

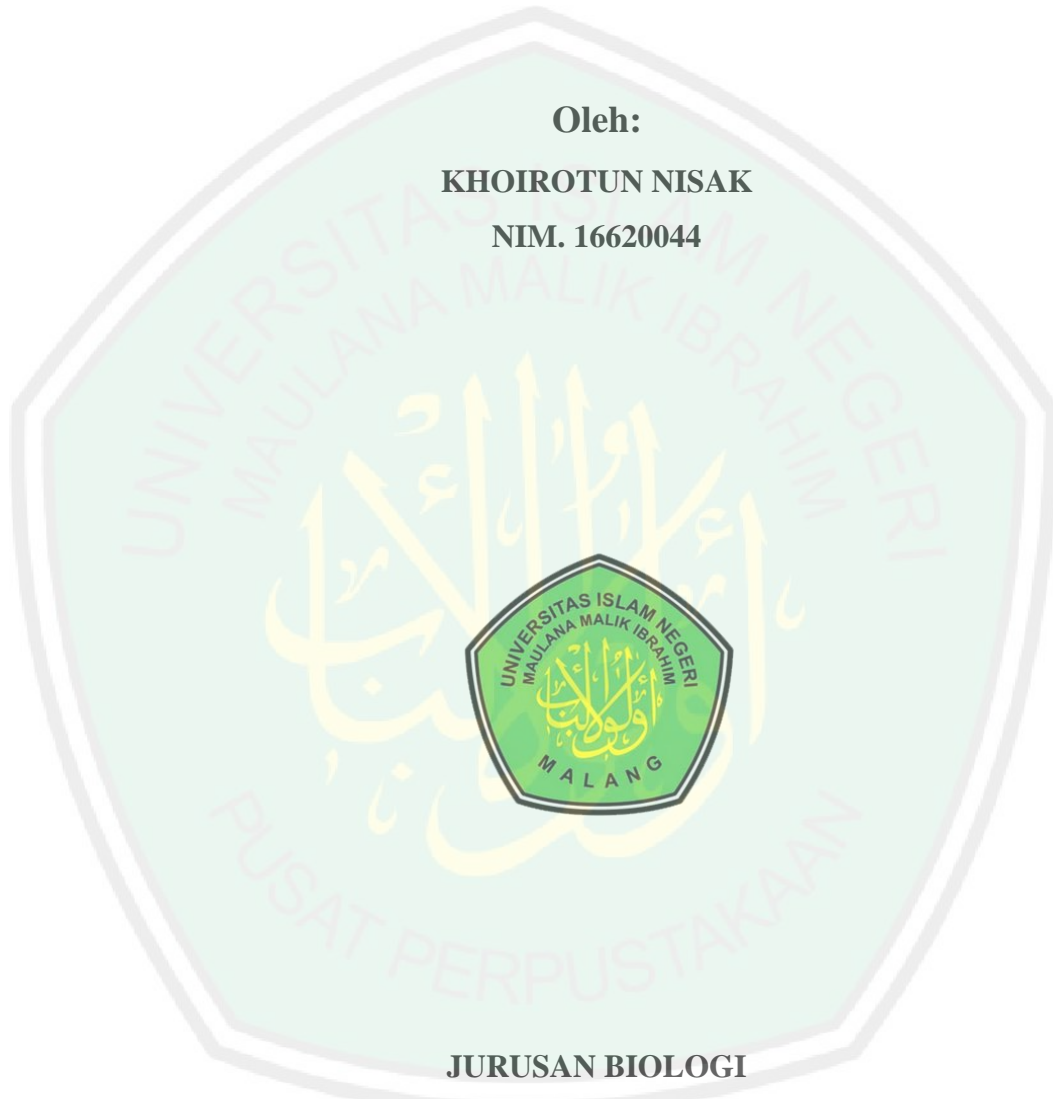
**INDUKSI TUNAS PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume) DENGAN
MENGUNAKAN METIONIN SECARA *IN VITRO***

SKRIPSI

Oleh:

KHOIROTUN NISAK

NIM. 16620044



JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MAULANA MALIK IBRAHIM

MALANG

2020

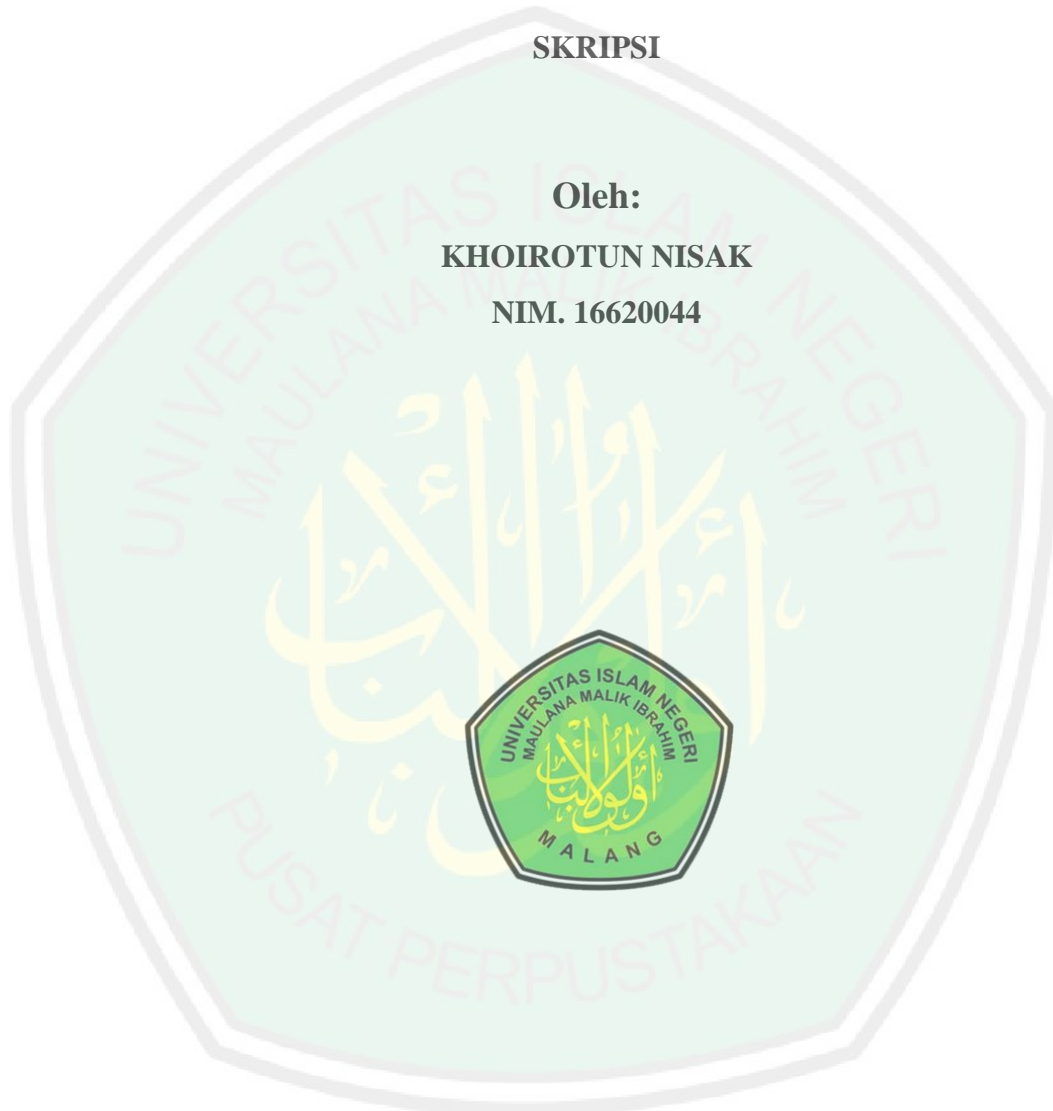
**INDUKSI TUNAS PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume) DENGAN
MENGUNAKAN METIONIN SECARA *IN VITRO***

SKRIPSI

Oleh:

