

**INDUKSI TUNAS ADVENTIF BAWANG PUTIH TUNGGAL
(*Allium sativum*) DENGAN PENAMBAHAN BAP DAN NAA
SECARA *IN VITRO***

SKRIPSI

Oleh:

SITI MUTMAINAH

NIM. 12620079



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2016**

**INDUKSI TUNAS ADVENTIF BAWANG PUTIH TUNGGAL
(*Allium sativum*) DENGAN PENAMBAHAN BAP DAN NAA
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:

SITI MUTMAINAH

NIM. 12620079

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2016**

**INDUKSI TUNAS ADVENTIF BAWANG PUTIH TUNGGAL (*Allium sativum*)
DENGAN PENAMBAHAN BAP DAN NAA SECARA *IN VITRO***

SKRIPSI

Oleh:

SITI MUTMAINAH

NIM. 12620079

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji

Pembimbing I

Pembimbing II



Ruri Siti Resmisari, M.Si

NIPT. 201402012423



M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I

NIPT. 201402011409

Tanggal, 03 Juni 2016

Mengetahui

Ketua Jurusan Biologi



Dr. Evika Sandi Savitri, MP

NIP. 19741018 200312 2 002

**INDUKSI TUNAS ADVENTIF BAWANG PUTIH TUNGGAL (*Allium sativum*)
DENGAN PENAMBAHAN BAP DAN NAA SECARA *IN VITRO***

SKRIPSI

Oleh:

SITI MUTMAINAH

NIM. 12620079

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

Tanggal 03 Juni 2016

Susunan Dewan Penguji

- 1. Penguji Utama : Dr. H. Eko Budi Minarno
NIP. 196301141999031001**
- 2. Ketua : Dr. Evika Sandi Savitri, MP
NIP. 19741018 200312 2 002**
- 3. Sekretaris : Ruri Siti Resmisari, M.Si
NIPT.201402012423**
- 4. Anggota : M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I
NIPT. 201402011409**

Tanda Tangan

()
()
()
()

Mengetahui dan Mengesahkan

Ketua Jurusan Biologi



Dr. Evika Sandi Savitri, MP

NIP. 197410182003122002

**SURAT PERNYATAAN
ORISINALITAS PENELITIAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Siti Mutmainah

NIM : 12620079

Fakultas / Jurusan : Sains dan Teknologi / Biologi

Judul Penelitian : Induksi Tunas Adventif Bawang Putih Tunggal (*Allium sativum*) dengan Penambahan BAP dan NAA 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 jiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 03 Juni 2016

Yang Membuat Pernyataan



Siti Mutmainah

NIM. 12620079

MOTTO

“Ketika sudah melihat kedepan jangan pernah sesekali untuk
menoleh kebelakang”

“Karena sebuah harapan selalu berada di depan”

(Siti Mutmainah, 2016)



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. Evika Sandi Savitri, MP selaku Dosen wali yang telah memberikan banyak saran serta nasehat kepada penulis.
7. Segenap Dosen Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

8. Segenap sivitas akademika Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang, terutama Jurusan Biologi, terima kasih atas segenap ilmu dan bimbinganya.
9. Ayahanda dan Ibunda tercinta serta saudara-saudaraku yang senantiasa memberikan doa dan restunya kepada penulis dalam menuntut ilmu.
10. Teman-teman yang kami banggakan, Biologi angkatan 2012 Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
11. Serta semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik berupa materi 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 Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
ABSTRAK	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan	8
1.4 Hipotesis.....	8
1.5 Manfaat Penelitian	9
1.6 Batasan Masalah.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Diskripsi Bawang Putih (<i>Allium sativum</i>).....	11
2.2 Syarat Tumbuh Bawang Putih	11
2.3 Bawang Putih Tunggal (<i>Allium sativum</i>)	13
2.3.1 Morfologi Tanaman.....	13
2.3.2 Kandungan Kimia Bawang Putih Tunggal.....	15
2.3.3 Manfaat Bawang Putih Tunggal.....	15
2.4 Kultur Jaringan Tumbuhan	17
2.4.1 Pengertian Kultur Jaringan.....	17
2.4.2 Prinsip Kultur Jaringan.....	19
2.4.3 Teknik Kultur Jaringan.....	20
2.4.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Keberhasilan Kultur Jaringan...	21
2.4.5 Masalah dalam Kultur Jaringan	22
2.5 Media Kultur Jaringan.....	23
2.5.1 Media MS	25
2.6 Zat Pengatur Tumbuh.....	27
2.6.1 Penggunaan BAP (<i>Benzyl Amino Purin</i>) pada Kultur Jaringan	28
2.6.2 Penggunaan NAA (<i>Naphtalene Acetic Acid</i>) pada Kultur Jaringan...	30
2.6.3 Pengaruh Kombinasi Auksin dan Sitokinin Terhadap Pertumbuhan Tunas	32
BAB III METODE PENELITIAN	35
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	35
3.2 Rancangan Penelitian	35
3.3 Alat dan Bahan.....	35
3.3.1 Alat	35
3.3.1 Bahan.....	36

3.4 Langkah Kerja	37
3.4.1 Tahap Persiapan	37
3.4.2 Tahap Pelaksanaan	39
3.4.3 Analisis Data	41
3.5 Skema Alur Pelaksanaan Penelitian	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Pengaruh BAP dan NAA Terhadap Hari Muncul Tunas Adventif Bawang Putih Tunggal	43
4.2 Pengaruh BAP dan NAA Terhadap Jumlah Tunas Adventif Bawang Putih Tunggal	48
4.3 Pengaruh BAP dan NAA Terhadap Tinggi Tunas Adventif Bawang Putih Tunggal	52
4.4 Pengaruh Kombinasi Konsentrasi BAP dan NAA pada Warna Tunas Adventif Bawang Putih Tunggal	54
4.5 Integrasi Sains dan Islam pada Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan	61
BAB V PENUTUP	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	71

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1.1 Pengaruh kombinasi konsentrasi BAP dan NAA pada induksi hari munculnya tunas adventif bawang putih tunggal.....	43
Tabel 4.1.2 Uji DMRT Taraf 5% terhadap hari muncul tunas adventif	44
Tabel 4.2.1 Pengaruh kombinasi konsentrasi BAP dan NAA pada induksi jumlah tunas adventif bawang putih tunggal.....	48
Tabel 4.2.2 Uji DMRT Taraf 5% terhadap jumlah tunas adventif.....	49
Tabel 4.3.1 Pengaruh kombinasi konsentrasi BAP dan NAA pada induksi tinggi tunas adventif bawang putih tunggal	53
Tabel 4.4.1 Pengaruh kombinasi konsentrasi BAP dan NAA pada warna tunas adventif bawang putih tunggal.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bawang Putih Tunggal	14
Gambar 3.1 Bulbil Bawang Putih	36
Gambar 4.1. Histogram Hari Muncul Tunas Adventif	46
Gambar 4.2 Hari Muncul Tunas Adventif	48
Gambar 4.3.Histogram Jumlah Tunas Adventif	51
Gambar 4.4 Jumlah Tunas Adventif	52
Gambar 4.5 Histogram Tinggi Tunas Adventif	53
Gambar 4.6 Warna Tunas Adventif	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil penelitian	72
Lampiran 2. Analisis SPSS	78
Lampiran 3. Alat dan Bahan	81
Lampiran 4. Bukti Konsultasi	86



ABSTRAK

Mutmainah, Siti. 2016. Induksi Tunas Adventif Bawang Putih Tunggal (*Allium sativum*) dengan Penambahan BAP dan NAA 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. Si

Kata Kunci: Tunas Adventif Bawang Putih Tunggal (*Allium sativum*) BAP, NAA

Tanaman bawang putih tunggal merupakan jenis tanaman yang sangat bermanfaat dalam dunia kesehatan, karena mengandung alin dan asilin yang berpotensi sebagai obat penyakit diabetes militus. Akan tetapi karena salah satu faktor perkembangbiakannya yang sulit yaitu tidak memiliki bunga, maka tanaman ini dikategorikan sebagai tanaman langka. Untuk memperoleh penyediaan sejumlah bibit yang relatif cepat melalui induksi tunas, dapat menggunakan teknik kultur jaringan. Keberhasilan dalam induksi tunas dengan teknik kultur dipengaruhi adanya zat pengatur tumbuh seperti BAP dan NAA yang ditambahkan pada media kultur. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan kombinasi BAP dan NAA terhadap induksi tunas adventif bawang putih tunggal (*Allium sativum*) secara *In Vitro*

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang pada bulan Mei-Juni 2016. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 16 perlakuan. Konsentrasi BAP yang digunakan (0 ppm, 2,5 ppm, 3,5 pp, 4,5 ppm), sedangkan konsentrasi NAA (0 ppm, 0,5 ppm, 1 ppm, 1,5 ppm) dengan 3 ulangan. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan ANAVA dua jalur yang dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* taraf 5%

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hari munculnya tunas adventif dan jumlah tunas adventif diperoleh pada perlakuan yang sama yaitu BAP 2,5 ppm dengan NAA 0 ppm. Konsentrasi tersebut menghasilkan waktu inisiasi yang tercepat munculnya tunas adventif pada hari ke-21 dan tunas adventif yang diperoleh sejumlah 2,83. Sedangkan pada warna tunas adventif konsentrasi optimal diperoleh pada perlakuan BAP 2,5 ppm yang dikombinasikan dengan NAA 1,5 ppm dengan morfologi tunas berwarna hijau muda dan terlihat segar.

ABSTRACT

Mutmainah, Siti. 2016. Adventitious shoot induction of single garlic (*Allium sativum*) with added by BAP and NAA at *in vitro* medium. Essay. Biology Department, Science and Technology Faculty, Islamic State University Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor I: Ruri Resmisari, M.Si. Supervisor II: M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I

Keywords: Adventitious shoot induction of single garlic (*Allium sativum*) BAP, NAA

Single Garlic is one of the most advantageous in medical science, due to contain of alin and asilin which is potential for diabetes melitus. But it has one obstacle as rare plant because this plant is hard to breed. One of many ways to reach providing a number of seedling which is faster troughout shoot induction, can use tissue culture technique on *in vitro* medium. Fruitfullnes of shoot induction on *in vitro* is influenced availability of plant growth regulator like BAP and NAA which is added in tissue culture medium. The purpose of this research is to know influence adding combination BAP dan NAA to induce adventitious shoot induction of single garlic (*Allium sativum*).

Research is conducted in a Laboratory of Plants Tissue Culture, Biology Department, Science and Technology Faculty, Maliki State Islamic University of Malang in May-June 2016. This study used *Fully Randemized Design* in 16 treatment. BAP concentration which is used are (0 ppm, 2,5 ppm, 3,5 pp, 4,5 ppm) mean while NAA concentration are (0 ppm, 0,5 ppm, 1 ppm, 1,5 ppm) with 3 replicates. The obtained data were analyzed using *Analysis of Variance* (ANOVA) that followed by *Duncan Multiple Range Test* 5%.

The results of research showed that for the day appears adventitious shoot and a number adventitious shoot are reached BAP 2,5 ppm and NAA 0 ppm. Concentration that with faster initiation period in 21th and a number of adventitious reached by 2,83. Mean while of adventitious shoot colour is reached, BAP 2,5 ppm with combination NAA 1,5 ppm with shoot colour bright green and looks freshy green.

مختلص البحث

مطمئنة، ستي. ٢٠١٦. إثيار البرعم الوحش من البصل الواحدى (*Allium sativum*)
زيادة BAP و NAA في المختبر . بحثٌ عمليّ. قسم البيولوجيا، كلية العلوم
والتكنولوجيا، الجامعة الإسلامية الحكومية (UIN) مولانا مالك إبراهيم مالانغ. المشرفة
الأولى: روري ستي ريسميساري الماجستير العلمى والمشرف الأول: محمد مخلص فخر
الدين الماجستير العلمى.

الكلمات الرئيسية: البرعم الوحش من البصل الواحدى (*Allium sativum*), BAP, NAA
البصل الواحدى هو نوع من النبات يفيد كثيرا في عالم الصحة، لأنه يحتوي على احتمال
الين و أسيلين كدواء مرض البول السكري. ولكن نظراً إلى أحد العوامل التي يصعب على نموه يعني
عدم الزهرة، فهو من تصنيف النباتات النادرة. لأجل اقتناع توفير شتلات من كيفية إثيار البرعم
بسرعة فيُستعمل تقنية زراعة الأنسجة النباتية. نجاح إثيار البرعم بتقنية زراعة الأنسجة متأثر بمواد
التنظيمية لنمو النبات مثل BAP و NAA التي تزداد إلى منبت الزراعة الأنسجة . و هدف هذا
البحث هو معرفة تأثير زيادة المزج من BAP و NAA إلى إثيار البرعم الوحش من البصل
الواحدى (*Allium sativum*) في المختبر.

أجرى هذا البحث في مختبر زراعة الأنسجة النباتية قسم البيولوجيا، كلية العلوم
والتكنولوجيا، الجامعة الإسلامية الحكومية (UIN) مولانا مالك إبراهيم مالانغ من شهر مايو إلى
يونيه ٢٠١٦. استعمل هذه البحث خطة طائشة كاملة (RAL) باثني عشر خطوةً و تركيز
BAP المستعمل (٠ ppm, ٠,٢ ppm, ٠,٣ ppm, ٠,٤ ppm) أما تركيز NAA (٠ ppm,
٠,٠ ppm, ١ ppm, ١,٠ ppm) بثلاث تكريرات. تم تحليل البيانات المحصولات
باستعمال ANOVA بخطوتين يليه اختبار *Duncan Multiple Range Test*
مستوى ٥ %.

تشير نتائج هذا البحث إلى أنّ اليوم نشأ فيه البرعم الوحش و جملته يُحصل من خطوة
واحدة يعني خطوة المزج من BAP ٠,٢ ppm و NAA ٠ ppm. حصل ذلك التركيز وقت
الزراعة الأسرع من البرعم الناشئ في اليوم الأول و العشرين و جملة البرعم الوحش بقدر ٢,٣٨ .
وُحصل لون البرعم الوحش في التركيز التام من BAP ٠,٢ ppm الممزوج ب NAA
٠,١ ppm وظاهر البرعم الوحش ملوّن بالخضر الزاهي و كونه طازجاً.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di dalam Al-Quran, Allah SWT menjelaskan tentang tumbuh-tumbuhan yang banyak sekali manfaatnya. Sebagaimana firman Allah SWT dalam surah Al-Baqoroh (2) ayat 61

وَإِذْ قُلْتُمْ يَا مُوسَىٰ لَنْ نَصْبِرَ عَلَىٰ طَعَامٍ وَاحِدٍ فَادْعُ لَنَا رَبَّكَ يُخْرِجْ لَنَا مِمَّا تُنْبِتُ الْأَرْضُ مِنْ بَقْلِهَا وَقِثَّائِهَا وَفُومِهَا وَعَدَسِيهَا وَبَصِلِهَا..... ﴿٦١﴾

Artinya: Dan (ingatlah), ketika kamu berkata: "Hai Musa, kami tidak bisa sabar (tahan) dengan satu macam makanan saja. Sebab itu mohonkanlah untuk kami kepada Tuhanmu, agar dia mengeluarkan bagi kami dari apa yang ditumbuhkan bumi, yaitu sayur-mayurnya, ketimunnya, bawang putihnya, kacang adasnya, dan bawang merahnya"

Seperti yang telah disebutkan pada ayat di atas bahwasannya bawang putih adalah salah satu tanaman yang dibutuhkan sebagai bahan pelengkap makanan pada jaman Nabi Musa. Salah satu tanaman bawang putih lokal yang banyak di manfaatkan dalam dunia kesehatan adalah bawang putih tunggal (*Allium sativum*) yang hanya memiliki satu siung. Bawang putih tunggal berpotensi mengobati beberapa penyakit seperti hipertensi, diabetes melitus stroke dan asma (Suriana, 2011).

Dijelaskan juga dalam firman Allah SWT surah Ali Imron ayat 190-191 yang berbunyi:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَأَخْتَلَفِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ
 الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ

السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

Artinya: (190) Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal, (191) yaitu orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka.

Ayat di atas menjelaskan tentang semua cipataan Allah yang ada di dunia memiliki sifat yang efisien atau seimbang (balance) seperti yang dijelaskan sebelumnya “silih bergantinya malam dan siang” namun hanya sebagian manusia saja yang mampu memikirkan dan menyadari hakikat penciptaan makhluk Allah yaitu orang-orang yang mendapat sebutan ulul albab. Ulul albab yaitu orang-orang baik laki-laki maupun perempuan yang mau menggunakan pikirannya, mengambil faedah, hidayah dan menggambarkan keagungan Allah. Ia terus menerus mengingat Allah dengan ucapan atau hati dalam seluruh situasi dan kondisi.

Menurut Kemper (2000) keunggulan yang dimiliki oleh bawang putih tunggal yaitu rasa yang dihasilkan lebih pedas dibandingkan dengan bawang putih biasa. Bawang putih tunggal juga memiliki aroma yang khas berasal dari zat aktif utama yaitu *allicin*. Aroma yang dihasilkan ketika senyawa *allicin* bereaksi

dengan enzim alinase dan minyak atsiri yang dihasilkan dari umbi bawang putih berkisar antara 0,1-0,3 % dengan kandungan *allil propil* dan *dialil disulfida*.

Sama halnya dengan bawang putih biasa, umbi bawang putih tunggal diyakini berpotensi sebagai obat beberapa penyakit. Potensi bawang putih tunggal sebagai obat herbal relatif lebih besar dibandingkan dengan bawang putih biasa baik dalam bentuk segar, dibakar, serbuk dalam kapsul, maupun dijadikan acar, bawang putih tunggal tetap berkhasiat. Herbalis dari Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah, Sudio Mawas, bahkan mengelola bawang putih tunggal menjadi sirup. Sirup tersebut mampu meredakan asma, bronkitis, hipertensi, radang saluran kencing, sekaligus meningkatkan stamina tubuh. Berbagai khasiat tersebut memotivasi produsen herba untuk memproduksi jamu berbahan bawang putih tunggal. Adapula yang diproduksi dalam bentuk kapsul dan sirup. Tujuannya agar lebih praktis dan tidak beraroma tajam saat dikonsumsi (Utami dan Lina, 2013).

