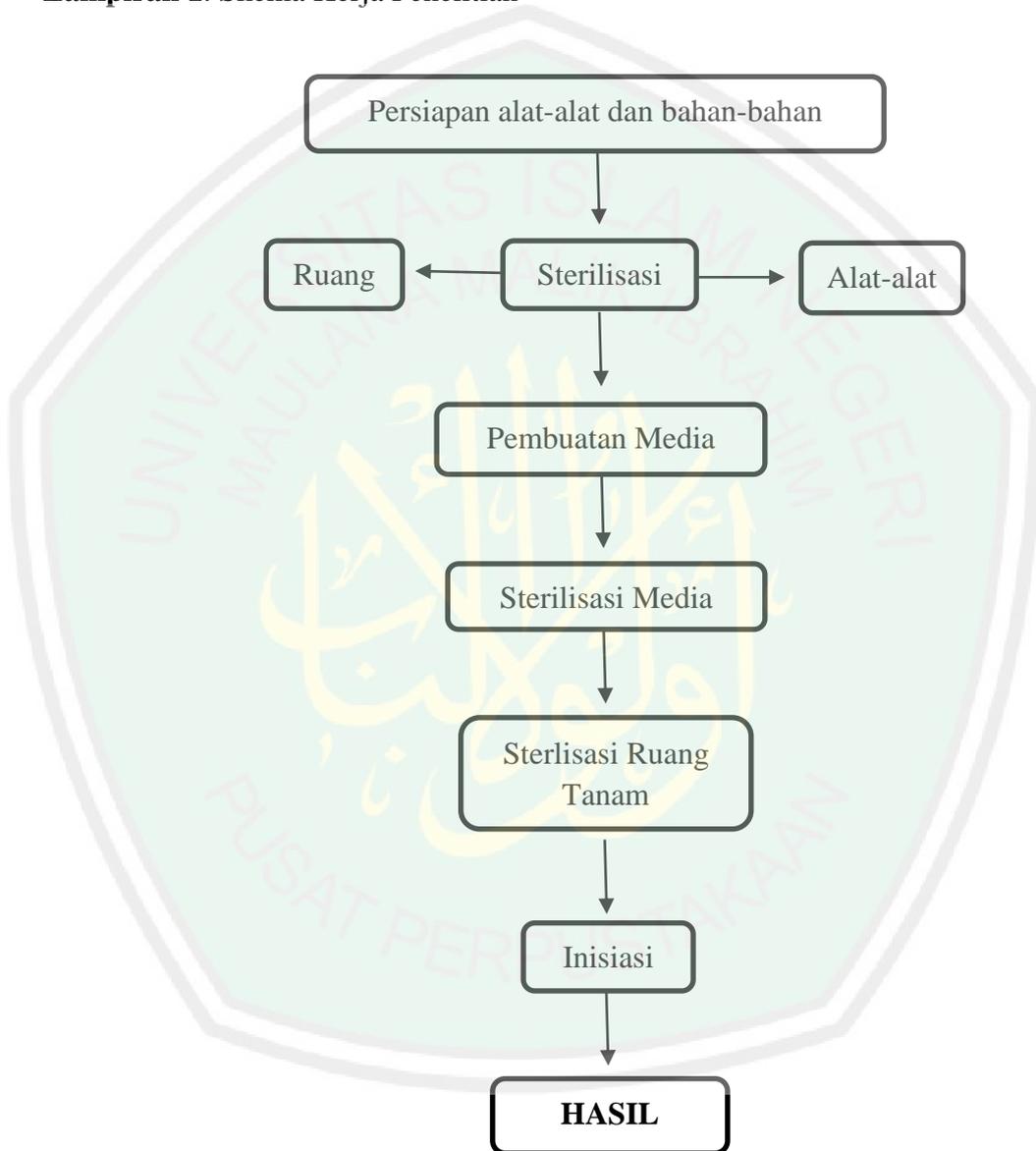
- Fatmawati, T. A., Nurhidayati, T., dan Jadid, N. 2006. *Pengaruh Kombinasi Zat Pengatur Tumbuh IAA dan BAP Pada Kultur Jaringan Tembakau Nicotiana tabacum L. VAR. Prancak 95*. Surabaya: Program Studi Biologi, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam ITS .
- Flick, C.E., D.A. Evans, dan W.R. Sharp. 1993. *Organogenesis in Y. Yamada (ed). Handbook of Plant Cell Culture. Vol. 1 : Techniques for Propagation and Breeding*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Gardner, F. P., R. B. Pearce and R.L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya (diterjemahkan oleh Herawati Susilo)*. Universitas Indonesia Press. Jakarta. Hal: 242, 329.
- George, E. F., dan P. D. Sherrington. 1984. *Plant Propagation by Tissue Culture*. Exegetics Limited. England.
- George, E. F. 1993. *Plant Propagation by Tissue Culture*. Exegetics Limited. England.
- Gunawan, L.W. 1988. *Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan*. Jakarta: Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, hal: 304.
- Gunawan, L.W. 1995. *Teknik Kultur Jaringan In Vitro dalam Hortikultura*. Penebar Swadaya: Jakarta
- Gunawan, L.W. 1998. *Budidaya Anggrek*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Halim, S. A., Basya, A. F., dan al-'Athhar, Z. 2015. *Ensiklopedia Sains Islam Medis 2*. Tangerang: Kamil Pustaka.
- 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*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- 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. IPB. Bogor. 65 Pp*
- Harjadi, S. S. 1993. *Pengantar Agronomi*. Jakarta: Gramedia.
- Hendaryono, D.P.S, dan A. Wijayanti. 1994. *Teknik Kultur Jaringan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Herlina, L.S. 1997. *Pertumbuhan Tunas Melon (Cucumis melo L.) dari Penambahan BAP dalam Medium MS dan Planlet yang Hidup pada*