KHOIROTUN NISAK

NIM. 16620044



JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MAULANA MALIK IBRAHIM

MALANG

2020

**INDUKSI TUNAS PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume) DENGAN
MENGUNAKAN METIONIN SECARA *IN VITRO***

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

Oleh:
KHOIROTUN NISAK
NIM. 16620044

SKRIPSI



JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG

2020

**INDUKSI TUNAS PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume) DENGAN
MENGUNAKAN METIONIN SECARA *IN VITRO***

SKRIPSI

Oleh:

KHOIROTUN NISAK

NIM. 16620044

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji

Tanggal: 30 september 2020

Dosen Pembimbing I



Ruri Siti Resmisari, M. Si
NIP. 19790123201608012063

Dosen Pembimbing II



M. Mukhlis Fahrudin, M. SI
NIPT. 20142011409

Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi,



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

**INDUKSI TUNAS PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume) DENGAN
MENGUNAKAN METIONIN SECARA *IN VITRO***

SKRIPSI

Oleh:

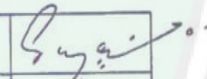
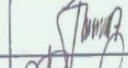
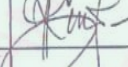
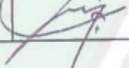
KHOIROTUN NISAK

NIM. 16620044

Telah dipertahankan

Didepan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai
Salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)

Tanggal: 30 september 2020

Penguji utama	Suyono M.P NIP. 19710622 200312 1 002	
Ketua Penguji	Didik Whyudi M.Si NIP. 19860102 2018011 001	
Sekretaris Penguji	Ruri Siti Resmisari, M. Si NIP. 19790123201608012063	
Anggota Penguji	Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I NIPT. 20142011409	



Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi,

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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Khoirotun Nisak
NIM : 16620044
Jurusan : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Induksi Tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)
menggunakan Metionin Secara *In Vitro*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan 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 dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

30 september 2020

Khoirotun Nisak
Nim. 16620044

MOTTO

**“JANGAN PERNAH PATAH SEMANGAT ATAS KEHIDUPAN YANG
TIDAK SESUAI DENGAN RENCANAMU DAN JANGAN SEKALI-KALI
MENGUCAPKAN SELAMAT TINGGAL SAAT KAMU SEDANG
BERUSAHA”**



PEDOMAN PENGGUNAKAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar pustaka diperkerkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutnya



HALAMAN PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah, tidak ada kata yang lebih indah melainkan rasa syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya, yang selalu membimbing di setiap langkah saya sehingga saya dapat menimba sedikit ilmu-Nya. Shalawat dan salam tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Agung Muhammad SAW yang telah menuntun kita semua dari jalan kegelapan menuju jalan yang terang benderang yakni Addinul Islam.

Hasil tugas akhirku ini saya persembahkan kepada:

1. Ibu, Ibu, Ibu, Ayah, Adik dan segenap keluarga besar yang telah memberikan doa restu, dukungan baik moral dan materil, semangat dan kasih sayang yang sangat luar biasa demi terwujudnya skripsi ini.
2. Ruri Siti Resmisari, M. Si dan Dr. M. Mukhlis Fakhruddin, M.S.I selaku dosen pembimbing utama dan dosen pembimbing agama yang telah memberikan ilmu dan dukungan.
3. Rekan tim penelitian dan skripsi Ariskha Dwi Wulan Wuci, Nur Jazilatul Chikmah, Nanda Maulidina, Salmawati dan Imaliah yang telah saling mendukung, menggenggam, memberi semangat, meluangkan waktu dan bekerja dengan sangat keras pada beberapa bulan terakhir, Terimakasih.
4. Tim pendukung maratul afifah, Ariskha Dwi Wulan Wuci, Nur Jazilatul Chikmah, dan Nauvala Anisul Farah terimakasih sudah ada dan saling bertukar cerita.
5. Kakak tigkat mbak Safira dan Diah Asri yang selalu membantu, mendukung, dan mau direpotkan, terimakasih atas ilmunya dan semoga menjadi hitungan amal diakhirat
6. Seluruh teman teman dan sahabat yang sekaligus menjadi keluarga kedua dalam perantauan terimakasih telah memberi semangat, meluangkan waktu, membantu dalam penyelesaian tugas akhir skripsi ini.

Malang, 30 september 2020



Khoirotun Nisak

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh.

Puji syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan rangkaian penyusunan skripsi dengan judul “**Induksi Tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) menggunakan Metionin Secara *In Vitro***”. Sholawat beserta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW. Sang revolusioner pembawa cahaya terang bagi peradaban, salah satunya adalah melalui pendidikan yang senantiasa berlandaskan keagungan moral dan spiritual.

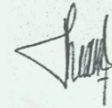
Penulis juga haturkan ucapan terima kasih seiring do'a dan harapan *jazakumullah ahsanal jaza'* kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Abdul Haris., M.Ag selaku Rektor Universitas Islam (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P, selaku ketua Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ruri Siti Resmisari, M. Si dan Dr. M. Mukhlis Fakhruddin, M.S.I selaku dosen pembimbing utama dan dosen pembimbing agama, yang senantiasa memberikan pengarahan, nasehat, dan motivasi dalam penyelesaian skripsi.
5. Suyono M.P dan Didik Wahyudi M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penguji
6. Ir. Hj. Liliek Harianie A. R., M. P, selaku dosen wali yang senantiasa memberikan pengarahan dan nasehat.
7. Segenap Dosen dan Sivitas Akademika Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

8. Kedua orang tua penulis, Bapak Hasan dan Ibu Sadiyyah serta adik tersayang yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa restu, dukungan dan dorongan semangat menuntut ilmu kepada penulis selama ini.
9. Seluruh teman-teman Jurusan Biologi yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir skripsi ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan sumbangan pemikiran, do'a dan semangat hingga terselesainya skripsi ini

Semoga Allah SWT memberikan balasan atas bantuan dan pemikirannya. Sebagai akhir kata, dengan segala kerendahan hati penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif demi kesempurnaan penulisan ini. Penulis mengharap semoga karya sederhana ini dapat bermanfaat dengan baik bagi semua pihak. *Amin Allahumma Amiin Wassalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh.*

Malang, 30 september 2020



Khoirotun Nisak

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL
HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iii
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
البحث ملخص.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Hipotesis penelitian.....	5
1.6 Batasan Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume).....	7
2.1.1 Tanaman Porang dalam Perspektif islam.....	7
2.1.2 Deskripsi Porang.....	9
2.1.3 Kandungan dan Manfaat Porang.....	11
2.2 Kultur <i>In Vitro</i>	12
2.2.1 Pengertian Kultur <i>In Vitro</i>	12
2.2.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kultur <i>in Vitro</i>	15

2.3 Kalus	15
2.3.1 Kalus Embriogenik.....	15
2.3.2 Embriogenesis.....	16
2.4 Subkultur.....	17
2.5 Zat pengatur tumbuh (ZPT)	17
2.6 Thidizuron (TDZ).....	18
2.7 Asam Amino	18
2.8 Metionin.....	19
2.9 Mekanisme Kerja Metionin	20

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian.....	22
3.2 Waktu dan Tempat.....	22
3.3 Variabel Penelitian.....	22
3.4 Alat dan Bahan.....	23
3.5 Prosedur Penelitian	23
3.5.1 Sterilisasi Alat.....	23
3.5.2 Pembuatan Media.....	23
3.5.3 Sterilisasi Ruang Tanam	24
3.5.4 Subkultur.....	25
3.5.5 Pemeliharaan.....	25
3.5.6 Pengamatan.....	25
3.6 Pengamatan	25
3.7 Analisis Data	26
3.8 Alur Penelitian	27

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Metionin Terhadap Kualitas Induksi Tunas Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blum).....	28
4.2 Pengaruh Metionin Terhadap Kuantitas Induksi Tunas Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blum) berdasarkan Kuantitatif.....	30
4.3 Kajian Hasil Penelitian Dalam perspektif Islam	36

