

MULTIPLIKASI SUBKULTUR TUNAS PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume) MENGGUNAKAN 6-Benzyl Adenine (BA) DAN HIDROLISAT KASEIN SECARA *IN VITRO*

SKRIPSI

Oleh:

IMMALIA MUAWANAH

NIM. 16620007



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

MULTIPLIKASI SUBKULTUR TUNAS PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume) MENGGUNAKAN 6-Benzyl Adenine (BA) DAN HIDROLISAT KASEIN SECARA *IN VITRO*

SKRIPSI

Oleh:

IMMALIA MUAWANAH

NIM. 16620007

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)

PROGRAM STUDI BIOLOGI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM

MALANG

2021

MULTIPLIKASI SUBKULTUR TUNAS PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume) MENGGUNAKAN 6-Benzyl Adenine (BA) DAN HIDROLISAT KASEIN SECARA *IN VITRO*

SKRIPSI

**Oleh :
IMMALIA MUAWANAH
NIM. 16620007**

**Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
Tanggal : 06 Desember 2021**

Dosen Pembimbing I



**Ruri Siti Resmisari, M.Si
NIDT. 19790123201608012063**

Dosen Pembimbing II



**Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I
NIPT.201402011409**

**Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi**



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

MULTIPLIKASI SUBKULTUR TUNAS PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume) MENGGUNAKAN 6-Benzyl Adenine (BA) DAN HIDROLISAT KASEIN SECARA *IN VITRO*

SKRIPSI

Oleh:

IMMALIA MUAWANAH

NIM. 16620007

telah dipertahankan

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

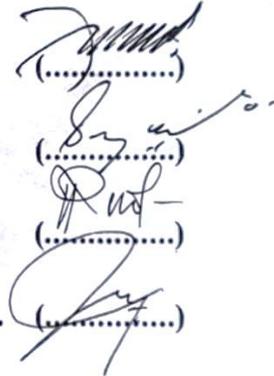
Tanggal: 14 Desember 2021

**Penguji Utama : Dr. Evika Sandi Savitri, M.P.
NIP. 197410182003122002**

**Anggota Penguji 1 : Suyono, M.P.
NIP. 197106222003121002**

**Anggota Penguji 2 : Ruri Siti Resmisari, M.Si.
NIDT. 19790123201608012063**

**Anggota Penguji 3 : Dr. Mukhlis Fahrudin, M.S.I.
NIPT.201402011409**



Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi



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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah wa Syukurillah

Saya persembahkan karya ilmiah sederhana ini khususnya kepada makhluk paling istimewa di dunia ini yaitu kedua orang tua yang sangat saya sayangi dan tidak ada duanya di dunia ini

Ibu Musyarofah dan Bapak Imam Halimi

Terimakasih untuk pengorbanan, kasih sayang dan segala hal yang telah diberikan. Semoga Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* senantiasa memberikan nikmat kepada keduanya hingga nanti kami berkumpul bersama di syurgaNya kelak.
Aamiin.

dan untuk kedua kakak kesayangan saya

Mbak Masyithoh dan Mas Fakhri

Terimakasih atas dukungan dan segala hal yang diberikan, terutama selama masa studi strata satu ini. Semoga Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* senantiasa memberikan rezeki yang melimpah, halal dan barokah. Dan semoga kita dapat bersama-sama membuat bangga kedua orang tua kita.

serta untuk *my partner in crime*

M. Anas Al-Asfihani

Terimakasih atas segala dukungan dan kesabarannya. Semoga segala harapan kita dapat dikabulkan oleh Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* serta tetap saling menyayangi dan mengasihi sampai akhir hayat nanti.

Terimakasih saya ucapkan kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian skripsi ini baik secara langsung maupun barokah doa.

Semoga Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* memberikan kemudahan dalam segala urusannya. Aamiin.

MOTTO

Manusia hanya berencana, Tuhan yang menentukan

وَقَالَ رَبُّكُمْ ادْعُونِي أَسْتَجِبْ لَكُمْ إِنَّ الَّذِينَ يَسْتَكْبِرُونَ عَنْ عِبَادَتِي سَيَدْخُلُونَ جَهَنَّمَ دَاخِرِينَ ۗ

Dan Tuhanmu berfirman: "Berdoalah kepada-Ku, niscaya akan Kuperkenankan bagimu. Sesungguhnya orang-orang yang menyombongkan diri dari menyembah-Ku akan masuk neraka Jahannam dalam keadaan hina dina".

(QS. Ghafir: 60)

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Immalia Muawanah

NIM : 1620007

Jurusan : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Multiplikasi Subkultur Tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Menggunakan 6-Benzyl Adenine (BA) dan Hidrolisat Kasein Secara *In Vitro*

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

Malang, 01 Desember 2021



Immalia Muawanah

Immalia Muawanah
NIM. 16620007

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak untuk dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar Pustaka diperkenankan untuk dicatat, namun pengutipan hanya dilakukan dengan izin penulis serta harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.

**Multiplikasi Subkultur Tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)
Menggunakan 6-Benzyl Adenine (BA) dan Hidrolisat Kasein Secara *In Vitro***

Immalia Muawanah, Ruri Siti Resmisari, M. Mukhlis Fahrudin

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri
Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRAK

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) merupakan tanaman berumbi golongan famili Araceae yang memiliki potensi sebagai bahan baku industri, farmasi, bioteknologi, dan kimia. Banyaknya manfaat yang terkandung pada tanaman porang, sehingga porang menjadi salah satu komoditas ekspor dengan peluang yang cukup besar namun jumlah produksi porang masih rendah. Kultur *in vitro* dijadikan sebagai teknik alternatif untuk memenuhi kebutuhan bibit porang dengan jumlah banyak dan berkualitas dalam waktu cukup singkat serta tidak mengenal musim. Penambahan zat pengatur tumbuh (ZPT) dan asam amino pada media dapat mempengaruhi proses multiplikasi subkultur tunas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh 6-benzyl adenine (BA) dan hidrolisat kasein serta kombinasi keduanya terhadap multiplikasi subkultur tunas porang. Penelitian ini bersifat eksperimental, menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 20 perlakuan dan 3 kali ulangan. Terdapat 2 faktor perlakuan yaitu: konsentrasi BA meliputi 0 mg/l; 1 mg/l; 2 mg/l; dan 3 mg/l serta konsentrasi hidrolisat kasein meliputi 0 mg/l; 50 mg/l; 100 mg/l, 150 mg/l dan 200 mg/l. Parameter pengamatannya meliputi hari muncul tunas, jumlah tunas dan tinggi tunas porang. Analisis data pengamatan menggunakan analisis varian (ANOVA) tunggal, kemudian dilakukan uji lanjut DMRT 5% apabila terdapat pengaruh nyata terhadap variabel pengamatan. Berdasarkan hasil penelitian, konsentrasi yang efektif dari kombinasi keduanya yaitu 2 mg/l BA dan 150 mg/l hidrolisat kasein.

Kata kunci: 6-benzyl adenine, hidrolisat kasein, multiplikasi tunas, porang

***In Vitro* Subculture Multiplication of Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Shoots by Using 6-Benzyl Adenine (BA) and Casein Hydrolysate**

Immalia Muawanah, Ruri Siti Resmisari, M. Mukhlis Fahrudin

Biologi Program Study, Faculty of Science and Technology, The State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRACT

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) is a tuber plant belonging to the Araceae family which has potential as raw material for industries, pharmaceutical, biotechnology, and chemical. The many benefits contained in the *porang* plant, so that *porang* becomes one of the export commodities with considerable opportunities, but the amount of production is still low. In vitro culture can be an alternative in *porang* to meet for a lot of quality seeds in fairly short time and do not know the season. Plant Growth Regulator and amino acids in the media can affect shoot multiplication. The research aims at determining the influence of ZPT in the form of 6-benzyl adenine (BA) and casein hydrolysate and combination of both on the subculture multiplication of *porang* shoots. The research was experimental, by using a completely randomized design (CRD) with 20 treatments and 3 replications. There were two treatment factors, namely: BA concentration that includes 0 mg/l; 1 mg/l; 2 mg/l; and 3 mg/l and the concentrations of casein hydrolysate includes 0 mg/l; 50 mg/l; 100 mg/l, 150 mg/l and 200 mg/l. Observation parameters included shoots appearing day, shoot number and shoot height of *porang*. Analysis of observation used ANOVA and then the DMRT 5% further test was carried out if there was a significant effect on the observation variable. Based on the result of the research, the effective concentration was obtained from the combination of both, namely 2 mg/l BA and 150 mg/l casein hydrolysate.

Keywords: 6-benzyl adenine, casein hydrolysate, shoot multiplication, Porang

ملخص البحث

عمالية، 2021، تكاثر الثقافة الفرعية بورانج (*Amorphophallus muelleri* Blume) باستخدام 6-
بنزويل أننين (BA) وكازين هيدروليزات بشكل *In Vitro*
المشرفة الأول: روري سيتي رسميساري، المشرف الثاني: محمد مخلص فخر الدين

الكلمات المفتاحية: 6-البنزويلأننين، الكازين هيدروليزات، تكاثر النبتة، بورانج

بورانج (*Amorphophallus muelleri* Blume) هو نبات سلقى من عائلة *Araceae* التي لديها إمكانات كمواد خامة للصناعية والصيدلانية والتكنولوجيا الحيوية والكيمياء. وكثرة الفوائد التي يحتوي عليها نبات بورانج حيث تجعلها إحدى منتجات التصدير بفرصة كبيرة ولكن مازال إنتاج البورانج منخفضاً. وتكون ثقافة *in vitro* كأسلوب بديلة لقضاء احتياجات بذور بورانج بعدد كبيرة وبجودة جيدة في وقت قصير، ولا تبالي للموسم. وإزداد ذرة منظمات النمو (ZPT) والأحماض الأمينية في الوسائط يؤثر عملية تكاثر الثقافة الفرعية للنباتات. ويهدف هذا البحث لمعرفة تأثير 6-بنزويل أننين (BA) وكازين هيدروليزات وخليطهما على تكاثر الثقافة الفرعية بورانج. كان هذا البحث من نوع البحث التجريبي باستخدام التصميم العشوائي الكامل (CRD) ب20 معالجة و3 مكررات. وهناك عواملان من المعالجة وهما: تركيز BA يتضمن 0 ميلي جرام/لتر؛ 1 ميلي جرام/لتر؛ 2 ميلي جرام/لتر؛ و3 ميلي جرام/لتر، وتركيز الكازين هيدروليزات يشمل 0 ميلي جرام/لتر؛ 50 ميلي جرام/لتر؛ 100 ميلي جرام/لتر و150 ميلي جرام/لتر و200 ميلي جرام/لتر. ومعيار الملاحظة هو يوم ظهور النبتة وعدد النبتة وارتفاع نبتة بورانج. تحليل البيانات لهذا البحث باستخدام تحليل التباين المفرد (ANOVA)، ثم تم إجراء الاختبار الإضافي بنسبة 5% DMRT إذا كان هناك تأثير واقعي على متغيرات البحث. وبناءً على نتائج البحث، كان أفضل تركيز للخليط هو 2 ميلي جرام/لتر BA و150 ميلي جرام/لتر من الكازين هيدروليزات.

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh.

Bismillahirrohmaanirrohiim, Syukur Alhamdulillah penulis hanturkan kehadiran Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*, yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “Multiplikasi Subkultur Tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Menggunakan 6-Benzyl Adenine (BA) dan Hidrolisat Kasein secara *In Vitro*”. Tidak lupa pula shalawat serta salam tercurahkan kepada Nabi Muhammad *Shollallohu'alaihi Wa Sallam* yang telah menegakkan diinul Islam yang terpatri hingga akhirul zaman. Aamiin.

Berkat bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak maka penulis mengucapkan terima kasih yang tak terkira khususnya kepada:

1. Prof. Dr. M. Zainuddin, MA, selaku Rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P, selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ruri Siti Resmisari, M.Si, selaku Dosen Wali sekaligus Dosen Pembimbing yang senantiasa memberikan pengarahan dan nasehat kepada penulis serta telah banyak meluangkan waktu, tenaga, pikiran serta kesabaran dalam membimbing penulis selama penyusunan skripsi ini.
5. Dr. Mukhlis Fahrudin, M.S.I, selaku Dosen Pembimbing Agama yang telah banyak memberikan bimbingan serta saran penelitian di bidang integrasi agama dan sains.
6. Segenap Dosen dan Civitas Akademik Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
7. Laboran dan staff administrasi Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

8. Semua teman-teman satu bimbingan yang selalu memberikan dorongan semangat sekaligus do'a dalam penyelesaian skripsi.
9. Seluruh teman-teman Biologi Gading Putih angkatan 2016 yang selalu bermurah hati memberikan dukungan kepada penulis secara langsung maupun tidak langsung selama penelitian.
10. Teman-teman Biologi A dan Biologi B yang telah membantu berbagi ilmu dan memberikan pengalaman yang tak terlupakan.
11. Semua pihak yang telah terlibat dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga amal baik yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*. Skripsi ini sudah ditulis secara cermat dan sebaik-baiknya, namun apabila ada kekurangan, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan.

Wassalamu 'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh.

Malang, Desember 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	vi
HALAMAN PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
ملخص البحث.....	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Hipotesis.....	8
1.5 Manfaat.....	9
1.6 Batasan Masalah.....	9
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume).....	11
2.1.1 Kajian Porang dalam Perspektif Islam	11
2.1.2 Deskripsi Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume)	13
2.1.3 Kandungan dan Manfaat Porang	16
2.2 Kultur <i>In Vitro</i>	18
2.2.1 Kajian Kultur <i>In Vitro</i> dalam Perspektif Islam.....	18
2.2.2 Pengertian Kultur <i>In Vitro</i>	19
2.2.3 Keunggulan Kultur <i>In Vitro</i>	20
2.2.4 Faktor Keberhasilan Kultur <i>In Vitro</i>	20
2.3 Subkultur.....	24
2.4 Multiplikasi	24
2.5 Zat Pengatur Tumbuh (ZPT)	25
2.6 6-Benzyl Adenin (BA)	27
2.7 Asam Amino	28
2.8 Hidrolisat Kasein	29
BAB III. METODE PENELITIAN	
3.1 Rancangan Penelitian.....	31
3.2 Waktu dan Tempat	31
3.3 Variabel Penelitian.....	31

3.4 Alat dan Bahan.....	32
3.4.1 Alat	32
3.5.2 Bahan	32
3.5 Prosedur Penelitian	32
3.5.1 Sterilisasi Alat	32
3.5.2 Pembuatan Stok Hormon.....	33
3.5.3 Pembuatan Media	33
3.5.4 Sterilisasi Media	34
3.5.5 Sterilisasi Ruang Tanam.....	35
3.5.6 Subkultur dan Pemilihan Eksplan	35
3.5.7 Pengamatan.....	35
3.5.8 Analisis Data.....	36
3.6 Alur Penelitian	37

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh <i>6-Benzyl Adenine</i> (BA) Terhadap Hasil Multiplikasi Subkultur Tunas Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume)	38
4.2 Pengaruh Hidrolisat Kasein Terhadap Hasil Multiplikasi Subkultur Tunas Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume)	42
4.3 Pengaruh kombinasi <i>6-Benzyl Adenine</i> (BA) dan Hidrolisat Kasein Terhadap Hasil Multiplikasi Subkultur Tunas Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume)	47
4.4 Dialog Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam	54

BAB V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	62

DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN.....	73

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Kandungan hara pada media MS	23
Tabel 3.1 Kombinasi konsentrasi BA dan hidrolisat kasein	31
Tabel 4.1 Hasil ANAVA pengaruh BA terhadap hasil multiplikasi subkultur tunas Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume).....	38
Tabel 4.2 Hasil uji DMRT pengaruh BA terhadap hasil multiplikasi subkultur tunas Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume).....	39
Tabel 4.3 Hasil ANAVA pengaruh hidrolisat kasein terhadap hasil multiplikasi subkultur tunas Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume).....	42
Tabel 4.4 Hasil uji DMRT pengaruh hidrolisat kasein terhadap hasil multiplikasi subkultur tunas Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume).....	43
Tabel 4.5 Hasil ANAVA pengaruh kombinasi 6-Benzyl Adenin (BA) dan hidrolisat kasein terhadap hasil multiplikasi subkultur tunas porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume).....	48
Tabel 4.6 Hasil uji DMRT pengaruh kombinasi 6-Benzyl Adenin (BA) dan hidrolisat kasein terhadap hasil multiplikasi subkultur tunas porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume).....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Bagian Akar dan Umbi Batang Porang	14
Gambar 2.2 Bagian Batang, Daun, dan Tangkai Daun Porang.....	15
Gambar 2.3 Bagian Bunga dan Biji Porang	16
Gambar 2.4 Struktur Kimia BA	28
Gambar 3.1. Alur kegiatan penelitian.....	37
Gambar 4.1 Hasil pengaruh BA terhadap hasil multiplikasi subkultur tunas Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume)	42
Gambar 4.2 Hasil pengaruh hidrolisat kasein terhadap hasil multiplikasi subkultur tunas Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume).....	47
Gambar 4.3 Hasil pengaruh hidrolisat kasein terhadap hasil multiplikasi subkultur tunas Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume).....	53

DAFTAR LAMPIRAN

1. Tabel Hasil Pengamatan.....	71
2. Hasil Analisis Variansi dan Uji Lanjut Duncan 5%	73
3. Perhitungan Komposisi Media	79
4. Perhitungan Larutan Stok.....	79
5. Gambar Hasil Pengamatan	81
6. Bukti Konsultasi Biologi	82
7. Bukti Konsultasi Agama	83

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* telah menciptakan berbagai macam makhluk di bumi, salah satunya yaitu tumbuhan. Tumbuhan merupakan makhluk hidup yang banyak memberikan manfaat bagi makhluk hidup yang lain, baik manusia maupun hewan. Sebagaimana Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* berfirman dalam Al-Qur'an surat Asy-Syu'araa (26) 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 berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?” (QS. Asy-Syu'araa [26]: 7).

Ayat di atas menunjukkan bahwa Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* telah menumbuhkan berbagai tumbuhan yang baik. Menurut Al-Qurthubi (2009) dalam kitab tafsirnya menjelaskan bahwa yang dimaksud “tumbuh-tumbuhan yang baik” itu adalah tumbuhan yang memiliki warna dan bentuk. Berdasarkan tafsir Al-Misbah, Shihab (2002) menjelaskan bahwa manusia yang bersedia merenungi dan mengamati bukti tanda kekuasaan Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* akan mendapat petunjuk. Hanya dengan kuasa-Nya, Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* menumbuhkan beranekaragam tumbuh-tumbuhan yang memberikan manfaat. Salah satu tumbuhan yang memiliki banyak manfaat yaitu porang.

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) termasuk tumbuhan semak (herba) golongan famili Araceae karena memiliki *spathe* (seludang bunga) dan *spadix* (tongkol bunga) pada bagian bunganya (Anturida *et al.*, 2015). Porang memiliki ciri khas yaitu adanya umbi yang tumbuh di percabangan tangkai daun yang disebut dengan bulbil (Sumarwoto, 2005). Selain itu, porang juga memiliki umbi yang tumbuh di dalam tanah (Pusat Penelitian dan Pengembangan Porang Indonesia, 2013).

Umbi porang memiliki potensi yang tinggi dalam nilai ekonominya karena di dalamnya terkandung karbohidrat yang disebut glukomannan (Santosa, 2014). Glukomannan dapat dimanfaatkan dalam bidang farmasi, bioteknologi, dan kimia (Zhang *et al.*, 2005; Gu & Silverman, 2011; Tester & Al-Ghazzewi, 2017). Menurut Pasaribu *et al.* (2019), pemanfaatan umbi porang sebagai bahan pangan dikarenakan umbi porang memiliki kadar serat yang tinggi, rendah kolesterol, dan rendah karbohidrat.

Banyaknya manfaat yang terkandung pada tanaman porang, sehingga porang menjadi salah satu komoditas ekspor yang perkembangannya perlu ditingkatkan karena peluang ekspor yang ditawarkan cukup besar (Sulistiyo *et al.*, 2015). Berdasarkan data dari *Indonesia Quarantine Full Automation System (IQFAST)* atau Badan Karantina Pertanian (Barantan) ekspor komoditas porang pada semester pertama tahun 2021 sudah mencapai angka 14,8 ribu ton, sedangkan ekspor porang pada semester pertama tahun 2019 hanya mencapai 5,7 ribu ton (Sutrisno, 2021). Tingginya hasil ekspor porang yang diperoleh mampu memberikan peluang dalam peningkatan perekonomian masyarakat Indonesia khususnya bagi petani porang.