Menurut Barneje (2003) menyatakan kandungan alisin dan allin dapat digunakan sebagai alternatif pengobatan bagi penderita diabetes mellitus dengan perangsangan pankreas untuk mengeluarkan sekret insulinnya lebih banyak. Oleh sebab itu karena kemanfaatannya sangat banyak dalam dunia kesehatan harga bawang putih tunggal lebih mahal dari bawang putih biasa hal ini karena hasil produksi bawang putih tunggal yang diperoleh tidak dapat memenuhi permintaan konsumen yang tinggi. Permintaan bawang putih tunggal yang terus meningkat pertahunnya hingga 20-30% pertahunnya. Sehingga bawang putih tunggal sulit diperoleh dan menyebabkan kelangkaan di pasaran (Utami dan Lina, 2013).

Tanaman bawang putih pada umumnya tidak berbunga, tetapi ada beberapa varietas yang dapat berbunga namun hanya sebagian bunga saja yang dapat keluar. Bahkan seringkali tidak sedikitpun bunga keluar karena sudah gagal sewaktu masih berupa tunas bunga. Hal ini juga menjadi penyebab tidak terjadinya pembungaan pada bawang putih tunggal. Selain itu bunga bawang putih tidak memiliki nilai ekonomi bahkan jika dibiarkan berkembang dapat mengganggu perkembangan umbinya. Oleh karena itu tanaman bawang putih tunggal tidak dapat dibiakkan dengan cara persilangan (Suriana, 2011).

Penanaman bawang putih tunggal secara konvensional perlu memperhatikan beberapa faktor seperti tempat yang cocok dan kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhannya. Bawang putih tunggal bukan jenis baru atau varietas baru. Tetapi merupakan bawang putih yang gagal dalam pertumbuhannya karena lingkungan hidupnya yang tidak cocok. Oleh karena tanaman bawang putih tunggal dapat kembali menjadi bawang putih yang memiliki banyak siung tentu saja harus ditanam di lahan yang cocok ekologiannya (Wibowo, 2007). Bawang putih tunggal ini ketika akan dijadikan bibit di tempat yang sama, di Sarangan, Kabupaten Magetan, Jawa Timur yang terletak di kaki Gunung Lawu dengan ketinggian 1500 dpl dan rata-rata suhu 18 hingga 25 derajat celsius maka terus-menerus akan menghasilkan bawang putih tunggal (Anonim, 2014).

Berdasarkan permasalahan penyediaan bibit bawang putih tunggal diatas maka, dibutuhkan solusi dalam menyediakan bibit unggul dalam waktu yang cepat. Salah satu solusinya yang dapat digunakan yaitu dengan teknik kultur jaringan. Teknik ini sudah dikenal dalam kemampuannya menyediakan sejumlah

bibit tanaman dalam waktu yang relatif cepat, bebas dari patogen atau virus, klonal dan tersedia tanpa dipengaruhi musim (Zulkarnain, 2009).

Menurut Suh dan Park (1993) dalam Randi (2015) mencoba perbanyak bawang putih dengan menggunakan eksplan tunas bulbil. Penggunaan eksplan bulbil dalam penelitian tersebut memberikan hasil lain yaitu menurunnya konsentrasi virus dari tunas mikro yang dihasilkan. Penggunaan bulbil sebagai eksplan diduga akan memudahkan proses sterilisasi disebabkan bahan tanaman tersebut berada di bagian tajuk tanaman dan tidak terjadi kontak dengan tanah sebagai salah satu sumber kontaminan. Dalam penelitian ini perbanyak tunas bawang putih tunggal bertujuan untuk perbanyak pembibitan dengan cara menginduksi tunas adventif yang diperoleh dari bulbil bawang putih tunggal secara *in vitro*.

Keberhasilan dalam perbanyak dengan menggunakan teknik kultur jaringan selain bergantung pada kondisi eksplan yang baik dan media yang cocok. Modifikasi media untuk pertumbuhan kultur jaringan dapat dilakukan dengan perlakuan kombinasi ZPT. Kombinasi ZPT yang digunakan untuk mempercepat pertumbuhan eksplan pada metode kultur jaringan tumbuhan juga perlu diperhatikan dan disesuaikan. Zat pengatur tumbuh tanaman didefinisikan sebagai senyawa organik bukan yang aktif dalam jumlah kecil (10^{-6} - 10^{-5} mM) yang disintesa pada bagian tertentu tanaman dan pada umumnya diangkut ke bagian lain tanaman dimana zat tersebut menimbulkan tanggapan secara biokimiawi, fisiologis dan morfologis (Wattimena 1988).

Zat pengatur tumbuh yang penting dan banyak digunakan dalam kultur jaringan adalah auksin dan sitokinin. Kedua jenis zat pengatur tersebut mempengaruhi pertumbuhan dan morfogenesis dalam kultur sel, jaringan, dan kultur organ. Perimbangan konsentrasi dan interaksi antara ZPT yang diberikan dalam media dan yang diproduksi oleh sel secara endogen akan menenkan arah perkembangan suatu kultur (George dan Sherrington 1984; Lestari 2008).

Auksin ZPT yang berperan dalam merangsang pembelahan, pembesaran, pemanjangan dan tumbuhan sel. Auksin yang terdapat pada pucuk tanaman dapat menyebabkan pertumbuhan pucuk-pucuk baru. Auksin juga menyebabkan terjadinya pertumbuhan kalus. Auksin terbagi dalam dua kategori yaitu auksin endogen dan auksin eksogen (sintetik). NAA merupakan auksin sintetik yang tidak mengalami oksidasi enzimatis. NAA dapat diberikan pada medium kultur pada konsentrasi yang lebih rendah, berkisar 0.1-0.2 mg/L. NAA memiliki berat 186.21 dengan rumus molekul $C_{12}H_{10}O_2$ (Santoso dan Nursandi 2001).

Zat pengatur tumbuh lainnya yang penting dalam kultur jaringan adalah sitokinin yang merupakan turunan adenin. Menurut Murashige (1974) jenis sitokinin yang umum digunakan untuk menginduksi tunas dan kultur jaringan adalah BAP, Kinetin, Zeatin, dan 2iP. Sitokinin yang paling efektif diantara ke-4 jenis tersebut adalah zeatin, namun zeatin adalah jenis sitokin yang termahal harganya. Jenis sitokinin yang lainnya yang memiliki efektifitas yang tinggi adalah 2iP. BAP dan Kinetin memiliki efektifitas yang hampir sama. BAP memiliki resistensi terhadap oksidasi yang lebih baik dibandingkan 2iP maupun kinetin. BAP adalah jenis sitokinin yang relatif tahan degradasi (Wattimena,

1988). BAP memiliki berat molekul sebesar 225.26 g/mol dengan rumus $C_{12}H_{11}N_5$ sedangkan 2iP memiliki berat molekul 203.25g/mol (Santoso dan Nursandi 2001).

Penelitian lain pada jenis bawang putih biasa juga dengan metode kultur jaringan yaitu perbanyak tunas adventif bawang putih dilakukan pada media MS dengan menggunakan kombinasi ZPT BAP dan NAA. Konsentrasi yang digunakan pada penelitian ini adalah 2,25 ppm BAP dan 0,5 ppm NAA (Randi, 2015). Selain itu, menurut Barandariaran *et al.* 1999 dan Haque *et al.* 1997 dalam Randi (2015) mendapatkan media terbaik untuk menginduksi tunas mikro bawang putih dengan penambahan NAA dan BAP dalam perbanyak tunas adventif. Menurut Suh dan Park 1993 dalam Randi (2015) mendapat media inisiasi tunas tertinggi pada media MS dengan kombinasi BAP 2.0 ppm dan NAA 2.0 ppm. Sehingga pada penelitian ini kombinasi ZPT yang akan digunakan untuk perbanyak tunas adventif, pada kultur jaringan bawang putih tunggal berarasal dari kombinasi hormon sitokinin yaitu BAP dan NAA dari golongan auksin yang dikombinasikan dengan beberapa konsentrasi perlakuan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah terdapat pengaruh perlakuan beberapa konsentrasi BAP yang dikombinasi dengan NAA terhadap induksi pertumbuhan tunas adventif bawang putih tunggal (*Allium sativum*) secara *in vitro*?

2. Berapakah konsentrasi optimal ZPT BAP dan NAA pada induksi pertumbuhan tunas adventif dan warna tunas adventif bawang putih tunggal (*Allium sativum*) secara *in vitro*?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh beberapa konsentrasi BAP yang dikombinasi dengan NAA terhadap induksi pertumbuhan tunas adventif bawang putih tunggal (*Allium sativum*) secara *in vitro*
2. Untuk mengetahui berapa konsentrasi optimal hormon BAP dan NAA pada induksi pertumbuhan tunas adventif dan warna tunas adventif bawang putih tunggal (*Allium sativum*) secara *in vitro*

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Terdapat pengaruh perlakuan beberapa konsentrasi BAP yang dikombinasi dengan NAA terhadap induksi pertumbuhan tunas adventif bawang putih tunggal (*Allium sativum*) secara *in vitro*

1.5 Manfaat

Manfaat dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Pemuliaan tanaman ini untuk memperbanyak bibit dengan induksi tunas adventif tanaman yang berfungsi sebagai tanaman obat khususnya pada tanaman bawang putih tunggal (*Allium sativum*)
2. Mengetahui metode induksi pertumbuhan tunas adventif pada tanaman bawang putih tunggal (*Allium sativum*) pada Media MS dengan perlakuan kombinasi hormon BAP dan NAA

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Benih bawang putih tunggal (*Allium sativum*) diperoleh dari Matera Medika
2. Eksplan yang digunakan adalah bulbil bawang putih tunggal
3. Media Murashige dan Skoog (MS) sebagai media tanam
4. Zat pengatur tumbuh yang digunakan adalah BAP dengan konsentrasi 2,5 ppm, 3,5 ppm dan 4,5 ppm dengan kombinasi NAA 0,5 ppm, 1 ppm dan 1,5 ppm
5. Pengamatan dilakukan selama 30 hari
6. Parameter yang diamati adalah hari munculnya tunas adventif, jumlah tunas, tinggi tunas, dan warna tunas secara deskriptif.

BAB II

TINAUAN PUSTAKA

2.1 Diskripsi Bawang putih (*Allium sativum* L.)

Tanaman bawang putih (*Allium sativum* L.) merupakan tanaman monokotil dan berumpun. Bawang putih memiliki sistem perakaran serabut dan dangkal serta berada di permukaan tanah, sehingga tanaman ini sangat rentan terhadap cekaman kekeringan. Fungsi dari sistem perakaran serabut pada tanaman ini adalah untuk menyerap atau mengisi air dan nutrisi yang ada disekitarnya. Bagian yang berfungsi sebagai batang pada tanaman bawang putih adalah cakram. Cakram berbentuk lingkaran pipih terdapat di dasar umbi dan memiliki struktur kasar dan padat. Fungsi dari cakram pada tanaman bawang sebagai batang pokok yang tidak sempurna dan terletak di dalam tanah. Pada permukaan bawah cakram tumbuh akar serabut dari tanaman bawang. Tanaman bawang putih juga memiliki batang semu yaitu kumpulan dari kelopak daun yang saling membungkus kelopak daun dibawahnya sehingga terlihat seperti batang. Satu bongkahan bawang putih terdiri dari beberapa siung yang mengelompok dan berkumpul dalam satu cakram yang ditunjukkan pada (Thomson, 2007).

2.2 Syarat Tumbuh Bawang putih

Tanaman bawang putih dapat tumbuh pada berbagai ketinggian tergantung pada varietas yang digunakan. Daerah pertanaman bawang putih terbaik berada pada ketinggian 600 m dpl (di atas permukaan laut) (Marpaung,

2010). Menurut Sarwadana dan Gunadi (2007) selain di dataran tinggi tanaman bawang putih juga dapat dikembangkan di dataran rendah. Hal ini dibuktikan dengan bawang putih varietas Lokal Sanur yang telah berhasil beradaptasi sangat baik di dataran rendah sehingga sangat berpotensi untuk dikembangkan sebagai varietas dataran rendah. Jenis tanah yang cocok untuk pertumbuhan tanaman bawang putih adalah *grumusol (ultisol)*. Kondisi tanah yang *porous* menstimulir perkembangan akar dan bulu-bulu akar sehingga serapan unsur hara akan berjalan dengan baik. Pada musim penghujan kurang baik digunakan untuk penanaman bawang putih karena suhu rendah dan kondisi tanah terlalu basah sehingga mempersulit pembentukan siung (Thomsom, 2007).

Menurut Wibowo (2007) Tanaman bawang putih dapat dibudidayakan dengan baik apabila daerah pertanaman bersuhu udara antara 15-20°C. Pada suhu tersebut udara terasa cukup sejuk. Akan tetapi, tanaman bawang putih juga akan terhambat pertumbuhannya jika daerah pertanaman bersuhu udara di bawah 15°C. Hal ini ditandai oleh pertumbuhan daun yang lambat. Sementara itu. Di daerah yang bersuhu di atas 27°C, pertumbuhan umbi khususnya tanaman bawang putih daratan tinggi, akan terganggu. Sebaliknya, tanaman bawang putih daratan rendah dapat dibudidayakan di daerah yang memiliki temperatur udara antara 27°C – 30°C.

2.3 Bawang Putih Tunggal (*Allium sativum*)

2.3.1 Morfologi Tanaman

Bawang putih tunggal atau sering disebut dengan nama bawang lanang pertama kali ditemukan di daerah Sarangan, Magetan, Jawa Timur. Tanaman bawang putih tunggal ini memiliki ciri helai daun menyerupai pita, tipis dan bagian pangkalnya membentuk sudut. Daun berwarna hijau, bagian atas daun terlihat lebih gelap dan sisi bawah daun berwarna lebih cerah. Kelopak daun menutupi siung umbi bawang putih hingga pangkal daun. Kelopak ini membalut bagian kelopak daun yang lebih muda sehingga membentuk suatu batang semu yang posisinya tepat berada pada umbi bawang. Tanaman bawang putih tidak memiliki bunga, karena itu tanaman ini tidak dapat dibiakkan dengan persilangan. Ukuran siung dari tanaman bawang putih bervariasi tergantung pada varietasnya, siung memiliki bentuk lonjong (Suriana, 2011).

Bawang putih tunggal atau biasa disebut bawang lanang (*Allium sativum*) tumbuh dengan siung tunggal. Istilah lanang sering kali dipakai untuk menggambarkan kondisi tertentu pada umbi atau biji dengan kriteria tunggal, bulat, dan tidak terbelah. Umbi lanang pada tanaman anggota keluarga Liliaceae itu hanya menjadi milik bawang putih (*Allium sativum*). Ir. Sartono Putrasamedja, peneliti bawang dari Balai Penelitian sayuran (Balitsa) di Lembang Jawa Barat, mengungkapkan bahwa bawang lain tidak membentuk umbi lanang. Contohnya bawang merah yang selalu membentuk siung baru saat siung lain membesar. Hipotesis sementara ialah bawang lanang terbentuk karena kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan (Trubus, Oktober 2012 dalam Utami dan Lina 2013).

Menurut Rukmana (1992) bawang ini juga diduga terbentuk pada kondisi lingkungan (ekologi) yang kurang cocok untuk bawang putih sehingga pertumbuhannya tidak sempurna dan hanya menghasilkan satu umbi saja dan umbi bawang lanang ini ukurannya lebih kecil daripada bawang putih biasa.



Gambar 2.1 Bawang putih tunggal (*Allium sativum*)

Klasifikasi bawang putih tunggal (Sodjanan, 2013)

Devisi: Spermatophyta

Sub divisi: Angiospermae

Kelas: Monocotyledonae

Bangasa: Liliales

Suku: Liliaceae

Marga: *Allium*

Spesies: *Allium sativum*

2.3.2 Kandungan Kimia Bawang Putih Tunggal (*Allium sativum*)

Tanaman bawang putih tunggal (*Allium sativum*) memiliki aroma yang menusuk tajam dan rasa yang persisten. Tanaman bawang putih memiliki aroma yang khas berasal dari zat aktif utama yaitu *allicin*. Aroma yang dihasilkan ketika senyawa *allicin* bereaksi dengan enzim alinase. Minyak atsiri yang dihasilkan dari umbi bawang putih berkisar antara 0,1-0,3 % dengan kandungan *allil propil* dan *dialil disulfida*. Bawang putih memiliki kandungan enzim-enzim antara lain *allinase*, *peroxides*, dan *myrosinase* (Kemper, 2000). Menurut utami dan Lina (2013) bawang putih siung tunggal, kandungan senyawa aktifnya setara dengan 5-6 siung bawang putih biasa

2.3.3 Manfaat Bawang Putih Tunggal

Kandungan Alisin dan allin diduga berpotensi sebagai obat diabetes mellitus menurut (Barnejje, 2003). Bawang lanang dapat menurunkan tekanan darah karena kandungan saponin dan *allicin*, senyawa itu bekerjasama menghambat sintesis kolesterol penyebab penyumbatan pembuluh darah, bawang lanang efektif mengencerkan darah sehingga lebih lancar mengalir dan tekanan yang timbulkan tidak terlalu tinggi. Saponin pada bawang menghambat absorpsi kolesterol sehingga menurunkan kadar kolesterol jahat dalam darah, selain itu bawang lanang juga membunuh bakteri, membuang zat amonia dalam tubuh dan memperbaiki sel jantung yang rusak (Utami dan Lina, 2013).

Allah SWT berfirman dalam surat Asy-Syu'araa ayat 7

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ 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 (Q.S Asy-Syu'araa/26:7).

Menurut Al-Qurtubi kata “*zauj*” memiliki arti warna sedangkan kata “*karim*” memiliki arti menumbuhkan. Kata karim untuk menggambarkan segala sesuatu yang baik bagi setiap objek yang disifatinya. Tumbuhan yang paling baik, paling baik tidak adalah subur dan bermanfaat bagi mereka kaum yang kehilangan sarana, berani menentang Rosul, dan mendustakan kitabnya, sedangkan Tuhan-Nyalah yang telah menciptakan bumi dan menumbuhkan di dalamnya tanaman dan buah-buahan berbagai macam bentuknya (Ali dkk, 1989).