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan40
5.2 Saran40

DAFTAR PUSTAKA41

LAMPIRAN.....52



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi media MS.....	14
Tabel 3.1 Rancangan Penelitian.....	22
Tabel 4.1 Hasil Uji DMRT 5% pengaruh Pengaruh Metionin terhadap Induksi Tunas Porang	30



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagian Porang	9
Gambar 2.2 Bagian Bunga, Biji, dan Umbi Porang.....	10
Gambar 2.3 Tahap embriogenesis somatik	16
Gambar 2.4 Rumus Bangun kimia sitokinin.....	18
Gambar 2.5 Struktur umum asam amino	19
Gambar 2.6 Rumus Bangun kimia metionin.....	20
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	27
Gambar 4.1 Pengaruh metioinin terhadap warna tunas porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blum)	29
Gambar 4.2 Pengaruh metioinin terhadap jumlah dan panjang tunas porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blum)	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Pengamatan.....	52
Lampiran 2 Hasil ANAVA dan DMRT 5%.....	53
Lampiran 3 Perhitungan dan Pengambilan Larusan Stok.....	56
Lampiran 3 Color Chart	56



ABSTRAK

Nisak, Khoirotun 2020. Induksi Tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) menggunakan Metionin Secara *In Vitro*. Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing Biologi: Ruri Siti Resmisari, M. Si., Pembimbing Agama: Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M. S.I

Kata Kunci: Metionin, tunas, porang

Porang termasuk family Araceae, merupakan jenis tumbuhan umbi yang memiliki nilai ekonomi tinggi sehingga berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia. Dibanding dengan *amorphophallus* yang lain porang memiliki kandungan glukomannan yang paling tinggi. Glukomannan merupakan senyawa polisakarida jenis hemiselulosa yang mempunyai banyak manfaat dalam bidang pangan, industri dan obat. Ekspor porang beberapa tahun ini meningkat sedangkan produksi porang masih rendah. Oleh karena itu perlu adanya upaya penyediaan bibit secara massal dalam waktu yang relatif singkat. Salah satunya dapat dilakukan perbanyakannya menggunakan teknik kultur *in vitro*. Keberhasilan dalam induksi tunas dapat dilakukan dengan menambahkan metionin dan melalui tahap embriogenesis somatik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh metionin terhadap kualitas dan kuantitas induksi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) penelitian ini bersifat eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 4 kali ulangan. Terdapat satu perlakuan dalam penelitian ini yaitu konsentrasi metionin meliputi 0 mg/l, 10 mg/l, 20 mg/l, 30 mg/l, 40 mg/l, 50 mg/l. Analisis hasil pengamatan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA), kemudian dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf signifikansi 5% apabila terdapat pengaruh yang nyata terhadap variabel pengamatan. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh pemberian metionin terhadap induksi tunas porang. Konsentrasi yang paling efektif pada jumlah kalus yang bertunas adalah metionin 40 mg/l dengan rerata 2, sedangkan konsentrasi yang paling efektif pada jumlah tunas dan panjang tunas adalah metionin 10 mg/l, dengan menghasilkan sebesar 5,25 tunas dan panjang 0,4725 cm.

ABSTRACT

Nisak, Khoirotun 2020. Induction of Porang Shoots (*Amorphophallus muelleri* Blume) Using Methionine *In Vitro*. Thesis. Departement of Biology, Faculty of Science and Technology Maulana Malik Ibrahim State Islamic university of Malang. Advisor: Ruri Siti Resmisari, M. Si., Religious Counselor: Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M. S.I.

Keywords: Methionine, shoots, porang

Porang is included in the Araceae family that is a type of tuber plant that has high economic value, so it has the potential to be cultivated in Indonesia. It is compared to other amorphophallus, porang has the highest glucomannan content. Glucomannan is a polysaccharide compound of hemicellulose type that has many benefits in the fields of food, industry and medicine. Porang exports have increased in recent years while in low production. Therefore, it needs to provide bulk seeds in a short time relatively. One of it can be propagated by using *in vitro* culture techniques. The success in shoot induction can be done by adding methionine and going through the somatic embryogenesis stage.

The research aims at determining the influence of methionine toward the quality and quantity of porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) shoot induction. The research was experimental by using a completely randomized design (CRD) with 6 treatments and 4 replications. There was one treatment in this research, namely the concentration of methionine that included 0 mg/l, 10 mg/l, 20 mg /l, 30 mg /l, 40 mg/l, 50 mg/l. The analysis of the results of the observations used the Analysis of Variants (ANAVA), then was continued with the Duncan Multiple Range Test (DMRT) with a significance level of 5% if there was a significant influence on the observed variables. The research results showed that there was an influence of methionine toward the induction of *porang* shoots. The most effective concentration on the number of sprouting callus was 40 mg/l methionine with a mean of 2, the most effective concentration on the number of shoots and shoot length was 10 mg/l methionine, resulting 5.25 shoots with long of 0.4725 cm

ملخص البحث

نساء، خيرة، و.س. ٢٠٢٠. استقراء براعم بورانج (*Amorphophallus muelleri Blume*) باستخدام الميتيونين في المختبر. رسالة الجامعي. قسم علم الحياة، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف لعلم الحياة: روري ستي ريسمساري، الماجستير. المشرف لعلم الدين: الدكتور مُجد مخلص فخر الدين، الماجستير

.كلمات مفتاحية: الميتيونين، البراعم، بورانج

إن بورانج من عائلة *Araceae* هو نوع من نباتات الدرنه ذات قيمة اقتصادية عالية بحيث يمكن زراعتها في إندونيسيا. بالمقارنة مع *amorphophallus* من الأنواع الأخرى، يحتوي بورانج على أعلى محتوى من الجلوكومانان. الجلوكومانان هو مركب متعدد السكريات من نوع هيميسليلوز *hemiselulosa* له فوائد عديدة في مجالات الأغذية والصناعة والطب. زادت صادرات بورانج في السنوات الأخيرة بينما لا يزال إنتاج البورانج منخفضا. لذلك، من الضروري توفير البذور السائبة في وقت قصير نسبيا. يمكن تكاثر إحداها باستخدام تقنيات الاستزراع في المختبر. يمكن تحقيق النجاح في استقراء البراعم بإضافة الميتيونين والمورور بمرحلة التطور الجنيني الجسدي.

١ لهدف من هذا البحث لمعرفة تأثير الميتيونين على جودة وكمية استقراء براعم بورانج (*Amorphophallus muelleri Blume*)، وكان هذا البحث تجريبية باستخدام التصميم العشوائي الكامل (RAL) مع ٦ معاملات و ٤ مكررات. يوجد علاج واحد في هذا البحث، وهو تركيز الميتيونين بما في ذلك ٠ مجم / لتر ، ١٠ مجم / لتر ، ٢٠ مجم / لتر ، ٣٠ مجم / لتر ، ٤٠ مجم / لتر ، ٥٠ مجم / لتر. استخدم تحليل الملاحظات تحليل المتغيرات (ANAVA)، ثم تابع مع اختبار دونجان متعدد المدى (DMRT) بمستوى أهمية ٥٪. إذا كان هناك تأثير كبير على المتغيرات المرصودة. دلت النتائج على أن وجود تأثير للميتيونين على استقراء براعم بورانج. كان التركيز الأكثر فاعلية على عدد الكالوس الناتج هو الميتيونين ٤٠ ملجم / لتر بمتوسط ٢، بينما كان التركيز الأكثر فاعلية على عدد الأفرع وطول النبتة ١٠ ملجم / لتر ميتيونين، وأنتج ٥.٢٥ نبتة وطول ٠.٤٧٢٥ سم.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Allah Subhanahu Wa Ta'ala telah menciptakan alam beserta isinya yang terdiri dari beberapa makhluk hidup di bumi yang salah satunya yaitu tumbuhan. Tumbuhan termasuk sumber daya penting yang memiliki banyak manfaat untuk manusia dan hewan. Sebagaimana dalam firman Allah SWT Al-Qur'an surat Asy-Syu'ara' (26):7 yang berbunyi:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَذْبَذْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya: “*Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?.*”

Menurut Al-Mahalli (2000), *أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ* (*Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi*) maksudnya adalah memikirkan tentang bumi, *كَمْ أَذْبَذْنَا* (*berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu*) alangkah banyaknya, *مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ* (*berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik*) jenisnya? Dialah Allah SWT yang Maha Agung, Maha Kuasa lagi Maha Perkasa yang telah menciptakan bumi dan menumbuhkan berbagai jenis tanaman yang baik. Maksud tanaman baik yaitu tanaman yang memiliki manfaat untuk makhluk hidup yang lain, salah satunya yaitu porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) yang memberikan banyak manfaat bagi manusia baik dibidang pangan, kesehatan dan industri.