Sehingga diperlukan suatu terobosan (inovasi) baru dalam proses perbanyakan porang.

Tanaman porang mampu diperbanyak dengan cara vegetatif maupun generatif. Selama ini, perbanyakan dengan cara vegetatif dilakukan dengan umbi benih dan umbi katak (bulbil) (Sari & Suhartati, 2015; Supriati, 2016). Kendala yang dihadapi dalam perbanyakan menggunakan umbi benih yaitu membutuhkan waktu satu tahun setelah tanam sedangkan pada umbi katak membutuhkan waktu panen sekitar 4 tahun (Supriati, 2016). Perbanyakan secara generatif pada porang dilakukan melalui biji (Sari & Suhartati, 2015). Hambatan yang dialami adalah waktu untuk menghasilkan biji tanaman tersebut diperlukan waktu sekitar 2-3 tahun (Supriati, 2016) dan biji porang mengalami dormansi selama musim kemarau (Sari & Suhartati, 2015).

Berdasarkan permasalahan di atas, dibutuhkan teknik alternatif untuk memperoleh bibit porang yang berjumlah banyak dalam jangkauan waktu yang singkat, yaitu melalui kultur *in vitro*. Anitasari *et al.* (2018) menjelaskan bahwa kultur secara *in vitro* merupakan cara perkembangbiakan bagian suatu tanaman (sel, jaringan, maupun organ) pada media pertumbuhan yang terkontrol secara aseptik di dalam botol kultur (*in vitro*). Menurut Imelda *et al.* (2008) hasil kultur *in vitro* yaitu berupa bibit yang berjumlah banyak, seragam, secara cepat dan berkelanjutan.

Menurut Baday (2018) tahapan kultur *in vitro* meliputi penanaman (inisiasi), multiplikasi, pengakaran, dan aklimatisasi. Dalam kultur *in vitro*, tahap multiplikasi merupakan perbanyakan eksplan dari inisiasi tunas dengan tujuan memperbanyak jumlah eksplan (Zulkarnain, 2018). Multiplikasi berbeda dengan subkultur.

Subkultur merupakan pemindahan eksplan ke media baru untuk menjamin eksplan selalu mendapatkan hara yang cukup selama proses pertumbuhan berlangsung (Febryanti *et al.*, 2017). Pemindahan ini berbeda dengan multiplikasi karena pada subkultur hanya berfokus pada organogenesis bukan untuk perbanyakan.

Multiplikasi merupakan bagian dari proses pembentukan organ (organogenesis) (Pardal, 2002). Proses terbentuknya organ yang berasal dari jaringan vegetatif dan bersifat aktif membelah disebut dengan organogenesis. Menurut Armini *et al.* (1992) organogenesis secara langsung terjadi pada multiplikasi tunas hasil dari inisiasi tunas yang akan menjadi tunas adventif maupun tunas aksilar. Hasil tunas dari tahap multiplikasi akan dilanjutkan ke tahap pengakaran untuk mendapatkan planlet yang selanjutnya melalui tahap aklimatisasi.

Penerapan teknik kultur *in vitro* perbanyakan bibit tanaman sudah banyak dilakukan. Penelitian Imelda *et al.* (2007) menunjukkan hasil bahwa perbanyakan porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) melalui kultur tunas pucuk telah berhasil dilakukan. Menurut Dwiyani (2015), semua bagian tanaman dapat digunakan sebagai eksplan dalam perbanyakan secara *in vitro*. Hal tersebut didasarkan dengan adanya teori totipotensi sel.

Totipotensi sel merupakan kemampuan sel tanaman untuk beregenerasi menjadi individu baru (Dwiyani, 2015). Penggunaan bagian tunas hasil subkultur dikarenakan pada bagian tunas terdapat jaringan muda yang sel nya aktif membelah. Keberhasilan teknik kultur *in vitro* salah satunya yaitu dari jenis dan komposisi media yang digunakan (Imelda *et al.*, 2008). Hasil penelitian Imelda *et*

al. (2008) menunjukkan bahwa penggunaan 2 mg/l BAP mampu menghasilkan tunas dengan rerata 19 tunas. Menurut Karjadi (2016), penambahan komposisi pada media kultur *in vitro* dilakukan dengan cara memberikan makronutrien, mikronutrien, gula, asam amino, dan zat pengatur tumbuh (ZPT).

Penambahan ZPT pada media tanam kultur bertujuan untuk meningkatkan pembentukan hormon alami (fitohormon) yang telah tersedia atau dapat menggantikan peranan serta fungsi dari fitohormon yang produksinya kurang maksimal (Pujiasmanto, 2020). Menurut Suliansyah (2013) Senyawa organik berupa fitohormon diproduksi secara endogen dengan konsentrasi yang rendah tetapi dapat memberikan pengaruh besar pada laju pertumbuhan suatu tanaman. Fitohormon dibagi menjadi 2 kelompok yaitu sebagai penghambat pertumbuhan (inhibitor) dan perangsang pertumbuhan (promotor) (Istiqomah *et al.*, 2017).

Menurut Suliansyah (2013) kelompok fitohormon promotor terdiri dari auksin, gibberellin, dan sitokinin. Menurut Kieber & Schaller (2014) sitokinin merupakan sekelompok hormon pertumbuhan yang dapat merangsang pembelahan sel, diferensiasi sel, dan inisiasi pucuk pada banyak tanaman. Sitokinin berperan dalam proses pembelahan sel yaitu mampu meningkatkan laju fase G2 menuju fase M (mitosis), sehingga hasil sintesis protein dapat meningkat serta dapat mempercepat proses pembelahan sel (Taiz & Zeiger, 2010).

Penambahan sitokinin eksogen diperlukan karena sitokinin endogen yang dikombinasi dengan zat pengatur tumbuh yang bersifat eksogen mampu meningkatkan terbentuknya tunas baru (Panjaitan *et al.*, 2014). Pembentukan tunas lebih efektif dengan sitokinin yang konsentrasinya lebih tinggi dibanding dengan

konsentrasi hormon auksin. Menurut Prayana *et al.* (2017) zat pengatur tumbuh mempunyai pengaruh yang baik pada konsentrasi yang relatif rendah karena sitokinin endogen mampu meningkatkan pembentukan tunas sehingga penggunaan ZPT eksogen dibutuhkan dalam jumlah yang relatif sedikit. Li *et al.* (2017) menyebutkan bahwa dalam kultur *in vitro* hormon sitokinin turunan adenin yang digunakan yaitu kinetin (KIN), zeatin (ZT), thidiazuron (TDZ) dan *benzyl adenine* (BA).

Menurut Savelieva *et al.* (2018) *benzyl adenine* (BA) merupakan ZPT yang lebih banyak digunakan dalam peningkatan pembelahan sel pada proses organogenesis dan diferensiasi pucuk (tunas) dalam kultur *in vitro*. Penelitian Ahmad & Anis (2005) pada tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) yang menghasilkan tunas dengan rerata 8,8 tunas pada kombinasi 1 mg/l BA dan 200 mg/l hidrolisat kasein. Selain penambahan ZPT pada media, penambahan asam amino juga dapat dilakukan. Asam amino yang ditambahkan pada media kultur berperan sebagai aktivator fitohormon dan ZPT yang digunakan (Fitriani *et al.*, 2015).

Asam amino sebagai bagian yang menyusun protein mampu memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan proses morfogenesis dalam kultur *in vitro* (Garvita & Handini, 2011). Menurut George *et al.* (2008), faktor yang mendukung keberhasilan dalam kultur *in vitro* salah satunya yaitu dengan menambahkan asam amino pada media tanam. Asam amino yang ditambahkan dapat langsung dimanfaatkan dikarenakan tanaman akan bersifat heterotrof jika ditumbuhkan secara *in vitro* (Sitorus *et al.*, 2011). Fungsi asam amino diantaranya yaitu sebagai

sumber nitrogen, perespon sel terhadap rangsangan dan penyusun protein untuk mengkoordinasi aktivitas organisme (Campbell & Reece, 2012). Menurut George *et al.* (2008), asam amino dibagi menjadi dua kelompok, yaitu asam amino tunggal dan asam amino kompleks.

Hidrolisat kasein tersusun dari 18 macam asam amino yang tercampur dan komposisinya belum diketahui secara pasti (Siregar *et al.*, 2010). Kandungan hidrolisat kasein berupa nitrogen berperan penting dalam proses sintesis protein pada sel-sel tanaman. Menurut Kosmiatin *et al.* (2014), peningkatan jumlah asam amino sebagai penyusun protein dipengaruhi oleh adanya sumber nitrogen organik. Proses pertumbuhan eksplan dapat didorong dengan menambahkan hidrolisat kasein (Istiningdyah *et al.*, 2013).

Menurut George *et al.* (2008), pertumbuhan tunas akan meningkat dengan penambahan hidrolisat kasein. Penelitian Saklani *et al.* (2015) menyebutkan bahwa konsentrasi hidrolisat kasein 100 mg/l pada media *in vitro* dapat memberikan pengaruh terhadap peningkatan jumlah tunas jenitri (*Eleacarpus sphaericus*) dengan rerata jumlah tunas 11,68 tunas. Gao *et al.* (2003) melakukan penelitian menggunakan hidrolisat kasein dengan konsentrasi 200 mg/l pada *Amorpha fruticose* berpengaruh terhadap jumlah tunas yaitu 8,77 tunas per subkultur.

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian yang berjudul “Multiplikasi Subkultur Tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Menggunakan 6-Benzyl Adenine (BA) dan Hidrolisat Kasein Secara *In Vitro*” perlu dilakukan. Penelitian ini diharapkan mampu memperoleh konsentrasi BA dan hidrolisat kasein dalam media kultur yang tepat dan terbaik untuk multiplikasi tunas porang.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Apakah konsentrasi BA memberikan pengaruh terhadap hasil multiplikasi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)?
2. Apakah konsentrasi hidrolisat kasein memberikan pengaruh terhadap hasil multiplikasi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)?
3. Apakah kombinasi konsentrasi BA dan hidrolisat kasein memberikan pengaruh terhadap hasil multiplikasi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)?

1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini yaitu untuk:

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi BA terhadap hasil multiplikasi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi hidrolisat kasein terhadap hasil multiplikasi tunas tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).
3. Mengetahui pengaruh kombinasi konsentrasi BA dan hidrolisat kasein terhadap hasil multiplikasi tunas tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).

1.4 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini antara lain:

1. Adanya pengaruh konsentrasi BA terhadap hasil multiplikasi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).
2. Adanya pengaruh konsentrasi hidrolisat kasein terhadap hasil multiplikasi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).

3. Adanya pengaruh kombinasi konsentrasi BA dan hidrolisat kasein terhadap hasil multiplikasi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).

1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini yaitu:

1. Sebagai teknik alternatif untuk menghasilkan bibit tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) secara cepat dan berkualitas baik yang diperoleh melalui kultur *in vitro*.
2. Menambah informasi mengenai konsentrasi BA dan konsentrasi hidrolisat kasein yang optimal terhadap hasil multiplikasi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) melalui kultur *in vitro*.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Eksplan yang digunakan yaitu tunas *in vitro* porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) hasil subkultur ketiga koleksi Laboratorium Kultur Jaringan, Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Eksplan tunas yang digunakan berukuran 0,5 cm.
3. Media dasar menggunakan media jenis *Murashige and Skoog* (MS).
4. Zat pengatur tumbuh menggunakan *6-benzyladenine* (BA) dengan konsentrasi: 0 mg/l; 1 mg/l; 2 mg/l, 3 mg/l.
5. Asam amino menggunakan hidrolisat kasein dengan konsentrasi: 0 mg/l; 50 mg/l; 100 mg/l; 150 mg/l; 200 mg/l.

6. Parameter yang diamati yaitu: hari muncul tunas setelah subkultur dengan ukuran minimal 1 milimeter (mm), jumlah tunas dan tinggi tunas (cm).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

2.1.1 Kajian Porang dalam Perspektif Islam

Tumbuhan merupakan salah satu jenis makhluk hidup yang ada di alam semesta. Banyaknya jenis tumbuhan yang ada di bumi tidak dapat terpisahkan dari kehidupan manusia karena memiliki manfaat yang terkandung didalamnya. Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* berfirman dalam surat An-Nahl ayat 13:

وَمَا ذَرَأَا لَكُمْ فِي الْأَرْضِ مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ أَنْ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَذَّكَّرُونَ ۝١٣

Artinya: “Dan Dia (menundukkan pula) apa yang Dia ciptakan untuk kamu di bumi ini dengan berlain-lainan macamnya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang mengambil pelajaran” (QS. An-Nahl [16]:13).

Berdasarkan tafsir Al-Qurthubi (2009) dijelaskan bahwa segala yang diciptakan oleh Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* telah ditundukkan dan dikendalikan untuk kepentingan manusia seperti hewan, tumbuhan, dan lain sebagainya. Dalam buku tafsir Ibnu Katsir (2007) dijelaskan bahwa yang dimaksud “berlain-lainan macamnya” yaitu dengan berbagai macam warna dan bentuknya termasuk kegunaan dan keistimewaannya. Salah satu diantaranya yaitu bagian umbi porang yang memiliki banyak manfaat baik dibidang industri maupun kesehatan. Dengan adanya manfaat dan hikmah dari segala yang diciptakan oleh Allah *Subhanahu Wa*

Ta'ala, maka banyak pelajaran yang diambil bagi orang-orang yang pandai mensyukuri nikmat Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*.

Sebagaimana Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* berfirman dalam surat Thaha ayat 53 yaitu:

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَوَّلَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً
فَأَخْرَجْنَا بِهِ 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” (QS. Thaha [20]:53).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* Maha Kuasa dalam menciptakan segala sesuatu, seperti pada penciptaan tumbuhan yang bermacam-macam. Menurut Syanqithi (2007) menafsirkan bahwa “*tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam*” adalah jenis tumbuhan yang memiliki macam-macam manfaat, bentuk warna, ukuran, bau, rasa. Sehingga dapat didefinisikan bahwasannya Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* menumbuhkan tanaman yang memiliki banyak manfaat. Manfaat tersebut dapat digunakan untuk menunjang kehidupan manusia, salah satunya yaitu pada bidang kesehatan. Dalam bidang tersebut, tanaman porang yang digunakan adalah bagian umbi porang.

Umbi porang sering dikaitkan dengan kandungan glukomanan yang banyak manfaatnya. Kandungan glukomanan tertinggi ditemukan pada akhir musim hujan. Air hujan yang disinggung dalam surat ini, sangat berpengaruh pada pertumbuhan tanaman porang. Selain itu, dalam pengembangan teknik kultur *in vitro* juga

dibutuhkan air yang cukup dalam pembuatan media untuk menunjang pertumbuhan eksplan.

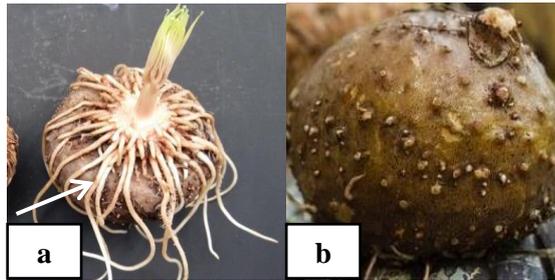
2.1.2 Deskripsi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Amorphophallus spp. pertama kali ditemukan di daerah Andaman, India yang terdistribusi ke arah timur melalui Myanmar dan masuk ke wilayah Thailand dan Indonesia (Jansen *et al.*, 1996). Menurut Alifianto *et al.* (2013), salah satu Genus *Amorphophallus* yang terdapat di Pulau Jawa yaitu spesies *Amorphophallus muelleri* Blume. Di Indonesia, *Amorphophallus muelleri* Blume dikenal sebagai *lotrok* (Yogyakarta), *lombos* (Nusa Tenggara Barat), *tire* (Flores), dan porang (Jawa Timur) (Sugiyama & Santosa, 2008).

Porang tergolong tumbuhan jenis herba (semak) yang dapat hidup subur pada kawasan hutan tropis pada intensitas penyinaran yang relatif rendah (Tim Pusat Studi Porang Perhutani KPH Nganjuk, 2012). Sehingga, pada umumnya tanaman ini banyak ditemukan di bawah naungan dari pohon lain, seperti di bawah rumpun bambu, di bawah tegakan jati, kirinyuh, kelapa, dan tanaman lainnya yang mampu menjadi peneduh bagi tanaman porang (Wahyuningtyas *et al.*, 2013).

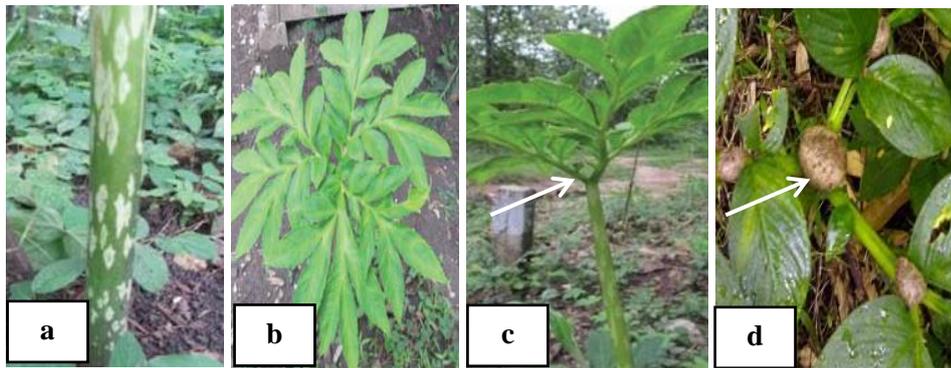
Bagian ujung bawah tanaman porang yaitu berupa akar yang tumbuh di dalam tanah. Porang memiliki jenis akar primer yang tumbuh dari bagian pangkal batang dan beberapa akar yang lain tumbuh di atas umbi (Gambar 2.1.a) (Sumarwoto, 2005). Terdapat dua jenis umbi pada tanaman porang, yaitu umbi katak (bulbil) dan umbi batang (Sari & Suhartati, 2015). Menurut Tim Dosen Faperta UGM & Yuwono (2020) umbi batang berbentuk besar dan bulat dengan berat umbi sekitar

5 kg. Umbi porang berwarna kuning kusam atau kuning kecoklatan (Gambar 2.1.a) sedangkan umbi bagian dalam kekuningan dengan serat halus.



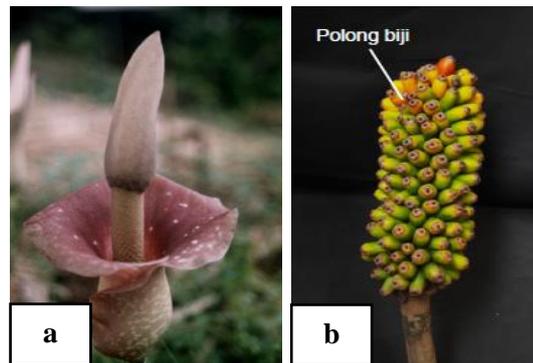
Gambar 2.1. Bagian tanaman Porang: a. Akar (Santosa *et al.*, 2016), b. Umbi batang (Disperta Mojokerto, 2020).

Menurut Sulistiyo *et al.* (2015) warna batang porang yaitu hijau yang permukaannya halus, batang berbentuk bulat serta terdapat bercak putih yang tidak teratur (Gambar 2.2.a). Batang primer akan terbelah menjadi 3 batang sekunder dan terbelah lagi menjadi tangkai daun (Gambar 2.2.b) (Supriati, 2016). Tangkai daun berfungsi sebagai pembentuk model percabangan dalam menentukan luasnya bagian fotosintesis. Menurut Sumarwoto (2005) daun tanaman porang merupakan daun tunggal menjari (Gambar 2.2.c) yang ditopang oleh satu tangkai daun yang berbentuk bulat. Pada setiap bagian pertemuan antara batang dan daun bagian pangkal terdapat umbi katak (bulbil) dengan warna coklat kehitaman (Gambar 2.2.d). Umbi katak (bulbil) tersebut dapat digunakan dalam perbanyakan secara vegetatif serta sebagai pembeda antara tanaman porang dengan jenis *Amorphophallus* lainnya.