- Medium Aklimatisasi. Tesis. Padang: Fakultas Pertanian Universitas Andalas.
- Hoesen; D.; S. Hazar; Priyono & H. Sumarnie. 2000. Peranan zat pengatur tumbuh IBA, NAA, dan IAA pada perbanyakan Amaris Merah (*Amaryllidaceae*). Prosiding Seminar Hari Cinta Puspa dan Satwa Nasional. Lab Treub Balitbang Botani Puslitbang Biologi, LIPI Bogor.
- Hutami, S., I. Mariska, M. Kosmiatin, A.V. Novianti, dan D. Soepandie. 2003. Seleksi *in vitro* dan pengujian somatik kedelai toleran Al dan pH rendah. *Penelitian Pertanian Tanaman pangan* 22(3): 167-175.
- Intan, R, D, A. 2008. Peranan dan Fungsi fitohormon Bagi Pertumbuhan Tanaman. Pajajaran: Fakultas Pertanian. Universitas Pajajaran.
- Intias, S. 2012. *Pengaruh Pemberian Berbagai Konsentrasi 2,4-D dan BAP Terhadap Pembentukan Kalus Purwoceng (Pimpinella pruatjan) Secara In-Vitro*. Skripsi Diterbitkan. Surakarta: Jurusan Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret .
- Irawati, 2000. Diferensiasi berbagai macam eksplan pada perbanyakan *Philodendron goeldii* (Araceae) secara *in-vitro*. *Berita Biologi*. 5 (1) : 69-75.
- Kasli. 2009. Upaya Perbanyakan Tanaman Krisan (*Crysanthemum sp.*) Secara *In Vitro*. *Jerami* 2(3): 121-125
- Katsir, Ibnu. 2009. Tafsir Ibnu Katsir. Surabaya: Bina Ilmu
- Khairunisa, R. 2009. *Penggunaan Beberapa Jenis Sitokini Terhadap Multiplikasi Tunas dan Pertumbuhan Binahong (Androdera cordifolia) Secara In vitro*. Skripsi Diterbitkan. Bandung: IPB.
- Kristina, N. N. 2009. Induksi Tunas Tabat Barito (*Ficus deltoidea* JACK) Secara *In Vitro* Menggunakan *Benzil Adenin* (BA) dan *Naphthalene Acetic Acid* (NAA). *Jurnal Littri*, 15 (1), 33-39.
- Kurnianingsih. R, Marfuah, I. Matondong. 2009. Pengaruh Pemberian BAP (6-Benzyl Amino Purin) pada Multiplikasi Tunas *Anthurium hookerii* Kunt. Enum. Secara *In Vitro*. *Jurnal Vis Vitalis*. Vol 02. No 2.
- Kusumo. 1984. *Zat Pengatur Tumbuh*. Jakarta : CV Yasaguna
- Lakitan , B. 1996. *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Lestari, E. G. 2011. Peranan Zat Pengatur Tumbuh dalam Perbanyakan Tanaman melalui Kultur Jaringan. *Jurnal AgroBiogen*, 7 (1) : 63-68.