Porang termasuk family Araceae (Benson, 1957), merupakan jenis tumbuhan umbi yang memiliki nilai ekonomi tinggi sehingga berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia (Sumarwoto, 2005). Dibanding dengan *amorphophallus* yang lain porang memiliki kandungan glikomannan yang paling tinggi (Sumarwoto, 2007).

Glukomannan merupakan senyawa polisakarida jenis hemiselulosa yang mempunyai banyak manfaat dalam bidang pangan, kesehatan dan industri. Dalam bidang pangan porang banyak dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan agar dan gelatin (Imelda, 2008). Dalam bidang kesehatan porang dapat berpotensi untuk mengurangi berat badan (Kraemer *et al.*, 2007), pengobatan kolon (Staiano *et al.*, 2000; Yong *et al.*, 2016; Chen *et al.*, 2006), mengurangi kolesterol (Chen *et al.*, 2003), mengobati kanker (Luo, 1992) dan diabetes (Vuksan *et al.*, 1999, 2001). Sedangkan dalam bidang industri porang sering digunakan sebagai bahan pembuat cat, tekstil, kertas pita seluloid, bahan negatif film, kosmetika, dan bahan isolasi (Sari, 2013).

Ekspor porang akhir-akhir ini meningkat, sesuai dengan data dari Kementerian Pertanian Direktorat Jendral Tanaman Pangan (2020) bahwa ekspor chips porang meningkat dari 11.720 ton pada tahun 2019 periode januari hingga juli sampai 14.568 ton dengan periode yang sama pada tahun 2020. Tujuan ekspor porang yaitu cina, vietnam dan thailand, jepang dan hongkong. Untuk mengembangkan tanaman porang, pada tahun 2020 pemerintah mengalokasikan tanah seluas 17.886 ha, yaitu di Provinsi Jawa, Banten, NTT dan Sulawesi Selatan. Dengan diperlusnya lahan porang maka perlu perbanyak bibit porang.

Perbanyak tanaman porang dapat dilakukan melalui 3 cara yaitu menggunakan umbi batang, umbi daun (*bulbil*) dan biji. Penggunaan umbi batang tidak disarankan, karena umbi yang sudah waktunya dipanen harus dibibitkan kembali sehingga dapat mengurangi produksi porang. Perbanyak porang juga bisa menggunakan biji dan bulbil akan tetapi persediaan bulbi terbatas karena pada umumnya tanaman porang dalam satu periode tumbuh menghasilkan 1 bulbil, dua periode 4-7 bulbil, dan tiga priode 10-20 bulbil. (Sumarwoto, 2008). Ketersediaan biji untuk perbanyak juga terbatas, karna porang mulai berbunga setelah umbi berumur tiga tahun dan pemasakan biji porang mulai dari berbunga memerlukan waktu sekitar 12 bulan (Santosa *et al.*, 2016). Setelah porang memproduksi bunga maka umbi akan menyusut dan rusak sehingga kadar glukomannan menurun, oleh karena itu sebelum berbunga biasanya umbi porang dipanen terlebih dahulu

(Budiman & Arisoesilaningsih, 2012). Untuk menyediakan porang yang banyak maka perlu teknik perbanyak yang tepat, yaitu melalui teknik kultur *in vitro*.

Kultur *in vitro* merupakan teknik budaya suatu tanaman dengan memotong bagian tanaman seperti bagian organ, sel jaringan dan protoplas ke dalam media steril dalam wadah tertutup yang dapat ditembus cahaya. Upaya ini dilakukan agar memudahkan suatu tanaman berfotosintesis (Zulkarnain, 2011). Teknik ini mampu memperbanyak tanaman dengan jangka waktu yang lebih singkat dengan jumlah melimpah, sifat yang sama dengan induknya, terbebas dari patogen maupun cendawan, dan dapat memperoleh bibit-bibit baru dengan kualitas yang unggul (Harahap, 2014). Salah satu metode kultur *in vitro* yang dapat digunakan yaitu dengan menginduksi tunas melalui tahap embriogenesis somatik.

Embriogenesis somatik merupakan perkembangan sel-sel somatik yang berdiferensiasi menjadi sel induk embriogenik totipotensi yang dapat membentuk embrio (Ikeuchi *et al.*, 2015). Regenerasi embriogenesis somatik berstruktur bipolar, yakni memiliki dua poros yang langsung membentuk calon tunas dan akar. Embriogenesis somatik terbagi menjadi dua jalur yaitu secara langsung (tanpa melalui pembentukan kalus) dan tidak langsung (melalui pembentukan kalus) (Guan *et al.*, 2016). Embriogenesis secara langsung dapat menekan masalah sulitnya pembentukan benih somatik pada tahap perkecambahan akan tetapi embrio somatik dihasilkan dalam jumlah yang sedikit. Namun berbeda dengan embriogenesis secara tidak langsung yang dapat menghasilkan embrio somatik lebih banyak (Ibrahim *et al.*, 2013).

Faktor penunjang dalam proses regenerasi tunas adalah zat pengatur tumbuh dan asam amino (Yusnita, 2003). Asam amino yaitu sumber N-organic yang diabsorpsi dengan cepat oleh tanaman dibandingkan sumber N lain yang terdapat di media (Sucanda *et al.*, 2015). Asam amino dapat mendorong pertumbuhan dan perkembangan tunas (Kailola, 2015; Sucanda *et al.*, 2015; Asharo *et al.*, 2013). Asam amino merupakan penyusun protein yang memiliki berbagai fungsi pada tumbuhan diantaranya sebagai pendukung, pengkoordinasi aktifitas organisme, perespon sel terhadap rangsangan,

pergerakan, perlindungan terhadap penyakit, mempercepat reaksi-reaksi kimiawi secara selektif (Rasullah *et al.*, 2013).

Ada 20 jenis asam amino yang ditemukan di alam, salah satunya adalah metionin. Metionin adalah turunan asam amino yang mengandung sulfur (S) berfungsi dalam pembentukan protein dan berperan dalam inisiasi penerjemahan mRNA. Selain itu metionin juga dapat digunakan untuk mengontrol dalam proses seluler selaku prekursor S-adenosilmetionin (SAM) (Amir *et al* , 2002). Metionin juga merupakan sumber primer yang mampu memproses seluler utama yang meliputi pembentukan dinding sel, klorofil, dan membran serta pembelahan sel melalui S-adenosilmetionin (Roje, 2006).