Salah satu jenis tanaman yang banyak memiliki manfaat dalam dunia kesehatan adalah bawang putih tunggal. Menurut penelitian Dosen Departemen Agronomi dan Holtikultura institut Pertanian Bogor Dr, Ir.Dini dinarti M. Si, senyawa aktif bawang putih tunggal ialah dialilsulfida. Senyawa itu berfaedah menurunkan darah tinggi, kolesterol, antidiabetes, meluruhkan lemak dalam pembuluh darah, sekaligus mengencerkan darah. Meski satu spesies, kadar dialilsulfida bawang lanang lebih tinggi daripada bawang putih biasa. Hal itu terbukti dari aroma bawang lanang yang lebih menyengat (Utami dan Lina, 2013). Hal ini juga di perkuat oleh penelitian Anita Pratimi dari jurusan Biologi Universitas Diponegoro pernah membandingkan aktivitas antibakteri bawang lanang dan bawang putih biasa terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan

Pseudomonas aeruginosa, penyebab utama infeksi paru-paru. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi ekstrak 100% bawang lanang efektif menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* dengan diameter zona hambat 2,03 cm. Adapun bawang putih biasa dengan konsentrasi sama, hanya menghambat pertumbuhan bakteri dalam 1,33 cm. Ekstrak bawang lanang pada konsentrasi 100% efektif menghambat *P. Aeruginosa* dengan diameter hambat sebesar 1,6 cm, terpaut sedikit dengan bawang putih biasa yang mencapai 1,57 cm. Adapun menurut Novena Yety Lindawati dan Crescentiana Emy Dhurhanian dari Akademi Farmasi Nasional Surakarta menjelaskan senyawa dalam bawang lanang yang berperan terhadap tuberkulosis adalah allicin. Allicin mengandung enzim yang dapat membunuh bakteri. Sebagai antimikroba, allicin mampu menghambat bakteri penyebab TB (tuberkulosis) dengan memblokir aktivitas enzim sistein proteinase dan alkohol dehidrogenase penyebab infeksi dan gangguan metabolisme. Menurutnya bawang putih tunggal juga mengandung scornidin yang mampu meningkatkan daya tahan stamina tubuh (Utami dan Lina, 2013).

2.4 Kultur Jaringan Tumbuhan

2.4.1 Pengertian Kultur Jaringan Tumbuhan

Kultur jaringan tanaman merupakan teknik menumbuhkembangkan bagian tanaman baik berupa sel, jaringan, atau organ dalam kondisi aseptik secara *in-vitro*, penggunaan media kultur buatan dengan kandungan lengkap dan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) secara kondisi ruang kultur yang suhu dan pencahayaannya terkontrol (Yusnita, 2003).

Menurut Suryowinoto (1991), kultur jaringan dalam bahasa asing tersebut *tissue culture*, *weefsel culture* atau *gweebe culture*. Kultur artinya budidaya, sedang jaringan adalah sekelompok sel yang mempunyai fungsi dan bentuk sama. Kultur jaringan berarti membudidayakan suatu jaringan tanaman menjadi tanaman kecil yang mempunyai sifat seperti tanaman induknya (Hendrayono dan Wijayani, 1994).

Kultur jaringan adalah suatu metode untuk mengisolasi bagian tanaman seperti protoplasma sel, sekelompok sel, jaringan, dan organ, serta menumbuhkannya dalam kondisi aseptik, sehingga bagian-bagian tersebut dapat memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman lengkap kembali (Gunawan, 1987). Umumnya digunakan sebagai istilah bagi segala jenis perbanyakan in-vitro tanaman secara kultur dengan ciri khas adanya pertumbuhan sel yang acak berupa munculnya kalus dari pertumbuhan acak organ kecil tanaman atau bagian tanaman ataupun hasil kultur sel sebelumnya (George dan Sherington, 1984).

Keuntungan perbanyakan tanaman dengan menggunakan teknik kultur jaringan adalah: (1) waktu perbanyakan lebih cepat; (2) jumlah benih yang dihasilkan tidak terbatas; (3) jumlah eksplan yang digunakan sedikit; (4) bebas hama dan penyakit; (5) memerlukan lahan sempit; (6) genotip sama dengan induknya (Surachman, 2011). Beberapa keuntungan dari penggunaan teknik kultur jaringan adalah untuk produksi senyawa metabolit sekunder antara lain: tidak tergantung musim, sistem produksi dapat diatur sesuai kebutuhan, lebih konsisten, dan mengurangi penggunaan lahan (Sutini, 2008). Ratnasari (2011)

menyatakan bahwa kualitas produk senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan dengan teknik kultur jaringan lebih konsisten dan dapat dihasilkan terus menerus, serta metabolit sekunder yang dihasilkan mudah untuk dimurnikan.

2.4.2 Prinsip Kultur Jaringan

Beberapa prinsip dasar yang harus diperhatikan dalam melaksanakan teknik kultur jaringan yaitu mengetahui totipotensi sel yang dikemukakan oleh Schleiden dan Swann yaitu sel mempunyai kemampuan *outonom*, bahkan mempunyai kemampuan totipotensi. Totipotensi adalah kemampuan setiap sel, yang diambil dari suatu tempat dan apabila diletakkan pada tempat yang lain dapat tumbuh menjadi tanaman yang sempurna. Memahami konsep Skoog dan Miller yang menyatakan bahwa regenerasi tunas dan akar *in vitro* dikontrol secara hormonal oleh Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) sitokinin dan auksin. *Organogenesis* adalah proses terbentuknya organ seperti tunas atau akar baik secara langsung dari permukaan eksplan atau secara tidak langsung melalui pembentukan kalus terlebih dahulu. Memahami sifat kompeten, diferensiasi dan determinasi di mana suatu sel akan dikatakan kompeten apabila sel atau jaringan tersebut mampu memberikan tanggapan terhadap signal lingkungan atau signal secara kultur jaringan. Dan memahami tata cara perbanyak tanaman secara kultur jaringan (Yusnita, 2003).

2.4.3 Teknik Kultur Jaringan

Yusnita (2003) menyatakan bahwa dalam tahapan-tahapan dalam kultur jaringan meliputi: pemilihan dan penyiapan tanaman induk sumber eksplan, inisiasi kultur, persiapan media, isolasi bahan tanam (eksplan), sterilisasi eksplan, inisiasi eksplan, aklimatisasi, dan usaha pemindahan tanaman hasil kultur jaringan ke lapang. Semua tahapan dalam kultur jaringan harus dilakukan dengan teliti dan seruis, karena setiap tahapan tersebut memerlukan penanganan tersendiri dengan dasar pengetahuan tersendiri.

Teknik kultur jaringan akan berhasil dengan baik apabila syarat yang diperlukan telah terpenuhi dengan baik. Syarat-syarat tersebut meliputi pemilihan eksplan sebagai bahan dasar untuk pembentukan kalus, penggunaan medium yang sesuai, keadaan yang aseptik dan pengaturan udara yang baik. Untuk eksplan tanaman yang baik digunakan adalah bagian tanaman yang masih muda yaitu bagian meristemnya (Harahap, 2005).

Menurut Hendrayono dan Wijayanti (1994), terdapat beberapa teknik kultur jaringan tanaman, yaitu kultur meristem adalah budidaya jaringan dengan menggunakan eksplan dari jaringan tanaman yang masih muda. Kultur antera adalah budidaya jaringan dengan menggunakan serbuk sari dari tanaman tersebut. Kultur embrio adalah memisahkan embrio tanaman yang belum dewasa dan menumbuhkannya secara kultur jaringan untuk mendapatkan tanaman yang viabel. Dan kultur protoplasma yaitu budidaya jaringan dengan menggunakan eksplan dari protoplasma. Di mana protoplasma adalah sel hidup yang telah dihilangkan selnya.

Teknik kultur jaringan ini memiliki beberapa keuntungan apabila dibandingkan dengan teknik yang lain. Adapun keuntungannya, yaitu diperolehnya bibit yang seragam dalam jumlah besar dan memiliki sifat sama persis dengan induknya. Teknik ini sangat bermanfaat untuk tanaman-tanaman yang diperbanyak secara vegetatif. Adapun tanaman yang telah berhasil diperbanyak adalah kultur tunas bawang putih oleh Randi (2015) dan kultur bawang merah oleh Karjadi (2008).

2.4.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Keberhasilan Kultur Jaringan

Menurut Santoso dan Nursandi (2004), ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan kultur jaringan yaitu yang pertama adalah genotif beberapa jenis tumbuhan embrio mudah tumbuh akan tetapi pada beberapa jenis tumbuhan lain sukar untuk tumbuh. Hal ini disebabkan oleh perbedaan kultivar dari jaringan yang sama. Kedua adalah eksplan berupa sel, jaringan atau organ yang digunakan sebagai bahan inokulum dan ditanam dalam media kultur, bagian yang digunakan sebagai eksplan adalah sel yang aktif membelah, dari tanaman induk sehat dan berkualitas tinggi. Ukuran eksplan kecil ketahanan eksplan kurang baik dan bila eksplan terlalu besar, akan mudah terkontaminasi. Ketiga komposisi media sebagai sumber makanan harus mengandung senyawa organik dan anorganik, seperti nutrisi makro dan mikro dalam kadar dan perbandingan tertentu, gula, air, asam amino, vitamin, dan ZPT. Faktor penting lainnya yang tidak boleh diabaikan adalah ion amonium dan potassium. Keempat oksigen suplai oksigen yang cukup sangat menentukan laju multiplikasi tunas dalam usaha

perbanyak secara *in vitro*. Kelima intensitas cahaya yang rendah dapat mempertinggi embriogenesis dan organogenesis. Intensitas cahaya optimum pada kultur 0-1000 lux (inisiasi), 1000-10000 (multiplikasi), 10000-30000 (pengakaran) dan <30000 untuk aklimatisasi. Perkembangan embrio membutuhkan tempat gelap kira-kira selama 7-14 hari. Baru dipindahkan ke tempat terang untuk pembentukam klorofil. Keenam temperatur optimum yang dibutuhkan umumnya tergantung dari jenis tumbuhan yang digunakan. Secara normal temperatur yang digunakan adalah antara 22⁰C-28⁰C. ketuju adalah pH (Keasaman) di mana sel-sel yang dikembangkan dengan kultur jaringan memiliki toleransi pH yang relatif sempit dan tidak normal antara 5-6. Apabila eksplan sudah tumbuh biasanya pH media umumnya akan naik. Dan yang terakhir adalah lingkungan yang aseptik. Kondisi lingkungan sangat menentukan terhadap tingkat keberhasilan pembiakan tanaman dengan kultur jaringan.

2.4.4 Masalah dalam Kultur Jaringan

Pada kegiatan kultur jaringan, tidak sedikit masalah dapat terjadi sebagai penyebab kegagalan. Masalah yang biasa timbul dalam kegiatan kultur jaringan diantaranya adalah Kontaminasi yang merupakan gangguan yang sering terjadi pada kultur. Kontaminasi dapat dilihat dari jenis kontaminan, seperti bakteri, jamur, dan virus. *Browning* atau pencoklatan adalah karakter yang dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan eksplan (hitam atau coklat). Terjadi perubahan aditif eksplan disebabkan pengaruh fisik maupun biokimia (memar, luka, atau serangan penyakit). Selanjutnya vitrifikasi umumnya terjadi akibat

kegagalan pada proses pembentukan daging sel dan hambatan pada proses pembentukan lignin. Hal ini dapat diatasi dengan cara menaikkan sukrosa, menambah pektin, memindahkan eksplan pada suhu 40⁰C selama 15 hari. Dan yang terakhir Pemeliharaan merupakan kendala yang sering ditemukan sebagai penghambat antara lain, adanya mutasi pada bibit yang dihasilkan sehingga berbeda dengan induknya, keberhasilan induksi perakaran dari tunas yang telah dibentuk secara *in vitro* sedikit, aklimatisasi sering gagal, tingkat keanekaragamannya di setiap generasi turun terutama apabila sering dilakukan subkultur (Mariska dan Sukmadjaja, 2003).

2.5 Media Kultur jaringan

Media merupakan faktor penentu dalam perbanyakan dengan kultur jaringan. Komposisi media yang digunakan tergantung dengan jenis tanaman yang akan diperbanyak. Media yang digunakan biasanya terdiri dari garam mineral, vitamin, dan hormon. Media yang digunakan juga diperlukan bahan tambahan seperti agar, gula, dan lain-lain (Gunawan, 1992).

Allah SWT berfirman dalam surah Al-Waqiah ayat 62-64 yang berbunyi;

وَلَقَدْ عَمَّتُمْ النِّشْأَةَ الْأُولَىٰ فَلَوْلَا تَذَكَّرُونَ ﴿٦٢﴾ أَفَرَأَيْتُمْ مَا كَحَرْتُونَ ﴿٦٣﴾ ءَأَنْتُمْ

تَزْرَعُونَهُ أَمْ نَحْنُ الزَّارِعُونَ ﴿٦٤﴾

Artinya: (62) dan Sesungguhnya kamu telah mengetahui penciptaan yang pertama, Maka Mengapakah kamu tidak mengambil pelajaran (untuk penciptaan yang kedua)? (63) maka Terangkanlah kepadaku tentang yang kamu tanam (64) kamukah yang menumbuhkannya atau kamukah yang menumbuhkannya?

Menurut tafsir Al-Mishbah kata “*Tadzakkurun*” berbentuk kata kerja “*mudhari*” untuk mengisyaratkan bahwa kalau pada masa lalu kamu belum lagi menarik pelajaran, maka kini dan masa datang, seharusnya kamu secara bersungguh-sungguh menarik pelajaran (Shihab, 2001).

Dijelaskan juga dalam tafsir Al-Maraghi kata “*Tahrutsun*” memiliki arti kamu yang menyebarkan bijinya dan mengelolah tanahnya sedangkan kata “*Tazra'unahu*” memiliki arti kamu menumbuhkan dan menjadikannya tumbuhan yang berkembang (Ali, ddk, 989).

Penjelasan dari tafsir ayat di atas dapat diambil pelajaran bahwa, Allah SWT yang menciptakan yang terdahulu apa yang ada di bumi termasuk penciptaan tumbuh-tumbuhan. Sehingga kita dapat mempelajarinya dan mengaplikasikannya pada penciptaan yang kedua. Penciptaan kedua yang dimaksud adalah teknik kultur jaringan, karena dalam kultur jaringan tumbuhan kita dapat mengkaji penciptaan Allah yang menumbuhkan tumbuhan di atas tanah dengan segala unsur zat-zat hara yang terdapat di dalamnya. Maka kita dapat menerapkannya pada media kultur jaringan. Dimana media kultur unsur-unsur esensial yang diperlukan oleh tanaman, seperti zat pengatur tumbuh (BAP dan NAA), vitamin, zat hara makro dan mikro. sehingga tumbuhan dapat tumbuh dan berkembang dengan baik.

2.5.1 Media MS

Media MS (Murashige dan Skoog) adalah media yang umum dan paling banyak digunakan dalam kultur jaringan terutama untuk jenis tanaman herbaceous. Media MS merupakan perbaikan dari media Skoog pada komposisi garam organiknya. Media MS memiliki kandungan N dalam jumlah tinggi dalam bentuk nitrit dibandingkan jenis media lainnya (Gunawan, 1992).

Media MS merupakan media yang memiliki kandungan unsur hara lengkap dan diperkaya oleh vitamin dan hormon. Umumnya digunakan untuk berbagai tujuan kultur, sehingga dikembangkan media lain berdasarkan media MS tersebut, sedangkan untuk media $\frac{1}{2}$ MS sebenarnya mempunyai komponen yang sama dengan media MS, baik unsur makro maupun mikronya, hanya komposisinya setengah dari komposisi media MS. Media Gamborg (B5) adalah media yang dikembangkan oleh Gamborg yang sebenarnya digunakan untuk kultur kedelai tetapi untuk saat-saat ini banyak digunakan untuk tanaman lain. Komposisi media Gamborg baik dari segi unsur makro maupun mikronya sebenarnya ada yang sama dengan media MS, hanya saja ada unsur yang ada di media MS tetapi tidak ada pada media Gamborg, begitu juga sebaliknya

Adapun komponen dari masing-masing zat penyusun media adalah:

1. Garam-garam Anorganik

Pertumbuhan tanaman memerlukan garam-garam anorganik yang diperlukan dalam jumlah besar disebut makronutrien, sedangkan yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit disebut mikronutrien. Jenis-jenis unsur makronutrien adalah kalium (K), nitrogen (N), fosfor (F), kalsium (Ca), sulfur (S), dan magnesium

(Mg). Unsur mikronutrien yang dibutuhkan antara lain besi (Fe), seng (Zn), mangan (Mn), dan molibdenum (Mo) (Wetter & Constabel 1991).

2. Sumber Karbon

Sumber karbon yang paling cocok digunakan adalah sukrosa atau glukosa. Sukrosa sering ditambahkan pada media kultur jaringan sebagai sumber energi pada proses pembentukan ATP yang diperlukan untuk induksi kalus. Sukrosa dengan konsentrasi 2-5% merupakan sumber karbon. Tetapi penggunaan sukrosa di atas kadar 3 % menyebabkan terjadinya penebalan dinding sel (Wetter & Constable 1991; Hendrayono & Wijayani, 1994). Glukosa dan fruktosa dapat digunakan juga karena dapat merangsang pertumbuhan beberapa jaringan. Pemilihan gula dan konsentrasi yang digunakan tergantung dari jaringan tumbuhan yang akan dicapai (Untung & Faimah 2003).

3. Vitamin

Thiamin HCl (vitamin B1) adalah vitamin yang esensial untuk hampir semua kultur jaringan tumbuhan yang berfungsi untuk mempercepat pembelahan sel pada meristem akar dan berperan sebagai koenzim dalam reaksi yang menghasilkan energi dari karbohidrat dan memindahkan energi. Pencegahan terjadinya pencoklatan pada permukaan irisan jaringan dapat dilakukan dengan menambahkan vitamin C. Vitamin lain yang sering digunakan dalam media kultur jaringan yaitu piridoksin HCl, asam folat, kalsium pantotenat, glisin, sianokobalamin, riboflavin, biotin, kolin klorida, piridoksin fosfat, nikotinamida, dan niasin (Hendrayono & Wijaya, 1994).

4. Asam amino

Asam amino berperan penting dalam pertumbuhan dan diferensiasi eksplan karena dapat berperan sebagai sumber nitrogen. Kebutuhan asam amino untuk setiap tanaman berbeda-beda. Asparagin dan glutamin berperan dalam metabolisme asam amino karena dapat menjadi pembawa dan sumber amonia untuk sintesa asam-asam amino baru dalam jaringan (Hendrayono & Wijayani, 1994).