Gambar 2.2. Bagian tanaman Porang: a. Batang, b. Daun, c. Tangkai daun, d. Umbi katak (bulbil) (Pusat Penelitian dan Pengembangan Porang Indonesia, 2013; Saleh *et al.*, 2015).

Tinggi tanaman porang sekitar 1,5 meter. Menurut Purwanto (2014) pada bagian ujung tanaman porang terdapat bunga yang berbentuk menyerupai tombak yang ujungnya tumpul. Bunga porang memiliki tangkai bunga berwarna hijau dengan permukaan licin, dan memiliki bercak putih bercampur hijau (Sumarwoto, 2005). Tanaman porang memiliki biji yang tersusun membentuk bonggol dengan panjang 8-22 cm, lebar 2,5-8 cm, dan diameter 1-3 cm (Ganjari, 2014). Waktu untuk menghasilkan biji tanaman porang diperlukan waktu sekitar 2-3 tahun (Supriati, 2016).



Gambar 2.3. Bagian tanaman Porang: a. Bunga (Sumarwoto, 2005), b. biji (Santosa *et al.*, 2016).

Klasifikasi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) yaitu (GBIF, 2021):

Kingdom: Plantae

Filum: Tracheophyta

Kelas: Liliopsida

Ordo: Alismatales

Famili: Araceae

Genus: *Amorphophallus*

Spesies: *Amorphophallus muelleri* Blume

2.1.3 Kandungan dan Manfaat Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Tanaman yang beraneka ragam terhampar di bumi ini dan memiliki banyak manfaat merupakan satu diantara sekian banyak rezeki yang Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* berikan untuk manusia. Rasulullah *Shollallahu 'Alaihi Wasallam* telah bersabda pada para sahabat yang diriwayatkan oleh Imam Bukhari dalam kitab shahihnya yaitu:

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

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

Hadits di atas menjelaskan bahwa setiap penyakit yang diturunkan oleh Allah pasti ada obatnya. Kesehatan kini telah dipandang sangat penting bagi sebagian besar masyarakat seiring dengan perkembangan peradaban yang juga melahirkan banyaknya penyakit baru. Sakit yang diderita manusia, datangnya dari Allah dan Allah pula yang akan memberikan kesembuhan bagi orang yang sakit jika Allah menghendaki. Kebanyakan obat pada suatu penyakit terkandung dalam tanaman-tanaman yang ada di alam semesta ini. Sehingga manusia dipermudah oleh Allah untuk memanfaatkan segala macam tanaman-tanaman yang bisa bermanfaat dalam bidang pengobatan, salah satu tanaman yang bermanfaat adalah porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).

Bagian tanaman porang yang sering dimanfaatkan adalah umbi. Umbi porang mengandung karbohidrat berbentuk polisakarida yang disebut glukomanan. Glukomanan adalah karbohidrat yang banyak digunakan dalam industri makanan dan minuman (Santosa *et al.*, 2016). Kandungan glukomanan yang terdapat pada umbi porang dapat dimanfaatkan sebagai pengganti agar-agar dan gelatin, bahan pengental, serta bahan pengental makanan sebagai alternatif pengganti boraks (Haryani & Hargono, 2008).

Umbi porang memiliki kandungan kadar serat yang tinggi, rendah karbohidrat dan rendah kolesterol. Dalam bidang kesehatan, dapat dimanfaatkan untuk mengurangi kadar kalori, dan kadar gula dalam darah bagi penderita diabetes (Retnaningsih & Laksmi, 2005). Umbi porang juga baik dimanfaatkan untuk

program diet. Selain itu, umbi porang juga mengandung mineral tinggi yang dapat mempercepat proses metabolisme tubuh (Mutmaidah & Rozi, 2015).

2.2 Kultur Secara *in vitro*

2.2.1 Kajian Kultur *in vitro* dalam Perspektif Islam

Manusia sebagai khalifah di bumi yang berperan sebagai ilmuwan islami yang dalam melakukan suatu tindakan harus berdasarkan pada etika dan nilai-nilai keislaman. Manusia tidak bisa membuat apa yang dibuat oleh Allah SWT. dan hanya bisa mengembangkan atau melestarikan saja seperti melakukan budidaya dan perbanyakkan melalui teknik kultur *in vitro*.

Allah berfirman dalam surat QS. Al-Anam ayat 95 yaitu:

إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَىٰ يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ الْمَيِّتِ مِنَ الْحَيِّ ذَٰلِكُمُ اللَّهُ فَأَنَّى تُؤْفَكُونَ ۝

Artinya: “*Sesungguhnya Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan. Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup. (Yang memiliki sifat-sifat) demikian ialah Allah, maka mengapa kamu masih berpaling?*” (QS. Al-Anam [6]: 95).

Berdasarkan ayat tersebut, manusia dapat mengambil pelajaran bahwa Allah menumbuhkan tumbuh-tumbuhan seperti porang. Allah juga mengeluarkan yang hidup dari yang mati. Terjemahan “*Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati*” merupakan inspirasi dari teknik kultur jaringan tumbuhan. Prinsip yang digunakan yaitu menumbuhkan tanaman dari bagian organ tanaman yang tidak utuh, untuk ditumbuhkan dan dikembangkan menjadi tumbuhan yang utuh dan lengkap, akan

tetapi semua hal tersebut atas izin Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*.

Tugas manusia sebagai kholifah di bumi yaitu untuk memakmurkan bumi atas dasar ketaatan kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*. Oleh karena itu, manusia perlu mengatasi permasalahan dan mencari solusi untuk mencapai kemakmuran, termasuk permasalahan terkait pemenuhan bibit porang yang dapat ditingkatkan melalui teknik perbanyakannya, salah satunya yaitu melalui teknik kultur *in vitro*.

2.2.2 Pengertian Kultur *in vitro*

Kultur *in vitro* merupakan suatu teknik untuk memperbanyak tanaman dengan mengisolasi bagian tanaman dari kondisi alami ke kondisi aseptik (Azriati, 2010). Bagian dari tanaman seperti protoplasma, sel, jaringan, maupun organ ditumbuhkan dalam suatu lingkungan yang terkendali dan dalam keadaan aseptik atau bebas mikroorganisme (Santoso dan Nursandi, 2004). Menurut Kumianjani *et al.* (2015) potongan jaringan yang diambil mampu mengadakan persebaran, perpanjangan, pembelahan sel serta dapat membentuk suatu massa sel yang belum terdiferensiasi (*callus*), tunas (*shootlet*), akar (*rootlet*), maupun tanaman lengkap (*planlet*).

Dasar kultur *in vitro* berkaitan dengan teori yang disampaikan oleh Schleiden dan Schwann pada tahun 1838 tentang sifat totipotensi pada sel. Teori totipotensi (*Total Genetic Potential*) tersebut menyatakan pada prinsipnya, sel mampu beregenerasi menjadi tanaman yang lengkap jika ditumbuhkan pada lingkungan yang sesuai (Zulkarnain, 2018). Pada umumnya sifat totipotensi dimiliki oleh tumbuhan yang masih muda (*juvenil*) dan aktif membelah. Oleh karena itu, bahan tanam (*eksplan*) yang sering digunakan adalah bagian tumbuhan seperti ujung akar,

tunas, pucuk daun, biji, kepala sari, dan sebagainya (Nasution, 2013).

2.2.3 Keunggulan Kultur *in vitro*

Teknik kultur *in vitro* telah lama berkembang. Menurut Zulkarnain (2018), Teknik kultur *in vitro* memiliki prospek yang lebih baik dari metode perbanyakan tanaman secara konvensional dikarenakan keuntungan-keuntungan berikut ini. Pertama, jutaan klon dapat dihasilkan dalam kurun waktu setahun hanya dari sebagian kecil material awal (eksplan). Kedua, teknik kultur *in vitro* menawarkan suatu alternatif untuk spesies yang sulit berkembang biak secara konvensional dengan melakukan manipulasi faktor lingkungan, termasuk penggunaan zat pengatur tumbuh. Ketiga, berpeluang besar untuk mempercepat proses pertukaran bahan tanaman di tingkat International sehingga diperoleh bibit unggul yang bebas penyakit. Keempat, teknik *in vitro* tidak tergantung pada musim karena semua proses dilakukan di lingkungan terkendali baik di laboratorium maupun rumah kaca.

2.2.4 Faktor Keberhasilan Kultur *in vitro*

Keberhasilan dalam kultur *in vitro* dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu:

1. Seleksi Bahan Eksplan

Eksplan merupakan bagian tanaman yang digunakan sebagai bahan tanam pada media kultur *in vitro*. Eksplan yang digunakan berasal dari jaringan muda yang aktif membelah seperti ujung akar, tunas, pucuk daun, biji, kepala sari, dan sebagainya (Nasution, 2013). Seleksi bahan eksplan diharapkan dapat memperoleh

keseragaman dalam pertumbuhan eksplan. Pierik (1997) menyatakan bahwa terdapat tiga aspek yang perlu diperhatikan dalam proses penyeleksian bahan diantaranya yaitu genotip, umur, dan kondisi fisiologis eksplan.

Selain itu, ukuran eksplan juga dapat mempengaruhi keberhasilan kultur *in vitro*. Ukuran eksplan yang kecil dapat mengurangi peluang adanya kontaminasi (Alitalia, 2008). Akan tetapi, eksplan berukuran kecil tersebut lebih besar kemungkinannya untuk mengalami kerusakan selama penanganan kultur dan lebih peka terhadap kegagalan fase awal kultur (Zulkarnain, 2018).

2. Faktor Lingkungan

Keadaan lingkungan kultur juga memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan eksplan, termasuk pH, kelembaban, cahaya, serta suhu. Menurut Nursandi (2002) kemampuan sel tanaman tumbuh dan berkembang dalam pH yang berkisar relatif sempit serta pada suhu tertentu. Suhu yang optimal dapat mempengaruhi pertumbuhan eksplan (Basri, 2016). Secara umum, suhu ruang inkubasi adalah 25⁰C atau sekitar 17-32⁰C. Suhu optimal dapat mempengaruhi pertumbuhan eksplan. Jika suhu tidak mencapai batas optimal, maka pertumbuhan eksplan akan terhambat (Basri, 2016).

Cahaya adalah aspek yang juga memengaruhi tumbuhnya eksplan. Dibutuhkan cahaya tinggi untuk tanaman yang tumbuh dengan kondisi normal dibandingkan tanaman yang tumbuh diruang kultur (Basri, 2016). Menurut Dwiyani (2015), sel tanaman pada saat dikultur bersifat heterotrof dan tidak melakukan fotosintesis secara efisien. Media kultur yang sudah memenuhi kebutuhan untuk pertumbuhan eksplan perlu dibantu dengan pemberian cahaya.

3. Media Kultur *In Vitro*

Media kultur *in vitro* merupakan media steril yang di dalamnya memiliki nutrisi dan dapat membantu proses pertumbuhan eksplan yang ditanam (Mariska, 2003). Sebagian besar media kultur *in vitro* yang umum digunakan merupakan hasil modifikasi dari media kultur yang telah dikembangkan sebelumnya (Zulkarnain, 2018). Salah satu jenis media yang sering digunakan yaitu media MS. Menurut Marlina (2004) kandungan media MS berupa unsur hara makro dan mikro yang lengkap serta vitamin (Tabel 2.1), sehingga sering digunakan untuk media pertumbuhan kultur *in vitro*. Komposisi media yang diatur mengandung gabungan garam mineral, protein, unsur makronutrien dan mikronutrien, sumber karbon, dan vitamin (Zulkarnain, 2009).

ZPT yang ditambahkan pada media kultur *in vitro* bertujuan dalam peningkatan produktifitas fitohormon alami atau sebagai pengganti fitohormon yang jumlah produktifitasnya rendah (Pujiasmanto, 2020). Fitohormon dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan laju pertumbuhan yaitu sebagai perangsang (promotor) dan penghambat (inhibitor) (Istiqomah *et al.*, 2017).

Tabel 2.1. Kandungan hara pada media MS

No.	Komponen	Komposisi (mg/l)
Unsur Makro		
1.	NH ₄ NO ₃	1.650
2.	KNO ₃	1.900
3.	CaCl ₂ . 2H ₂ O	332,2
4.	MgSO ₄ . 7H ₂ O	370
5.	KH ₂ PO ₄	170
Unsur Mikro		
6.	KI	0,83
7.	H ₃ BO ₃	6, 2
8.	MnSO ₄ .H ₂ O	16,9
9.	ZnSO ₄ . 7H ₂ O	8,6
10.	Na ₂ MoO ₄ . 2H ₂ O	0,25
11.	CuSO ₄ . 5H ₂ O	0,025
12.	CoCl ₂ . 6H ₂ O	0,025
13.	Na ₂ EDTA	37,3
14.	FeSO ₄ . 7H ₂ O	27,8
Vitamin dan Asam Amino		
15.	Thiamin HCL	0,1
16.	Asam nikotinic	0,5
17.	Pyridoxin HCL	0,5
18.	Glycine	2,0
19.	Myo-inositol	100

Sumber: Hendaryono & Wijayani (2006).

2.3 Subkultur

Subkultur merupakan proses pemindahan planlet dari medium lama ke medium baru, baik satu jenis ataupun jenisnya berbeda (Yuliarti, 2010). Ketersediaan nutrisi pada media tanam penting untuk dijaga, sehingga tanaman yang dikultur perlu disubkultur secara berkala (Retno, 2017). Tahapan subkultur diawali dengan pemotongan beberapa bagian eksplan yang akan disubkultur dengan ukuran yang lebih kecil. Kemudian diseleksi bagian yang berpeluang tumbuh dan berkembang dengan baik. Tujuan subkultur salah satunya yaitu untuk memperbanyak jumlah tanaman yang dikultur baik berupa sel, jaringan, maupun organ (Retno, 2017).

2.4 Multiplikasi

Multiplikasi merupakan bagian tahapan dalam kultur *in vitro* untuk memperbanyak tanaman dengan melakukan proses inisiasi kembali bagian tanaman yang sebelumnya sudah dikultur (Yuliarti, 2010). Sel yang bersifat meristematik sering digunakan sebagai bahan multiplikasi, karena pembelahan pada selnya masih berlangsung (Hidayat, 1995). Perbanyak tanaman dengan menggunakan teknik multiplikasi tunas menjadi metode yang sering dilakukan karena jangkauan waktu yang lebih cepat serta kecilnya peluang terjadinya penyimpangan genetik (Gunawan, 1992). Bagian tunas jika ditinjau anatominya diketahui memiliki jaringan meristem dengan sel yang aktif melakukan pembelahan, selain itu bagian tunas berpeluang kecil mengalami penyimpangan genetik karena tidak dihasilkan dari kombinasi genetik seperti biji.

2.5 Zat Pengatur Tumbuh (ZPT)

Tumbuhan dapat menghasilkan senyawa organik yang tidak tergolong unsur hara mampu mempengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman dengan jumlah konsentrasi yang rendah (Istiqomah *et al.*, 2017). Senyawa organik tersebut disebut fitohormon, yang dibagi menjadi dua kelompok yaitu sebagai promotor (perangsang) dan inhibitor (penghambat) pada pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman. Menurut Pujiasmanto (2020) pemahaman terhadap fitohormon yang semakin meningkat sehingga sering didapatkan serta dihasilkan produk berupa senyawa buatan yang memiliki persamaan dengan hormon endogen dalam mempengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Senyawa yang bersifat sintetik disebut dengan zat pengatur tumbuh (ZPT).

Zat pengatur tumbuh (ZPT) merupakan senyawa organik yang bukan golongan nutrisi dan dibutuhkan dalam konsentrasi relatif rendah sebagai pemacu pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang dikultur (Arif *et al.*, 2016). ZPT yang diberikan pada media kultur bertujuan sebagai peningkat laju pembentukan fitohormon yang sudah tersedia atau dapat menggantikan peranan dan fungsi hormon endogen yang jumlah produksinya belum terpenuhi secara maksimal. Beberapa faktor yang mempengaruhi respon positif tanaman yang diakibatkan oleh pemberian ZPT yaitu jenis ZPT yang digunakan, jenis tanaman yang diberi ZPT, fase tumbuh tanaman yang diberi ZPT, konsentrasi serta cara pemberian ZPT yang tepat pada suatu jenis tanaman (Saefas *et al.*, 2017).

Pemberian ZPT pada media dibutuhkan dalam proses pertumbuhan serta diferensiasi tanaman. Media kultur yang tidak ditambahkan dengan ZPT dapat

menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat atau tidak tumbuh sama sekali. Penggunaan ZPT yang tepat dapat menentukan keberhasilan pembentukan tunas dan organ-organ lainnya (Mulyaningrum *et al.*, 2012). Zat pengatur tumbuh pada umumnya terbagi atas 5 golongan yaitu hormon auksin, hormon giberelin, hormon etilen, hormon asam absisat, dan hormon sitokinin (Prihatini, 2017).

Menurut Gaba (2005), hormon sitokinin dapat memacu terbentuknya tunas, pemecahan masa dormansi, dan memiliki peranan dalam pembelahan dan morfogenesis sel. Kadar hormon yang seimbang dapat mengurangi resiko pertumbuhan tunas yang tidak normal (dorman). Hormon sitokinin bekerja sama dengan hormon auksin dalam meningkatkan laju pembelahan dan diferensiasi sel. Konsentrasi hormon yang semakin tinggi pada batas yang ditentukan mampu meningkatkan pertumbuhan tunas, sedangkan pada konsentrasi yang melebihi batas yang ditentukan tingkat pertumbuhan tunas akan menurun. Ferdous *et al.* (2015) menyebutkan jika semakin tinggi kadar sitokinin yang diberikan akan menghasilkan jumlah tunas yang semakin banyak. Peningkatan hasil multiplikasi tunas dipengaruhi oleh hormon yang diberikan seperti sitokinin tunggal maupun sitokinin dengan kadar yang tinggi (Naz *et al.*, 2015).

Peranan sitokinin dalam pembelahan sel bersifat penting seperti kemampuan sitokinin dalam peningkatan hasil sintesis protein (Wijayani *et al.*, 2007). Hasil sintesis protein berupa protein pembangun dibutuhkan dalam proses pembelahan sel (mitosis). Selain itu, hormon sitokinin berperan sebagai pengontrol gen KNOX (*Knotted Like Homeobox*), yaitu gen yang dapat memberi sinyal pada protein yang berfungsi sebagai perangsang pertumbuhan dan untuk memelihara sel-sel yang aktif

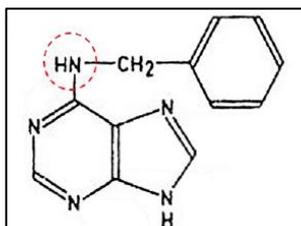
membelah pada jaringan meristem batang bagian ujung. Li *et al.* (2017) menyebutkan bahwa hormon sitokinin turunan adenin yang sering digunakan dalam kultur *in vitro* diantaranya yaitu kinetin (KIN), zeatin (ZT), thidiazuron (TDZ) dan *benzyl adenine* (BA).

2.6 Benzyl Adenine (BA)

Benzyl Adenine (BA) merupakan senyawa organik menyerupai sitokinin yang banyak digunakan dalam perbanyakan *in vitro*. Menurut Savelieva *et al.* (2018) *Benzyl Adenine* (BA) merupakan ZPT yang paling banyak digunakan untuk induksi pembelahan sel dan diferensiasi pucuk (tunas) dalam kultur *in vitro*. Sitokinin memiliki peranan penting dalam proses pembentukan bagian tanaman dan mengatur proses mitosis (Karjadi & Buchory, 2008) selain itu sitokinin berperan untuk menstimulus terbentuknya tunas baru, sebagai perangsang sel yang mengalami dormansi, dan memberikan pengaruh pada proses metabolisme didalam sel. Penambahan sitokinin eksogen diperlukan karena gabungan sitokinin alami dengan ZPT eksogen dapat memicuterbertentuknya tunas baru (Panjaitan *et al.*, 2014).

Penggunaan BA berpengaruh terhadap fisiologis eksplan seperti menstimulus proses mitosis pada sel dan organogenesis, mencegah terjadinya penuaan, serta meningkatkan pertumbuhan tunas lateral (Salisbury & Ross, 1995). Menurut Abidin (1983), BA memiliki karakter yang tidak mudah didegradasi oleh enzim sehingga kemampuan respon yang dihasilkan dapat berpengaruh dalam waktu yang lama serta sulit dirubah oleh sistem enzim yang terdapat dalam tanaman. Hasil penelitian Ahmad & Anis (2005) pada tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.)

yang menghasilkan tunas terbaik pada kombinasi 1 mg/l BA dan 200 mg/l hidrolisat kasein.