- Mandang , J. S. 2013. *Media Kultur Jaringan Tanaman*. Manado: Bayumedia Publishing Anggota IKAPI.
- Marlin. 2005. Regenerasi In Vitro Planlet Jahe Bebas Penyakit Layu Bakteri Pada Beberapa Taraf Konsentrasi *6-Benzyl Amino Purin* (BAP) dan *1-Naphthalene Acetic Acid* (NAA). *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 7 (1), 8-14.
- Mattjik, N. A. 2005. Peran kultur Jaringan Dalam Perbaikan Tanaman. FP. IPB. Bogor.
- Miryam , A., Suliansyah, I., dan Djamaran, A. 2008. Multiplikasi Jeruk Kacang (*Citrus nobilis* L.) Pada Beberapa Konsentrasi NAA dan BAP Pada Media WPM Secara In Vitro. *Jerami*. 1 (2).
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia. Plantarum* 15:473-497.
- Mulyono, D. 2010. Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh Auksin: IBA dan Sitokinin: BAP dan Kinetin dalam Elongasi Pertunasan Gaharu (*Aguilaria beccariana*). *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*, 12 (1) : 1-7.
- Murwanto, P.E. dan D. Santosa. 2012. Uji Aktivitas Antioksidan Tumbuhan *Cynara scolimus* L., *Artemisia china* L., *Borreria repens*DC., *Polygala paniculata* L. Hasil Koleksi Dari Taman Nasional Gunung Merapi Dengan Metode Penangkapan Radikal Dpph (2,2-Difenil-1 Pikrilhidrazil). *Majalah Obat Tradisional*, 17(3), 53 – 60,
- Nadia, S. 2007. Isolasi Flavonoid Dari Akar Wangi (*Polygala paniculata* L.). Skripsi. Universitas Andalas: Padang
- Nisak K., Tutik Nurhidayati., dan Kristanti I. Purwani. 2012. Pengaruh Kombinasi konsentrasi ZPT NAA dan BAP pada Kultur Jaringan Tembakau *Nicotiana tabacum* var. Prancak 95. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits* Vol.1,No.1
- North, J. J. and P. A. Ndakidemi. 2012. Evaluation of Different Ratios of Auxin and Cytokinin for the In Vitro Propagation of *Streptocarpus rexii*. *International Journal of the Physical Science*. Vol. 7(7): 1083-1087
- Prastowo, B., M.S. Kemala., O. Rostiana., M. Rizal., M. Rahardjo., S. Yulianti., Sugiharto. 2007. *Prospek Dan Arah Pengembangan Agribisnis Tanaman Obat Edisi Kedua*. Jakarta: Badan Litbang Pertanian
- Quraish, S . 2002. Tafsir Al- Mishbah. Jakarta : Lentera Hati
- Rahardja, P. C., dan Wahyu, W. 2003. Aneka Cara Memperbanyak Tanaman. Agromedia Pustaka. Jakarta.