2.6 Zat Pengatur Tumbuh

Keberhasilan kultur jaringan sebagai pengembangan budidaya selain tergantung pada media, eksplan, dan lingkungan juga sangat bergantung pada zat pengatur tumbuh yang diberikan (Untung & Fatimah, 2003). Kehadiran zat pengatur tumbuh dalam kultur jaringan sangat nyata pengaruhnya. Sangat sulit untuk menerapkan teknik kultur jaringan pada upaya perbanyak tanaman tanpa melibatkan zat pengatur tumbuhnya (Zulkarnian, 2009).

Zat pengatur tumbuh yang penting dan banyak digunakan dalam kultur jaringan adalah auksin dan sitokinin. Kedua jenis zat pengatur tersebut mempengaruhi pertumbuhan dan morfogenesis dalam kultur sel, jaringan, dan kultur organ. Perimbangan konsentrasi dan interaksi antara ZPT yang diberikan dalam media dan yang diproduksi oleh sel secara endogen akan menentukan arah perkembangan suatu kultur (George dan Sherrington 1984).

2.6.1 Penggunaan BAP (*Benzyl Amino Purin*) pada Kultur Jaringan

Sitokinin adalah salah satu zat pengatur tumbuh yang ditemukan pada tanaman. Sitokinin berfungsi untuk memacu pembelahan sel dan pembentukan organ. Menurut George dan Sherrington (1984) salah satu jenis ZPT dari golongan sitokinin yang sering digunakan dalam kultur jaringan yaitu BAP (6-benzylaminopurine). Benzil amino purine (BAP) merupakan salah satu sitokinin sintetik yang aktif dan daya merangsangnya lebih lama karena tidak mudah dirombak oleh enzim dalam tanaman.

Menurut Murashige (1974) jenis sitokinin yang umum digunakan untuk menginduksi tunas dan dalam kultur jaringan adalah BAP, Kinetin, Zeatin dan 2ip. Sitokinin yang paling aktif diantara keempat jenis tersebut adalah zeatin, namun zeatin adalah jenis sitokinin yang termahal harganya. Jenis sitokinin yang lainnya yang memiliki efektifitas yang tinggi adalah 2ip. BAP dan Kinetin memiliki efektifitas yang hampir sama. BAP memiliki resistensi terhadap oksidasi yang lebih baik dibandingkan 2ip maupun Kinetin. BAP adalah jenis sitokinin yang relatif tahan degradasi.

6-Benzyl amino purine (BAP) merupakan sitokinin sintesis yang memiliki berat molekul sebesar 225.26 (Alitalia, 2008). Wattimena (1988) menambahkan bahwa BAP merupakan turunan adenin yang disubstitusi pada posisi 6 yang strukturnya serupa dengan kinetin.

BAP merupakan zat pengatur tumbuh yang sering digunakan dalam kultur jaringan tumbuhan diantaranya adalah pada penelitian yang dilakukan oleh Rufaida (2013), konsentrasi BAP terbaik untuk pertumbuhan tunas bawang merah

(*Allium oscalonium*) dan juga penelitian Randi (2015) tentang konsentrasi BAP terhadap pertumbuhan tunas adventif pada bawang putih. Secara kultur jaringan dalam penelitian tersebut menunjukkan bahwa BAP memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan eksplan dalam kultur jaringan.

Penggunaan BAP pada konsentrasi yang tepat sangat efektif merangsang penggandaan tunas karena penambahan BAP dalam media perbanyak secara in vitro berperan aktif dalam organogenesis secara alami. Zat pengatur tumbuh BAP merupakan salah satu golongan sitokinin yang dapat memacu dan menginduksi tunas namun konsentrasi tergantung jenis tanaman (George dan Sherrington, 1984). Menurut Gunawan (1992), penggunaan BAP dalam konsentrasi yang tinggi dan masa induksi yang panjang dapat menentukan kemampuan pembentukan jumlah tunas bentuk tunas. Hal ini juga dinyatakan oleh Yusnita (2003) bahwasannya BAP (Benzylamino purine) merupakan salah jenis golongan sitokinin. BAP zat pengatur tumbuh yang aktif bila diberikan pada tunas pucuk akan mendorong poliferasi tunas yaitu keluarnya tunas lebih dari satu.

2.6.2 Penggunaan NAA (*Naphtalene Acetic Acid*) pada Kultur Jaringan

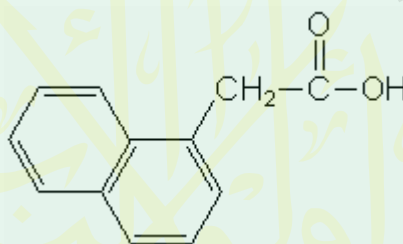
Auksin merupakan salah satu hormon yang terdapat dalam tumbuhan. Auksin banyak digunakan secara luas pada kultur jaringan dalam merangsang pertumbuhan kalus, suspensi sel dan organ (seperti meristen, tunas dan ujung akar) (Gunawan, 1987). Selain itu auksin juga berperan dalam merangsang pembelahan, pemanjangan dan pertumbuhan sel. Auksin yang

terdapat pada pucuk tanaman dapat menyebabkan pertumbuhan pucuk-pucuk baru dan juga menyebabkan terjadinya pertumbuhan kalus. Auksin terbagi dalam dua kategori yaitu auksin endogen dan auksin eksogen (sintetik). IAA merupakan auksin yang disintesis secara alami di dalam tubuh tanaman, namun senyawa ini mudah mengalami degradasi akibat pengaruh cahaya dan oksidasi enzimatik. IAA biasa diberikan pada konsentrasi yang relatif tinggi $1-30 \text{ mg/L}^{-1}$ (Nursandi 2001).

Bentuk-bentuk auksin yang bisa ditambahkan ke dalam media kultur jaringan yang diperoleh secara sintetik adalah 2,4-D (2,4-Diclorophenoxy Asetic Acid), IBA (Indole Butyric Acid) dan NAA (Naphthalene Asetic Acid). Menurut Wattimena (1988), setelah ditemukan IAA sebagai salah satu fitohormon yang penting, maka disintesis senyawa-senyawa serupa dan diuji keaktifan biologis dari senyawa-senyawa tersebut. Asam naftalena asetat (NAA) dan 2,4-D merupakan senyawa tanpa ciri indol tapi mempunyai aktivitas biologis seperti IAA. Namun menurut Gamborg *et al.* (1976) pemberian 2,4-D pada media kultur dapat menekan organogenesis dan sebaiknya tidak digunakan pada kultur yang melibatkan pucuk dan akar. Sementara itu, Pierik (1997) menganjurkan untuk membatasi penggunaan 2,4-D pada kultur jaringan *in vitro* karena 2,4-D dapat meningkatkan peluang terjadinya mutasi genetik. Sehingga pemilihan penambahan NAA lebih tepat dalam induksi pertumbuhan tunas adventif secara *in vitro* pada bawang putih tunggal.

NAA sering digunakan sebagai hormon akar. NAA dapat diberikan pada medium kultur dengan konsentrasi yang lebih rendah berkisar $0.1-0.2 \text{ mg/L}$. NAA

memiliki berat 186.21 dengan rumus molekul $C_{12}H_{10}O_2$ (Santoso dan Nursandi 2001). Menurut Zaer dan Mapes (1985), NAA memiliki sifat kimia lebih stabil dibanding IAA dan tidak mudah teroksidasi oleh enzim. Anwar (2007) menambahkan bahwa NAA merupakan IAA sintetis yang sering digunakan karena memiliki sifat yang lebih tahan, tidak terdegradasi dan lebih murah. Naphthalene Asetic Acid/Naphtyl Acetic Acid (NAA) memiliki berat molekul 186.21 dengan rumus molekul $C_{12}H_{10}O_2$.



Gambar 2. Struktur Molekul NAA (Zaer dan Mapes, 1985)

2.6.3 Pengaruh Kombinasi Auksin dan Sitokinin terhadap pertumbuhan tunas

Auksin dan sitokin merupakan zat pengatur tumbuh yang sering digunakan pada media kultur. ZPT tersebut memberikan efektifitas yang nyata pada tanaman tergantung pada konsentrasi kombinasi yang diinginkan dalam kultur jaringan sehingga lebih terarah dalam mempengaruhi morfogenesisnya. Menurut Karkaji dan Buchory (2007) perimbangan dan interaksi auksin dan sitokinin yang diberikan pada media dan yang diproduksi oleh sel secara endogen akan menentukan arah perkembangan suatu kultur. Pemberian sitokinin dan auksin,

dalam bentuk BAP dan NAA ke dalam media menyebabkan diferensiasi sel kearah pembentukan organ dan jaringan menjadi lebih terarah (Marlin, 2005)

Menurut Mariani (2005) zat pengatur tumbuh sitokinin berperan dalam pembelahan sel dan morfogenesis sedang auksin berperan dalam pertumbuhan dan pemanjangan sel. Pemanjangan sel, pembelahan sel, morfogenesis dan pengaturan pertumbuhan merupakan proses yang sangat penting dalam pembentukan kalus dan selanjutnya diikuti pembentukan tunas. Menurut Suyadi (2003) apabila kondisi auksin dan sitokinin endogen berada pada kondisi sub optimal, maka diperlukan penambahan auksin dan sitokinin secara eksogen, sehingga diperoleh perimbangan auksin dan sitokinin optimal.

Perbandingan komposisi antara kedua hormon tersebut akan menentukan perkembangan tanaman, yaitu Wattimena (1998) :

1. Auksin ↑ Cytokinin ↓ = Perkembangan akar
2. Cytokinin ↑ Auksin ↓ = Perkembangan tunas
3. Auksin = Cytokinin = Perkembangan kalus

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).

Interaksi auksin dan sitokinin terbawa dalam pengaruh pertumbuhan tunas apikal, yang mana akan menghambat tumbuhnya tunas aksilar. Pada kacang, dijelaskan bahwa auksin mengalir menuju daerah basipetal, yang dimediasi oleh PsPINs dari tunas apikal yang akan menekan ekspresi PsIPT, dimana itu adalah gen dalam biosintesis sitokinin. Akibatnya, terjadi pengurangan level dari sitokinin dan meningkatkan dominansi apikal sehingga menghambat tumbuhnya tunas aksilar (Zhang, 2011).

Dominansi apikal merupakan akibat dari transpor auksin ke bawah yang dibuat di maristem apikal. Sebenarnya, jika maristem apikal dibuang dan potongan agar berisi auksin ditempelkan pada tunggul, hambatan terhadap kuncup-kuncup lateral tetap ada. Potongan agar tanpa auksin tidak mempunyai pengaruh seperti itu (Kimball, 1994).

Sitokinin, auksin, dan faktor-faktor lain berinteraksi dalam kontrol dominansi apikal, yaitu kemampuan kuncup apikal untuk menekan perkembangan kuncup aksilaris. Hingga kini hipotesis utama yang menjelaskan regulasi hormon dari dominansi apikal menyatakan bahwa auksin dan sitokinin bekerja secara antagonis dalam meregulasi pertumbuhan kuncup aksilaris. Menurut pandangan ini, auksin yang ditranspor menuruni tunas dari kuncup apikal menghambat pertumbuhan kuncup aksilaris secara langsung, menyebabkan tunas memanjang namun percabangan lateral tidak terjadi. Sementara itu sitokinin memasuki sistem tunas dari akar melawan kerja auksin dengan memberi sinyal kepada kuncup

aksilar agar mulai tumbuh. Dengan demikian rasio auksin dan sitokinin dipandang sebagai faktor kritis dalam mengontrol penghambatan kuncup aksilaris (Campbell dan Reece, 2008).



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang pada bulan Mei-Juni 2016.

3.2 Rancangan Penelitian

Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) :

BAP \ NAA	0 ppm	0,5 ppm	1 ppm	1,5 ppm
0 ppm	BAP 0+NAA 0	BAP 0+NAA 0,5	BAP 0+NAA 1	BAP 0+NAA 1,5
2,5 ppm	BAP 2,5+NAA 0	BAP 2,5+NAA 0,5	BAP 2,5+NAA 1	BAP 2,5+NAA 1,5
3,5 ppm	BAP 3,5+NAA 0	BAP 3,5+NAA 0,5	BAP 3,5+NAA 1	BAP 3,5+NAA 1,5
4,5 ppm	BAP 4,5+NAA 0	BAP 4,5+NAA 0,5	BAP 4,5+NAA 1	BAP 4,5+NAA 1,5

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah LAF (*Laminar Air Flow*), pemanas listrik, timbangan analitik, botol kultur, batang pengaduk, gelas

ukur, erlenmeyer, cawan petri, bunsen alat-alat diseksi (scalpel, pinset, gunting), oven, autoklaf, lampu, penyemprot alkohol (*sprayer*), pH meter (indikator pH), lemari pendingin, rak kultur, AC (*Air Conditioner*), magnetik stirrer, tisu, aluminium foil, plastik wrap, kertas label, karet, plastik, kompor, dan panci pemanas

3.3.2 Bahan

Bahan utama yang digunakan adalah bulbil bawang putih tunggal (*Allium sativum*). Bahan lain yang digunakan yaitu komposisi media MS, BAP, NAA, agar-agar, gula, dan aquades steril. Bahan untuk sterilisasi yang digunakan adalah Deterjen, HgCl₂, Clorox dan Alkohol 70% dan 96 %.



Gambar 3.1 Eksplan Bulbil Bawang Putih Tunggal

3.4 Langkah Kerja

3.4.1 Tahap Persiapan

1. Sterilisasi Ruang Tanam

Langkah kerja dalam sterilisasi ruang tanam adalah sebagai berikut:

1. Lantai pada ruang tanam dipel dengan karbol yang telah dicampur dengan air.
2. Lantai dipel dengan karbol murni.
3. Meja LAF (*Laminar Air Flow*) dibersihkan dengan alkohol 70%, kemudian dinyalakan sinar UV selama 1 jam.
4. Saat akan digunakan lampu UV dimatikan, lampu neon dan kipas dinyalakan

2. Sterilisasi Alat

Langkah kerja dalam sterilisasi alat adalah sebagai berikut:

1. Alat-alat *disecting set* (scalpel, pinset, gunting), alat-alat gelas dan botol kultur dicuci dengan detergen cair dan dibilas dengan air bersih.
2. Alat-alat *disecting set*, alat-alat gelas dan botol kultur dikeringanginkan dengan oven selama 3 jam dengan suhu 120°C
3. Alat-alat *disecting set* dibungkus dengan aluminium foil kemudian dalam plastik tahan panas. Sedangkan alat-alat gelas ditutup dengan plastik tahan panas dan cawan petri dibungkus dengan kertas. Selanjutnya disterilkan dalam autoklaf dengan suhu 121°C selama 3 jam.

3. Pembuatan Stok Hormon

Pembuatan larutan stok bertujuan untuk memudahkan dalam pembuatan media. Langkah kerja dalam pembuatan larutan stok hormon dengan konsentrasi 100 ppm dalam 100 ml aquades adalah sebagai berikut:

1. Serbuk BAP dan NAA ditimbang masing-masing sebanyak 10 mg
2. Ditambahkan aquades sebanyak 100 ml pada masing-masing botol
3. Dihomogenkan sampai larutan tercampur merata.
4. Digunakan rumus $M1.V1=M2.V2$ untuk pengambilan larutan dari stok (sesuai dengan konsentrasi yang diinginkan, yaitu BAP 2,5 ppm, 3,5 ppm dan 4,5 ppm kemudian NAA 0,5 ppm, 1 ppm dan 1,5 ppm

Misalkan dalam pembuatan media 250 ml, ZPT yang ditambahkan adalah sebanyak:

$$M1.V1=M2.V2$$

$$100 . X= 1 . 250$$

$$X = 250/100$$

$$X = 2,5 \text{ ml}$$

4. Pembuatan Media Dasar

Langkah kerja dalam pembuatan media induksi kalus sebanyak 1 liter adalah sebagai berikut:

1. Media Murasighe & Skoog (MS) ditimbang sebanyak 4,43 gram, gula sebanyak 30 gram, dan agar sebanyak 7 gram.

2. Bahan-bahan seperti media MS, gula, dan zat pengatur tumbuh (ZPT) dimasukkan pada 1000 ml aquades kemudian dihomogenkan dengan stirer di atas hot plate.
3. Setelah homogen, diukur pH media sebesar 5,8 dengan indikator pH. Jika pH kurang 5,8 maka ditambahkan larutan NaOH 0,1 N dan jika lebih 5,8 maka ditambahkan HCl 0,1 N.
4. Ditambahkan agar sebanyak 7 gram.
5. Media dipanaskan dan diaduk hingga mendidih.
6. Media yang telah masak, dimasukkan ke dalam botol kultur masing-masing sebanyak 25 ml.
7. Botol kultur yang berisi media ditutup dengan plastik dan diikat dengan karet.

5. Sterilisasi Media

Media kultur yang telah dibuat, kemudian disterilkan dengan cara diautoklaf pada suhu 121⁰C dengan tekanan 1,5 atm selama 15 menit.

3.4.2 Tahap Pelaksanaan

1. Sterilisasi Bawang Putih Tunggal (*Allium sativum*)

Langkah kerja dalam sterilisasi bawang putih tunggal adalah sebagai berikut:

1. Bawang dikupas diambil bulbilnya
2. Dicuci dengan air biasa kemudian direndam dalam deterjen 1 g selama 15 menit lalu bilas dengan air mengalir selama 15 menit

3. Dibilas dengan aquades steril sebanyak 3 kali
4. Direndam dengan HgCl 0,1 % beberapa saat dan dibilas dengan aquades steril 3 kali
5. Direndam dengan khlorox 10% dan 15% 3 menit selanjutnya direndam alkohol 70%
6. Dibilas dengan aquades steril 1 kali

2 . Penanaman (Inisiasi)

Penanaman (inisiasi) eksplan dilakukan di dalam LAF (*Laminar Air Flow*). Adapun langkah kerja dalam pelaksanaan penanaman (inisiasi) adalah sebagai berikut:

1. Tangan disemprot dengan alkohol 70% di luar *Laminar Air Flow* (LAF) dibersihkan dengan tisu dan alkohol 70%.
2. Alat-alat seperti pinset, scalpel, gunting yang diperlukan dalam kultur dicelupkan dalam alkohol 96% dan dibakar dengan api bunsen.
3. Setelah itu diletakkan di atas tutup kotak *stainless steel* (dimasukkan ke dalam aquades steril) dan dibiarkan dingin.
4. Anggota tubuh yang masuk dalam LAF disemprot dengan alkohol 70%.
5. Eksplan yang ditanam dalam media kultur dipotong dengan menggunakan scalpel
6. Eksplan ditanam dalam media perlakuan dengan menggunakan pinset atau scalpel.
7. Botol kultur yang telah dinisiasi eksplan ditutup dengan plastik wrap, plastik tahan panas dan diikat dengan karet.