Gambar 2.4. Struktur kimia BA (Mangena, 2020).

2.7 Asam Amino

Pertumbuhan tanaman kultur secara maksimal dapat ditingkatkan melalui media kultur yang dirancang dengan memberikan bahan organik seperti asam amino (Widiastoety, 2001). Asam amino merupakan unit dasar yang terdapat pada struktur protein. Menurut Hames & Hooper (2005) kelompok asam amino terbagi menjadi dua golongan yaitu asam amino esensial dan asam amino non-esensial. Karakter struktur basa yang sama ditemukan pada asam amino alami dan asam amino buatan, namun terdapat perbedaan gugus R yang dapat menjadi pembeda antar asam amino (Winarno, 2008).

Asam amino berperan penting dalam penyusunan protein dan penyedia nitrogen yang dapat digunakan dalam proses pembentukan tunas, penginduksian kalus, serta proses embriogenesis (Das & Mandal, 2010). Selain itu, asam amino juga berperan sebagai tempat penyimpanan nitrogen dan menyediakan jalur yang

efektif dalam proses pembentukan nitrogen selama terjadinya proses metabolisme (Greenwell & Ruter, 2018).

2.8 Hidrolisat Kasein

Proses mitosis pada sel tergolong aktivitas biokimia dengan laju reaksi yang dapat dipercepat dengan bantuan enzim, maka dari itu penambahan asam amino pada media mampu meningkatkan laju pembelahan sel. Asam amino terbagi menjadi dua kelompok yaitu golongan asam amino tunggal dan golongan asam amino kompleks (George *et al.*, 2008). Hidrolisat kasein termasuk dalam asam amino kompleks karena susunannya berupa asam amino sebanyak 18 macam yang tercampur dan komposisinya belum diketahui secara pasti (Siregar *et al.*, 2010).

Hidrolisat kasein mampu berperan sebagai sumber nitrogen organik didalam media (Gunawan, 1992; Lestari & Yunita, 2008). George *et al.* (2008) menjelaskan bahwa sumber nitrogen dalam media kultur diperoleh dari ammonium, garam nitrat, serta komponen organik seperti hidrolisat kasein. Narayanswamy (2007) menjelaskan kemampuan hidrolisat kasein sebagai penyedia berbagai asam amino yang berperan penting dalam pertumbuhan tanaman.

Menurut Garvita & Handini (2011), susunan protein berupa asam amino dapat memberikan pengaruh terhadap proses pertumbuhan dan morfogenesis dalam kultur *in vitro*. Struktur dan fungsi sel pada makhluk hidup dipengaruhi oleh peran protein. Fungsi sel dipengaruhi dalam proses sintesis enzim, sedangkan bagi struktur sel tumbuhan pengaruh yang dihasilkan oleh protein berkaitan dengan pembentukan partikel protein di dalam sel. Kosmiatin *et al.* (2014), menjelaskan adanya penambahan sumber nitrogen dalam media kultur dapat meningkatkan

jumlah asam amino dalam penyusunan protein. Jenis asam amino berupa hidrolisat kasein yang ditambahkan pada media berfungsi untuk memacu proses pertumbuhan eksplan. (Istiningdyah *et al.*, 2013).

Menurut George *et al.* (2008), pertumbuhan tunas akan meningkat dengan penambahan hidrolisat kasein. Penelitian Sakalani *et al.* (2015) menyebutkan bahwa konsentrasi hidrolisat kasein 100 mg/l pada media *in vitro* dapat memberikan pengaruh terhadap peningkatan jumlah tunas jenitri (*Eleacarpus sphaericus*). Gao *et al.* (2003) melakukan penelitian menggunakan hidrolisat kasein dengan konsentrasi 200 mg/l pada *Amorpha fruticose* berpengaruh terhadap jumlah tunas yang meningkat per subkultur. Penelitian multiplikasi tunas melon (*Cucumis melo* L.) yang telah dilakukan oleh Istiningdyah *et al.* (2013) menggunakan hidrolisat kasein dengan konsentrasi 150 mg/l dapat memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah tunas dengan hasil yang lebih baik.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini bersifat eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 2 faktor perlakuan yaitu kombinasi konsentrasi BA (0 mg/l; 2 mg/l; 3 mg/l; 4 mg/l) dan hidrolisat kasein (0 mg/l; 50 mg/l; 100 mg/l; 150 mg/l; 200 mg/l). Terdapat 20 perlakuan dengan 3 ulangan sehingga jumlah keseluruhan yaitu 60 unit percobaan yang terdiri dari seperti pada Tabel 3.1

Tabel 3.1. Kombinasi konsentrasi BA dan hidrolisat kasein

Konsentrasi BA	Konsentrasi Hidrolisat Kasein				
	0 mg/l	50 mg/l	100 mg/l	150 mg/l	200 mg/l
0 mg/l	B0C0	B0C1	B0C2	B0C3	B0C4
1 mg/l	B1C0	B1C1	B1C2	B1C3	B1C4
2 mg/l	B2C0	B2C1	B2C2	B2C3	B2C4
3 mg/l	B3C0	B3C1	B3C2	B3C3	B3C4

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai Agustus 2021. Penelitian bertempat di Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan, Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini:

- 1) Variabel bebas: konsentrasi BA dan hidrolisat kasein yang berbeda.
- 2) Variabel terikat: hari muncul tunas, jumlah tunas, dan tinggi tunas porang.
- 3) Variabel terkontrol: suhu, cahaya, medium MS, pH, waktu pengamatan, dan jenis porang *Amorphophallus muelleri* Blume.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Alat yang dibutuhkan antara lain: alat diseksi, cawan petri, botol kultur, rak botol, erlenmeyer, autoklaf, gelas ukur, gelas beaker, *Laminar Air Flow* (LAF), *Air Conditioner* (AC), lampu neon, gunting, korek api, bunsen, panci, kompor gas, *hot plate* dan *magnetic stirrer*, kompor gas, timbangan analitik, pengaduk, oven, keranjang, *sprayer*, mikropipet, spuit, penggaris dan kamera digital.

3.4.2 Bahan

Bahan yang dibutuhkan diantaranya tanaman yang dikultur berupa tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) hasil tiga kali subkultur dengan ukuran eksplan yang digunakan 0,5 cm, hidrolisat kasein, media MS, zat pengatur tumbuh BA, agar, gula, plastik, karet, *tissue*, *aluminium foil*, kertas label, pH indikator, alkohol 70 %, alkohol 96%, aquades, spirtus, HCl 1 N, dan NaOH 1 N.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Sterilisasi Alat

Proses sterilisasi dimulai dengan pencucian alat menggunakan sabun pencuci piring, lalu dilakukan pembilasan sampai bersih. Alat-alat berbahan logam disterilkan dengan autoklaf harus dibungkus dengan aluminium foil terlebih dahulu,

sedangkan cawan petri harus dibungkus dahulu menggunakan kertas. Selanjutnya, semua alat yang telah terbungkus rapi dimasukkan ke dalam plastik transparan yang bersifat tahan terhadap suhu panas lalu diikat dengan karet secara rapat. Sterilisasi dilakukan dengan suhu mencapai 121°C selama 30 menit.

3.5.2 Pembuatan Stok Hormon

Pembuatan larutan stok hormon dengan konsentrasi 100 ppm diawali dengan menimbang sebanyak 10 mg serbuk hormon BA, lalu ditambahkan 100 ml aquades dan dilarutkan sampai homogen. Larutan yang sudah tercampur rata dimasukkan ke dalam botol, kemudian ditutup dengan *aluminium foil* yang dilapisi dengan plastik serta diikat dengan karet. Setelah selesai digunakan, larutan stok hormon disimpan di dalam lemari pendingin untuk menjaga kualitas stok hormon.

3.5.3 Pembuatan Media

1. Media Subkultur Tunas

Pembuatan media subkultur planlet sebanyak 1000 ml, dilakukan dengan melarutkan media *Murashige and Skoog* (MS) (4.43 gram) dan gula (30 gram) pada gelas beaker yang ditambahkan 1000 ml aquades. Proses pelarutan media dibantu *magnetic stirrer* dan *hot plate*. Derajat keasaman media diukur menggunakan kertas pH *universal*, apabila pH menunjukkan kurang dari angka 6 maka ditambahkan NaOH 1 N pada media dan apabila pH menunjukkan lebih dari angka 6 maka ditambahkan HCl 1 N pada media. Selanjutnya ditambahkan 10 gram agar pada media tersebut dan dimasak hingga mendidih lalu dimasukkan media kultur yang sudah matang sebanyak ± 10 ml ke dalam botol, lalu ditutup menggunakan plastik

tahan panas, kemudian diberi ikat karet, dan label jenis media dan tanggal pembuatan media.

2. Media BA + Hidrolisat Kasein

Langkah pertama yang dilakukan dengan menimbang sebanyak 0,886 gram media *Murashige and Skoog* (MS) dan 6 gram gula masing-masing penimbangan diulang 5 kali. Selanjutnya menimbang 0,5 gram agar diulang 20 kali serta hormon BA dan hidrolisat kasein tergantung dengan konsentrasi yang digunakan. setelah ditimbang, bahan-bahan dimasukkan ke dalam gelas beaker (kecuali agar dan BA) kemudian dihomogenkan dengan menambahkan aquades sampai batas volume media yang telah ditentukan. Proses pelarutan media dibantu *magnetic stirrer* dan *hot plate*. Selanjutnya dilakukan penambahan hormon BA pada media dengan konsentrasi yang sudah ditentukan. Derajat keasaman media diukur menggunakan kertas pH *universal*, apabila pH menunjukkan kurang dari angka 6 maka ditambahkan NaOH 1 N pada media dan apabila pH menunjukkan lebih dari angka 6 maka ditambahkan HCl 1 N pada media. Selanjutnya ditambahkan 10 gram agar pada media tersebut dan dimasak hingga mendidih lalu dimasukkan media kultur yang sudah matang sebanyak ± 10 ml ke dalam botol, lalu ditutup menggunakan plastik tahan panas, kemudian diberi ikat karet, dan label jenis media dan tanggal pembuatan media.

3.5.4 Sterilisasi Media

Media yang sudah tertutup rapi ditata di keranjang. Selanjutnya dimasukkan ke dalam autoklaf untuk disterilisasi. Aquades yang ada di dalam autoklaf ditambahkan sampai batas yang telah ditentukan. Autoklaf diatur pada suhu 121°C

dengan tekanan 1 atm selama 30 menit. Untuk membuka autoklaf, ditunggu suhu turun hingga 60°C.

3.5.5 Sterilisasi Ruang Tanam

Ruang tanam disterilisasi dengan membersihkan lantai dengan alat pel hingga bersih. Kemudian meja *Laminar Air Flow* (LAF) disemprot alkohol 70% dan dibersihkan menggunakan *tissue*, lalu sinar UV dinyalakan selama 20 menit untuk sterilisasi tingkat lanjut. Setelah 20 menit, sinar UV dimatikan dan blower dinyalakan selama melakukan kegiatan di dalam LAF. Pembersihan meja LAF dengan alkohol 70% penting dilakukan sebelum kegiatan inisiasi dimulai.

3.5.6 Subkultur dan Pemilihan Eksplan

Laminar Air flow (LAF) sebelum digunakan terlebih dahulu disterilkan dengan alkohol 70%, kemudian dipersiapkan alat subkultur yang sudah steril, kemudian alat diseksi direndam dalam alkohol 96%, serta dibakar api dari bunsen saat proses penanaman berlangsung. Untuk mendinginkan alat diseksi yang masih panas yaitu dicelupkan ke dalam botol yang berisi air steril. Pemindahan tunas atau subkultur ke media perlakuan dengan pemilihan eksplan yang digunakan yaitu eksplan yang telah dilakukan tiga kali subkultur. Eksplan yang dipilih memiliki tinggi 0,5 cm.

3.5.7 Pengamatan

Pengamatan pada penelitian ini terdiri dari pengamatan harian dan pengamatan akhir. Pengamatan harian dilakukan hampir setiap hari terhadap hari muncul tunas porang. Sedangkan pengamatan akhir dilakukan setelah 6 minggu

setelah tanam (MST) terhadap jumlah tunas porang dan tinggi tunas porang.

Parameter yang diamati antara lain:

1. Hari Muncul Tunas

Hari muncul tunas merupakan hari dimana awal tunas adventif muncul berukuran minimal 1 mm setelah dilakukan subkultur dan memiliki arah tumbuh ke atas.

2. Jumlah Tunas

Jumlah tunas dihitung dari jumlah tunas yang tumbuh pada eksplan.

3. Tinggi Tunas (cm)

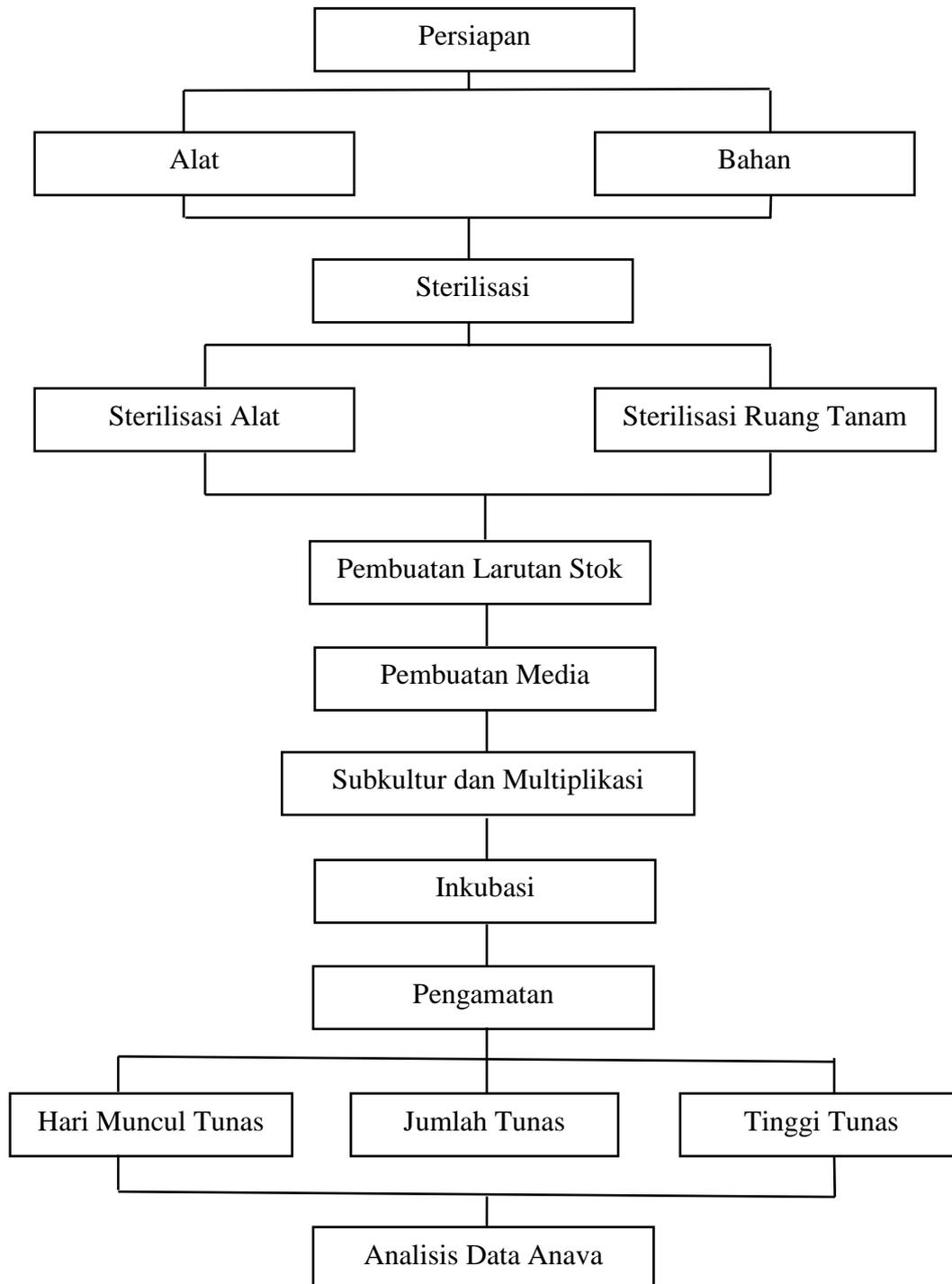
Pengukuran tunas dilakukan menggunakan penggaris dengan cara menempelkan alat ukur ke dinding botol kultur yang dimulai dari pangkal batang hingga daun tertinggi.

3.5.8 Analisis Data

Data yang diperoleh merupakan data yang bersifat kuantitatif, kemudian dianalisis dengan *Analysis of Variant* (ANOVA) menggunakan aplikasi SPSS 16.0. Jika hasil uji ANAVA berbeda nyata, selanjutnya akan di uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5%. Selain itu, data yang diperoleh dalam penelitian ini dianalisis dan diintegrasikan dengan ayat-ayat Al-Qur'an dan tafsirnya maupun Hadist yang mendukung.

3.6 Alur Penelitian

Gambaran alur dari penelitian yang dilakukan adalah:



Gambar 3.1. Alur kegiatan penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh 6-Benzyl Adenine (BA) Terhadap Hasil Multiplikasi Subkultur Tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Perlakuan 6-Benzyl Adenine (BA) terhadap hasil multiplikasi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) berdasarkan hasil analisis varian (ANOVA) disajikan pada Tabel 4.1 hasil ANOVA pengaruh perlakuan BA terhadap hasil multiplikasi tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).

Tabel 4.1 Hasil ANOVA pengaruh BA terhadap hasil multiplikasi subkultur tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Variabel	F Hitung	F Tabel 5%
Hari muncul tunas (HST)	0,77778 ^{tn}	4,06
Jumlah tunas	11,66667*	4,06
Tinggi tunas (cm)	4,503546*	4,06

Keterangan: ^(tn) perlakuan BA tidak berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

(*) perlakuan BA berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

Berdasarkan hasil ANOVA diketahui bahwa pada variabel hari muncul tunas (HMT), nilai F hitung < nilai F tabel 5% (Tabel 4.1), yang menunjukkan bahwa perlakuan BA tidak berpengaruh nyata terhadap hari muncul tunas (HMT). Hal tersebut diduga terjadi karena adanya zat pengatur tumbuh yang secara alami sudah

terkandung dalam eksplan tunas porang dan sudah mampu memenuhi jumlah yang dibutuhkan dalam proses fisiologis eksplan porang tersebut. Menurut Bella *et al.* (2016), faktor gen yang terdapat pada tanaman dapat mempengaruhi kemampuan pertumbuhan pada tunas eksplan.

Hasil analisis ANAVA pada variabel jumlah tunas dan tinggi tunas diketahui F hitung $>$ nilai F tabel 5% (Tabel 4.1), yang menunjukkan bahwa perlakuan BA berpengaruh terhadap jumlah tunas dan tinggi tunas. Hal ini sesuai dengan pendapat Strosse *et al.* (2004) bahwa jenis sitokinin dan konsentrasi yang digunakan dapat mempengaruhi peningkatan hasil multiplikasi tunas. Dengan demikian, dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% pada variabel pengamatan jumlah tunas dan tinggi tunas untuk mengetahui perbedaan taraf pengaruh antar masing-masing perlakuan (Tabel 4.2).

Tabel 4.2 Hasil uji DMRT pengaruh BA terhadap hasil multiplikasi subkultur tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Konsentrasi BA	Variabel	
	Jumlah tunas	Tinggi tunas (cm)
0 mg/l	2,33a	0,33a
1 mg/l	3,00a	0,46a
2 mg/l	6,00b	0,60ab
3 mg/l	3,33a	0,90b

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan pemberian BA tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%

Hasil uji DMRT 5% terhadap jumlah tunas menunjukkan bahwa konsentrasi 2 mg/l BA merupakan konsentrasi yang efektif dengan rerata 6,00 tunas (Tabel 4.2), hasil ini berbeda nyata dengan jumlah tunas pada konsentrasi 1 mg/l BA dengan rerata 3,00 tunas dan konsentrasi 3 mg/l BA dengan rerata 3,33 tunas. Perbedaan jumlah tunas pada tiap konsentrasi BA diduga dipengaruhi oleh tingkat kemampuan suatu eksplan dalam menyerap unsur hara yang terkandung dalam media media MS dan zat pengatur tumbuh yang diberikan.