- Rijai, Laode. 2013. Potensi Herba Tumbuhan Balsem (*Polygala paniculata* Linn) Sebagai Sumber Bahan Farmasi Potensial. *J. Trop. Pharm. Chem.* Vol 2. No. 2.
- Rocmah, N. 2014. Propagasi Akasia (*Acacia mangium*) dengan Pemberian Kombinasi ZPT BAP (Benzyl Amino Purin) dan IBA (Indole Butryry Acid) secara In Vitro. Skripsi. Malang: UIN malang.
- Rose, Harry. 2014. *Polygala Paniculata* Plant2. South West Rocks, Australia: Wikimedi Commons.
- Salisbury, F. B and Ross, C.W. 1995. Fisiologi Tumbuhan. Jilid 4. Bandung: ITB.
- Samudin, S. 2009. Pengaruh Komposisi Media Terhadap Inisiasi Tanaman Apel (*Malus sylvestris* Mill). *Jurnal Agroland*, 16 (3), 193-198.
- Santoso, U. dan F. Nursandi. 2004. Kultur Jaringan Tanaman. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang Press.
- Sato, Sae S., Tanaka, M dan Mori, H. 2009. Auxin–cytokinin interactions in the control of shoot branching. *Plant Mol Biol.* 69:429-43
- Sobardini, D., Erni Suminar, Murgayanti. 2006. Perbanyak Cepat Tanaman Nilam (*pogostemon cablin* Benth.) Secara Kultur Jaringan. Laboratorium Kultur Jaringan Teknologi Benih Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran
- Sonjahi, MH. 1990. *Al- Qur'an dan Tafsirnya*. Yogyakarta : Dana Bhakti Wakaf
- Sutomo. 2012. *Polygala paniculata* L. Sebagai Alternatif Tanaman Obat di Taman Obat Keluarga. UPT BKT Kebun Raya “Eka Karya” Bali Candikuning Baturiti Tabanan Bali.email : kebunrayabali@yahoo.com
- Syukur, C dan Hernani. 2003. “Budidaya Tanaman Obat Komersial”. PT. Penebar Swadaya Jakarta.
- Utami, E, S, W., Sumardi, I., Taryono, Semiarti, E. 2007. Pengaruh α -Naphthaleneacetic Acid (NAA) terhadap Embriogenesis Somatik Anggrek Bulan *Phalaenopsis Amabilis* (L.) Bl. Vol. 8, No. 4, Oktober 2007, hal. 295-299
- Valkenburg, van, J.L.C.H., & N Bunyapraphatsara (editor). 2002. *Plant Resources of South East Asia; Medicinal & Poisonous Plants* (2). PROSEA, Bogor. Indonesia
- Wasito, H. 2008. Peran Perguruan Tinggi Farmasi Dalam Pengembangan Industri Kecil Obat Tradisional Untuk Pengentasan Kemiskinan”. *Wawasan Tri Dharma Majalah Ilmiah Kopertis Wil.IV.* No. 8. Th XX Maret

- Wattimena, G.A. 1986. Zat Pengatur Tumbuh Tanaman. Lembaga Sumber Daya Informasi IPB. Bogor
- Wattimena, G.A., L.W. Gunawan, N.S. Matjik, E. Sjamsudin, N.M.A. Wiendi, dan A. Eniawati., 1992. Bioteknologi Tanaman. Tim Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman. IPB. Bogor.
- Welsh, J. R. 1981. Fundametal of Plant Genetic and Breeding. John Wiley and Sons, Inc.
- Wetter, L. R., dan F. Constabel. 1991. Metode Kultur Jaringan Tanaman. ITB. Bandung.
- Wijayani, Yuanita dan Mudyantini, W. 2007. Pertumbuhan Tunas dan Struktur Anatomi *Protocorm Like Body* Anggrek *Grammatophyllumscriptum* (Lindl.) Bl. dengan Pemberian Kinetin dan NAA. *Bioteknologi*. 4 (2): 33-40. ISSN: 0216-6887
- Winarsih, S dan Priyono. 2000. "Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh terhadap Pembentukan dan Pengakaran Tunas Mikro pada Asparagus secara *In Vitro*." *J. Hort.* 10 (1): 11-17.
- Yuliarti, Nurheti. 2010. Kultur Jaringan Tanaman Skala Rumah Tangga. Yogyakarta: Andi.
- Yusnita. 2003. Kultur jaringan Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Zulkarnain. 2009. Kultur Jaringan Tanaman: Solusi Perbanyak Tanaman Budidaya. Jakarta: Bumi Aksara.