Metionin dapat mengubah sitokin endogen lebih aktif sebab S-adenosilmetionin mampu menghasilkan S-adenosil-L-hidrolase (SAHH). Kehadiran SAHH ini mampu melipatgandakan kinerja sitokin dalam esudat akar, mendukung pembelahan sel dan diferensiasi sel (Faure, 1999). Pemberian metionin 50-100 mg/l dalam media secara *in vitro* terbukti mampu memproduksi sitokin endogen lebih banyak sehingga pertumbuhan tunas juga lebih banyak (Druart, 1988). Selain itu, penggunaan metionin untuk induksi tunas juga telah dilakukan pada beberapa tanaman seperti Jeruk *Japhansce Citroen* (Ariantika, 2018), Lettuce (*Lactuca sativa* L.) (Khan 2019) dan Broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) (Shekari, 2017). Oleh sebab itu, dalam penelitian ini digunakan metionin dengan berbagai konsentrasi untuk menginduksi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) secara *in vitro*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh metionin terhadap kualitas induksi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)?
2. Bagaimana pengaruh metionin terhadap kuantitas induksi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui pengaruh metionin terhadap kualitas induksi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)
2. Untuk mengetahui pengaruh metionin terhadap kuantitas induksi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah

1. Terdapat pengaruh pemberian metionin terhadap kualitas induksi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)
2. Terdapat pengaruh pemberian metionin terhadap jumlah eksplan yang bertunas, jumlah, dan panjang tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian adalah:

1. Memberi informasi tentang pemberian metionin yang efektif dan responnya terhadap induksi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).
2. Mengenalkan teknik kultur *in vitro* tanaman porang.
3. Mampu memproduksi bibit porang yang berkualitas.
4. Dapat menghasilkan bibit porang yang banyak dengan waktu yang singkat sehingga permintaan pasar terpenuhi
5. Menyalurkan inspirasi untuk melakukan penelitian lanjutan tentang budidaya porang.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Eksplan yang digunakan yaitu kalus porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dari koleksi laborototium kultur jaringan tumbuhan yang berukuran 0,4 gram setelah 3 kali subkultur.
2. Media yang digunakan adalah media Murashige dan Skoog (MS).
3. Kalus ditaman dalam media MS0 selama 4 hari yang bertujuan untuk memastikan kalus yang digunakan sebagai eksplan kembali dalam kondisi netral.

4. Ditanam media TDZ 1 mg/l untuk Pre-treatment dan disimpan selama 4 hari (Pramanik, 2010).
5. Penambahan metionin dengan konsentrasi 0 mg/l, 10 mg/l, 20 mg/l, 30 mg/l, 40 mg/l dan 50 mg/l.
6. Hasil kultur disimpan di ruang inkubasi selama 46 hari dengan suhu 20⁰C dan intensitas cahaya 500 lux.
7. Parameter yang diamati secara kualitatif yaitu warna tunas, dan secara kuantitatif yaitu panjang tunas, jumlah tunas, dan jumlah eksplan yang bertunas.



BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

2.1.1 Tanaman Porang dalam Perspektif islam

Allah SWT menumbuhkan tumbuhan yang bermacam-macam. Sebagaimana dalam firman Allah Al-Qur'an surat Thaha Ayat 53 yang berbunyi

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَدَّكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ
أَزْوَاجًا مِنْ نَبَاتٍ شَتَّى

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

Menurut Al-Mahalli (2000) lafal شتى menjadi sifat-sifat dari lafal ازواج yang mempunyai arti bermacam-macam warna, rasa dan sebagainya. Dan kata شتى merupakan bentuk jama' dari شتت, seperti kata مريض dan مرضى. berasal dari lafal لا مرشت yang artinya berbeda-beda. Syanqithi (2007) menafsirkan “tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam” adalah jenis tumbuhan yang memiliki macam-macam manfaat, bentuk warna, ukuran, bau, rasa. Sehingga dapat didefinisikan bahwasannya Allah menumbuhkan tanaman yang memiliki banyak manfaat. Sebagaimana yang telah Allah SWT firmankan mengenai tumbuhan yang baik dalam Al-Quran surat Asy-Syu'ara' (26):7 sebagai berikut:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

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

Menurut Tafsir Al-Qurtubhi (2000), “*Karim*” artinya baik dan mulia yang berasal dari kata “*al-karim*” dalam bahasa arab yaitu *al-fadl* (keutamaan). Kata ini mengacu pada kata “*Anbatsna*” yang artinya menumbuhkan tanaman. Berdasarkan ayat Al-Quran dan tafsir tersebut, Allah SWT telah menciptakan bumi dan didalamnya menumbuhkan beraneka macam tumbuhan baik, dalam

artian tumbuhan yang subur dan bermanfaat yang salah satunya dimanfaatkan sebagai sumber pangan agar kebutuhan sehari-hari terpenuhi. Selain itu porang juga dapat dimanfaatkan untuk obat. Sebagaimana sabda Nabi SAW yang berbunyi:

إِنَّ اللَّهَ لَمْ يَنْزِلْ دَاءً إِلَّا أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً، عِلْمُهُ مَنْ عِلْمُهُ وَجَهْلُهُ مَنْ جَهْلُهُ

Artinya: “*Sesungguhnya Allah I tidaklah menurunkan sebuah penyakit melainkan menurunkan pula obatnya. Obat itu diketahui oleh orang yang bisa mengetahuinya dan tidak diketahui oleh orang yang tidak bisa mengetahuinya.*” (HR. Ahmad, Ibnu Majah, dan Al-Hakim).

Semua yang diciptakan Allah SWT di bumi ini memiliki manfaat tersendiri, salah satunya adalah utuk obat. Menurut An-Najr (Tanpa tahun) menyatakan bahwannya manusia adalah makhluk yang berakal sehingga dapat berfikir dan menemukan manfaat dari porang yang memiliki potensi sebagai obat dan memberikan kemaslahatan bagi manusia.

Manusia merupakan seorang pemimpin dibumi yang memiliki kewajiban untuk menjaga kelestarian alam. Manusia memiliki peran sebagai ilmuan islami, oleh karena itu segala tindakan yang dilakukan harus sesuai dengan nilai-nilai islam. Manusia ditugaskan untuk mengembangkan dan melestarikan apa yang telah diciptakan Allah dibumi, salah satu contohya dengan melakukan budidaya dan perbayakan meggunakan teknik kultur *in vitro*. Allah SWT berfirman dalam Al-Quran surat Al-an’am ayat (6):95 yang berbunyi:

إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالذُّوَى ط يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ الْمَيِّتِ مِنَ الْحَيِّ ؕ ذَٰلِكُمْ اللَّهُ ط فَآدَىٰ تُؤْفَكُونَ

Artinya: “*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?*”

Berdasarkan ayat tersebut dapat diambil pelajaran bahwasannya Allah telah menumbuhkan berbagai macam tumbuhan, salah satunya yaitu porang. Allah juga mengeluarkan yang hidup dari yang mati. Terjemahan “*Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati*” merupakan gagasan dari teknik kultur *in vitro* tanaman. Landasannya yakni menumbuhkan tanaman yang berasal dari

bagian organ tanaman yang tidak utuh, kemudian tumbuh dan berkembang menjadi tanaman yang lengkap dengan izin Allah SWT.

2.1.2 Deskripsi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Porang merupakan tumbuhan monokotil (Heyne, 1987) yang tergolong dalam family Araceae (Rijono, 1999). Porang memiliki dua karakteristik yang dapat membedakannya dari genus *amorphophallus* yang lain, yakni tanaman porang memiliki umbi daun (bulbil) dan bagian dalam umbi porang warnanya orange (Supriati, 2016).

Porang berakar primer, beberapa tumbuh menutupi umbi (Sumarwoto, 2005). Akar tumbuh dari dasar tangkai daun dan gagang bunga, dengan rata-rata 30 akar (Santosa, 2016). Batang porang terletak di atas umbi (Gambar 2.1b) (Sumarwoto, 2005). Menurut Sulistiyo (2015) batangnya berbentuk bulat yang memiliki getah putih. Tangkai berfungsi dalam pembentukan model percabangan untuk menentukan luasnya bagian fotosintesis.

Menurut Sumarwoto (2005) Tangkai daun memiliki tinggi maksimum 150 cm, memiliki batang lunak yang lurus bertekstur halus dengan warna hijau bercak putih. Ada 3 cabang ditangkai daun primer yang hendak bercabang lagi menjadi tangkai daun (Supriati, 2016). Tangkai daun memiliki permukaan yang licin (Ambarwati *et al*, 2000). Daun porang berbentuk majemuk dan elips yang ujung daunnya runcing. Warna daun bervariasi mulai hijau muda hingga hijau tua. Permukaan daun bertekstur halus. Helai anak daun berjumlah 3-6 yang bercabang-cabang (Gambar 2.1c) (Sumarwoto, 2005).