Menurut Ferdous *et al.* (2015), pemberian sitokinin dengan konsentrasi yang semakin tinggi akan meningkatkan jumlah tunas pada suatu tanaman. Namun, pemberian sitokinin dengan konsentrasi yang melebihi batas optimal akan menghasilkan kelainan pada tunas yang dihasilkan (George *et al.*, 2008). Menurut Kristina (2009), hal tersebut kemungkinan berhubungan dengan kemampuan sel dalam mencapai batas optimum konsentrasi ZPT dalam memacu diferensiasi tunas, sehingga eksplan mempunyai batas fisiologis untuk dapat berdiferensiasi.

Berdasarkan hasil uji lanjut yang dilakukan, konsentrasi 0 mg/l (perlakuan tanpa pemberian BA) menghasilkan tunas yang kurang maksimal dengan rerata 2,33 tunas (Gambar 4.1.a), hal tersebut dapat menjadi bukti bahwa tanpa penambahan zat pengatur tumbuh BA sebagai perlakuan dapat memberikan respon terhadap multiplikasi tunas porang namun dengan hasil yang kurang maksimal. Hal ini sesuai dengan George *et al.* (2008), bahwa hormon sitokinin dengan konsentrasi rendah mampu memberikan respon pada pertumbuhan tunas karena sitokinin endogen yang terkandung sudah terpenuhi.

Hasil penelitian pada variabel tinggi tunas diketahui bahwa konsentrasi yang efektif yaitu 3 mg/l BA dengan rata-rata tinggi tunas 0,90 cm (Gambar 4.1.d), hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 2 mg/l BA yaitu dengan rata-rata tinggi tunas 0,60 cm (Tabel 4.2). Hal tersebut diduga terjadi karena adanya kandungan hormon endogen yang berbeda pada eksplan tunas porang yang digunakan, sehingga penambahan BA dengan konsentrasi yang tinggi menyebabkan proses pertumbuhan eksplan porang semakin meningkat. Menurut Ngomuo *et al.* (2013) bahwa konsentrasi zat pengatur tumbuh eksogen menjadi faktor utama dalam multiplikasi tanaman untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Pertumbuhan tinggi tunas dipengaruhi oleh banyaknya jumlah tunas yang dihasilkan. Semakin banyaknya tunas yang tumbuh pada suatu eksplan, maka akan mempengaruhi nilai rata-rata tinggi tunas sehingga rata-rata tinggi tunas lebih rendah nilainya. Ramesh dan Ramassamy (2014), menyatakan bahwa semakin sedikit jumlah tunas yang muncul, maka akan terjadi peningkatan tinggi pada suatu tanaman. Hal tersebut terjadi karena energi yang dibutuhkan pada pemanjangan tunas tidak digunakan untuk proses pertumbuhan tunas baru, sehingga tidak terjadi hambatan dalam proses pemanjangan tunas.

Proses pembentukan tunas pada multiplikasi *in vitro* dimulai ketika terdapat pembengkakan (penebalan) pada bagian bawah potongan eksplan yang ditanam. Penyebab pembengkakan tersebut karena adanya aktivitas hormon sitokinin endogen yang cukup untuk mengkoordinasi sel-sel untuk membentuk individu baru (tunas) (Rainiyati *et al.*, 2007). Hasil pengaruh BA terhadap multiplikasi subkultur tunas Porang dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut:



Gambar 4.1 Hasil pengaruh BA terhadap hasil multiplikasi subkultur tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume): a. BA 0 mg/l; b. BA 1 mg/l; c. BA 2 mg/l; d. BA 3 mg/l (t: tunas).

4.2 Pengaruh Hidrolisat Kasein Terhadap Hasil Multiplikasi Subkultur Tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Hasil analisis varian (ANOVA) menunjukkan penggunaan hidrolisat kasein berpengaruh terhadap hasil multiplikasi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) (Tabel 4.3).

Tabel 4.3 Hasil ANOVA pengaruh hidrolisat kasein terhadap hasil multiplikasi subkultur tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Variabel	F Hitung	F Tabel 5%
Hari muncul tunas (HST)	7,927984*	3,47
Jumlah tunas	6,333333*	3,47
Tinggi tunas (cm)	5,14*	3,47

Keterangan: (*) pemberian hidrolisat kasein berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

Berdasarkan hasil ANOVA diketahui bahwa F hitung > nilai F tabel 5% (Tabel 4.3), hal ini menunjukkan bahwa pemberian hidrolisat kasein berpengaruh

terhadap hasil multiplikasi tunas porang pada variabel hari muncul tunas, jumlah tunas, dan tinggi tunas. Dengan demikian, dilakukan uji lanjut menggunakan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) 5% untuk menentukan perbedaan pengaruh antar taraf perlakuan (Tabel 4.4).

Tabel 4.4 Hasil uji DMRT pengaruh hidrolisat kasein terhadap hasil multiplikasi subkultur tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Konsentrasi HK	Variabel		
	Hari muncul tunas (HST)	Jumlah tunas	Tinggi tunas (cm)
0 mg/l	27,33b	3,00a	0,80bc
50 mg/l	21,66b	3,66a	0,76bc
100 mg/l	28,00b	2,00a	0,86c
150 mg/l	13,33a	7,66b	0,46a
200 mg/l	29,00b	4,33a	0,56ab

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan pemberian hidrolisat kasein tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%

Hasil uji DMRT 5% terhadap hari muncul tunas menunjukkan bahwa konsentrasi 150 mg/l hidrolisat kasein merupakan konsentrasi yang efektif dalam penelitian ini (Tabel 4.4). Berdasarkan olah data yang telah dilakukan, konsentrasi 0 mg/l hidrolisat kasein (tanpa penambahan hidrolisat kasein) sudah mampu menumbuhkan tunas dengan rerata 3,00 tunas namun dalam jangka waktu tumbuh dengan rerata 27,33 hari setelah tanam (HST). Hal tersebut tidak sesuai dengan

pendapat Imelda *et al.* (2008) bahwa hasil kultur *in vitro* berupa bibit yang banyak jumlahnya dan diperoleh dalam waktu yang singkat. Pada konsentrasi 150 mg/l hidrolisat kasein merupakan konsentrasi yang paling cepat dalam pertumbuhan tunas dengan rerata 13,33 HST, yang menunjukkan bahwa pemberian hidrolisat kasein pada media multiplikasi mampu menumbuhkan tunas pada hari ketiga belas setelah subkultur dilakukan. Hasil tersebut berbeda nyata dengan perlakuan hidrolisat kasein dengan konsentrasi 50 mg/l hidrolisat kasein (Gambar 4.2.b); rata-rata hari muncul tunas 21,66 HST.

Konsentrasi hidrolisat kasein yang efektif dalam menghasilkan jumlah tunas yaitu pada konsentrasi 150 mg/l yang menghasilkan jumlah tunas dengan rerata 7,66 tunas dan berbeda nyata dengan perlakuan hidrolisat kasein pada konsentrasi lainnya (Tabel 4.4). Hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi hidrolisat kasein yang optimum mempengaruhi jumlah tunas yang dihasilkan. Menurut George *et al.* (2008), penambahan hidrolisat kasein pada media kultur berpengaruh terhadap meningkatnya pertumbuhan tunas.

Hasil penelitian pada variabel tinggi tunas yaitu pada konsentrasi 100 mg/l hidrolisat kasein (Gambar 4.2.c) yang menghasilkan tunas dengan rata-rata tinggi tunas 0,86 cm. Hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 0 mg/l hidrolisat kasein (tanpa penambahan hidrolisat kasein) (Gambar 4.2.b) yaitu dengan rata-rata tinggi tunas 0,80 cm yang menunjukkan bahwa jumlah tunas yang dihasilkan mempengaruhi tinggi tunas yang dihasilkan. Hal ini diduga karena semakin rendah jumlah tunas yang dihasilkan mampu mempengaruhi nilai tinggi tanaman yang diperoleh. Hasil penelitian Kartini dan Karyanti (2017) menunjukkan bahwa

pemberian hidrolisat kasein dengan konsentrasi 150 mg/l mampu menghasilkan pertumbuhan tunas tertinggi dengan rerata 6,9 per eksplan pada hasil multiplikasi tunas satoimo (*Colocasia esculenta* (L.) Schott var *antiquorum*).

Kadar hidrolisat kasein yang semakin tinggi berpengaruh pada hari muncul tunas yang lebih lambat yaitu dengan rerata 29 hari setelah tanam (HST) dan hasil jumlah tunas yang menurun dengan rerata 4,33 tunas. Hal tersebut diduga karena kandungan berbagai macam asam amino yang terdapat dalam hidrolisat kasein (Siregar *et al.*, 2010). Menurut Kristina (2009), hal tersebut kemungkinan berhubungan dengan kemampuan sel dalam mencapai batas optimum, sehingga eksplan mempunyai batas fisiologis untuk dapat berdiferensiasi.

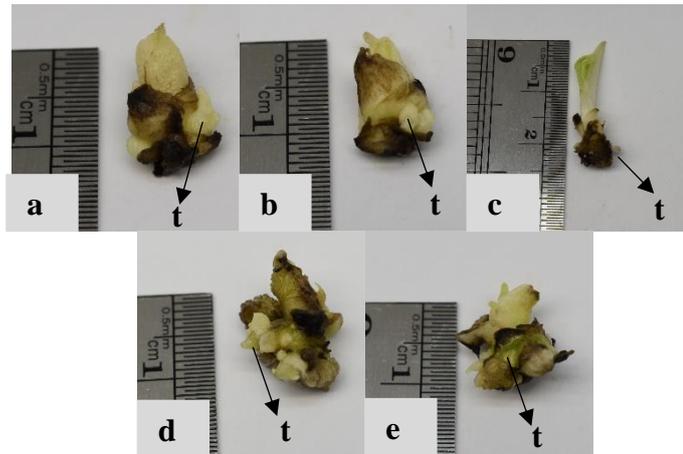
Asam amino yang ditambahkan pada media berupa hidrolisat kasein mampu merangsang dan meningkatkan pertumbuhan tunas (George *et al.*, 2008). Hidrolisat kasein merupakan salah satu sumber nitrogen yang bersifat organik dan memiliki kemampuan untuk merangsang pertumbuhan dan perkembangan jaringan (Sucandra *et al.*, 2015). Menurut Perchlik & Tegeder (2018), nitrogen yang terdapat pada tanaman memiliki peran dalam pembentukan klorofil, yang dapat meningkatkan proses fotosintesis dengan jumlah klorofil yang optimal sehingga karbohidrat bertambah dan mempercepat pertumbuhan tinggi tanaman.

Nitrogen (N) merupakan suatu zat yang penting dibutuhkan tanaman dalam proses sintesis asam amino, protein, dan sintesis metabolit penting lainnya. Menurut Kosmiatin *et al.* (2014), peran asam amino sebagai sumber nitrogen organik yang berperan penting dalam sintesis protein. Ketersediaan sumber nitrogen organik

pada media kultur *in vitro* mampu meningkatkan jumlah asam amino sebagai penyusun protein.

Hidrolisat kasein merupakan salah satu sumber nitrogen yang mudah diserap oleh tumbuhan (Widiastoety & Nurmalinda (2010). Menurut Mastur *et al.* (2015), selain diserap melalui aliran masa nitrogen juga diserap melalui proses difusi. Sucandra *et al.* (2015), menjelaskan proses difusi terjadi ketika ion di dalam dinding sel memiliki konsentrasi yang rendah, sehingga ion-ion yang masuk ke dalam dinding sel akan berubah, termasuk nitrogen organik yang direduksi menjadi NH_4^+ dan NO_3^- yang akan digunakan dalam proses metabolisme selanjutnya.

Penyerapan nitrogen pada tanaman dibantu oleh adanya asam amino transporter. Pemberian hidrolisat kasein dengan taraf yang berbeda dapat mempengaruhi kemampuan asam amino transporter sehingga pengaruhnya akan berbeda pada tiap eksplan. Pemberian asam amino dengan konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya penghambatan pada proses pertumbuhan tanaman (Wang *et al.*, 2019; Yang *et al.*, 2014; Lu *et al.*, 2018). Penelitian Wang *et al.* (2019) yang mengaplikasikan asam amino dengan kadar rendah dapat meningkatkan pertumbuhan tunas. Sehingga dapat dibuktikan bahwa asam amino yang ditambahkan pada media kultur *in vitro* mampu memberikan respon terhadap pertumbuhan tunas. Hasil pengaruh hidrolisat kasein terhadap multiplikasi subkultur tunas Porang dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut:



Gambar 4.2 Hasil pengaruh hidrolisat kasein terhadap hasil multiplikasi subkultur tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume): a. HK 0 mg/l; b. HK 50 mg/l; c. HK 100 mg/l; d. HK 150 mg/l; e. HK 200 mg/l (t: tunas).

4.3 Pengaruh Kombinasi 6-Benzyl Adenine (BA) dan Hidrolisat Kasein Terhadap Hasil Multiplikasi Subkultur Tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Hasil analisis varian (ANOVA) menunjukkan perlakuan kombinasi antara 6-Benzyl Adenine (BA) dan hidrolisat kasein berpengaruh terhadap hasil multiplikasi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) (Tabel 4.5).

Tabel 4.5 Hasil ANAVA pengaruh kombinasi *6-Benzyl Adenin* (BA) dan hidrolisat kasein terhadap hasil multiplikasi subkultur tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Variabel	F Hitung	F Tabel 5%
Hari muncul tunas (HST)	2,131*	1,85
Jumlah tunas	1,977*	1,85
Tinggi tunas (cm)	5,911*	1,85

Keterangan: (*) pemberian hidrolisat kasein berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

Berdasarkan hasil ANAVA diketahui bahwa F hitung > nilai F tabel 5%, hal ini menunjukkan bahwa kombinasi antara *6-Benzyl Adenin* (BA) dan hidrolisat kasein berpengaruh terhadap hasil multiplikasi tunas porang pada variabel hari muncul tunas, jumlah tunas, dan tinggi tunas. Dengan demikian, dilakukan uji lanjut menggunakan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) 5% untuk menentukan perbedaan pengaruh antar taraf perlakuan (Tabel 4.6).

Tabel 4.6 Hasil uji DMRT pengaruh kombinasi 6-Benzyl Adenin (BA) dan hidrolisat kasein terhadap hasil multiplikasi subkultur tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Perlakuan		Variabel		
BA (mg/l)	HK (mg/l)	Hari muncul tunas (HST)	Jumlah tunas	Tinggi tunas (cm)
0	0	27,33cde	2,33abc	0,33a
	50	21,66cd	3,66abcd	0,76bc
	100	28,00de	2,00ab	0,86c
	150	13,33ab	7,66fg	0,46a
	200	29,00de	4,33abcde	0,56ab
1	0	27,66cde	3,33abcd	0,60ab
	50	20,00bc	4,66abcdef	0,46a
	100	27,00cde	4,66abcdef	0,56ab
	150	13,33ab	7,00efg	0,46a
	200	24,66cde	6,00defg	0,43a
2	0	24,33cde	6,00defg	0,9c
	50	24,66cde	5,66defg	0,43a
	100	27,66cde	5,33cdefg	0,36a
	150	12,33a	8,33g	0,9c
	200	27,00cde	3,33abcd	0,56ab
3	0	28,00de	3,33abcd	0,46a
	50	29,66e	5,00bcdef	0,43a
	100	29,00de	3,66abcd	0,56ab
	150	28,66de	4,66abcdef	0,60ab
	200	29,66e	1,66a	0,60ab

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan pemberian hidrolisat kasein tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%

Hasil uji DMRT 5% menunjukkan bahwa konsentrasi yang efektif pada variabel hari muncul tunas adalah 2 mg/l BA dan 150 mg/l hidrolisat kasein (Gambar 4.3.h) dengan rerata 12,33 HST (Tabel 4.5). Hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan kombinasi 0 mg/l BA dan 150 mg/l hidrolisat kasein dengan rerata 13,33 HST. Penggunaan kombinasi BA dan hidrolisat kasein yang efektif

mempengaruhi variabel hari muncul tunas. Menurut Widiastoety & Nurmalinda, (2010), penambahan ZPT juga dapat ditunjang dengan pemberian sumber nitrogen yang terkandung dalam hidrolisat kasein dan dapat diserap lebih cepat oleh tanaman sehingga dapat membentuk tunas baru dalam kurun waktu yang lebih cepat.

Konsentrasi yang efektif pada hasil pengamatan jumlah tunas adalah 2 mg/l BA dan 150 mg/l hidrolisat kasein dengan rerata 8,33 tunas. Hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan konsentrasi yang efisien yaitu kombinasi 0 mg/l BA dan 150 mg/l hidrolisat kasein. Hal tersebut diduga karena kemampuan masing-masing eksplan tunas berbeda dalam proses penyerapan zat hara dalam media tanam. Menurut Zulkarnain (2018) eksplan memiliki kemampuan penyerapan yang berbeda dan dipengaruhi oleh hormon endogen maupun eksogen.

Multiplikasi tunas dengan pemberian kombinasi BA dan hidrolisat kasein sebelumnya telah dilakukan oleh Ahmad & Anis (2005) pada tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) yang menghasilkan tunas terbaik pada kombinasi 1 mg/l BA dan 200 mg/l hidrolisat kasein yaitu dengan rerata jumlah tunas 8,8 tunas. Hal ini menunjukkan terdapat perbedaan dari respon yang diterima pada setiap tanaman yang diberi perlakuan kombinasi BA dan hidrolisat kasein. Konsentrasi yang efektif pada pengamatan jumlah tunas yaitu pada konsentrasi 2 mg/l BA dan 150 mg/l dengan rata-rata tunas yang dihasilkan sebanyak 8,33 tunas, namun hasil ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan dengan konsentrasi 150 mg/l hidrolisat kasein tunggal (tanpa kombinasi BA) (Tabel 4.5).

Hasil pengamatan tinggi tunas diketahui konsentrasi yang efektif yaitu kombinasi 2 mg/l BA dan 150 mg/l dengan rata-rata tinggi tunas 0,9 cm (Gambar 4.3.h), namun hasil ini tidak berbeda nyata dengan pemberian 2 mg/l BA tunggal (tanpa kombinasi hidrolisat kasein) (Tabel 4.6). Hormon golongan sitokinin berperan dalam pembelahan sel. Ketika konsentrasi sitokinin yang diberikan sesuai, metabolisme pada eksplan akan semakin meningkat dan mempercepat pembelahan sel sehingga tunas yang terbentuk semakin banyak dan pertumbuhan tunasnya juga semakin baik. Kosmiatin *et al.* (2014) menjelaskan bahwa fungsi sitokinin yang paling utama yaitu meningkatkan pembelahan sel, menginduksi pertumbuhan tunas, serta meningkatkan jumlah klorofil pada daun.