8. Botol-botol yang telah ditanami eksplan diinkubasi dalam ruang kultur pada suhu 23⁰C serta diamati setiap hari selama 1 bulan. Keadaan ruang kultur harus steril.

3. Pengamatan

Pengamatan pertumbuhan dilakukan setelah tanam selama 1 bulan

Untuk mengamati hari tumbuhnya tunas adventif dihitung dari hari setelah tanam (HST) yang ditandai dengan munculnya tunas pada eksplan bulbil bawang putih tunggal.

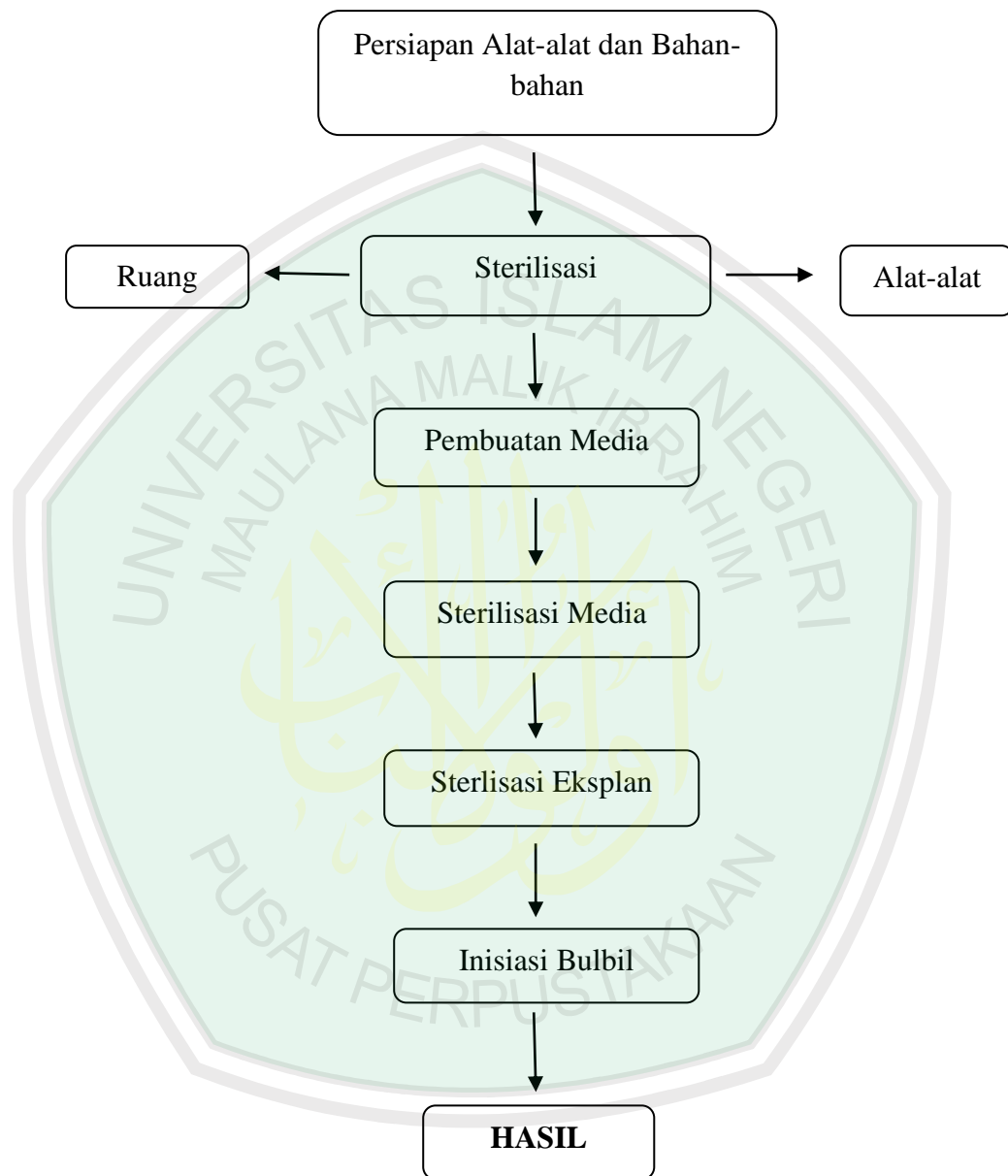
4. Pengamatan Akhir

Pengamatan akhir dilakukan di akhir hari pengamatan (minggu ke-4). Parameter pengamatan meliputi (a) hari munculnya tunas adventif (b) jumlah tunas dan (c) tinggi tunas (d) warna tunas secara deskriptif

3.4.3 Analisa Data

Data pengamatan berupa data kuantitatif (hari munculnya tunas adventif, jumlah tunas adventif, tinggi tunas adventif dan warna tunas). Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan, dilakukan analisa *Analisis Varian* (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. Data kualitatif berupa pengamatan visual hasil kultur disajikan secara deskriptif.

4.5 Skema Alur Pelaksanaan Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu indikator adanya pertumbuhan dalam kultur jaringan tumbuhan terhadap induksi tunas adalah munculnya tunas pada eksplan. Tumbuhnya tunas yang dihasilkan melalui teknik kultur jaringan memberikan reaksi adanya respon pengaruh hormon atau zat pengatur tumbuh yang diberikan terhadap eksplan. Penelitian tentang induksi pertumbuhan tunas adventif bawang putih tunggal (*Allium sativum*), dengan penambahan BAP dan NAA secara *in vitro* menggunakan 16 perlakuan dan ulangan sebanyak 3 setiap perlakuan. Maka diperoleh hasil sebagai berikut:

4.1 Pengaruh BAP dan NAA Terhadap Hari Munculnya Tunas Adventif Bawang Putih Tunggal (*Allium sativum*) secara *In Vitro*

Hasil pengamatan selama 1 bulan dengan parameter di mulai dari hari munculnya tunas adventif dengan menggunakan analisa uji ANAVA dua jalur untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan.

Tabel 4.1 Pengaruh kombinasi konsentrasi BAP dan NAA pada induksi hari munculnya tunas adventif bawang putih tunggal (*Allium sativum*) secara *in vitro*

SK	JK	db	KT	F-hitung	F-tabel	Sig
BAP*NAA	2188.000	15	145.967	74.48	2.011	000
Galat	62.667	32	1.958			
Total	26912.000	48				

Keterangan: Jika nilai $F\text{-hitung} > F\text{-tabel}$ maka terdapat pengaruh yang signifikan, jika $F\text{-hitung} < F\text{-tabel}$ maka tidak terdapat pengaruh

Berdasarkan hasil uji ANAVA dua jalur menunjukkan bahwa, penambahan konsentrasi BAP dan NAA yang dikombinasikan memberikan pengaruh signifikan. Artinya nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ terhadap waktu hari muncul tunas adventif bawang putih tunggal (*Allium sativum*), Sehingga dapat dilanjutkan dengan uji DMRT 5%.

Tabel 4.2 Persentase hasil uji DMRT 5% pada hari muncul tunas adventif terhadap induksi tunas adventif bawang putih tunggal (*Allium sativum*) secara *in vitro*

Perlakuan	Hari Muncul Tunas Adventif
BAP 0 + NAA 0 ppm	- a
BAP 2,5 + NAA 0 ppm	21 b
BAP 2,5 + NAA 0,5 ppm	21 b
BAP 2,5 + NAA 1 ppm	21 b
BAP 3,5 + NAA 0,5 ppm	21 b
BAP 3,5 + NAA 1 ppm	21 b
BAP 3,5 + NAA 1,5 ppm	21 b
BAP 4,5 + NAA 0 ppm	21 b
BAP 3,5 + NAA 0 ppm	23 bc
BAP 0 + NAA 1,5 ppm	25 cd
BAP 2,5 + NAA 1,5 ppm	25 d
BAP 4,5 + NAA 1,5 ppm	25 d
BAP 0 + NAA 0,5 ppm	29 e
BAP 4,5 + NAA 0,5 ppm	30 e
BAP 4,5 + NAA 1 ppm	30 e

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 uji DMRT pada hari munculnya tunas adventif menunjukkan hasil notasi yang berbeda-beda. Hal ini membuktikan bahwa penambahan zat pengatur tumbuh yang ditambahkan pada media kultur memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tunas adventif bawang putih tunggal (*Allium sativum*). Rata-rata

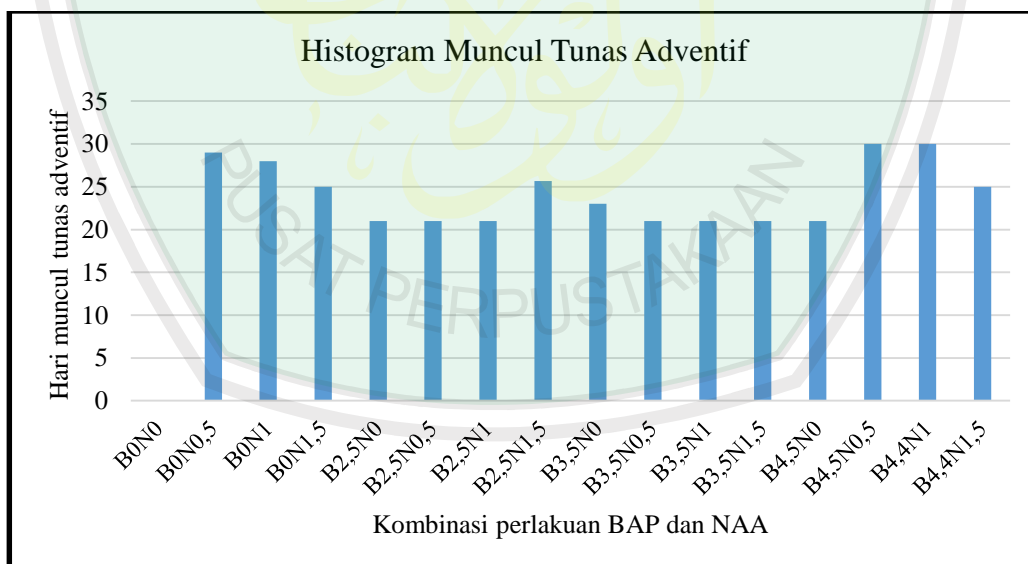
tunas muncul pertama kali pada hari ke-21 dengan perlakuan BAP 2,5 ppm 3,5 ppm dan BAP 4,5 ppm dengan NAA 0 ppm, 0,5 ppm, 1 ppm dan 1,5 ppm. Sehingga dapat diketahui penambahan BAP 2,5 ppm tanpa NAA pada konsentrasi tersebut merupakan media yang cocok pada induksi tunas adventif bawang putih tunggal. Hal ini dapat terjadi akibat adanya auksin endogen dalam tumbuhan yang mencukupi dalam proses pertumbuhan tunas adventif. Menurut Alitalia (2008) dalam jurnalnya menyatakan bahwa tumbuhan secara alami dapat produksi hormon auksin meskipun dihasilkan dalam jumlah yang sedikit. Sehingga pada perlakuan ini memberikan pengaruh yang efektif meskipun tanpa penambahan auksin eksogen.

Penambahan konsentrasi zat pengatur tumbuh dapat dipengaruhi oleh hormon endogen yang dihasilkan oleh tumbuhan itu sendiri. Setiap tumbuhan kandungan hormon endogennya berbeda-beda sehingga pada konsentrasi tersebut eksplan dapat tumbuh tunas. Pemberian zat pengatur tumbuh memiliki peranan yang sangat penting. Tanpa penambahan zat pengatur tumbuh pertumbuhan bisa menjadi terhambat, bahkan mungkin tidak tumbuh sama sekali. Seperti yang terjadi pada angka yang diikuti notasi huruf (a). Pada perlakuan ini media tidak ditambahkan zat pengatur tumbuh. Hasil yang diperoleh eksplan tidak mengalami pertumbuhan dan eksplan tidak dapat menumbuhkan tunas adventif. .

Sesuai dengan fungsinya bahwa BAP merupakan zat pengatur tumbuh yang berperan dalam pembelahan sel dan pembentukan organ sedangkan NAA adalah zat pengatur tumbuh yang berperan dalam pemanjangan sel. Hal ini juga dijelaskan dalam penelitian Fauzi (2010) yang menyatakan peranan sitokinin

sering dipengaruhi oleh keberadaan auksin. Keduanya sangat penting dalam pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, kombinasi keduanya sering ditambahkan pada media kultur tunas untuk merangsang pembelahan sel dan pemanjangan sel.

Hal ini juga diperkuat oleh Gunawan (1987) dua golongan zat pengatur tumbuh yang penting dalam kultur jaringan yaitu auksin dan sitokinin. Keduanya ini zat pengatur tumbuh yang memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan 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. Dan ketika konsentrasi zat pengatur tumbuh dinaikkan maka zat pengatur tumbuh akan berfungsi dapat membantu pertumbuhan dan dapat pula menghambat pertumbuhan eksplan.



Gambar 4.1 Hari munculnya tunas adventif terhadap induksi tunas adventif bawang putih tunggal (*Allium sativum*) secara *in vitro*

Berdasarkan gambar diatas, penambahan zat pengatur tumbuh BAP dan NAA yang dikombinasikan memberikan pengaruh yang nyata terhadap hari munculnya tunas adventif bawang putih tunggal (*Allium sativum*). Konsentrasi

yang paling efektif terjadi pada perlakuan BAP 2,5 ppm dan NAA 0 ppm dengan inisiasi munculnya tunas adventif tercepat pada hari ke-21. Hal ini dapat terjadi akibat adanya auksin endogen dalam tumbuhan yang mencukupi dalam proses pertumbuhan tunas adventif. Menurut Alitalia (2008) dalam jurnalnya menyatakan bahwa tumbuhan secara alami dapat produksi hormon auksin meskipun dihasilkan dalam jumlah yang sedikit. Sehingga pada perlakuan ini memberikan pengaruh yang efektif meskipun tanpa penambahan auksin eksogen.

Hal ini menunjukkan bahwa pemberian zat pengatur tumbuh pada konsentrasi tersebut aktif berperan dalam pertumbuhan tunas sehingga tunas adventif dapat tumbuh dengan cepat. Setelah dilanjutkan pada pengamatan terakhir pada minggu ke-4 tunas adventif yang tumbuh juga semakin meningkat. Terbentuknya tunas adventif bawang putih tunggal disebabkan menurunnya atau hilangnya dormansi apikal yaitu hormon auksin yang terdapat dalam tumbuhan.

Menurut George dan Sherrington (1984) hilangnya atau menurunnya dormansi apikal disebabkan karena adanya hormon sitokinin endogen atau eksogen yang mendorong pertumbuhan tunas samping dengan tertekannya dormansi apikal. Namun tidak dapat diartikan pada perlakuan kombinasi BAP dan NAA yang lainnya tidak memberikan pengaruh karena hal ini juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lainnya seperti hormon endogen yang terkandung dalam tumbuhan itu sendiri yang telah dijelaskan sebelumnya. Sehingga, pada perlakuan kombinasi yang lainnya tunas adventif dapat tumbuh meskipun waktu yang dibutuhkan lebih lama. Hal ini juga dipekuat oleh Suyadi (2003) yang menyatakan apabila kondisi auksin dan sitokinin hormon endogen berada pada kondisi sub

optimal, maka diperlukan penambahan auksin dan sitokinin secara eksogen, sehingga diperoleh perimbangan auksin dan sitokinin optimal untuk proses pertumbuhan eksplan.



Gambar 4.2 munculnya tunas adventif pada hari ke-21 bawang putih tunggal (*Allium sativum*) dengan penambahan BAP dan NAA secara *in vitro*

4.2 Pengaruh BAP dan NAA Terhadap Jumlah Tunas Adventif Bawang Putih Tunggal (*Allium sativum*) secara *In Vitro*

Hasil pengamatan selama 1 bulan dengan parameter jumlah tunas adventif dengan menggunakan analisa uji ANAVA dua jalur untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Kemudian dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% apabila terdapat perbedaan nyata untuk mengetahui konsentrasi ZPT yang terbaik. Maka hasil yang diperoleh sebagai berikut;

Tabel 4.3 Pengaruh kombinasi konsentrasi BAP dan NAA pada induksi jumlah tunas adventif bawang putih tunggal (*Allium sativum*) secara *in vitro*

SK	JK	db	KT	F-hitung	F-tabel	sig
BAP*NAA	20.867	15	1.391	8.954	2.011	000
Galat	4.972	32	.155			
Total	124.883	48				

Keterangan: Jika nilai F-hitung >F-tabel maka terdapat pengaruh yang signifikan, jika F-hitung<F-tabel maka tidak terdapat pengaruh

Berdasarkan hasil uji ANAVA dua jalur menunjukkan bahwa, penambahan konsentrasi BAP dan NAA yang kombinasi memberikan pengaruh signifikan. Artinya nilai $F\text{-hitung} > F\text{-tabel}$ terhadap jumlah tunas adventif bawang putih tunggal (*Allium sativum*), Sehingga dapat dilanjutkan dengan uji DMRT 5%.

Tabel 4.4 Persentase hasil uji DMRT 5% pada jumlah tunas adventif terhadap induksi tunas adventif bawang putih tunggal (*Allium sativum*) secara *in vitro*

Perlakuan	Jumlah Tunas adventif
BAP 0 + NAA 0 ppm	- a
BAP 3,5 + NAA 0,5 ppm	0.50 ab
BAP 3,5 +NAA 1,5 ppm	1.02 bc
BAP 4,5 + NAA 0 ppm	1.00 b
BAP 4,5 + NAA 0,5 ppm	1.10 bcd
BAP 3,5 + NAA 0 ppm	1.20 bcde
BAP 4,5 + NAA 1 ppm	1.30 cde
BAP 0 + NAA 0,5 ppm	1.40 cde
BAP 2,5 + NAA 1 ppm	1.40 cde
BAP 0 +NAA 1,5 ppm	1.53 cdef
BAP 3,5 + NAA 1 ppm	1.63 cdef
BAP 2,5 + NAA 0,5 ppm	1.83 def
BAP 0 + NAA 1 ppm	1.87 ef
BAP 4,5 +NAA 1,5 ppm	2.17 fg
BAP 2,5 + NAA 0 ppm	2.20 fg
BAP 2,5 +NAA 1,5 ppm	2.83 g

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%.