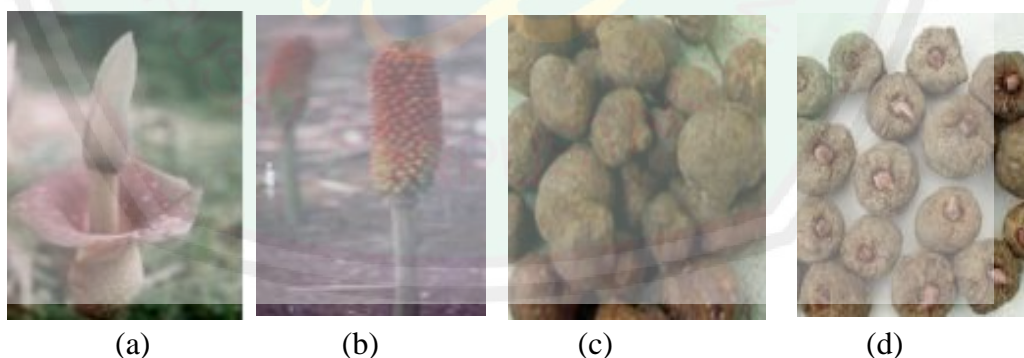


Gambar 2.1 Bagian porang: (a) pohon, (b) batang, (c) daun (Pusat Penelitian dan Pengembangan Porang Indonesia, 2013; Koswara, 2013).

Bunga porang berbentuk seperti tombak yang ujungnya tumpul serta bersifat uniseksual. Kebanyakan porang berbunga diawal musim hujan akan tetapi juga dapat berbunga ketika hendak memasuki musim hujan (Sumarwoto, 2005). Bunga tersusun atas putik berwarna merah hati, benangsari, serta seludang bunga yang pendek berbentuk agak bulat, berwarna hijau dibagian bawah dan berwarna jingga dibagian atas yang disertai bercak putih (Gambar 2.2a) (Ambarwati *et al*, 2000).

Menurut Sumarwoto (2005) Tipe buah porang yaitu berdaging dan berbentuk majemuk. Saat muda buah berwarna hijau, hendak tua berwarna kuning kehijauan dan saat tua berwarna orange hingga merah. Tandan buah berbentuk lonjong. satu buah terdiri dari 100 sampai 450 biji. Biji ini berbentuk bulat (Gambar 2.2b).

Ada 2 macam umbi porang yakni umbi yang ditemukan di tanah disebut umbi batang dan umbi yang berada dipercabangan tulang daun disebut bulbil. Umbi batang berwarna kuning kecoklatan hingga coklat tua serta memiliki bentuk oval yang simetris dan disertai serabut akat (Gambar 2.2c). Bulbil berbentuk simetris pada bagian tengah (Gambar 2.2d). Umbi batang dan umbi daun digunakan untuk perbanyakan secara vegetatif (Sumarwoto, 2005). Umbi batang dan bulbil memiliki permukaan yang kasar (Ambarwati *et al*, 2000).



Gambar 2.2 (a) Bunga, (b) Biji, (c) umbi katak (bulbil) (d) Umbi batang (Sumarwoto, 2005; Widyastuti, 2012; Pusat Penelitian dan Pengembangan Porang Indonesia, 2013).

Tingkat kerapatan naungan untuk tanaman porang minimal 40%, ketinggian tempat terbaik untuk pertumbuhan adalah 100-600 m dpl (Pusat Penelitian dan Pengembangan Porang Indonesia, 2013). Porang cocok tumbuh

pada suhu 25-35⁰C dan curah hujan 300-500 mm per bulan selama periode pertumbuhan vegetatif (Sumarwoto, 2012). Tumbuh baik pada tanah dengan tingkat kesuburan yang tinggi, struktur gembur, dan tingkat kemasaman tanah relatif rendah yaitu pH 6-7,5 (Sumarwoto & Maryana, 2011). Tanaman porang yang tumbuh pada kondisi tanah kurang subur dan berbatu tetap hidup tetapi mengalami perkembangan tanaman dan pembesaran umbi tidak optimal (Prana, 2008).

Klasifikasi *Amorphophallus muelleri* Blume adalah sebagai berikut (Tjitrosoepomo, 2002):

Kigdom: Plantae

Subkigdom: Tracheobionta

Superdivision: Spermatophyta

Division: Magnoliophyta

Class: Liliopsida

Subclassis: Arecidae

Order: Arales

Family: Araceae

Genus: *Amorphophallus*

Spesies: *Amorphophallus muelleri* Blume

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

Umbi porang banyak mengandung glukomanan sekitar 49% -60%, protein kasar (5% - 14%), serat (2% -5%), pati (10% -30%), abu (3,4% -5,3%), gula larut (3% -5%), serta sedikit saponin dan alkaloid (Li et al., 2005). Senyawa glukomanan yang terkandung dalam umbi porang ini adalah polisakarida yang berasal dari hemiselulosa yang terdiri atas rantai glukosa, manosa, dan galaktosa, (Hui, 2006).

Senyawa glukomanan pada porang memberikan banyak manfaat diberbagai bidang, dibidang makanan meliputi sebagai pengemulsi, pengental, dan stabilisator pada skala komersial (Brown, 2000). Di Filipina dimanfaatkan sebagai bahan dasar untuk membuat alkohol dan roti (Aulinurman, 1998), sebagai pengganti agar (Imelda, 2008). Glukomanan juga digunakan dibidang

industri, yaitu tekstil, cat, bahan insulasi, pita *celluloid*, film negatif, kosmetik dan kertas (Ermiaati dan Laksamanhardja, 1996).

Manfaat porang dalam segi kesehatan meliputi; mengurangi kolesterol dan penurunan obesitas sebab mengandung serat banyak serta tidak mengandung lemak (Gallaher et al., 2000; Purwanto, 2018), menyembuhkan penyakit kanker (Luo, 1992), mencegah sembelit akut (Passaretti *et al.*, 1991), glukomanan dapat meningkatkan sensitivitas insulin karena memodulasi tingkat penyerapan dalam usus kecil, sehingga dapat mengurangi diabetes (Vuksan *et al.*, 2001).

2.2 Kultur *In Vitro*

2.2.1 Pengertian Kultur *In Vitro*

Kultur *in vitro* adalah suatu metode budidaya tumbuhan untuk mengisolasi dengan cara mengambil seperti tunas, batang muda, dan daun muda yang ditumbuhkan dimedia dalam keadaan steril (Janick, 1972). Kebanyakan kultur *in vitro* digunakan untuk tumbuhan yang kesulitan berkembangbiak secara generatif (Hendaryono dan Wijayani, 1994).

Prinsip kultur *in vitro* yaitu memanfaatkan sel yang bersifat totipotensi, bahwa tiap sel dari tanaman bakal tumbuh dan berkembang hingga tanaman utuh (Zulkarnain, 2009). Berikut ini tahapan yang dilewati dalam perbanyakan tanaman secara *in vitro*, yaitu: (1) induksi kalus embriogenik, (2) pematangan, merupakan fase pengembangan globular menjadi *cotyledon* dan primordia akar, (3) tunas berkecambah dan terbentuknya akar, (4) aklimatisasi (Nusmawarhaeni *et al.*, 1991).

2.2.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kultur *In Vitro*

Adapun faktor-faktor yang dapat memberikan pengaruh terhadap keberhasilan pembiakan kultur *in vitro* sebagai berikut:

1. Eksplan

Eksplan merupakan bagian dari tanaman yang akan dikultur (Nusmawarhaeni *et al.*, 1991). Bagian tanaman yang akan ditanam berasal dari seluruh bagian seperti daun, akar, tunas, meristem, kepala sari, embrio, hypocotyl, biji, rimpang, dan bulbil. Eksplan yang akan dikultur memiliki ukuran yang mulai dari $\pm 0,1$ mm) hingga 5 cm. (Wattimena, 1992). Eksplan yang

berukuran besar mengakibatkan sulitnya diperoleh eksplan steril, sedangkan eksplan yang berukuran kecil mengakibatkan berkurangnya kemampuan bertahan ketika dikultur (Gunawan 1998). Menurut Yuliarti (2010) Eksplan yang diambil untuk dikultur harus berasal dari jaringan yang muda atau primodia, memiliki sifat yang muda membelah, dan telah melewati proses diferensiasi.