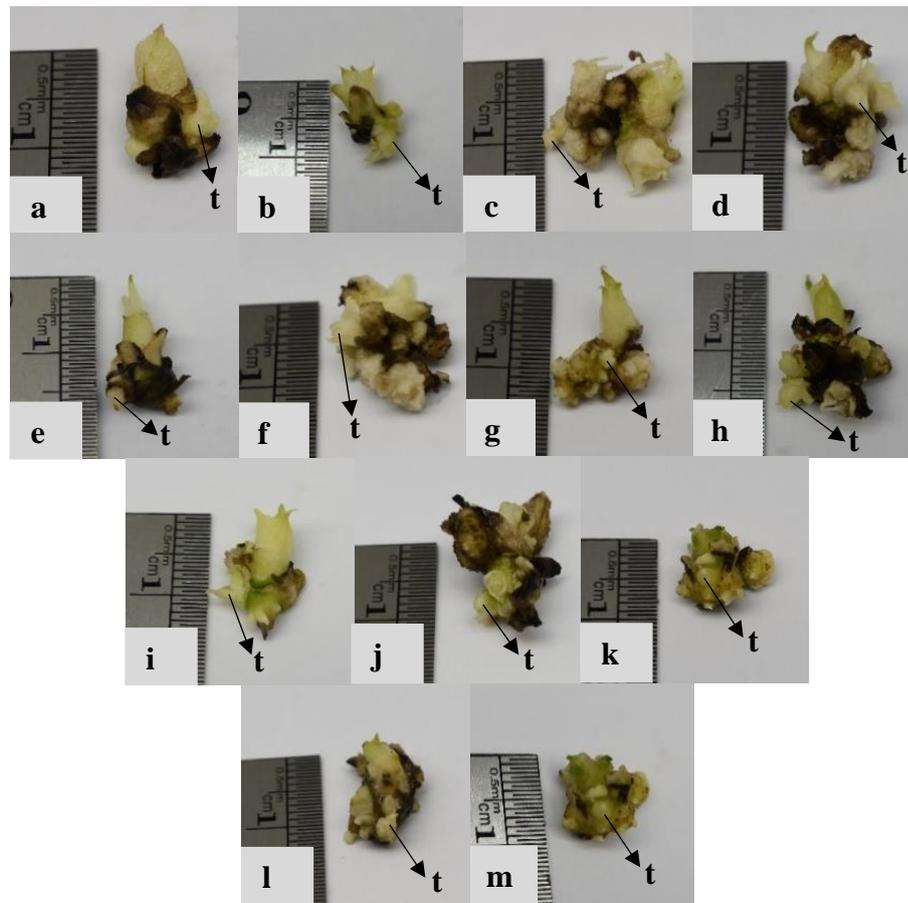
Penambahan zat pengatur tumbuh (ZPT) pada media berpengaruh pada proses pertumbuhan dan diferensiasi sel. Pertumbuhan pada tanaman yang dikultur akan mengalami keterlambatan apabila ZPT tidak diaplikasikan pada media kultur. Menurut Mulyaningrum *et al.* (2012) penggunaan ZPT yang optimal dapat berpengaruh terhadap pembentukan tunas atau organ tumbuhan yang lain. Menurut Savelieva *et al.* (2018) *Benzyl Adenine* (BA) merupakan ZPT yang paling banyak digunakan untuk induksi pembelahan sel dan pembentukan tunas dalam kultur *in vitro*.

Pembentukan organogenesis pada tanaman kultur *in vitro* yang dipengaruhi oleh penambahan ZPT juga dapat ditunjang dengan pemberian sumber nitrogen yang terkandung dalam hidrolisat kasein dan dapat diserap lebih cepat oleh tanaman (Widiastoety & Nurmalinda, 2010). Hidrolisat kasein termasuk sumber nitrogen organik yang berpengaruh dalam proses pertumbuhan dan perkembangan jaringan.

Menurut Fitriani *et al.* (2015) asam amino juga dapat berperan sebagai aktivator fitohormon dan zat pengatur tumbuh, sehingga dalam multiplikasi subkultur tunas porang pada penelitian ini diberikan perlakuan kombinasi konsentrasi BA dan hidrolisat kasein.

Peranan protein sangat penting bagi struktur dan fungsi sel pada makhluk hidup termasuk pada sel tumbuhan. Peran protein bagi struktur sel berkaitan dengan proses sintesis protein pada tumbuhan, sedangkan peran protein bagi fungsi sel berkaitan dengan penyusunan enzim. Asam amino berupa hidrolisat kasein dapat menjadi sumber nitrogen organik yang memiliki peran penting dalam proses sintesis protein pada sel-sel tanaman. Menurut Kosmiatin *et al.* (2014), sumber nitrogen yang optimal dapat meningkatkan kadar asam amino sebagai penyusun protein.

Hasil kombinasi perlakuan yang efektif menggunakan BA dan hidrolisat kasein terhadap multiplikasi subkultur tunas porang pada penelitian ini terdapat pada kombinasi konsentrasi 2 mg/l BA dan 150 mg/l hidrolisat kasein. Hasil tersebut merupakan hasil terbaik dengan jumlah tunas terbanyak yang dihasilkan pada multiplikasi subkultur tunas yang diamati. Sehingga dapat diketahui semakin banyaknya jumlah tunas yang dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan bibit porang. Hasil ini sesuai dengan pendapat Fitriani *et al.* (2015), bahwa salah satu faktor keberhasilan dari perbanyakan kultur *in vitro* adalah banyaknya jumlah tunas yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan dengan semakin banyaknya tunas yang dihasilkan dalam multiplikasi tunas maka semakin banyak pula tunas dan plantlet baru yang dihasilkan.



Gambar 4.3 Hasil pengaruh kombinasi 6-Benzyl Adenin (BA) hidrolisat kasein terhadap hasil multiplikasi subkultur tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume): a. B0C0 (0 mg/l BA dan 0 mg/l HK); b. B1C1 (1 mg/l BA dan 50 mg/l HK); c. B1C2 (1 mg/l BA dan 100 mg/l HK); d. B1C3 (1 mg/l BA dan 150 mg/l HK); e. B1C4 (1 mg/l BA dan 200 mg/l HK); f. B2C1 (2 mg/l BA dan 50 mg/l HK); g. B2C2 (1 mg/l BA dan 100 mg/l HK); **h. B2C3 (2 mg/l BA dan 150 mg/l HK)**; i. B2C4 (1 mg/l BA dan 200 mg/l HK); j. B3C1 (3 mg/l BA dan 50 mg/l HK); k. B3C2 (1 mg/l BA dan 100 mg/l HK); l. B3C3 (1 mg/l BA dan 150 mg/l HK); m. B3C4 (3 mg/l BA dan 200 mg/l HK) (t: tunas).

4.4 Dialog Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam

Tanaman yang memiliki banyak manfaat merupakan satu diantara sekian banyak rezeki yang Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* berikan kepada manusia. Bagian tanaman porang berupa umbi memiliki kandungan tinggi serat, rendah karbohidrat dan rendah kolesterol. Dalam bidang kesehatan, dapat dimanfaatkan untuk mengurangi kadar kalori dan kadar gula dalam darah bagi penderita diabetes (Retnaningsih & Laksmi, 2005). Umbi porang juga baik dimanfaatkan untuk program diet. Selain itu, umbi porang juga mengandung mineral tinggi yang dapat mempercepat proses metabolisme tubuh (Mutmaidah & Rozi, 2015). Rasulullah *Shollallahu 'Alaihi Wasallam* telah bersabda yang diriwayatkan oleh Imam Bukhari dalam kitab shahihnya yaitu:

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

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

Hadits di atas menjelaskan bahwa setiap penyakit yang diturunkan oleh Allah pasti ada obatnya. Sakit yang diderita manusia, datangnya dari Allah dan Allah pula yang akan memberikan kesembuhan bagi orang yang sakit jika Allah menghendaki. Bahan obat tersebut banyak terkandung dalam tanaman-tanaman yang ada di alam semesta ini. Sehingga manusia dipermudah oleh Allah untuk memanfaatkan segala macam tanaman yang dapat dimanfaatkan dalam bidang pengobatan, salah satu tanaman yang bermanfaat adalah porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).

Banyaknya manfaat yang terkandung dalam tanaman porang sehingga timbul permasalahan yaitu tingginya permintaan porang. Dalam perbanyakannya, porang

mengalami berbagai kendala salah satunya yaitu membutuhkan musim yang sesuai. Hal tersebut dikarenakan selama musim kemarau porang akan mengalami masa dormansi sehingga penanaman secara konvensional bisa dilakukan hanya pada musim hujan saja. Oleh karena itu sebagai khalifah di bumi, manusia diberi tugas untuk mencari solusi dari masalah tersebut sebagai wujud syukur kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*, serta sebagai bukti perkembangan ilmu pengetahuan. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini diharapkan dapat mewujudkan adanya peningkatan produksi bibit porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dengan memanfaatkan teknik kultur *in vitro*.

Anitasari *et al.* (2018) menjelaskan bahwa kultur secara *in vitro* merupakan cara perkembangbiakan bagian suatu tanaman (sel, jaringan, maupun organ) pada media pertumbuhan yang terkontrol secara aseptik di dalam botol kultur (*in vitro*). Komposisi media yang digunakan dalam teknik kultur *in vitro* disesuaikan dengan kandungan yang terdapat pada kondisi lingkungan (tanah) yang didalamnya terkandung baik unsur hara makro maupun unsur hara mikro, sehingga media tanam yang digunakan mampu memberikan nutrisi yang cukup sehingga tanaman akan tumbuh dengan baik. Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* telah berfirman dalam surah Al A'raf ayat 58 sebagai berikut:

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرِجُ نَبَاتَهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي خَبُثَ لَا يَخْرِجُ إِلَّا نَكِدًا كَذَلِكَ
نُصِرْفُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ ۝٥٨

Artinya: "Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan izin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanamannya hanya tumbuh merana.

Demikianlah kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur” (QS. Al-A’raf [7]: 58).

Berdasarkan ayat tersebut diketahui bahwa tanaman yang subur diperoleh dari tanah yang baik dikarenakan tanah tersebut memiliki unsur yang seimbang. Tafsir Ibnu Katsir (2007) menyatakan bahwa “tanah yang subur yakni tanah yang baik yang mengeluarkan tumbuhan dengan cepat dan subur. Sedangkan tanah yang tidak subur menurut Mujtahid ialah tanah yang belum dikelola dan belum siap ditanami, serta tanah lainnya yang tidak dapat ditanami”. Oleh karena itu berdasarkan berbagai penjelasan tersebut, komposisi media tanam yang digunakan dalam penelitian ini disesuaikan dengan kondisi lingkungannya yaitu tanah.

Pengembangan media tanam telah banyak dilakukan dengan komposisi dasar yang disamakan dengan komposisi tanah sehingga tanaman mampu tumbuh dengan baik. Salah satu hasil pengembangan media tanam tersebut yaitu media *Murasige & Skoog* (MS). Media MS banyak digunakan pada budidaya tanaman dengan teknik kultur *in vitro*. Selain itu, dibutuhkan bahan tambahan seperti zat pengatur tumbuh dan asam amino untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara optimal.

Tumbuhan memiliki kebutuhan ZPT dan asam amino yang berbeda, sehingga penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kadar ZPT dan asam amino yang tepat pada tanaman porang yang dibudidayakan dengan teknik kultur *in vitro*. Fitriani *et al.* (2015) menjelaskan bahwa tiap tumbuhan membutuhkan konsentrasi ZPT dan asam amino tertentu, dan tergantung dari jenis eksplan, genotip, kondisi kultur, dan

jenis ZPT yang digunakan. Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* telah berfirman dalam surah Al-Qamar ayat 49 sebagai berikut:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ۙ

Artinya: “*Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran*”. (QS. Al-Qamar [54]: 49).

Tafsir Ibnu Katsir (2007) menyatakan bahwa Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* telah menetapkan suatu ukuran dan memberikan suatu petunjuk suatu ketetapan kepada semua makhluknya. Ukuran yang sesuai tersebut berkaitan dengan kadar ZPT dan asam amino yang ditambahkan pada media pertumbuhan porang (*Amorphophallus muelleri* Blume). Pada penelitian ini diketahui bahwa penggunaan kombinasi 2 mg/l BA dan 150 mg/l hidrolisat kasein mampu menumbuhkan tunas dengan rerata jumlah tunas 8,33 tunas dalam waktu 12,33 hari setelah tanam.

Pertumbuhan pada tanaman merupakan proses terjadinya pembelahan dan pembesaran sel tanaman seperti bertambahnya jumlah sel dan pembesaran sel tanaman. Dalam perkembangannya, sel tanaman mengalami proses diferensiasi atau berubah dalam bentuk dan fungsi fisiologinya. Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* telah berfirman dalam surah Al-Insyiqaq ayat 19 sebagai berikut:

لَتَرْكَبُنَّ طَبَقًا عَن طَبَقٍ ۗ

Artinya: “*Sesungguhnya kamu melalui tingkat demi tingkat (dalam kehidupan)*” (QS. Al-Insyiqaq [84]: 19).

Tafsir Ibnu Katsir (2007), menyatakan bahwa Imam Al-Bukhari meriwayatkan dari Mujtahid, bahwa Ibnu Abbas mengatakan “*Sesungguhnya kamu melalui tingkat demi tingkat (dalam kehidupan)*”, yaitu terjadinya suatu perubahan

dari suatu keadaan menuju ke keadaan yang lain. Perubahan yang dimaksud dapat diartikan sebagai pertumbuhan. Proses organogenesis pada tanaman terjadi karena adanya pembelahan dan pemanjangan pada sel yang bersifat meristematik dan dipacu oleh ZPT dan asam amino dengan kadar optimal.

Bukti kekuasaan Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* salah satunya ditunjukkan pada hasil penelitian ini berupa tahap-tahap pertumbuhan tanaman seperti pada eksplan tunas yang akan tumbuh tunas-tunas baru. Maha suci Allah atas segala kekuasaan dan kebesaran-Nya. Manusia diciptakan sebagai khalifah di bumi untuk menjadi penguasa yang dapat mengatur, memanfaatkan, mempelajari segala yang ada di bumi untuk kemaslahatannya. Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* berfirman dalam surah Al-Imron ayat 191 sebagai berikut:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ
السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ۝

Artinya: “(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah ketika berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan ini sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka” (QS. Al-Imron [3]: 191).

Tafsir Ibnu Katsir (2007) menjelaskan bahwa “orang-orang yang mengingat Allah ketika berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring” maksudnya mereka tidak berhenti berdzikir dalam keadaan apapun, baik diucapkan dalam hati maupun diucapkan dengan lisan mereka. Kemudian maksud dari “dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi” maksudnya mereka memahami segala keagungan, kekuasaan, dan kebesaran Allah. Kemudian maksud dari ayat “Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia” artinya, bahwa

Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* menciptakan segala sesuatu bukanlah tanpa sebab, dan tanpa tujuan, melainkan penuh kebenaran, dan sebagai balasan kepada orang-orang yang beramal baik maupun buruk terhadap apa-apa yang mereka kerjakan. Kemudian mereka mengagungkan, dan mensucikan Allah dari perbuatan yang sia-sia maupun yang bathil seraya berkata “*Maha Suci Engkau*” yakni dari penciptaan yang sia-sia. “*maka peliharalah kami dari siksa neraka*” artinya, Wahai Dzat yang sempurna, peliharalah kami dari adzab neraka, dan karuniakanlah kami taufik dalam menjalankan amal yang shalih sehingga dapat menuntun kami ke Surga serta selamatkan kami dari adzab neraka yang pedih (Al-Jazairi, 2007).

Berdasarkan tafsir ayat diatas diketahui bahwa Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* menciptakan segala sesuatu di bumi ini dengan tidak sia-sia, seperti halnya tumbuhan porang. Salah satu bagian tumbuhan porang yang banyak manfaatnya yaitu bagian umbi. Kandungan yang banyak ditemukan pada umbi porang yaitu glukomannan yang dapat bernilai ekonomi yang cukup tinggi. Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* berfirman dalam Al-Qur'an Surat Az-Zumar ayat 21 sebagai berikut:

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنَابِيعَ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ يُخْرِجُ بِهِ
 زَرْعًا مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ ثُمَّ يَهِيَجُ فَتَرَاهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهُ حُطَامًا إِنَّ فِي ذَلِكَ
 لَذِكْرًا لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ۝

Artinya: “Apakah kamu tidak memperhatikan, bahwa sesungguhnya Allah menurunkan air dari langit, maka diaturnya menjadi sumber-sumber air di bumi kemudian ditumbuhkan-Nya dengan air itu tanam-tanaman yang bermacam-macam warnanya, lalu menjadi kering lalu kamu melihatnya kekuning-kuningan, kemudian dijadikan-Nya hancur berderai-derai. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat pelajaran bagi orang-orang yang mempunyai akal” (QS. Az-Zumar [39]: 21).

Ayat di atas menjelaskan agar manusia menggunakan akal dan pikirannya untuk memperhatikan alam dan sekitarnya. Pada kalimat “Apakah kamu tidak memperhatikan, bahwa sesungguhnya Allah menurunkan air dari langit” mengandung makna bahwa manusia perlu memperhatikan bahwa air yang turun dari langit melalui awan dapat diartikan sebagai turunnya hujan. Porang merupakan salah satu tanaman ciptaan Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang memiliki respon dengan adanya air (musim hujan). Sebelum musim hujan tiba, porang mengalami masa dormansi yang ditandai dengan daun yang layu dan kering. Pada saat musim hujan, porang akan mengakhiri masa dormansinya dan mulai memasuki masa pertumbuhan.

Ketergantungan terhadap kondisi musim menyebabkan kurangnya pemenuhan kebutuhan ekspor sehingga berdampak pada ekonomi masyarakat. Oleh karena itu dibutuhkan inovasi baru yaitu budidaya tanaman porang melalui teknik kultur jaringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi *6-Benzyl Adenine* (BA) dan hidrolisat kasein serta kombinasi keduanya memberikan pengaruh terhadap perbanyakan tunas porang. Hal tersebut menjadi bukti bahwa Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* telah berkehendak atas pertumbuhan dan perbanyakan tunas porang melalui Teknik kultur *in vitro*.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian multiplikasi subkultur tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) menggunakan *6-Benzyl Adenine* (BA) dan hidrolisat kasein secara *in vitro* adalah:

1. Pemberian konsentrasi 2 mg/l BA mampu meningkatkan banyaknya jumlah tunas dengan rerata 6 tunas dan tingginya tunas porang yang dihasilkan dengan rerata 0,90 cm, namun tidak berpengaruh terhadap hari muncul tunas berdasarkan uji analisisnya. Hasil penelitian ini menunjukkan perlakuan BA secara tunggal memberikan pengaruh terhadap jumlah tunas dan tinggi tunas.
2. Pemberian hidrolisat kasein yang efektif dengan konsentrasi 150 mg/l dapat mempengaruhi hasil hari muncul tunas yang cepat dengan rerata 13,33 HST; jumlah tunas yang banyak dengan rerata 7,66 tunas; serta tingginya tunas yang dihasilkan dengan rerata 0,86 cm.
3. Konsentrasi yang efektif dalam penelitian ini yaitu pada kombinasi 2 mg/l BA dan 150 mg/l hidrolisat kasein dengan hari muncul tunas tercepat dengan rerata 12,33 HST; jumlah tunas terbanyak dengan rerata 8,33 tunas; serta tingginya tunas yang diperoleh dengan rerata 0,9 cm. Hasil tersebut tidak berbeda dengan perlakuan kombinasi 0 mg/l BA dan 150 mg/l hidrolisat kasein.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu diharapkan hasil penelitian yang lebih baik tanpa kombinasi *6-Benzyl Adenine* (BA) dan hidrolisat kasein karena hasil perlakuan dengan penambahan *6-Benzyl Adenine* (BA) secara tunggal sudah cukup.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. 1983. Dasar-dasar pengetahuan tentang zat pengatur tumbuh. Angkasa: Bandung.
- Ahmad, Naseem dan Anis, Mohammad. 2005. In Vitro Mass Propagation of *Cucumis sativus* L. from Nodal Segment. *Turk J Bot*: 237-240.
- Alifianto, F., R. Azrianingsih & B. Rahardi. 2013. Peta persebaran porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) berdasarkan topografi wilayah di Malang Raya. *Biotropika* 1(2): 75-79.
- Alitalia, Y. 2008. Pengaruh Pemberian BAP dan NAA Terhadap Pertumbuhan Dan Perkembangan Tunas Mikro Kantong Semar (*Nepenthes mirabilis*) Secara *In Vitro*. Program Studi Hortikultura Fakultas Pertanian Institut Petanian Bogor. Bogor. Skripsi.
- Al-Jazairi, Syaikh Abu Bakar Jabir. 2007. Tafsir Al-Qur'an Al-Aisar. Jakarta: Darus Sunnah Press.
- Al-Qurthubi, Syaikh Imam. 2009. Tafsir al-qurthubi. Pustaka Azzam: Jakarta.
- Anitasari, S. D, Sari, Dwi N. R., Astarini, I. A. Defiani, M. R.. 2018. Dasar teknik kultur jaringan tanaman. Deepublish: Yogyakarta.
- Anturida, Z., Azrianingsih R. & Wahyudi, Didik. 2015. Pengaruh Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume.) Pada Fase Pertumbuhan Kedua. *Jurnal Biotropika*. 3(3):132-136.
- Arif, M., Murniati & Ardian. 2016. Uji beberapa zat pengatur tumbuh alami terhadap pertumbuhan bibit karet (*Hevea brasiliensis* Muell Arg) STUM mata tidur. *Jom. Faperta*. 3(1).
- Azriati, E., Asmeliza, dan Nelfa Y. 2010. Respon Regenerasi Eksplan Kalus Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) Terhadap Pemberian NAA secara *In Vitro*. *Jurnal Littri*. 11(2): 31-38.
- Baday, S. J. S. 2018. Plant Tissue Culture. *International Journal of Agriculture and Environmental Research*. 4(4).
- Basri, A.H.H. 2016. Kajian pemanfaatan kultur jaringan dalam perbanyakan tanaman bebas virus. *Jurnal Agrica Ekstensia* 10(1): 64-73.
- Bella D.R.S., E. Suminar, A. Nuraini, A. Ismail. 2016. Pengujian efektivitas berbagai jenis dan konsentrasi sitokinin terhadap multiplikasi tunas mikro pisang (*Musa paradisiaca* L.) secara in vitro. *Jurnal Kultivasi Vol. 15*(2).
- Campbell, N.A. & Reece, J.B. 2012. Biologi. Jilid 2. Edisi 8. Erlangga: Jakarta.
- Das, A. & Mandal, N. 2010. Enhanced Development of Embryogenic Callus in *Stevia rebaudiana* Bert. by Additive and Amino Acids. *Biotechnology*. 1-5.