LAMPIRAN-LAMPIRAN**Lampiran 1.** Skema Kerja Penelitian

Lampiran 2. Tabel Komposisi Media Murashige & Skoog (MS)

No	Bahan Kimia	Komposisi (mg/l)	Komposisi (mg/50 ml)	Komposisi (mg/100 ml)
1.	NH ₄ NO ₃	1650	8.25	16.5
2.	KNO ₃	1900	9.5	19
3.	CaCl ₃	440	2.2	4.4
4.	MgSO ₄	370	1.85	3.7
5.	KH ₂ PO ₄	170	0.895	1.78
6.	FeSO ₄ ·7H ₂ O	27.8	0.139	0.278
7.	Na ₂ EDTA	37.3	0.1865	1.373
8.	MnSO ₄ ·4H ₂ O	22.3	0.1115	0.223
9.	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	8.6	0.043	0.086
10.	H ₃ BO ₃	6.2	0.031	0.062
11.	KI	0.83	0.00415	0.0083
12.	Na ₂ MO ₄ ·2H ₂ O	0.25	0.00125	0.0025
13.	CuSO ₄ ·H ₂ O	0.025	0.000125	0.00025
14.	CoC ₁₂ ·6H ₂ O	0.025	0.000125	0.00025
15.	Myoinositol	100	0.5	1
16.	Niacin	0.5	0.0025	0.005
17.	Pyrodoxin-HCl	0.5	0.0025	0.005
18.	Thiamin-HCl	0.5	0.0025	0.005
19.	Glycine	2.0	0.01	0.02
20.	Sucrose	3000	15	30

Lampiran 3. Perhitungan Pengambilan Larutan Stok

1. Perlakuan Pemberian NAA (stok NAA 100 ppm)

a. Konsentrasi 0,05 mg/l

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

$$100 \times V1 = 0,05 \times 100$$

$$V1 = 0,05 \text{ ml}$$

b. Konsentrasi 0,1 mg/l

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

$$100 \times V1 = 0,1 \times 100$$

$$V1 = 0,1 \text{ ml}$$

2. Perlakuan Pemberian BAP (stok NAA 100 ppm)

a. Konsentrasi 0,1 mg/l

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

$$100 \times V1 = 0,1 \times 100$$

$$V1 = 0,1 \text{ ml}$$

c. Konsentrasi 1 mg/l

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

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

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

b. Konsentrasi 0,5 mg/l

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

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

$$V1 = 0,5 \text{ ml}$$

Lampiran 4. Tabel Hasil Pengamatan

a. Hari muncul Tunas Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L.)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata (hari)
	1	2	3		
N0-B0	4	10	11	25	8.33
N0-B0,1	11	11	16	38	12.66
N0-B0,5	11	11	15	37	12.33
N0-B1	4	8	8	20	6.66
N0,05-B0	8	10	10	28	9.33
N0,05-B0,1	3	11	11	25	8.33
N0,05-B0,5	11	11	11	33	11
N0,05-B1	9	9	11	29	9.66
N0,1-B0	3	11	10	24	8
N0,1-B0,1	8	11	11	30	10
N0,1-B0,5	10	11	11	32	10.66
N0,1-B1	3	4	3	10	3.33

b. Jumlah Tunas Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L.)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata (buah)
	1	2	3		
N0-B0	1	1	2	4	1.33
N0-B0,1	4	3	2	9	3
N0-B0,5	4	2	4	10	3.33
N0-B1	4	4	2	10	3.33
N0,05-B0	4	3	5	12	4
N0,05-B0,1	5	2	2	9	3
N0,05-B0,5	3	2	2	7	2.33
N0,05-B1	4	2	5	11	3.66
N0,1-B0	6	4	3	13	4.33
N0,1-B0,1	4	3	2	9	3
N0,1-B0,5	3	2	2	7	2.33
N0,1-B1	7	4	5	16	5.33