2. Media

Media adalah suatu aspek penentu berhasilnya perbanyakan dalam kultur *in vitro*. Media berfungsi sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan eksplan dan memacu jaringan untuk terus hidup, berkembang dan berkembang biak (Nugrahani, 2011). Media yang digunakan beserta kandungannya bersumber dari organik dan anorganik dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan eksplan (Gunawan 1995). Media dibagi atas 2 macam yakni media padat dan cair. Media padat digunakan dalam pertumbuhan PLB (*Protocorm Like Body*) untuk membentuk planlet. Sedangkan media cair digunakan untuk pertumbuhan jaringan dari eksplan seperti pembentukan kalus (Nugrahani, 2011).

Komposisi dalam media meliputi nutrisi mikro dan makro dalam bentuk garam, asam amino, vitamin, suplemen organik lainnya, sumber karbon, dan zat pengatur tumbuh (Karjadi dan Bukhory, 2008). Murashige dan Skoog (MS) adalah media yang sering dipakai sebab tingginya garam-garam yang terkandung didalamnya, dibandingkan dengan media lain, serta mempunyai kandungan nitrat yang tinggi (Zulkarain, 2009). Berikut ini komposisi yang terkandung dalam Murashige dan Skoog (Hendaryono *et al.*, 1994):

Tabel 2.1 Komposisi media MS

Komponen	Komposisi (mg/l)
Makronutrien	
KH ₄ NO ₃	1.650
CaCl ₂ . 2H ₂ O	332,2
MgSO ₄ . 7H ₂ O	370
KH ₂ PO ₄	170
KNO ₃	1.900
Mikronutrien	
Na ₂ MoO ₄ 2H ₂ O	0,25
FeSO ₄ 7H ₂ O	27,8
CuSO ₄ . 5H ₂ O	0,025
H ₃ BO ₃	6,2
ZnSO ₄ . 7H ₂ O	8,6
MnSO ₄ .H ₂ O	19,9
KI	0,83
Na ₂ EDTA	37,3
CoCl ₂ . 6H ₂ O	0,025
Vitamin dan Asam Amino	
Pyridoxin HCl	0,5
Glisin	2,0
Thianmin HCl	0,1
Myo-inositol	100
Nicotnic Acid	0,55

3. Faktor lingkungan

Keadaan lingkungan kultur juga memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan eksplan, termasuk pH, kelembaban, cahaya, serta suhu (Wirawan, 2003). Kondisi lingkungan berpengaruh terhadap pertumbuhan sel dan diferensiasi dimana sel-sel tanaman dalam kultur *in vitro* mempunyai toleransi pH sekitar 5,7-5,8. Ditambahkan NaOH apabila pH <5,7, sedangkan ditambahkan HCl bila >5,8 (Gunawan, 1995).

Tanaman yang dikultur tumbuh pada suhu yang berbeda. Diperlukan suhu yang lebih tinggi dalam proses morfogenesis untuk tumbuh lebih cepat. Secara umum, suhu ruang inkubasi adalah 25⁰C atau sekitar 17-32⁰C. Suhu optimal dapat mempengaruhi pertumbuhan eksplan. Jika suhu di atas atau di bawah optimal dapat menghambat pertumbuhan eksplan (Basri, 2016).

Cahaya adalah aspek yang juga memengaruhi tumbuhnya eksplan. Dibutuhkan cahaya tinggi untuk tanaman yang tumbuh dengan kondisi normal dibandingkan tanaman yang tumbuh diruan kultur (Basri, 2016). Intensitas cahaya yang dibutuhkan pada tahap inisiasi 0-1000 lux, multiplikasi 1.000-10.000 lux, pengakaran 10.000-30.000 lux dan aklimatisasi <30.000 (Santosa dan Nursadi, 2004).

2.2.3 Keunggulan Kultur *In Vitro*

Teknik kultur *in vitro* memiliki beberapa keunggulan antara lain; benih yang dihasilkan berjumlah banyak dengan waktu yang relatif singkat, hemat tenaga, memperoleh sifat-sifat yang dikehendaki, tidak membutuhkan tempat yang luas, terbebas dari hama, penyakit, dan virus, keseragaman genetik, keseragaman genetik, konservasi genetik, dapat menghasilkan tanaman haploid melalui kultur *anther*, produksi tanaman sepanjang tahun yang tidak bergantung pada musim, memperbanyak vegetatif untuk tanaman yang sulit diperbanyak secara konvensional, dan untuk menyelamatkan tumbuhan yang langka (Lindsey dan Jones, 1990; Yusnita, 2003).

2.3 Kalus

2.3.1 Kalus Embriogenik

Kalus adalah sekelompok sel yang berasal dari sel-sel yang mengalami pembelahan terus menerus dan tidak terdiferensiasi. Kalus dapat ditumbuhkan dari berbagai jaringan tanaman yang isolasi di lingkungan aseptik (Sudarmadji, 2003). Menurut Pandiangan dan Subarnas (2011), kalus terbentuk dari bagian-bagian tanaman yang terluka, sel parenkim yang letaknya dekat luka bersifat mudah membelah sehingga massa sel tidak mengalami diferensiasi.

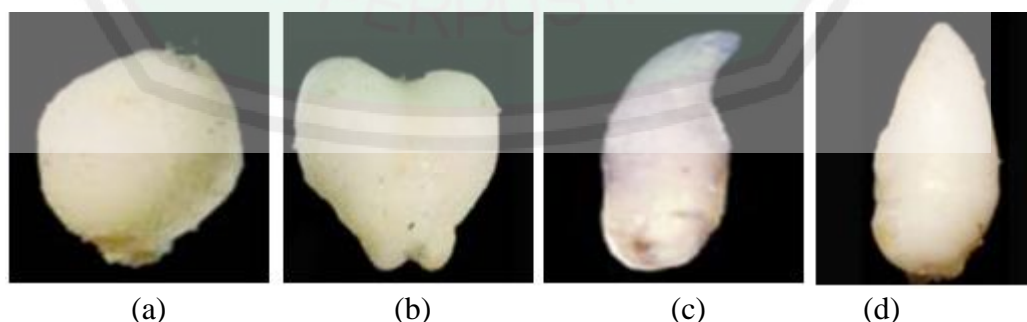
Terbentuk dua macam kalus pada kultur *in vitro* yakni kalus yang berpotensi menjadi tanaman utuh melewati tahapan embriogenesis disebut kalus embriogenik dan kalus yang memiliki potensi untuk langsung beregenerasi jadi tanaman utuh tanpa melewati tahapan embriogenesis disebut kalus non-embriogenik (Rusdianto dan Indrianto, 2012). Kalus embriogenik dapat membentuk embrio berjumlah banyak pada satu wadah kultur (Zulkarnain, 2009)

2.3.2 Embriogenesis

Menurut Umehara (2007) Embriogenesis merupakan tahap paling penting ketika membentuk tanaman yang lengkap. Ada tiga tahap dalam proses embriogenesis yang meliputi penyusunan embrio, akumulasi cadangan makanan, dan mempunyai potensi untuk bertahan hidup dalam kondisi kering (bertahan pada tahap penyimpanan). Embriogenesis adalah termasuk dalam proses morfogenesis dimana embriogenesis bersifat bipolar yang dalam satu eksplan membentuk dua bakal akar dan tunas dalam waktu yang relatif sama (Lestari, 2011).

Menurut Zulkarnain (2009) embriogenesis terbagi atas dua jenis yakni embriogenesis zygotik dan somatik. Embrio yang asalnya dari gamet betina dan jantan disebut embriogenesis zigotik. Sedangkan sel somatik yang mengalami regenerasi melewati tahap pembentukan embrio tanpa mengalami peleburan sel gamet disebut embriogenesis somatik (Dixon, 1985). Embriogenesis somatik memiliki alur khas yang mana melewati tahapan yang meliputi induksi kalus embriogenik, pendewasaan serta perkecambahan (Purnamaningsih, 2003).