- Dinas Pertanian Kabupaten Mojokerto. 2020. Budidaya tanaman porang. Disperta Mojokerto: Mojokerto.
- Direktorat Pangan dan Pertanian. 2013. Rencana pembangunan jangka menengah nasional 2015-2019. Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional / Badan Perencanaan Pembangunan Nasional
- Dwiyani, R. 2015. Kultur jaringan tanaman. Pelawa Sari: Denpasar.
- Febryanti, Ni Luh Putu Kayika; Defiani, Made Ria dan Astarini, Ida Ayu. 2017. Induksi Pertumbuhan Tunas dari Eksplan Anggrek *Dendrobium Heterocarpum* Lindl. dengan Pemberian Hormon Zeatin dan NAA. *Jurnal Metamorfosa*. 4 (1).
- Ferdous, M.H., A.A.M. Billah, H. Mehraj, T. Taufique, and A.F.M.J. Uddin. 2015. BAP and IBA pulsing for in vitro multiplication of banana cultivars through shoot-tip culture. *J.Bioscie. Agri. Research*. 3(2): 87-95.
- Fitriani, D., Miswar & S. Umami. 2015. Pengaruh pemberian asam amino (glisin, sistein dan arginin) terhadap pembentukan tunas tebu (*Saccharum officinarum* L.) secara *in vitro*. *Berkala Ilmiah Pertanian*. 10(10).
- Gaba, V.B. 2005. Plant growth regulators in plant tissue culture and development. 87-99. In R.N. Trigiano & D.J. Gray (Eds). *Plant Development and Bioechnology*. CRC Press: London.
- Ganjari, L.E. 2014. Pembibitan tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dengan model agroekosistem botol plastik. *Widya Warta*. 1(38): 43-58.
- Gao, K.H., W. Li, J. Yang, Y. Wang, G.Q. Guo & G.C. Zheng. 2003. Effect of 6-benzyladenine and casein hydrolysate on micropropagation of *Amorpha fruticosa*. *Biologia Plantarum* 47(1): 145-148.
- Garvita, R.V. & E. Handini. 2011. Pengaruh penambahan berbagai kadar pisang dan ubi jalar pada pertumbuhan kultur tiga jenis phalaenopsis. *Buletin Kebun Raya* 14(2): 9-18.
- George, E.F., M.A. Hall & G.J. De Klerk. 2008. *Plant propagation by tissue culture*. 3rd Edition. Volume 1: The Background. Springer: Dordrecht.
- Global Biodiversity Information Facility (GBIF). 2021. Clasification of *Amorphophallus muelleri* Blume. <https://www.gbif.org/species/2871712>. Diakses tanggal 4 April 2021.
- Greenwell, Z. L. & Ruter, J. M. 2018. Effect of Glutamine and Arginine on Growth of *Hibiscus moscheutos* "In Vitro". *Ornamental Horticulture*. 24(4).
- Gu, W. & Silverman, R. B. 2011. Synthesis of (S)-2-Boc-Amino-8-(R)-(tert-butyl)dimethyl silanyloxy) Decanoic Acid, a Precursor to The Unusual

Amino Acid Residue of The Anticancer Agent Microsporin B. *Tetrahedron Letters*. 52: 5438-5440.

- Gunawan, L.W. 1992. Teknik kultur jaringan. laboratorium kultur jaringan tanaman. Pusat Antar Universitas Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Hames, D. & Hooper, N. 2005. Biochemistry, 3th. Taylor and Francis: New York.
- Haryani, K. & Hargono, Hargono. 2008. Proses Pengolahan Iles-Iles (*Amorphophallus* sp.) Menjadi Glukomannan Sebagai Gelling Agent Pengganti Boraks. *Momentum*. 4(2): 38-41.
- Hidayat, E.B. 1995. Anatomi tumbuhan berbiji. Penerbit ITB: Bandung.
- Ibnu Katsir. 2007. Tafsir ibnu katsir Jilid 5. Pustaka Imam As-Syafi'i: Bogor.
- Imelda, M., A. Wulansari & Y.S. Poerba. 2007. Mikropropagasi tanaman iles-iles (*Amorphophallus muelleri* blume). *Berita Biologi* 8(4): 271-277.
- Imelda, M., A. Wulansari & Y.S. Poerba. 2008. Regenerasi tunas dari kultur tangkai daun iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume). *Biodiversitas* 9(3) 173-176.
- Istiningdyah, A., Y. Tambing & M.U. Bustami. 2013. Pengaruh BAP dan kasein hidrolisat terhadap pertumbuhan tunas melon (*Cucumis melo* L.) secara *in vitro*. *e-J. Agrotekbis*. 1(4): 314-322.
- Istiqomah, N., Mahdiannoor & Norasiah. 2017. Efektivitas pemberian ZPT dan kombinasi media pada perbanyakan tanaman lada secara stek. *Ziraa'ah* 42(2): 128-136.
- Jansen, P.C.M., C. van der Wilk & W.L.A. Hetterscheid. 1996. *Amorphophallus* Blume ex Decaisne. In Flach, M. & F. Rumawas (Eds.). PROSEA: plant resources of South-East Asia no 9. plant yielding non-seed carbohydrates. Backhuys Publishers: Leiden.
- Karjadi, A.K. & A. Buchory. 2008. Pengaruh auksin dan sitokinin terhadap pertumbuhan dan perkembangan jaringan meristem kentang kultivar granola. *J. Hort*. 18(4): 380-384.
- Karjadi, A.K. 2016. Kultur jaringan dan mikropropagasi tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.). Balai Penelitian Tanaman Sayuran: Bandung
- Kartini, M. & Karyanti. 2017. Pengaruh thidiazuron dan hidrolisat kasein terhadap multiplikasi tunas satoimo (*Colocasia esculenta* (L.) Schott Var Antiquorum) secara *in vitro*. *Jurnal Bioteknologi Biosains Indonesia* 4(2): 70-77.
- Kieber, J.J., and Schaller, G. E. 2014. *Cytokinins*. In The Arabidopsis Book. <https://doi.org/e0168>, doi/10.1199/tab.0168

- Kosmiatin, M., A. Purwito., G.A. Wattimena & I. Mariska. 2014. Induksi embriogenesis somatik dari jaringan endosperma jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour.) cv Simadu. *Jurnal Agronomi Indonesia* 42(1): 44 - 51.
- Kristina, N. N. 2009. Analisis Fitokimia dan Penampilan Polapita Protein Tanaman Pegagan (*Centella Asiatica*) Hasil Konservasi *In Vitro*. *Buletin Littro*. 20(1).
- Kumianjani, E., Damanik, R.I., Siregar L.A.M. 2015. Pengaruh pemberian N2,4-D terhadap pertumbuhan dan metabolisme kalus kedelai pada kondisi hipoksida secara *in vitro*. *Jurnal Argoekoteknologi*. 4(1): 1673-1680.
- Lestari, E.G. 2011. Peranan Zat Pengatur Tumbuh dalam Perbanyakkan Tanaman Melalui Kultur Jaringan. *Jurnal Agrobiogen*. 7(1): 63-68.
- Li, J., Li, C., Smith, S. M.. 2017. Hormone metabolism and signaling in plants. in hormone metabolism and signaling in plants. 1st Edition. Academic Press: United Kingdom.
- Lu, K. B. Wu, J. Wang, W. Zhu, H. Nie, J. Qian, W. Huang & Z. Fang. 2018. Blocking amino acid transporter OsAAP3 improves grain yield by promoting outgrowth buds and increasing tiller number in rice. *Plant Biotechnol. J.* 16(10): 1710-1722.
- Mangena, Phetole. 2020. Benzyl Adenine in Plant Tissue Culture-succinct Analysis of The Overall Influence in Soybean [*Glycine max* (L.) Merrill.] Seed and Shoot Culture Establishment. *Journal of Biotech Research*. 11: 23-34.
- Mariska, I. & Sukmadjaja, D. 2003. Perbanyakkan bibit abaka melalui kultur jaringan. Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetika pertanian: Bogor.
- Marlina, N. 2004. Teknik modifikasi media murashige dan skoog (MS) untuk konservasi *in vitro* mawar. *Bull. Teknik Pertanian*. 9(1): 4-6.
- Mastur, Syafaruddin & M. Syakir. 2015. Peran dan pengelolaan hara nitrogen pada tanaman tebu untuk peningkatan produktivitas tebu. *Perspektif* 14(2): 73-86.
- Mulyaningrum, S.R.H., H. Nursyam, Y. Risjani & A. Parenrengi. 2012. Regenerasi filamen kalus rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dengan formulasi zat pengatur tumbuh yang berbeda. *Jurnal Penelitian Perikanan*. 1(1): 52-60.
- Mutmaidah, S, & Rozi, F. 2015. Peluang Peningkatan Pendapatan Masyarakat Tepi Hutan Melalui Usahatani Porang. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi*.
- Narayanswamy, S. 2007. Tissue nutrition - growth hormones. plant cell and tissue culture. Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd: New Delhi.
- Nasution, S.S. 2013. Pengaruh Teknik Sterilisasi Terhadap Keberhasilan Inisiasi Eksplan *Paulownia* (*Paulownia Elongata* Sy. Hu) Secara *In Vitro*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Skripsi.

- Naz, S., F. Aslam, S. Ilyas, K. Shahzadi & A. Tariq. 2012. In vitro propagation of tuberose (*Polianthes tuberosa*). *Journal of Medicinal Plants Research*. 6(24): 269-277.
- Ngomuo, M., E. Mneney, and P. Ndakidemi. 2013. The effect of auxins and cytokinin on growth and development of (*Musa sp.*) var. "Yangambi" explanted in tissue culture. *American J. Plant Sciences*. 4: 2174-2180.
- Nursandi. 2002. Kultur jaringan tanaman. UMM Press: Malang.
- Panjaitan, LRH., J. Ginting & Haryati. 2014. Respons pertumbuhan berbagai ukuran diameter batang stek bugenvil (*Bougainvillea spectabilis* Willd.) terhadap pemberian zat pengatur tumbuh. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 2(4): 1384-1390.
- Pardal, S. J. 2002. Perkembangan Penelitian Regenerasi dan Transformasi pada Tanaman Kedelai. *Buletin AgroBio*. 5(2).
- Pasaribu, G., Novitri, H., Efiyanti, L., Waluyo, T. K., & Pari, G. 2019. Optimasi Teknik Pemurnian Glukomanan Pada Tepung Porang. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 37(3).
- Perchlik, M. & M. Tegeder. 2018. Leaf amino acid supply affects photosynthetic and plant nitrogen use efficiency under nitrogen stress. *Plant Physiol*. 178(1): 174-188.
- Pierik. 1997. In vitro culture of higher plants. Kluwer Academic Publishers Dordrecht: The Netherland.
- Prayana, F. A., Djenal, Wardana, R. 2017. Mikropropagasi Tangkai Daun Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri* Blume) Secara In Vitro Dengan Penambahan ZPT BAP dan NAA. *Journal of Applied Agricultural Sciences*. 1(2): 95-104.
- Prihatini, R. 2017. Pemanfaatan air kelapa untuk meningkatkan pertumbuhan akar stek tunas aksilar *Andrographis paniculata* nees. *Eksakta* 18(2): 62-68.
- Pujiasmanto, B. 2020. Peran dan manfaat hormon tumbuhan: contoh kasus paclobutrazol untuk penyimpanan benih. Yayasan Kita Menulis: Medan.
- Purwanto, A. 2014. Pembuatan brem padat dari umbi porang (*Amorphophallus oncophyllus* Prain. *Widya Warta*. 38(1): 16-28.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Porang Indonesia. 2013. Budidaya dan pengembangan porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) sebagai salah satu potensi bahan baku lokal. Universitas Brawijaya. Malang. [Modul].
- Rainiyati., D. Martino., gusniawati., dan Jaminarni. 2007. Perkembangan Pisang Raja Nangka (*Musa sp.*) secara kultur jaringan dari eksplan anakan dan meristem bunga. *Jurnal Agronomi*. 11(1): 35-39

- Ramesh, Y., and V. Ramassamy. 2014. Effect of gelling agents in in vitro multiplication of banana var. Poovan. *Int. J. Advanced Bio. Research.* 4(3): 308-311.
- Retnaningsih, Ch. & Laksmi, H.. 2005. *Aplikasi tepung iles-iles (Amorphophallus konjac) sebagai pengganti bahan kimia pengental pada mie basah: Ditinjau dari sifat fisikokimia dan sensoris.* Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Soegijapranata. Semarang. Laporan Penelitian Program Penelitian Pemula.
- Retno, M. 2017. Dasar - dasar kultur jaringan tumbuhan. UB Press: Malang.
- Saefas, S.A., S. Rosniawaty & Y. Maxiselly. 2017. Pengaruh konsentrasi zat pengatur tumbuh alami dan sintetik terhadap pertumbuhan tanaman teh (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) klon GMB7 setelah centering. *Jurnal Kultivasi* 16(2): 368-372.
- Saklani, K., S. Singh, V.K. Purohit, P. Prasad. & A.R. Nautiyal. 2015. In vitro propagation of Rudraksha (*Elaeocarpus sphaericus* (Gaertn.) K. Schum): a biotechnological approach for conservation. *Physiol. Mol. Biol. Plants.* 21(4): 611-615.
- Saleh, Nasir, Rahayuningsih, St. A., Radjit, B. S., Ginting, E., Harnowo, D., I Made Jana Mejaya. 2015. Tanaman Porang: Pengenalan, Budidaya, dan Pemanfaatannya. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan: Bogor.
- Salisbury, F. B. & Ross, C. W. 1995. Fisiologi tumbuhan. Jilid 4. ITB: Bandung.
- Santosa, E. 2014. Pengembangan Tanaman Iles-Iles Tumpang Sari untuk Kesejahteraan Petani dan Kemandirian Industri Pangan Nasional. *Risalah Kebijakan Pertanian dan lingkungan.* 1(2): 73-79
- Santosa, E., A.P. Lontoh, A. Kurniawati, M. Sari & N. Sugiyama. 2016. Flower development and its implication for seed production on *Amorphophallus muelleri* Blume (Araceae). *J. Hort. Indonesia* 7(2): 65-74.
- Sari, R. & Suhartati. 2015. Tumbuhan porang: prospek budidaya sebagai salah satu sistem agroforestry. *Info Teknis EBONI.* 12(2): 97-110.
- Savelieva, E. M., Oslovsky, V. E., Karlov, D. S., Kurochkin, N. N., Getman, I. A., Lomin, S. N., Sidorov, G. V., Mikhailov, S. N, Osolodkin, D. I., Romanov, G. A.. 2018. Cytokinin activity of N6-benzyladenine derivatives assayed by interaction with the receptors *in planta*, *in vitro* and *in silico*. *Phytochem.* 1–35. Doi:10.1101/241281
- Shihab, M.Q. 2002. Tafsir al-misbah. pesan, kesan dan keserasian al-qur'an. Vol.4. Penerbit Lentera Hati: Jakarta.
- Siregar, L.A.M., C.L. Keng. & B.P. Lim. 2010. Pengaruh kasein hidrolisat dan intensitas cahaya terhadap produksi biomassa dan alkaloid canthinone di dalam kultur suspensi sel pasak bumi (*Eurycoma longifolia* Jack). *Makara*

Sains 14(1): 21-26.

- Sitorus, E. N., Endah, D. H. & Setiari, N. 2011. Induksi Kalus Binahong (*Basella rubra* L.) secara *In Vitro* pada Media *Murashige and Skoog* dengan Konsentrasi Sukrosa yang Berbeda. *Bioma*. 13(1).
- Strosse, H., I. Van den Houwe, and B. Panis. 2004. Banana cell and tissue culture: cellular, molecular biology and induced mutations. Polymouth, U.K.: Science Publishers Inc.
- Sucandra, A. F. Silvina & A. E. Yulia. Uji pemberian beberapa konsentrasi glisin pada media *vacin and went* (VW) terhadap pertumbuhan plantlet anggrek (*Dendrobium* sp.) secara *in vitro*. *Jom. Faperta*. 2(1).
- Sugiyama, N., & Santoso, E. 2008. Edible *Amorphophallus* in Indonesia-Potential Crops in Agroforestry. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Suliansyah, I. 2013. Kultur jaringan tanaman. Leutrika Prio: Yogyakarta.
- Sulistiyo, 2015. Eksplorasi dan Identifikasi Karakter Morfologi Porang (*Amorphophallus muelleri* B.) di Jawa Timur. *Jurnal Produksi Tanaman*. 3(5).
- Sulistiyo, R.H., Lita, S. & Damanhuri. 2015. Eksplorasi dan Identifikasi Karakter Morfologi Porang (*Amorphophallus muelleri* B.) di Jawa Timur. *Jurnal Produksi Tanaman*. 3(5).
- Sumarwoto & Maryana. 2011. Pertumbuhan bulbil iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume) berbagai ukuran pada beberapa jenis media tanam. *Jurnal Ilmu Kehutanan* 2(2): 91-97.
- Sumarwoto. 2005. Iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume), deskripsi dan sifat-sifat lainnya. *Biodiversitas* 6(3): 185-190.
- Supriati, Y. 2016. Keanekaragaman iles-iles (*Amorphophallus* spp.) dan potensinya untuk industri pangan fungsional, kosmetik, dan bioetanol. *Jurnal Litbang Pertanian*. 35(2): 69-80.
- Sutrisno, Eri. 2021. Portal Informasi Indonesia. (Online). Diakses tanggal 4 April 2021.
- Syanqithi, Syaikh. 2007. Tafsir adhwa'ul bayan. Penerjemah: Fakhrurrazi. Pustaka Azzam: Jakarta.
- Taiz L & E. Zeiger 2010. Plant physiology. 3rd Edition. Sinauer Associates: Massachusetts. 623.
- Tester, R., & Al-Ghazzewi, F. 2017. Glucomannans and nutrition. *Food Hydrocolloids*. 68: 246-254.
- Tim Dosen Faperta UGM & Yuwono, T. 2020. Pembangunan pertanian. Edisi1. Lili Publisher: Yogyakarta.