c. Panjang Tunas Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L.)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata (mm)
	1	2	3		
N0-B0	3	3	3	9	3
N0-B0,1	2	2	1	5	1.66
N0-B0,5	4.7	3.5	5.5	13.7	4.56
N0-B1	13.5	3.5	4	21	7
N0,05-B0	7.5	2.3	4.2	14	4.66
N0,05-B0,1	9.2	15	4.5	28.7	9.56
N0,05-B0,5	4.3	3	1	8.3	2.76
N0,05-B1	5.2	3.5	8.6	17.3	5.76
N0,1-B0	5.5	3.5	4.6	13.6	4.53
N0,1-B0,1	6	4.3	1.5	11.8	3.93
N0,1-B0,5	2.3	2.5	1.5	6.3	2.1
N0,1-B1	25.5	16	13.2	54.7	18.23

d. Jumlah Daun Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L.)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata (helai)
	1	2	3		
N0-B0	8.5	5	5.5	19	6.33
N0-B0,1	5.2	5.3	1.5	12	4
N0-B0,5	7.2	10	5.5	22.7	7.56
N0-B1	7.7	5	6.5	19.2	6.4
N0,05-B0	11	6	10	27	9
N0,05-B0,1	6.8	10	7.5	24.3	8.1
N0,05-B0,5	5.6	9	3	17.6	5.86
N0,05-B1	8.6	10	10.4	29	9.66
N0,1-B0	8.1	6.7	7.6	22.4	7.46
N0,1-B0,1	8.7	6.3	5.5	20.5	6.83
N0,1-B0,5	6	4.5	4.5	15	5
N0,1-B1	12.2	10	8.5	30.7	10.23

Lampiran 5. Analisis Data Perhitungan ANOVA

1. a. Hasil ANAVA Pengaruh Kombinasi NAA dan BAP Terhadap Hari Muncul Tunas Aksilar Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L).

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: hasil

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	215.639 ^a	11	19.604	2.941	.013
Intercept	3043.361	1	3043.361	456.504	.000
perlakuan	215.639	11	19.604	2.941	.013
Error	160.000	24	6.667		
Total	3419.000	36			
Corrected Total	375.639	35			

- b. Hasil Uji DMRT 5% Pengaruh Kombinasi NAA dan BAP Terhadap Hari Muncul Tunas Aksilar Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L).

perlakuan	N	Subset		
		1	2	3
12	3	3.3333		
4	3	6.6667	6.6667	
9	3		8.0000	8.0000
1	3		8.3333	8.3333
6	3		8.3333	8.3333
5	3		9.3333	9.3333
8	3		9.6667	9.6667
10	3		10.0000	10.0000
11	3		10.6667	10.6667
7	3		11.0000	11.0000
3	3			12.3333
2	3			12.6667
Sig.		.127	.088	.069

2. a. Hasil ANAVA Pengaruh Kombinasi NAA dan BAP Terhadap Jumlah Tunas Aksilar Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L).

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: hasil

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	35.417 ^a	11	3.220	2.318	.041
Intercept	380.250	1	380.250	273.780	.000
perlakuan	35.417	11	3.220	2.318	.041
Error	33.333	24	1.389		
Total	449.000	36			
Corrected Total	68.750	35			

b. Hasil Uji DMRT 5% Pengaruh Kombinasi NAA dan BAP Terhadap Jumlah Tunas Aksilar Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L).

perlakuan	N	Subset		
		1	2	3
1	3	1.3333		
7	3	2.3333	2.3333	
11	3	2.3333	2.3333	
2	3	3.0000	3.0000	
6	3	3.0000	3.0000	
10	3	3.0000	3.0000	
3	3	3.3333	3.3333	3.3333
4	3	3.3333	3.3333	3.3333
8	3		3.6667	3.6667
5	3		4.0000	4.0000
9	3		4.3333	4.3333
12	3			5.3333
Sig.		.083	.087	.077

3. a. Hasil ANAVA Pengaruh Kombinasi NAA dan BAP Terhadap Panjang Tunas Aksilar Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L).