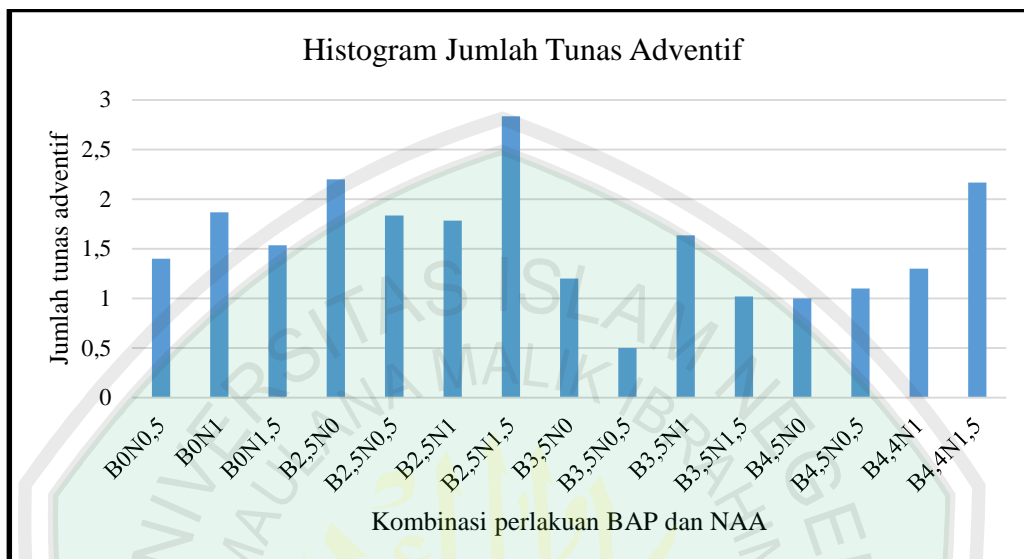
Hasil uji DMRT pada jumlah tunas adventif menunjukkan hasil notasi yang berbeda-beda. Hal ini membuktikan bahwa penambahan zat pengatur tumbuh yang ditambahkan pada media kultur memberikan pengaruh terhadap

penggandaan tunas pada eksplan. Jumlah tunas semakin meningkat pada perlakuan BAP 2,5 ppm tanpa penambahan NAA. Sehingga dapat diartikan pada konsentrasi tersebut merupakan media yang cocok pada penggandaan induksi tunas adventif bawang putih tunggal. Tanpa penambahan zat pengatur tumbuh auksin eksplan dapat tumbuh dan menghasilkan jumlah tunas lebih dari satu. Hal ini dapat terjadi akibat adanya auksin endogen dalam tumbuhan yang mencukupi dalam proses pertumbuhan tunas adventif. Menurut Alitalia (2008) dalam jurnalnya yang telah dijelaskan sebelumnya pada pembahasan hari muncul tunas adventif menyatakan bahwa tumbuhan secara alami dapat produksi hormon auksin meskipun dihasilkan dalam jumlah yang sedikit. Sehingga pada perlakuan ini memberikan pengaruh yang efektif meskipun tanpa penambahan auksin eksogen.

Menurut Alitalia (2008) aktivitas sitokinin tergantung juga dari aktivitas hormon lainnya, terutama auksin baik dalam menghambat maupun efek yang mendorong pembelahan sel. Penambahan auksin dan sitokinin eksogen dapat mengubah level zat pengatur tumbuh endogen sel. Sehingga interaksi dan perimbangan antara zat pengatur tumbuh yang diberikan dalam media dan yang diproduksi oleh sel secara endogen inilah yang dapat menentukan arah perkembangan eksplan serta banyaknya jumlah tunas yang dihasilkan..

Hal ini juga diperkuat oleh Wattimena (1988) sitokinin dan auksin memiliki peran yang sangat penting dalam hal menginduksi tunas adventif. Nisbah keduanya akan menentukan apakah suatu kalus akan membentuk tunas adventif, akar atau tunas adventif dan akar. Karena pada umumnya jika konsentrasi

sitokinin lebih tinggi dan auksin dalam konsentrasi rendah akan mendorong pembentukan tunas.

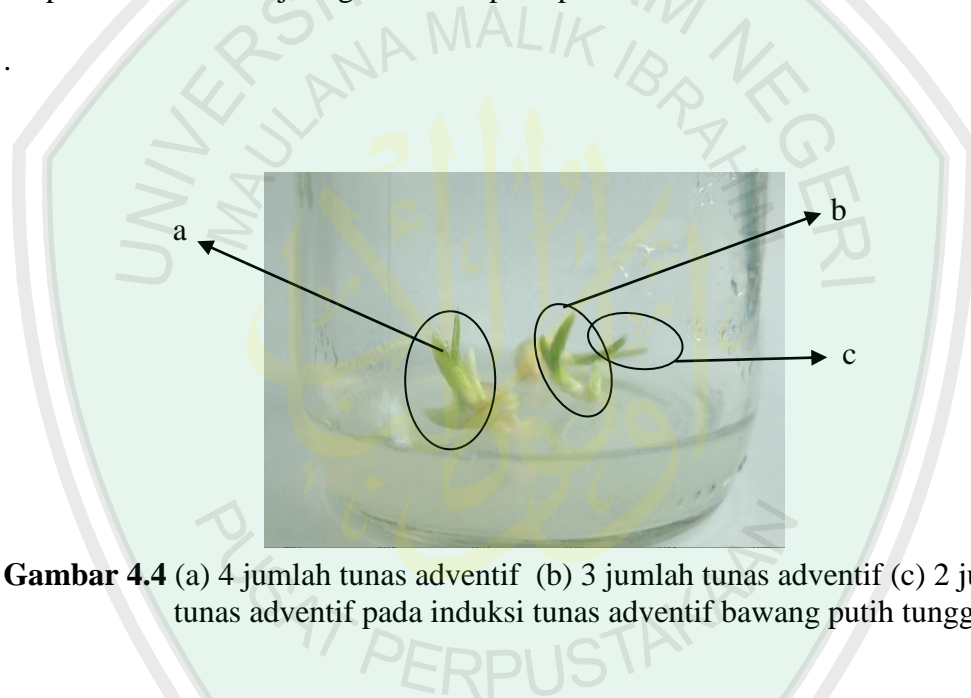


Gambar 4.3 Jumlah tunas adventif terhadap induksi tunas adventif bawang putih tunggal (*Allium sativum*) secara *in vitro*

Berdasarkan gambar diatas penambahan zat pengatur tumbuh pengaruh terhadap jumlah tunas adventif bawang putih tunggal (*Allium sativum*). Perlakuan BAP pada konsentrasi 2,5 ppm tanpa penambahan NAA dapat memacu pembelahan sel dan meningkat pertumbuhan jumlah tunas adventif, sehingga pada konsentrasi tersebut merupakan perlakuan yang efektif pada pertumbuhan jumlah tunas adventif. Sitokinin yang lebih tinggi dan auksin yang rendah dapat memacu penggandaan tunas-tunas baru. Hal ini didukung oleh pernyataan Sugiyanti (2008) apabila dalam perbandingan konsentrasi sitokinin yang lebih besar daripada auksin, maka akan memperlihatkan stimulasi pertumbuhan tunas-tunas baru.

Sesuai dengan fungsinya BAP merupakan zat pengatur tumbuh yang sering digunakan dalam kultur jaringan tumbuhan. Disebutkan pada penelitian

yang dilakukan oleh Karjadi (2008), yang menyatakan bahwa media terbaik diperoleh dengan penambahan zat pengatur tumbuh BAP untuk pertumbuhan tunas bawang merah (*Allium ocalonium*) dan juga penelitian Randi (2015) dengan menggunakan BAP dan NAA terhadap pertumbuhan tunas adventif pada bawang putih biasa. Secara kultur jaringan dalam penelitian tersebut menunjukkan bahwa BAP dan NAA memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan eksplan dalam kultur jaringan khusus pada pertumbuhan tunas.



Gambar 4.4 (a) 4 jumlah tunas adventif (b) 3 jumlah tunas adventif (c) 2 jumlah tunas adventif pada induksi tunas adventif bawang putih tunggal

4.3 Pengaruh BAP dan NAA Terhadap Tinggi Tunas Adventif Bawang Putih

Tunggal (*Allium sativum*) secara *In Vitro*

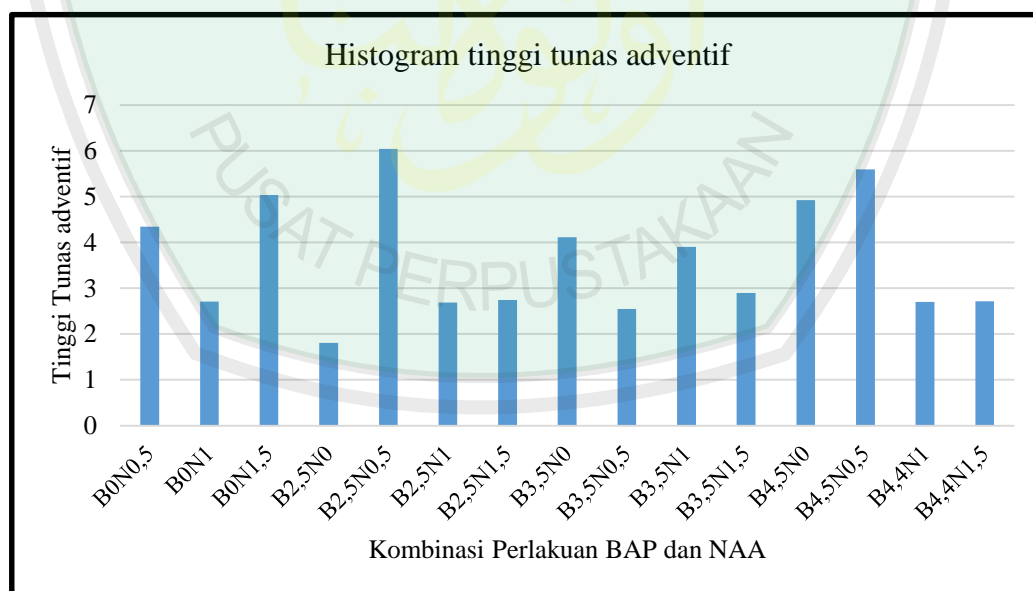
Hasil pengamatan selama 1 bulan dengan parameter tinggi tunas adventif dengan menggunakan analisa uji analisis varian (ANOVA) dua jalur untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Kemudian dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% apabila terdapat perbedaan nyata untuk mengetahui konsentrasi ZPT yang terbaik. Maka hasil yang diperoleh sebagai berikut;

Tabel 4.5 Pengaruh kombinasi konsentrasi BAP dan NAA pada induksi tinggi tunas adventif bawang putih tunggal (*Allium sativum*) secara *in vitro*

SK	JK	db	KT	F-hitung	F-tabel	Sig
BAP*NAA	107.111	15	7.170	1.617	2.011	000
Galat	141.884	32	4.434			
Total	811.549	48				

Keterangan: Jika nilai $F\text{-hitung} > F\text{-tabel}$ maka terdapat pengaruh yang signifikan, jika $F\text{-hitung} < F\text{-tabel}$ maka tidak terdapat pengaruh

Berdasarkan hasil uji ANAVA dua jalur menunjukkan bahwa, penambahan konsentrasi BAP dan NAA yang kombinasi tidak memberikan pengaruh signifikan. Artinya nilai $F\text{-hitung} < F\text{-tabel}$ terhadap tinggi tunas adventif bawang putih tunggal (*Allium sativum*). Sehingga tidak dapat dilanjutkan dengan uji DMRT taraf 5%.



Gambar 4.5 Tinggi tunas adventif terhadap induksi tunas adventif bawang putih tunggal (*Allium sativum*) secara *in vitro*

4.4 Pengaruh Kombinasi Konsentrasi BAP dan NAA pada Warna Tunas Adventif Bawang Putih Tunggal (*Allium sativum*) secara *In Vitro*

Hasil pengamatan selama 1 bulan dengan parameter penampakan warna tunas adventif bawang putih tunggal (*Allium sativum*). Pengamatan dilakukan dengan cara mengamati perubahan warna yang terjadi terhadap morfologi warna tunas. Maka hasil yang diperoleh sebagai berikut;





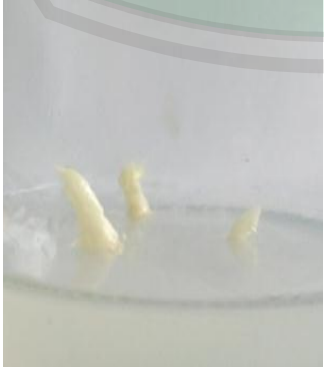

Tabel 4.6 Pengaruh kombinasi konsentrasi BAP dan NAA pada warna tunas adventif bawang putih tunggal (*Allium sativum*) secara *in vitro*

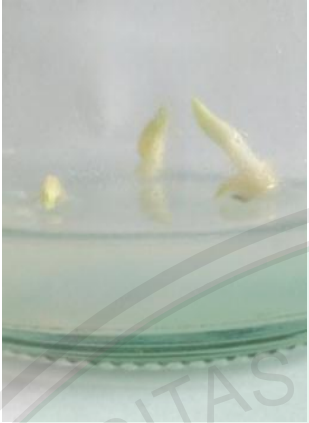
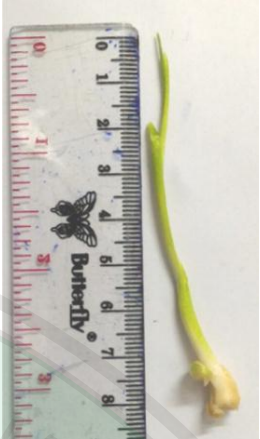




Perlakuan	Warna tunas
BAP 0 + NAA 0 ppm	Hijau
BAP 0 + NAA 0,5 ppm	Hijau
BAP 0 + NAA 1 ppm	Hijau
BAP 0 +NAA 1,5 ppm	Hijau
BAP 2,5 + NAA 0 ppm	Hijau
BAP 2,5 + NAA 0,5 ppm	Hijau
BAP 2,5 + NAA 1 ppm	Hijau
BAP 2,5 +NAA 1,5 ppm	Hijau Muda
BAP 3,5 + NAA 0 ppm	Hijau
BAP 3,5 + NAA 0,5 ppm	Hijau kecoklatan
BAP 3,5 + NAA 1 ppm	Hijau
BAP 3,5 +NAA 1,5 ppm	Hijau Muda
BAP 4,5 + NAA 0 ppm	Hijau Muda
BAP 4,5 + NAA 0,5 ppm	Hijau Muda
BAP 4,5 + NAA 1 ppm	Hijau Muda
BAP 4,5 +NAA 1,5 ppm	Hijau Muda







Hasil pengamatan yang dilakukan secara visual pada penambahan kombinasi zat pengatur tumbuh BAP dan NAA menunjukkan adanya pengaruh terhadap warna tunas adventif bawang putih tunggal (*Allium sativum*). Rata-rata warna pada tunas bawang putih tunggal berwarna hijau muda sampai hijau cerah dan segar. Morfologi warna tunas yang ditampakan pada perlakuan BAP 2,5







ppm dengan NAA 1,5 ppm yaitu hijau muda dan terlihat segar, sehingga dapat dikatakan pada konsentrasi tersebut efektif terhadap warna tunas adventif. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh sitokinin terhadap warna tunas. Menurut Wahyuningtyas (2014) yang menyatakan bahwa penambahan sitokinin dengan konsentrasi yang semakin meningkat cenderung menunjukkan warna hijau (cerah) pada tunas. Selain itu sitokinin juga berperan dalam proses senescensi (penuaan) sel dengan cara menghambat perombakan butir-butir klorofil dan protein dalam sel. Seperti yang terjadi pada penelitian ini semakin tinggi konsentrasi sitokinin yang ditambahkan warna tunas terlihat hijau muda dan segar.



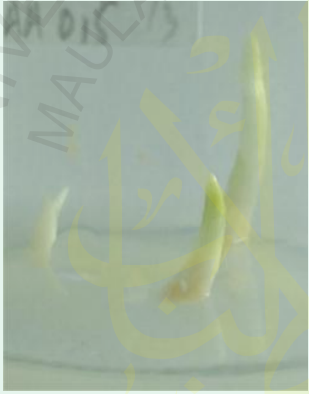


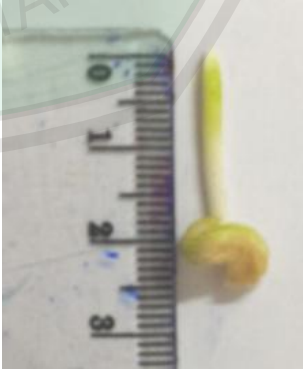
Hal ini dapat diartikan bahwa nutrisi yang terkandung dalam media merupakan elemen sederhana yang sangat mudah diserap oleh jaringan. Menurut Rahayu (2003) dalam penelitian Wahyuningtyas (2014) menyatakan bahwa dengan berlanjutnya pertumbuhan tunas maka akan diikuti dengan perubahan warna tunas. Tunas hijau muda kemudian akan berubah menjadi hijau dengan bertambahnya umur dan menandakan adanya klorofil. Namun juga terdapat pula tunas yang mengalami perubahan warna hijau kecoklatan. Menurut Santoso dan Nursandi (2002) pencoklatan dapat terjadi pada lingkungan eksplan yang mengandung bahan-bahan kimia pendorong pembentuk senyawa fenol, misalnya auksin. Dapat pula terjadi pencoklatan akibat menurunnya kandungan nutrisi dalam media karena pencoklatan terjadi pada minggu ke-4 atau pada pengamatan terakhir.