- Tim Pusat Studi Porang Perhutani KPH Nganjuk. 2012. Budidaya Tanaman Porang (*Amorphopalus oncophillus*). Perhutani KPH Nganjuk: Nganjuk.
- Wahyuningtyas, R. D., Azrianingsih, R., & Rahardi, B.. 2013. Peta dan Struktur Vegetasi Naungan Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) di Wilayah Malang Raya. *Jurnal Biotropika*. 1(4): 139-143.
- Wang, J., B. Wu, K. Lu, Q. Wei, J. Qian, Y. Chen & Z. Fang. 2019. The amino acid permease 5 (OsAAP5) regulates tiller number and grain yield in rice. *Plant Physiol*. 180: 1031–1045.
- Widiastoety, D. 2001. Penambahan persenyawaan organik kompleks dalam media kultur *in vitro* pada anggrek. *Seminar Ilmiah Pada East Java Orchid Show. Purwodadi*, 26-31 Mei 2001.
- Widiastoety, D. & Nurmalinga. 2010. Pengaruh suplemen nonsintetik terhadap pertumbuhan planlet anggrek vanda. *J. Hort*. 20:60-66.
- Wijayani, Y., Sholichatun & W. Mudyantini. 2007. Pertumbuhan tunas dan struktur anatomi *protocorm like body* anggrek *Grammatophyllum scriptum* (Lindl.) Bl. dengan pemberian kinetin dan NAA. *Bioteknologi*. 4(2): 33- 40.
- Winarno, F. G. 2008. Kimia pangan dan gizi. M-Brioo Press: Bogor.
- Yang, H., S. Postel, B. Kemmerling & U. Ludewig. 2014. Altered growth and improved resistance of Arabidopsis against *Pseudomonas syringae* by overexpression of the basic amino acid transporter AtCAT1. *Plant Cell Environ*. 37: 1404-1414.
- Yuliarti, N. 2010. Kultur jaringan tanaman skala rumah tangga. ANDI: Yogyakarta.
- Zhang, Y.Q., Xie, B.J. & K. Gan. 2005. Advance in the Application of Konjac Glucomannan and its Derivative. *Carbohydrate Polymer* 60:27-31.
- Zulkarnain, Zulkarnain. 2009. Kultur jaringan tanaman; solusi perbanyak tanaman budidaya. Bumi Aksara: Jakarta.
- Zulkarnain, Zulkarnain. 2018. Kultur jaringan tanaman. Bumi Aksara: Jakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Hasil Pengamatan

1. Parameter Hari Muncul Tunas (HMT)

No.	Perlakuan (mg/l)		Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	BA	HK	1	2	3		
1.	0	0	28	24	30	82	27,33
2.	0	50	21	26	18	65	21,67
3.	0	100	22	29	33	84	28,00
4.	0	150	18	12	10	40	13,33
5.	0	200	27	32	28	87	29,00
6.	1	0	27	30	26	83	27,67
7.	1	50	21	27	12	60	20,00
8.	1	100	29	25	27	81	27,00
9.	1	150	11	16	13	40	13,33
10.	1	200	22	28	24	74	24,67
11.	2	0	20	26	27	73	24,33
12.	2	50	24	19	31	74	24,67
13.	2	100	25	28	30	83	27,67
14.	2	150	10	14	13	37	12,33
15.	2	200	34	19	28	81	27,00
16.	3	0	32	28	24	84	28,00
17.	3	50	29	28	32	89	29,67
18.	3	100	32	29	26	87	29,00
19.	3	150	28	29	29	86	28,67
20.	3	200	28	29	32	89	29,67

2. Parameter Jumlah Tunas

No.	Perlakuan (mg/l)		Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	BA	HK	1	2	3		
1.	0	0	3	2	2	7	2,33
2.	0	50	4	3	4	11	3,67
3.	0	100	3	2	1	6	2,00
4.	0	150	10	7	6	23	7,67
5.	0	200	5	2	6	13	4,33
6.	1	0	2	3	4	9	3,00
7.	1	50	6	4	4	14	4,67
8.	1	100	6	4	4	14	4,67

9.	1	150	12	5	4	21	7,00
10.	1	200	5	7	6	18	6,00
11.	2	0	6	5	7	18	6,00
12.	2	50	8	4	5	17	5,67
13.	2	100	5	7	4	16	5,33
14.	2	150	10	8	7	25	8,33
15.	2	200	3	3	4	10	3,33
16.	3	0	4	3	3	10	3,33
17.	3	50	5	4	6	15	5,00
18.	3	100	2	4	5	11	3,67
19.	3	150	6	5	3	14	4,67
20.	3	200	2	2	1	5	1,67

3. Parameter Tinggi Tunas

No.	Perlakuan (mg/l)		Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	BA	HK	1	2	3		
1.	0	0	0,3	0,3	0,4	1	0,33
2.	0	50	0,8	0,9	0,6	2,3	0,77
3.	0	100	1	0,9	0,7	2,6	0,87
4.	0	150	0,5	0,4	0,5	1,4	0,47
5.	0	200	0,7	0,6	0,4	1,7	0,57
6.	1	0	1	0,4	0,4	1,8	0,60
7.	1	50	0,5	0,4	0,5	1,4	0,47
8.	1	100	0,5	0,6	0,6	1,7	0,57
9.	1	150	0,4	0,5	0,5	1,4	0,47
10.	1	200	0,5	0,4	0,4	1,3	0,43
11.	2	0	0,8	1	0,9	2,7	0,90
12.	2	50	0,4	0,5	0,4	1,3	0,43
13.	2	100	0,3	0,4	0,4	1,1	0,37
14.	2	150	0,9	0,8	1	2,7	0,90
15.	2	200	0,7	0,4	0,6	1,7	0,57
16.	3	0	0,5	0,3	0,6	1,4	0,47
17.	3	50	0,4	0,6	0,3	1,3	0,43
18.	3	100	0,7	0,5	0,5	1,7	0,57
19.	3	150	0,4	0,5	0,9	1,8	0,60
20.	3	200	0,5	0,6	0,7	1,8	0,60

Lampiran 2. Hasil Analisis Variansi dan Uji Lanjut Duncan 5%

1. Hari Muncul Tunas

A. BA

ANOVA					
HMT					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	20.917	3	6.972	.697	.579
Within Groups	80.000	8	10.000		
Total	100.917	11			

HMT

Duncan

BA	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
2 mg/l	3		24.6667
0 mg/l	3		27.3333
1 mg/l	3		27.6667
3 mg/l	3		28.0000
Sig.			.259

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

B. Hidrolisat Kasein

ANOVA					
HMT					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	513.733	4	128.433	7.928	.004
Within Groups	162.000	10	16.200		
Total	675.733	14			

HMT

Duncan

Larutan_HK	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
150 mg/l	3	13.3333	
50 mg/l	3		21.6667
0 mg/l	3		27.3333
100 mg/l	3		28.0000
200 mg/l	3		29.0000
Sig.		1.000	.064

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

C. BA & Hidrolisat Kasein

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:HMT

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1804.983 ^a	19	94.999	6.044	.000
Intercept	36457.350	1	36457.350	2.320E3	.000
BA	391.783	3	130.594	8.309	.000
HK	1011.233	4	252.808	16.085	.000
BA * HK	401.967	12	33.497	2.131	.037
Error	628.667	40	15.717		
Total	38891.000	60			
Corrected Total	2433.650	59			

a. R Squared = ,742 (Adjusted R Squared = ,619)

HMT

Duncan

KOMBINASI	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
B2C3	3	12.3333				
B0C3	3	13.3333	13.3333			
B1C3	3	13.3333	13.3333			
B1C1	3		20.0000	20.0000		
B0C1	3			21.6667	21.6667	
B2C0	3			24.3333	24.3333	24.3333
B1C4	3			24.6667	24.6667	24.6667
B2C1	3			24.6667	24.6667	24.6667
B1C2	3			27.0000	27.0000	27.0000
B2C4	3			27.0000	27.0000	27.0000
B0C0	3			27.3333	27.3333	27.3333
B1C0	3			27.6667	27.6667	27.6667
B2C2	3			27.6667	27.6667	27.6667
B0C2	3				28.0000	28.0000
B3C0	3				28.0000	28.0000
B3C3	3				28.6667	28.6667
B0C4	3				29.0000	29.0000
B3C2	3				29.0000	29.0000
B3C1	3					29.6667
B3C4	3					29.6667
Sig.		.774	.057	.050	.066	.179

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

2. Jumlah Tunas

A. BA

ANOVA

JUMLAH_TUNAS

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	23.333	3	7.778	11.667	.003
Within Groups	5.333	8	.667		
Total	28.667	11			

JUMLAH_TUNAS

Duncan

BA	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0 mg/l	3	2.3333	
1 mg/l	3	3.0000	
3 mg/l	3	3.3333	
2 mg/l	3		6.0000
Sig.		.188	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

B. Hidrolisat Kasein

ANOVA

JUMLAH	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	55.733	4	13.933	6.333	.008
Within Groups	22.000	10	2.200		
Total	77.733	14			

JUMLAH

Duncan

Larutan_HK	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
100 mg/l	3	2.0000	
0 mg/l	3	3.0000	
50 mg/l	3	3.6667	
200 mg/l	3	4.3333	
150 mg/l	3		7.6667
Sig.		.103	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

C. BA & Hidrolisat Kasein

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:JUMLAH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	188.850 ^a	19	9.939	3.923	.000
Intercept	1278.817	1	1278.817	504.796	.000
BA	40.983	3	13.661	5.393	.003
HK	87.767	4	21.942	8.661	.000
BA * HK	60.100	12	5.008	1.977	.053
Error	101.333	40	2.533		
Total	1569.000	60			
Corrected Total	290.183	59			

a. R Squared = ,651 (Adjusted R Squared = ,485)

JUMLAH

Duncan

KOMBINASI	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
B3C4	3	1.6667					
B0C2	3	2.0000	2.0000				
B0C0	3	3.0000	3.0000	3.0000			
B2C4	3	3.3333	3.3333	3.3333			
B0C1	3	3.6667	3.6667	3.6667			
B3C0	3	3.6667	3.6667	3.6667			
B3C2	3	3.6667	3.6667	3.6667			
B1C0	3	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000		
B0C4	3	4.3333	4.3333	4.3333	4.3333		
B1C1	3	4.6667	4.6667	4.6667	4.6667	4.6667	
B1C2	3	4.6667	4.6667	4.6667	4.6667	4.6667	
B3C3	3	4.6667	4.6667	4.6667	4.6667	4.6667	
B2C0	3		5.0000	5.0000	5.0000	5.0000	
B3C1	3		5.0000	5.0000	5.0000	5.0000	
B2C2	3			5.3333	5.3333	5.3333	5.3333
B2C1	3			5.6667	5.6667	5.6667	5.6667
B1C4	3			6.0000	6.0000	6.0000	6.0000
B1C3	3				7.0000	7.0000	7.0000
B0C3	3					7.6667	7.6667
B2C3	3						8.3333
Sig.		.066	.067	.069	.064	.063	.053
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.							

3. Tinggi Tunas

A. BA

ANOVA					
TINGGI					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.529	3	.176	4.504	.039
Within Groups	.313	8	.039		
Total	.842	11			

TINGGI

Duncan

BA	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0 mg/l	3	.3333	
3 mg/l	3	.4667	
1 mg/l	3	.6000	.6000
2 mg/l	3		.9000
Sig.		.152	.100

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

B. Hidrolisat Kasein

ANOVA					
TINGGI					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.343	4	.086	5.140	.016
Within Groups	.167	10	.017		
Total	.509	14			

TINGGI

Duncan

Larutan_HK	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
150 mg/l	3	.4667		
200 mg/l	3	.5667	.5667	
50 mg/l	3		.7667	.7667
0 mg/l	3		.8000	.8000
100 mg/l	3			.8667
Sig.		.365	.060	.387

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

C. BA & Hidrolisat Kasein

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:TINGGI

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1.630 ^a	19	.086	4.289	.000
Intercept	19.380	1	19.380	969.008	.000
BA	.154	3	.051	2.564	.068
HK	.057	4	.014	.717	.586
BA * HK	1.419	12	.118	5.911	.000
Error	.800	40	.020		
Total	21.810	60			
Corrected Total	2.430	59			

a. R Squared = ,671 (Adjusted R Squared = ,514)

TINGGI

Duncan

KOMBINASI	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
B0C0	3	.3333		
B2C2	3	.3667		
B1C4	3	.4333		
B2C1	3	.4333		
B3C1	3	.4333		
B0C3	3	.4667		
B1C1	3	.4667		
B1C3	3	.4667		
B3C0	3	.4667		
B0C4	3	.5667	.5667	
B3C2	3	.5667	.5667	
B1C2	3	.5667	.5667	
B2C4	3	.5667	.5667	
B1C0	3	.6000	.6000	
B3C3	3	.6000	.6000	
B3C4	3	.6000	.6000	
B0C1	3		.7667	.7667
B0C2	3			.8667
B2C0	3			.9000
B2C3	3			.9000
Sig.		.062	.145	.301

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 3. Perhitungan Komposisi Media

1. Media

Perhitungan takaran bahan dalam pembuatan media adalah sebagai berikut:

1. Agar = $8 \text{ gram/l} = \frac{8 \text{ g}}{1000 \text{ ml}} = \frac{0,8 \text{ mg}}{100 \text{ ml}}$
2. Media MS = $4,43 \text{ gram/l} = \frac{4,43 \text{ g}}{1000 \text{ ml}} = \frac{0,443 \text{ g}}{100 \text{ ml}}$
3. Gula = $3 \text{ gram/l} = \frac{30 \text{ g}}{1000 \text{ ml}} = \frac{3 \text{ g}}{100 \text{ ml}}$

Lampiran 4. Perhitungan Larutan Stok

1. BA

Perhitungan pembuatan larutan stok BA 100 ppm dalam 100 ml aquades adalah sebagai berikut:

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

Perhitungan Pengambilan Larutan Stok

1. Konsentrasi 1 mg/l

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$100 \text{ ppm} \times V_1 = 1 \times 10$$

$$V_1 = \frac{10}{100} = 0,1 \text{ ml} = 100 \mu\text{l}$$

2. Konsentrasi 2 mg/l

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$100 \text{ ppm} \times V_1 = 2 \times 10$$

$$V_1 = \frac{20}{100} = 0,2 \text{ ml} = 200 \mu\text{l}$$

3. Konsentrasi 3 mg/l

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$100 \text{ ppm} \times V_1 = 3 \times 10$$

$$V_1 = \frac{30}{100} = 0,3 \text{ ml} = 300 \mu\text{l}$$

2. Hidrolisat Kasein

Pembuatan larutan stok hidrolisat kasein sebanyak 250 ppm dalam 250 ml aquades, dengan perhitungan sebagai berikut:

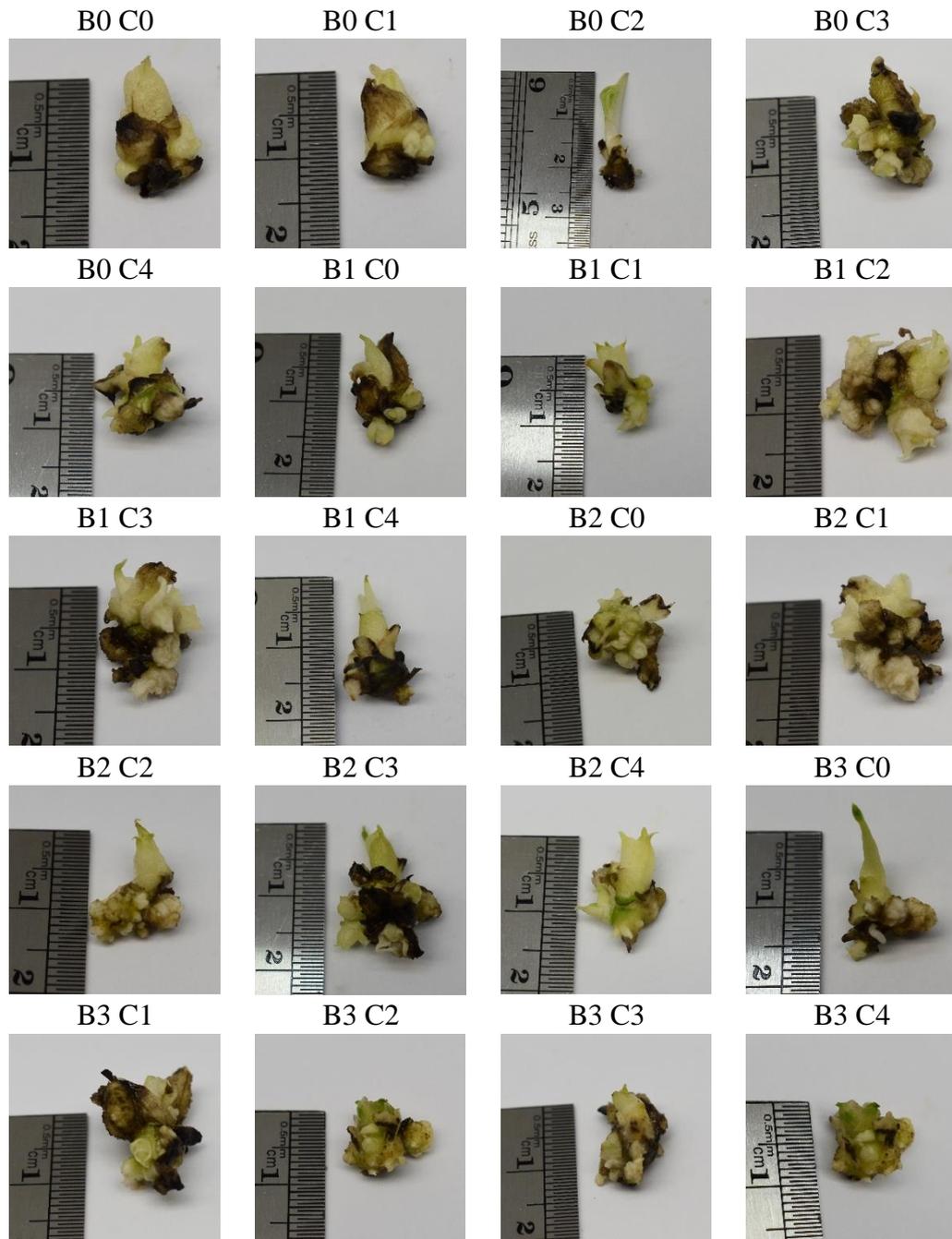
$$\text{Larutan stok hidrolisat kasein 250 ppm dalam 250 ml} = \frac{2500 \text{ mg}}{25 \text{ L}} = \frac{250 \text{ mg}}{2500} = \frac{50 \text{ mg}}{250}$$

Takaran hidrolisat kasein dalam media perlakuan

Konsentrasi (mg/l)	Hidrolisat Kasein (ml)	Aquades (ml)
0	0	100
50	25	75
100	50	50
150	75	25
200	100	0

Lampiran 5. Gambar Hasil Pengamatan

Gambar Hasil Pengamatan



Lampiran 6. Bukti Konsul Pembimbing Biologi



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

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Immalia Muawanah
NIM : 16620007
Program Studi : S1 Biologi
Semester : XI
Pembimbing : Ruri Siti Resmisari, M.Si.
Judul Skripsi : Multiplikasi Subkultur Tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Menggunakan 6-Benzyl Adenine (BA) dan Hidrolisat Kasein Secara *In Vitro*.

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	11 Januari 2021	Konsultasi Judul	<i>Ru</i>
2.	14 Januari 2021	Revisi: Penentuan konsentrasi ZPT dan hidrolisat kasein yang sesuai.	<i>Ru</i>
3.	10 Februari 2021	Progress report BAB I, II, III	<i>Ru</i>
4.	9 Maret 2021	Revisi: BAB I	<i>Ru</i>
5.	29 Maret 2021	Revisi: BAB I dan II	<i>Ru</i>
6.	13 April 2021	Revisi: Metode penelitian yang akan dilakukan	<i>Ru</i>
7.	27 April 2021	Revisi: BAB II, III	<i>Ru</i>
8.	19 Mei 2021	ACC BAB I,II,III	<i>Ru</i>
9.	21 Juni 2021	Konsultasi teknik pengamatan	<i>Ru</i>
10.	24 November 2021	Konsultasi BAB IV dan BAB V	<i>Ru</i>
11.	2 Desember 2021	Konsultasi BAB I, II, III	<i>Ru</i>
12.	6 Desember 2021	ACC BAB I-V	<i>Ru</i>

Pembimbing Skripsi,

Ruri Siti Resmisari, M. Si.
NIDT. 1979012320160801 2 063



Malang, 06 Desember 2021
Ketua Program Studi,

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

Lampiran 7. Bukti Konsul Pembimbing Agama



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

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Immalia Muawanah
NIM : 16620007
Program Studi : S1 Biologi
Semester : XI
Pembimbing : Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I.
Judul Skripsi : Multiplikasi Subkultur Tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Menggunakan 6-Benzyl Adenine (BA) dan Hidrolisat Kasein Secara *In Vitro*.

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	19 Maret 2021	Konsultasi Integrasi BAB I dan II	
2.	07 Mei 2021	Revisi BAB II	
3.	20 Mei 2021	ACC BAB I dan II	
4.	03 Desember 2021	Revisi BAB IV	
5.	06 Desember 2021	ACC sidang skripsi	
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			

Pembimbing Skripsi,

Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I.
NIPT.201402011409



Malang, 06 Desember 2021
Ketua Program Studi,

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