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: hasil

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	676.970 ^a	11	61.543	5.899	.000
Intercept	1149.210	1	1149.210	110.148	.000
perlakuan	676.970	11	61.543	5.899	.000
Error	250.400	24	10.433		
Total	2076.580	36			
Corrected Total	927.370	35			

- b. Hasil Uji DMRT 5% Pengaruh Kombinasi NAA dan BAP Terhadap Panjang Tunas Aksilar Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L).

perlakuan	N	Subset		
		1	2	3
2	3	1.6667		
11	3	2.1000		
7	3	2.7667		
1	3	3.0000		
10	3	3.9333	3.9333	
9	3	4.5333	4.5333	
3	3	4.5667	4.5667	
5	3	4.6667	4.6667	
8	3	5.7667	5.7667	
4	3	7.0000	7.0000	
6	3		9.5667	
12	3			18.2333
Sig.		.095	.073	1.000

4. a. Hasil ANAVA Pengaruh Kombinasi NAA dan BAP Terhadap Jumlah Daun Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L).

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: hasil

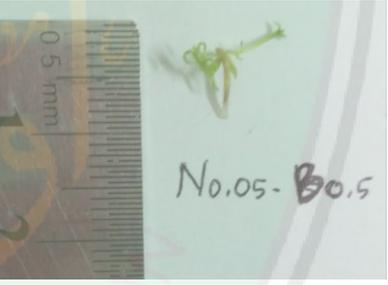
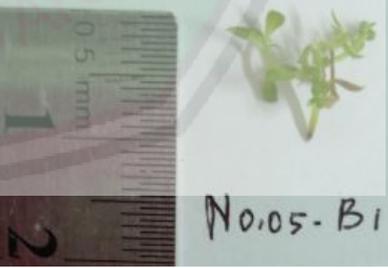
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	113.772 ^a	11	10.343	2.918	.014
Intercept	1869.121	1	1869.121	527.338	.000
perlakuan	113.772	11	10.343	2.918	.014
Error	85.067	24	3.544		
Total	2067.960	36			
Corrected Total	198.839	35			

b. Hasil Uji DMRT 5% Pengaruh Kombinasi NAA dan BAP Terhadap Jumlah Daun Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L).

perlakuan	N	Subset				
		1	2	3	4	5
2	3	4.0000				
11	3	5.0000	5.0000			
7	3	5.8667	5.8667	5.8667		
1	3	6.3333	6.3333	6.3333	6.3333	
4	3	6.4000	6.4000	6.4000	6.4000	
10	3	6.8333	6.8333	6.8333	6.8333	6.8333
9	3	7.4667	7.4667	7.4667	7.4667	7.4667
3	3	7.5667	7.5667	7.5667	7.5667	7.5667
6	3		8.1000	8.1000	8.1000	8.1000
5	3			9.0000	9.0000	9.0000
8	3				9.6667	9.6667
12	3					10.2333
Sig.		.054	.092	.089	.071	.064

Lampiran 6. Gambar Hasil Induksi Tunas Aksilar Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L.) Pada Awal dan Akhir Pengamatan

Perlakuan	Awal	Akhir
NAA 0 + BAP 0 ppm		
NAA 0 + BAP 0,1 ppm		
NAA 0 + BAP 0,5 ppm		
NAA 0 + BAP 1,0 ppm		

<p>NAA 0,05 + BAP 0 ppm</p>		 <p>No.05 - B₀</p>
<p>NAA 0,05 + BAP 0,1 ppm</p>		 <p>No.05 - B_{0.1}</p>
<p>NAA 0,05 + BAP 0,5 ppm</p>		 <p>No.05 - B_{0.5}</p>
<p>NAA 0,05 + BAP 1,0 ppm</p>		 <p>No.05 - B₁</p>
<p>NAA 0,1 + BAP 0 ppm</p>		 <p>No.1 - B₀</p>