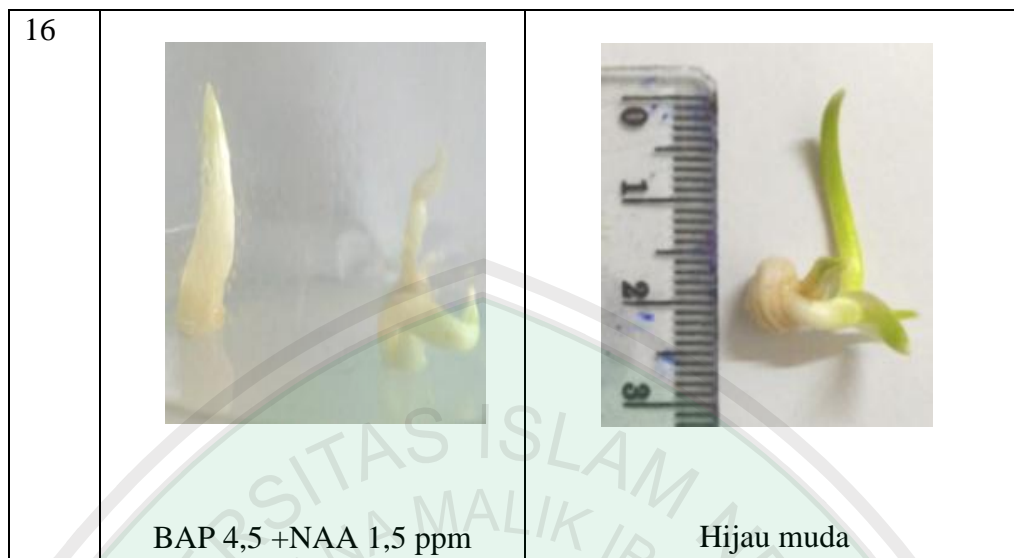
No	Awal	Akhir
1	 <p data-bbox="485 927 762 965">BAP 0 + NAA 0 ppm</p>	 <p data-bbox="1051 927 1126 965">Hijau</p>
2	 <p data-bbox="472 1435 778 1473">BAP 0 + NAA 0,5 ppm</p>	 <p data-bbox="1051 1435 1126 1473">Hijau</p>
3	 <p data-bbox="485 1897 762 1935">BAP 0 + NAA 1 ppm</p>	 <p data-bbox="1051 1897 1126 1935">Hijau</p>

4	 <p>BAP 0 + NAA 1,5 ppm</p>	 <p>Hijau</p>
5	 <p>BAP 2,5 + NAA 0 ppm</p>	 <p>Hijau</p>
6	 <p>BAP 2,5 + NAA 0,5 ppm</p>	 <p>Hijau</p>

7		
	BAP 2,5 + NAA 1 ppm	Hijau
8		
	BAP 2,5 + NAA 1,5 ppm	Hijau muda
9		
	BAP 3,5 + NAA 0 ppm	Hijau

10	 <p data-bbox="459 792 794 831">BAP 3,5 + NAA 0,5 ppm</p>	 <p data-bbox="979 853 1203 891">Hijau kecoklatan</p>
11	 <p data-bbox="472 1361 783 1400">BAP 3,5 + NAA 1 ppm</p>	 <p data-bbox="1050 1361 1129 1400">Hijau</p>
12	 <p data-bbox="464 1868 791 1906">BAP 3,5 + NAA 1,5 ppm</p>	 <p data-bbox="1011 1868 1171 1906">Hijau muda</p>

13	 <p data-bbox="470 806 778 853">BAP 4,5 + NAA 0 ppm</p>	 <p data-bbox="1013 806 1173 853">Hijau muda</p>
14	 <p data-bbox="459 1317 794 1361">BAP 4,5 + NAA 0,5 ppm</p>	 <p data-bbox="1013 1317 1173 1361">Hijau muda</p>
15	 <p data-bbox="470 1870 778 1906">BAP 4,5 + NAA 1 ppm</p>	 <p data-bbox="1013 1870 1173 1906">Hijau muda</p>



Gambar 4.6 Warna tunas adventif bawang putih tunggal dengan penambahan BAP dan NAA secara *in vitro*

4.5 Perspektif Islam Terhadap Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan

Salah satu bentuk ciptaan Allah yang ada di bumi ini adalah diciptakannya berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang sangat bermanfaat khususnya bagi manusia sebagaimana dijelaskan pada surat Asyu'araa ayat 7:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ 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 (Q.S Asy-Syu'araa/26: 7).

Menurut Al-Qurtubi kata “*zauj*” memiliki arti warna sedangkan kata “*karim*” memiliki arti menumbuhkan. Kata karim untuk menggambarkan segala sesuatu yang baik bagi setiap objek yang disifatinya. Tumbuhan yang paling baik, paling baik tidak adalah subur dan bermanfaat bagi mereka kaum yang kehilangan sarana, berani menentang Rosul, dan mendustakan kitabnya, sedangkan Tuhan-

Nyalah yang telah menciptakan bumi dan menumbuhkan di dalamnya tanaman dan buah-buahan berbagai macam bentuknya (Al Maraghi, 1992).

Dijelaskan juga dalam tafsir Al-Mishbah (Shihab, 2001), bahwa ayat ini mengundang manusia untuk mengarahkan pandangan hingga batas kemampuannya memandang sampai mencakup seluruh bumi, dengan aneka keajaiban yang terhampar pada tumbuh-tumbuhannya. Tumbuhan yang memiliki banyak manfaat dan tak terhitung jumlahnya.

Ayat di atas juga menyebutkan "*tumbuh – tumbuhan yang baik*", kata baik ini tidak hanya diartikan sebagai "baik" secara dhohir (luar), akan tetapi dapat diartikan secara lebih luas lagi yaitu terkait tentang kandungan dan manfaat dari tumbuh – tumbuhan tersebut. Bawang putih tunggal memiliki kandungan alisin dan allin yang berpotensi sebagai obat diabetes mellitus. Menurut (Barnejje, 2003) bawang putih tunggal dapat menurunkan tekanan darah karena kandungan saponin dan allicin, senyawa itu bekerjasama menghambat sintesis kolesterol penyebab penyumbatan pembuluh darah, sehingga aliran darah dapat mengalir dengan baik. Saponin pada bawang putih juga dapat menghambat absorpsi kolesterol serta menurunkan kadar kolesterol yang jahat dalam darah.

Peranan bawang putih tunggal sangat besar, akan tetapi karena salah satu faktor perkembangbiakannya yang sulit yaitu tidak memiliki bunga, maka tanaman ini dikategorikan sebagai tanaman langka. Salah satu cara untuk membudidayakan tanaman ini adalah dengan teknik kultur jaringan. Teknik ini sudah dikenal dalam kemampuannya menyediakan sejumlah bibit tanaman dalam

waktu yang relatif cepat, bebas dari patogen atau virus, dan tersedia tanpa dipengaruhi musim.

Pada ayat lain Allah SWT juga menjelaskan dalam surah At-Thoha ayat 53 yang berbunyi;

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً
فَأَخْرَجْنَا بِهٖ أَزْوَاجًا مِّنْ نَّبَاتٍ شَتَّى ﴿٥٣﴾

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.

Ayat tersebut ditafsirkan dalam tafsir Al-Muyassar bahwa hanya Allah semata yang telah menjadikan bumi terbentang dan terhampar agar dapat dimanfaatkan dan didiami. Allah SWT menjadikan jalan yang mudah untuk dilalui makhluk-makhluk di muka bumi. Dia juga menurunkan hujan dari langit yang dapat menumbuhkan beragam tumbuhan sebagai rezeki manusia dan hewan (Al-Qarni, 2007).

Penjelasan ayat diatas menunjukkan bahwa kebesaran dan keagungan Allah SWT yang telah menciptakan bumi sebagai tempat hunian manusia, dimana pula manusia dapat mengembangkan ilmu pengetahuan dalam mengembangkan budidaya tanaman melalui teknik kultur jaringan. Dalam ayat tersebut juga dijelaskan bahwa Allah menumbuhkan tumbuh-tumbuhan yang beraneka ragam. Tumbuhan tersusun dari ribuan sel, nantinya akan membentuk suatu jaringan yang memiliki suatu struktur dan fungsi yang berbeda-beda. Dalam teknik kultur

jaringan awalnya hanya sebuah eksplan yang ditanam dalam media kultur, kemudian sel eksplan akan mengalami deferensiasi dan terbentuk tunas, dimana tunas-tunas ini dapat dimanfaatkan untuk perbanyak tanaman.

Dijelaskan juga dalam Al- Qur'an surah Al-An'am ayat 95 yaitu:

إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَىٰ ۖ يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ الْمَيِّتِ مِنَ الْحَيِّ ۗ ذَٰلِكُمْ اللَّهُ فَآنِي تُؤَفِّكُونَ ﴿٩٥﴾

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

Maksud dari ayat diatas menurut tafsir Al-Maraghi (1992) sesungguhnya Allah yang menumbuhkan apa yang kalian tanam, berupa benih tanaman yang dituai dan biji buah juga membelah dengan kekuasaan dan perhitungan-Nya, dengan menghubungkan sebab dan musabab, seperti menjadikan benih dan biji dalam tanah, serta menyirami tanah dengan air.

Ayat ini menunjukkan kepada kesempurnaan kekuasaan, kehalusan buatan dan keindahan kebijaksanaan Allah. Dia mengeluarkan tumbuh-tumbuhan yang tidak berbatang atau yang berbatang, sedang ia makan dan tumbuh dari yang mati yakni tidak makan dan tidak tumbuh seperti tanah, biji, benih dan lain-lain dari jenis biji-bijian dan mengeluarkan hewan dari telur dan mani.

Eksplan adalah bahan tanaman yang berasal dari bagian tanaman yang akan dikulturkan. Dalam penelitian ini eksplan yang digunakan adalah bulbil dari bawang putih tunggal (*Allium sativum*). Bulbil merupakan benda mati, dimana kita sebagai manusia hanya dapat menanam bulbil tersebut pada media MS

dengan perlakuan zat pengatur tumbuh. Media tersebut mengandung nutrisi yang merupakan komponen kimiawi. Komponen-komponen kimiawi tersebut merupakan benda mati, namun menunjang pertumbuhan eksplan bulbil bawang putih tunggal hingga menjadi tunas. Berdasarkan surah Al-An'am ayat 95 diatas, menunjukkan bahwa dengan kehendak dan kekuasaan Allah SWT eksplan yang sebelumnya adalah benda mati dapat tumbuh dengan baik hingga menjadi tunas. Manusia sebagai kholifah di bumi hanya dapat berusaha dan berdoa untuk kesejahteraan manusia itu sendiri dan tidak hanya memanfaatkan kenikmatan yang diberikan oleh Allah melalui ciptaan-ciptaan-Nya namun harus menjaga dan mengupayakan kelestariannya.



BAB V

PENUTUP

51. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang induksi tunas adventif bawang putih tunggal (*Allium sativum*) dengan penambahan BAP dan NAA secara *in vitro*, diketahui bahwa perlakuan kombinasi BAP dan NAA memberikan pengaruh pada hari munculnya tunas adventif, jumlah tunas adventif, dan warna tunas adventif. Sedangkan pada tinggi tunas adventif tidak dipengaruhi.

Konsentrasi yang optimal untuk hari munculnya tunas adventif dan jumlah adventif diperoleh pada perlakuan yang sama yaitu BAP 2,5 ppm dengan NAA 0 ppm. Konsentrasi tersebut menghasilkan waktu inisiasi yang tercepat munculnya tunas adventif pada hari ke-21 dan tunas adventif diperoleh sejumlah 2,83. Sedangkan pada untuk warna tunas adventif konsentrasi optimal diperoleh pada perlakuan BAP 2,5 ppm yang dikombinasikan dengan NAA 1,5 ppm dengan morfologi tunas berwarna hijau muda dan terlihat segar.

5.2 Saran

1. Hasil penelitian perlakuan kombinasi BAP dan NAA belum memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hari muncul tunas adventif, jumlah tunas adventif dan tinggi tunas adventif bawang putih tunggal (*Allium sativum*).
2. Perlu diperbanyak lagi variasi konsentrasi NAA yang lebih tinggi untuk memperoleh hasil yang signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2014. <http://.Telaga Sarangan Objek Wisata di Jawa Timur.htm> (di unduh pada tanggal 30 juni 2016)
- Al Qurtubi, S. 2000. *Tafsir Al qurtubi*. Semarang: Pustaka Aazam
- Al Qorni, A. 2007. *Tafsir Muyassar*. Jakarta: Qsthi Press
- Al Maraghi, AM. 1992. *Terjemahan Tafsir Al maraghiy*. Semarang: Tohaputra
- Alitalia, Y. 2008. Pengaruh Pemberian BAP dan NAA Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Mikro Kantong Semar (*Nepenthes mirabilis*) Secara In Vitro. Skripsi Diterbitkan. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 46 hal
- Anwar, N. 2007. Pengaruh Media Multiplikasi Terhadap Pembentukan Akar pada Tunas In Vitro Nenas (*Ananas comocus* (L.) Merr.) cv. Smooth Cayenne di Media Pengakaran. Skripsi Diterbitkan. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 37 hal.
- Barnejje, S. 2003. *Effect of garlic On Cardiovascular Disorders: A Review*. Licensee BioMed Central Ltd 1:4
- Barnes, J.A. and Philips, J.D. 2007. *Herbal Medicines, 3th ed*. Pharmaceutical Press. London.
- Campbell & Reece. 2008. *Biologi*. Jakarta: Erlangga
- Fauzi, A.R. 2010. Induksi Multiplikasi Tunas Ubi Kayu (*Manihot esculenta*) var. Aidira 2 Secara In vitro. Skripsi Diterbitkan. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 66 hal
- Gamborg, O.L. dan Shyluk, J.P. 1976. *Nutrion Media and Characteristics of Plant Cell and Tissue Culures*. In Thope, A.T. (Ed). Plant Tissue Culture. New York: Academic Press
- George, D.E.F. dan P.D. Sherrington. 1984. *Plant Propagation by Tissue Culture*. England: Eastern Press
- Gunawan, L. W. 1987. *Teknik Kultur Jaringan*. Bogor. Laboratorium Kultur Jaringan Tanman: PAU IPB
- Gunawan, L. W. 1992. *Teknik Kultur Jaringan*. Bogor. Laboratorium Kultur Jaringan Tanman: PAU IPB

- Harahap, R. A. 2005. Studi Kultur Kalus Tanaman Pegagan (*Centella asiatica* L.) untuk Menghasilkan Senyawa Asiatikosida. Tesis Diterbitkan. Institut Pertanian Bogor
- Hendrayono dan Wijayanti. 1994. *Teknik Kultur Jaringan: Pengenalan dan Petunjuk Perbanyakan Tanaman Secara Vegetatif Modern*. Yogyakarta: Kanisus
- Karjadi dan Buchory A. 2008. Pengaruh komposisi media dasar, Penambahan BAP dan Pikloram terhadap induksi tunas bawang merah. *J. Hort.* 18 (1):1-9
- Kemper, J. K. 2000. *Garlic*. Longwood Herbal Task Force, pp.3
- Kimball, J.W. 1994. *Biologi*. Bogor: Erlangga
- Lestari, E.G. 2006. Peranan zat pengatur tumbuh dalam perbanyakan tanaman melalui kultur jaringan. *Jurnal Agrobiogen* 7(1): 63-68
- Mariska dan Sukmadjaja. 2003. *Kultur Jaringan Abaka Melalui Kultur Jaringan*. Bogor: Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian
- Marpaung, D. T. 2010. Evaluasi Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) dan Bawang Putih (*Allium sativum* L.) di desa Harian dan desa Sitinjak Kecamatan Onan Rungu Kabupaten Samosir. Skripsi Diterbitkan. Universitas Sumatera Utara. (serial online)
- Murashige, T. 1974. Plant Propagation through Tissue Culture. *Ann. Rev. J. Plant Physiol* 25:135-166
- Nadzifa, I. 2010. Pengaruh Air Perasan Bawang Lawang (*Allium sativum*) Terhadap Glukosa Darah dan Gambaran Histologi Pankreas pada Mencit (*Mus musculus*) Diabetes Melitus. Skripsi Diterbitkan. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang. 64 hal
- Pierik, R.L.M. 1997. *In Vitro Culture of Hinger Plant*. Netherlands: Martinus Nijhoft Publisher
- Pratimi, A. 1995. Perbedaan potensi bakteriostatik antara Bawang Putih Umbi tunggal dengan Bawang Putih umbi banyak terhadap bakteri gram positif dan gram negatif. Skripsi Diterbitkan. Sarjana pada Fakultas MIPA Universitas Diponegoro: Semarang
- Randi, 2015. Pengaruh Kombinasi Media Terhadap Pertumbuhan tunas bulbil bawang putih (*Allium sativum* L.). Skripsi Diterbitkan. Fakultas Pertanian: Bogor

- Rukamana, R. 1992. *Budidaya bawang putih*. Yogyakarta: kanisius
- Samadi, B. 1987. *Seri Budi Daya Pengenalan Semangka Tanpa Biji*. Yogyakarta: Kanisius
- Santoso dan Nursandi, F. 2001. *Kultur Jaringan Tanaman*. Malang (ID): UMM
- Santoso dan Nursandi. 2004. *Kultur Jaringan Tanaman*. Malang (ID): UMM
- Sarwadana, S.M. dan Gunadi, I.G.A. 2007. Potensi Pengembangan Bawang Putih (*Allium Sativum* L.) Dataran Rendah Varietas Lokal Sanur. Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Udayana. *Jurnal Agritrop* 26 (1): 19 – 23
- Sato, S.S., Mina T., Hitoshi M. 2009. Auxin–cytokinin interactions in the control of shoot branching. *Journal Plant Mol Biol*. Vol: 69, Hal 425-439
- Shihab, M.Q. 2001. *Tafsir Al mishbah*. Jakarta: Lentera Hati
- Sugiyanti, E. 2008. Pengaruh Kombinasi BAN dan NAA Terhadap Pertumbuhan Tunas Zodia (*Euodia suaveolens* Scheef.) Secara In Vitro. Skripsi Diterbitkan. Fakultas MIPA UNS Surakarta. 19 hal
- Suriana, N. 2011. *Bawang Bawa Untung Budi Daya Bawang Merah dan Bawang Putih*. Cahaya Alam Pustaka. Yogyakarta
- Surachman, D. 2011. Teknik Pemanfaatan Air Kelapa untuk Perbanyak Nilam Secara In vitro. *Buletin Teknik Pertanian* 16 (1): 31-33
- Suryowinoto. 1991. *Budidaya Jaringan Tanaman Terobosan Bermanfaat dalam Bioteknologi*, Fakultas Biologi. Yogyakarta: UGM. 26-30
- Sutini, 2008. Meningkatkan Produksi Flavon-3-ol Melalui Kalus *Camellia sinensis* L. dengan Elisitor Cu 2+. *Jurnal Penelitian Hayati*: 14
- Suyadi, A. 2003. Penggandaan Tunas Abaca melalui Kultur Meristem. *Jurnal Ilmu Pertanian* 10 (2): 11-16
- Syamsiah, I.S. dan Tajudin. 2005. *Khasiat dan Manfaat Bawang Putih*. Jakarta: Agromedia Pust
- Thomson, H. 2007. *PDR for Herbal Medicine (garlic)*, 4th ed. Montvale: Health Care Inc, pp. 345-346