NAA 0,1 + BAP 0,1 ppm		 No.1 - B0.1
NAA 0,1 + BAP 0.5 ppm		 No.1 - B0.5
NAA 0,1 + BAP 1,0 ppm		 No.1 - B1

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



Oven



LAF (*Laminar Air Flow*)



Hotplate Strirer



Kompor + panci pemanas



Autoklaf



Refregenator



Timbangan Analitik



(Media MS, Gula, Agar, NaOH, HCl, hormon NAA dan BAP, Aquades)

Lampiran 8. Foto Kegiatan Penelitian



Penimbangan media ms, gula, agar



Menuangkan media dalam botol kultur



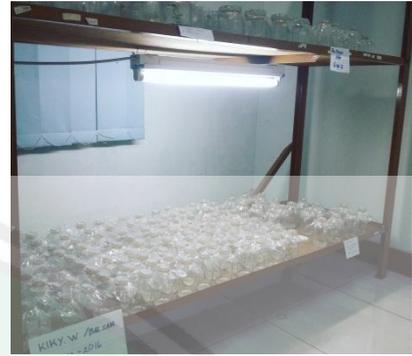
Pengukuran PH



Sterilisasi media dengan autoklaf



Proses inisiasi tanaman Balsam



Hasil inisiasi tanaman Balsam yang disimpan dalam ruang inkubasi



Lampiran 9. Bukti Konsultasi



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN BIOLOGI
Jl.Gajayana No.50 Malang 65144 Telp./Faks. (0341) 558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Kiky Widyastuti
NIM : 12620038
Judul Skripsi : Pengaruh Kombinasi NAA (*Naphtalene Acetic Acid*) dan BAP (*Benzil Amino Purine*) Terhadap Induksi Tunas Axilar Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L). Secara *In Vitro*
Pembimbing : Ruri Siti Resmisari, M.Si

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	04 April 2016	Konsultasi Judul	1.
2.	15 April 2016	Konsultasi Bab I	2.
3.	30 April 2016	Revisi bab I	3.
4.	8 Mei 2016	Revisi Bab I	4.
5.	20 Mei 2016	Konsultasi Bab II dan III	5.
6.	1 Juni 2016	Revisi Bab I, II, dan III	6.
7.	17 Juni 2016	Revisi Bab I, II, dan III	7.
8.	7 Juli 2016	Revisi Bab I, II, dan III	8.
9.	1 Agustus 2016	ACC Bab I, II, III	9.
10.	4 November 2016	Konsultasi Data	10.
11.	21 November 2016	Konsultasi Bab IV	11.
12.	15 Desember 2016	Konsultasi Bab I, III, IV	12.
13.	19 Desember 2016	Konsultasi Bab I, II, III, IV, dan V	13.
14.	20 Desember 2016	Revisi Bab I, II, III, IV, dan V	14.
15.	21 Desember 2016	ACC Keseluruhan	15.

Malang, 21 Desember 2016

Pembimbing Skripsi,

Ruri Siti Resmisari, M.Si
NIPT. 201402012432

Ketua Jurusan,



Dr. Evika Sandi Savitri, MP
NIPT. 197410182003122002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN BIOLOGI
Jl.Gajayana No.50 Malang 65144 Telp./Faks. (0341) 558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Kiky Widyastuti
NIM : 12620038
Judul Skripsi : Pengaruh Kombinasi NAA (*Naphthalene Acetic Acid*) dan BAP (*Benzil Amino Purine*) Terhadap Induksi Tunas Axilar Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L). Secara *In Vitro*
Pembimbing : M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	2 Desember 2016	Konsultasi Bab I, II dan IV Agama	1.
2.	8 Desember 2016	Revisi Bab 1, 2, 4 Agama	2.
3.	21 Desember 2016	Revisi Bab 2 Agama	3.
4.	21 Desember 2016	ACC keseluruhan Agama	4.

Pembimbing Skripsi,

M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I

NIPT. 201402011409

Malang, 21 Desember 2016

Ketua Jurusan,

Dr. Evika Sandi Savitri, MP

NIPT. 197410182003122002