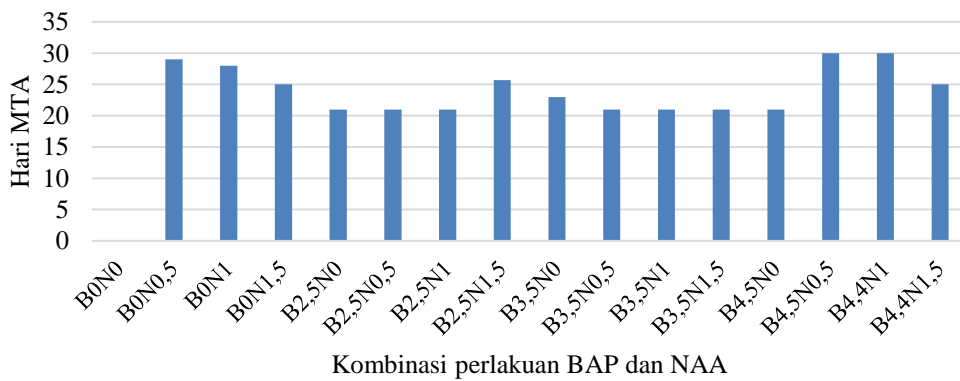
- Untung dan Fatimah 2003. *Kultur Jaringan Tanaman*. Malang: Universitas Muhammadiyah
- Utami, P. dan Lina M. 2013. *Ajaib Tumpas Penyakit*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Wahyuningtyas, L. 2014. Induksi Kalus Akasia (*Acacia mangium*) dengan Penambahan Kominasi 2,4-D dan BAP pada Media MS. Skripsi Diterbitkan. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang. 27 hal
- Wattimena. 1988. *Zat Pengatur Tumbuh Tanaman*. IPB. Bogor (ID): PAU
- Wetter and Constable 1991. *Metode Kultur Jaringan Tanaman*. Mathida B, Widianto, penerjemah: Bandung: ITB, Hlm 1-3
- Wibowo, S. 2006. *Budidaya Bawang Putih, Bawang Merah dan Bawang Bombay*. Edisi Penerbit Jakarta: Swadaya
- Wibowo, S. 2007. *Budidaya Bawang Putih, Bawang Merah dan Bawang Bombay*. Edisi Penerbit. Jakarta: Swadaya
- Wijaya, M.A., Anindita R., Setiawan B. 2014. Analisis Volatilitas Harga Volatilitas Spillover dan Trend Harga Pada Komoditas Bawang Putih (*Allium sativum L.*). *AGRISE 14 (2): 128-143*
- Yusnita, 2003. *Kultur Jaringan Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien*. Jakarta: Agro Media Pustaka
- Zaer, J. S. dan M. O. Mapes. 1985. *Action of Growth Regulators*. p. 231-255. In J. M. Bonga and P. J. Duczan (eds.). *Tissue Culture in Forestry*. Martinus NIJHOFF. London
- Zhang, S. 2011. Auxin-Cytokinin Regulates Meristem Development. *Journal Molecular Plant. Vol 4. No 4*
- Zulkarnain. 2009. *Kultur Jaringan Tanaman: Solusi Perbanyak Tanaman Budidaya*. Jakarta (ID): Bumi Aksara

Lampiran 1. Data Hasil penelitian

Perlakuan	Ulangan	Hari MTA	Perlakuan	Rata2 Hari MTA
B0N0	1	0	B0N0	0
	2	0	B0N0,5	29
	3	0	B0N1	28
Rata-rata		0	B0N1,5	25
B0N0,5	1	27	B2,5N0	21
	2	30	B2,5N0,5	21
	3	30	B2,5N1	21
Rata-rata		29	B2,5N1,5	25,66666667
B0N1	1	30	B3,5N0	23
	2	27	B3,5N0,5	21
	3	27	B3,5N1	21
Rata-rata		28	B3,5N1,5	21
B0N1,5	1	21	B4,5N0	21
	2	27	B4,5N0,5	30
	3	27	B4,4N1	30
Rata-rata		25	B4,4N1,5	25
B2,5N0	1	21		
	2	21		
	3	21		
Rata-rata		21		
B2,5N0,5	1	21		
	2	21		
	3	21		
Rata-rata		21		
B2,5N1	1	21		
	2	21		
	3	21		
Rata-rata		21		
B2,5N1,5	1	27		
	2	25		
	3	25		
Rata-rata		25,6666667		
B3,5N0	1	27		
	2	21		
	3	2		
Rata-rata		23		

B3,5N0,5	1	21
	2	21
	3	21
Rata-rata		21
B3,5N1	1	21
	2	21
	3	21
Rata-rata		21
B3,5N1,5	1	21
	2	21
	3	21
Rata-rata		21
B4,5N0	1	21
	2	21
	3	21
Rata-rata		21
B4,5N0,5	1	30
	2	30
	3	30
Rata-rata		30
B4,5N1	1	30
	2	30
	3	30
Rata-rata		30
B4,5N1,5	1	25
	2	25
	3	25
Rata-rata		25

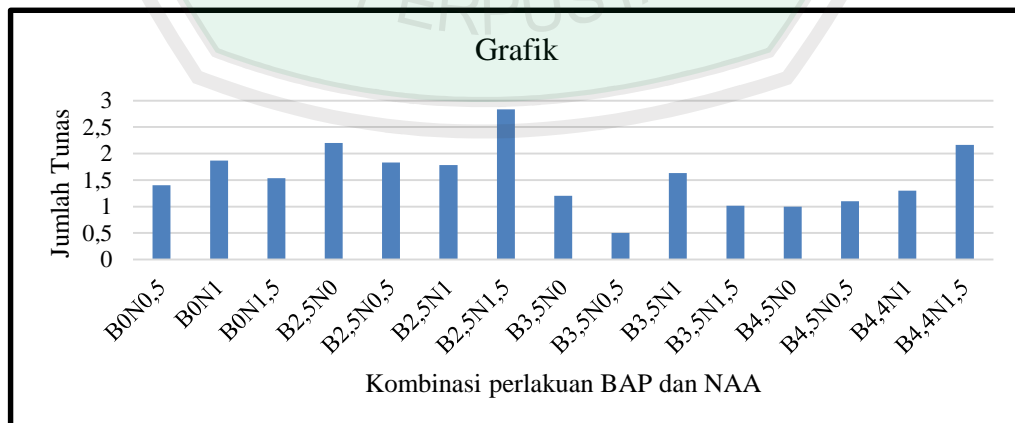
Grafik



Perlakuan	Ulangan	JT
B0N0	1	0
	2	0
	3	0
Rata-rata		0
B0N0,5	1	1,3
	2	1,3
	3	1,6
Rata-rata		1,4
B0N1	1	2,3
	2	1,3
	3	2
Rata-rata		1,86667
B0N1,5	1	2
	2	1,3
	3	1,3
Rata-rata		1,53333
B2,5N0	1	2
	2	2
	3	2,6
Rata-rata		2,2
B2,5N0,5	1	1,6
	2	2,3
	3	1,6
Rata-rata		1,83333
B2,5N1	1	1,3
	2	1,6
	3	1,3
Rata-rata		1,78167
B2,5N1,5	1	3,3
	2	2,6
	3	2,6
Rata-rata		2,83333
B3,5N0	1	1,3
	2	1,3
	3	1
Rata-rata		1,2
B3,5N0,5	1	0,6
	2	0,6

Perlakuan	Rata2 JT
B0N0	0
B0N0,5	1,4
B0N1	1,866667
B0N1,5	1,533333
B2,5N0	2,2
B2,5N0,5	1,833333
B2,5N1	1,781667
B2,5N1,5	2,833333
B3,5N0	1,2
B3,5N0,5	0,5
B3,5N1	1,633333
B3,5N1,5	1,016667
B4,5N0	1
B4,5N0,5	1,1
B4,4N1	1,3
B4,4N1,5	2,166667

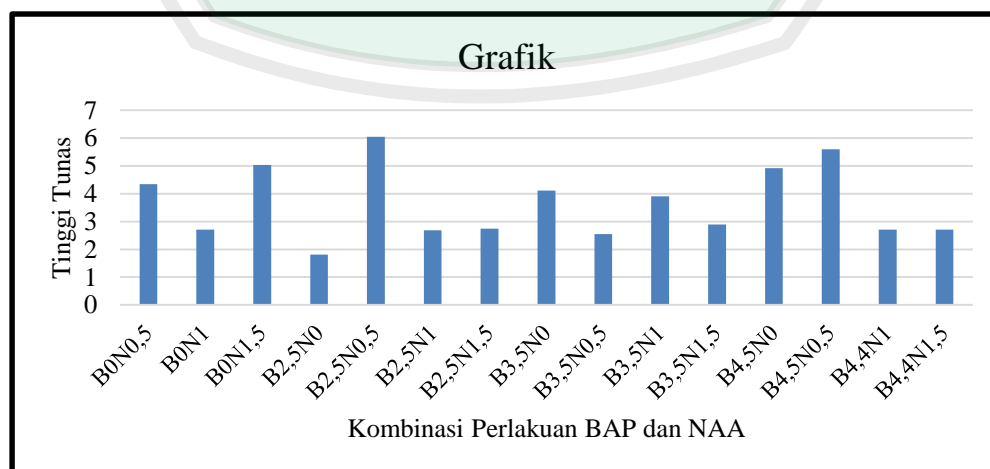
	3	0,3
Rata-rata		0,5
B3,5N1	1	1,3
	2	1,3
	3	2,3
Rata-rata		1,63333
B3,5N1,5	1	1,3
	2	1
	3	0,75
Rata-rata		1,01667
B4,5N0	1	1
	2	1
	3	1
Rata-rata		1
B4,5N0,5	1	1
	2	1,3
	3	1
Rata-rata		1,1
B4,5N1	1	1
	2	1,6
	3	1,3
Rata-rata		1,3
B4,5N1,5	1	1,6
	2	1,6
	3	3,3
Rata-rata		2,16667



Perlakuan	Ulangan	TTA
B0N0	1	
	2	
	3	
Rata-rata		0
B0N0,5	1	5,125
	2	5,5
	3	2,4
Rata-rata		4,341667
B0N1	1	1,885
	2	4,25
	3	1,98
Rata-rata		2,705
B0N1,5	1	3,61
	2	5
	3	6,5
Rata-rata		5,036667
B2,5N0	1	2,83
	2	1,3
	3	1,3
Rata-rata		1,81
B2,5N0,5	1	12,6
	2	3,7
	3	1,82
Rata-rata		6,04
B2,5N1	1	3,3
	2	2,46
	3	2,3
Rata-rata		2,686667
B2,5N1,5	1	3,22
	2	2,68
	3	2,33
Rata-rata		2,743333
B3,5N0	1	3,92
	2	6,42
	3	2
Rata-rata		4,113333
B3,5N0,5	1	2,45

Perlakuan	Rata2 TTA
B0N0	0
B0N0,5	4,341667
B0N1	2,705
B0N1,5	5,036667
B2,5N0	1,81
B2,5N0,5	6,04
B2,5N1	2,686667
B2,5N1,5	2,743333
B3,5N0	4,113333
B3,5N0,5	2,55
B3,5N1	3,9
B3,5N1,5	2,896667
B4,5N0	4,92
B4,5N0,5	5,593333
B4,4N1	2,703333
B4,4N1,5	2,713333

	2	2,7
	3	2,5
Rata-rata		2,55
B3,5N1	1	4,2
	2	4,6
	3	2,9
Rata-rata		3,9
B3,5N1,5	1	2,92
	2	3
	3	2,77
Rata-rata		2,896667
B4,5N0	1	5,33
	2	7,7
	3	1,73
Rata-rata		4,92
B4,5N0,5	1	9,16
	2	1,72
	3	5,9
Rata-rata		5,593333
B4,5N1	1	2,73
	2	2,06
	3	3,32
Rata-rata		2,703333
B4,5N1,5	1	2,98
	2	3,38
	3	1,78
Rata-rata		2,713333



Lampiran 2. Data SPSS

Dependent Variable: hari muncul tunas adventif

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2188.000 ^a	15	145.867	74.485	.000
Intercept	24661.333	1	24661.333	12593.021	.000
perlakuan	2188.000	15	145.867	74.485	.000
Error	62.667	32	1.958		
Total	26912.000	48			
Corrected Total	2250.667	47			

a. R Squared = .972 (Adjusted R Squared = .959)

Hari Muncul Tunas AdventifDuncan^{a,b}

perlakuan	N	Subset				
		1	2	3	4	5
1.00	3	.0000				
5.00	3		21.0000			
6.00	3		21.0000			
7.00	3		21.0000			
10.00	3		21.0000			
11.00	3		21.0000			
12.00	3		21.0000			
13.00	3		21.0000			
9.00	3		23.0000	23.0000		
4.00	3			25.0000	25.0000	
16.00	3			25.0000	25.0000	
8.00	3				25.6667	
3.00	3					28.0000
2.00	3					29.0000
14.00	3					30.0000
15.00	3					30.0000
Sig.		1.000	.141	.107	.588	.119

Dependent Variable: jumlah tunas

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	15.061 ^a	15	1.004	6.463	.000
Intercept	107.850	1	107.850	694.174	.000
perlakuan	15.061	15	1.004	6.463	.000
Error	4.972	32	.155		
Total	127.883	48			
Corrected Total	20.032	47			

a. R Squared = .752 (Adjusted R Squared = .635)

Jumlah tunasDuncan^{a,b}

perlakuan	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6
10.00	3	.5000					
1.00	3	1.0000	1.0000				
13.00	3	1.0000	1.0000				
12.00	3	1.0167	1.0167				
14.00	3	1.1000	1.1000	1.1000			
9.00	3	1.2000	1.2000	1.2000	1.2000		
15.00	3		1.3000	1.3000	1.3000		
2.00	3		1.4000	1.4000	1.4000		
7.00	3		1.4000	1.4000	1.4000		
4.00	3		1.5333	1.5333	1.5333	1.5333	
11.00	3		1.6333	1.6333	1.6333	1.6333	
6.00	3			1.8333	1.8333	1.8333	
3.00	3				1.8667	1.8667	
16.00	3					2.1667	2.1667
5.00	3					2.2000	2.2000
8.00	3						2.8333
Sig.		.063	.103	.057	.083	.076	.058

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: jumlah tunas

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	15.061 ^a	15	1.004	6.463	.000
Intercept	107.850	1	107.850	694.174	.000
perlakuan	15.061	15	1.004	6.463	.000
Error	4.972	32	.155		
Total	127.883	48			
Corrected Total	20.032	47			

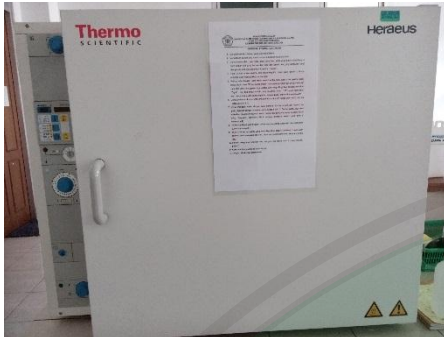
a. R Squared = .752 (Adjusted R Squared = .635)

Jumlah tunas

Duncan^{a,b}

perlakuan	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6
10.00	3	.5000					
1.00	3	1.0000	1.0000				
13.00	3	1.0000	1.0000				
12.00	3	1.0167	1.0167				
14.00	3	1.1000	1.1000	1.1000			
9.00	3	1.2000	1.2000	1.2000	1.2000		
15.00	3		1.3000	1.3000	1.3000		
2.00	3		1.4000	1.4000	1.4000		
7.00	3		1.4000	1.4000	1.4000		
4.00	3		1.5333	1.5333	1.5333	1.5333	
11.00	3		1.6333	1.6333	1.6333	1.6333	
6.00	3			1.8333	1.8333	1.8333	
3.00	3				1.8667	1.8667	
16.00	3					2.1667	2.1667
5.00	3					2.2000	2.2000
8.00	3						2.8333
Sig.		.063	.103	.057	.083	.076	.058

Lampiran 3. Alat dan Bahan



Oven



Kempor



Autoklaf



Timbangan Analitik



Bahan Penelitian



LAF



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No.50 Malang (0341) 558933 Fax. (0341) 558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Siti Mutmainah
NIM : 12620079
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Biologi
Judul Skripsi : Induksi Tunas Adventif Bawang Putih Tunggal (*Allium sativum*) dengan Penambahan BAP dan NAA secara *In Vitro*
Pembimbing : Ruri Siti Resmisari, M.Si

No.	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	12 Januari 2016	Konsultasi Judul	1. <i>Ruf</i>
2.	14 Januari 2016	Konsultasi Bab I	2. <i>Ruf</i>
3.	18 Januari 2016	Revisi Bab I	3. <i>Ruf</i>
4.	21 Januari 2016	Revisi Bab I, Konsultasi Bab III	4. <i>Ruf</i>
5.	01 Februari 2016	Konsultasi Bab II, dan III	5. <i>Ruf</i>
6.	08 Februari 2016	Revisi Bab II dan III	6. <i>Ruf</i>
7.	15 Februari 2016	Revisi Bab I, II, dan III	7. <i>Ruf</i>
8.	30 Februari 2016	ACC Bab I, II, dan III	8. <i>Ruf</i>
9.	03 Juni 2016	Konsultasi Data	9. <i>Ruf</i>
10.	14 Juni 2016	Konsultasi IV dan V	10. <i>Ruf</i>
11.	19 Juni 2016	Revisi Bab IV dan V	11. <i>Ruf</i>
12.	20 Juni 2016	ACC Keseluruhan	12. <i>Ruf</i>

Malang, 1 Juli 2016

Mengetahui,

Ketua Jurusan Biologi



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P

NIP. 19741018 200312 2 002



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No.50 Malang (0341) 558933 Fax. (0341) 558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Siti Mutmainah
NIM : 12620079
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Biologi
Judul Skripsi : Induksi Tunas Adventif Bawang Putih Tunggal (*Allium sativum*) dengan Penambahan BAP dan NAA secara *In Vitro*
Pembimbing : M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I

No.	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1	05 Juni 2016	Konsultasi Bab 1 dan 2 Agama	1.
2	14 Juni 2016	Revisi Bab 1 dan 2 Agama	2.
3	17 Juni 2016	Konsultasi Bab IV Agama	3.
4	20 Juni 2016	ACC Keseluruhan Agama	4.

Malang, 1 Juli 2016
Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi



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