Embriogenesis zygotik dan somatic melewati tahap yang sama, termasuk: (1) Pro embrio, terbentuknya kumpulan sel meristem kecil dan embrio somatik (2) globular, sekelompok sel besar yang tidak mempunyai embrio (3) heart, ada 3 lokus dimana cotyledon pertama dipisahkan dari tiang akar (4) torpedo adalah pemanjangan dari tahap heart (5) kotriks (6) perkecambahan embrio untuk membentuk sebuah planet (Pardal *et al.*, 2001).



Gambar 2.3 Tahap embriogenesis somatik: (a) Globular (b) Heart (c) Torpedo (d) cotyledonary (Sianipar *et al.*, 2007)

Embriogenesis somatik memiliki beberapa keunggulan antara lain: berstruktur bipolar yakni dapat membentuk dua sudut yaitu bakal tunas dan bakal akar (Purnamaningsih, 2003). Selain itu, dibutuhkan waktu yang singkat, hasil yang diperoleh sejalan dengan pemuliaan tanaman yang cepat, dan menghasilkan tanaman yang lebih banyak (Zulkarnain, 2009).

Embrio yang dihasilkan sel somatik dari embriogenesis aseksual akan berkembang dengan cara bertahap. Embriogenesis somatik dibagi atas dua jenis, yaitu pengembangan embrio langsung dari eksplan asli disebut embriogenesis langsung (*direct embryogenesis*) dan pengembangan embrio dari sel, suspensi sel dan kalus disebut embriogenesis tidak langsung (*indirect embryogenesis*). (Dixon, 1985).

2.4 Subkultur

Subkultur (*overplanting*) merupakan proses pemindahan planlet dari medium lama ke medium baru, baik saju jenis ataupun jenisnya berbeda atau dari segi komposisi medianya dengan jangka waktu tertentu, kegiatan ini dilakukan dalam keadaan aseptik. Subkultur pertama yang berasal dari eksplan awal disebut *passage* pertama. Subkultur kedua disebut *passage* kedua, dan begitu seterusnya. Setiap tanaman memiliki waktu inkubasi yang berbeda-beda (Gunawan, 1998). Tujuan dari subkultur ialah untuk memperbanyak tanaman dan eksplan memperoleh nutrisi untuk proses pertumbuhan (Utama, 2012).

2.5 Zat pengatur tumbuh (ZPT)

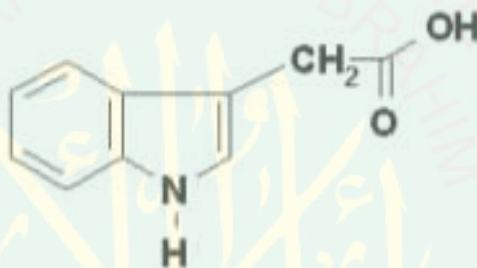
Menurut Wattimena (1992) Senyawa organik yang tidak termasuk nutrisi dengan konsentrasi sedikit dapat mempengaruhi baik mendorong maupun menghambat serta mampu mengubah fisiologi dari tanaman. Tanaman mampu mengubah ZPT bekerja bertambah aktif bahkan juga mengurangi keaktifan dari ZPT tersebut. Kapabilitas metabolisme tumbuhan bergantung dari genetika tumbuhan itu sendiri.

ZPT pada tanaman terbagi menjadi lima macam yaitu auksin, giberelin, sitokinin, etilen dan asam absisat (ABA) (Zulkarnain, 2009). Pada umumnya, zat pengatur tumbuh auksin dan sitokinin yang paling banyak digunakan pada kultur

in vitro. Sitokinin ini berperan dalam merangsang pembelahan sel (Gunawan, 1988).

2.6 Thidiazuron (TDZ)

Sitokinin merupakan senyawa organik turunan dari adenin yang menyebabkan sitokinesis. Pada proses fisiologis, khususnya pada pembelahan sel ini dirangsang dengan adanya sitokinin. Selain itu juga menyebabkan diferensiasi tunas, poliferasa tunas adventif, dan penghambatan tumbuhnya. Secara umum, yang termasuk sitokinin, meliputi zeatin, 6-Benzyl Amino Purin (BAP), *N*⁶-2-Isopentanyl Adenine (2iP), PBA, kinetin, 2C, dan *Thidiazuron* (TDZ) (Watimmena, 1991).



Gambar 2.4 Rumus Bangun kimia sitokinin (Yusnita, 2003)

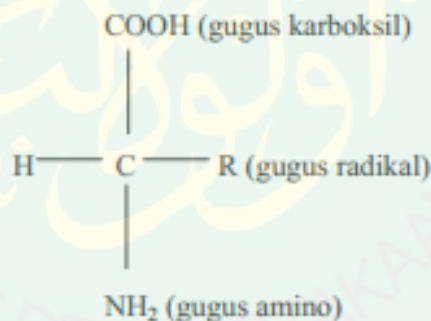
Thidiazuron adalah turunan sitokinin dari *fenilurea*, dalam jumlah sedikit dapat mendorong pertumbuhan tanaman (Gunawan, 1988). Menurut *Thidiazuron* adalah senyawa organik yang aktifitasnya menyerupai sitokinin alami yang mampu mendorong pertumbuhan tunas dengan waktu yang singkat dibandingkan dengan sitokinin lainnya, sehingga *Thidiazuron* ini banyak digunakan untuk perbanyakan *in vitro* (Khawar *et al.*, 2003). Penambahan *Thidiazuron* meningkatkan kemampuan multiplikasi tunas baik tunas adventif maupun tunas aksilar. *Thidiazuron* mampu merangsang kerja sitokinin ribonukleotida menjadi lebih aktif secara biologis (Lestari, 2015). Selain itu respon morfogenesis lebih meningkat pada kalus terhadap frekuensi dalam terbentuknya tunas, jumlah tunas dan cepatnya waktu yang dibutuhkan (Schulze, 2007)

2.7 Asam Amino

Asam amino adalah unit dasar dari struktur protein. Semua asam amino memiliki atom karbo asimetris sehingga beberapa isomer dapat terjadi, tetapi

tidak untuk glisin. Umumnya, asam amino yang ditemukan di alam memiliki konfigurasi L, tetapi dalam bakteri memiliki konfigurasi D. Asam amino memiliki sifat gugus amino (-NH) dan unit karboksil (-COOH) dan sebagian besar gugus amino dengan karbon dengan posisi alfa. Ada pengecualian untuk prolin, yang memiliki gugus amio-NH (Podjiadi, 1994).

Asam amino dikelompokkan menjadi dua golongan yakni asam amino esensial dan non-esensial. Asam amino esensial meliputi metionin (Met), histidin (His), treonin (Thr), isoleusin (Ile), leusin (Leu), triptofan (Trp), arginin (Arg), fenilalanin (Phe), lisin (Lys), dan valin (Val). Sedangkan asam amino non esensial meliputi asparagin (Asn), alanin (Ala), sistein (Cys), prolin (Pro), glutamin (Gln), tirosin (Tyr) glisin (Gly), asam aspartat (Asp), serin (ser) dan asam glutamat (Glu) (Hames dan Hooper, 2005). Asam amino tersusun atas gugus amino, atom hidrogen, gugus karboksil, dan gugus R. Asam amino yang terdapat di alam memiliki kesamaan dalam struktur basa, ada satu yang membedakan antar asam amino yaitu pada gugus R. (Winarno, 2008).



Gambar 2.4 Struktur umum asam amino (Almatsier, 2006).

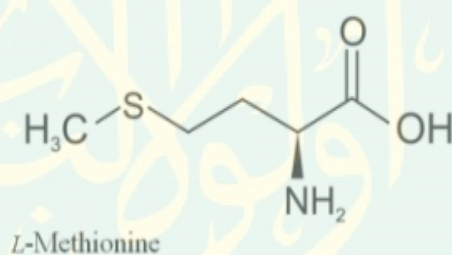
Salah satu aspek yang menentukan berhasilnya kultur *in vitro* ialah media untuk penyedia elemen yang diperlukan oleh eksplan untuk melakukan pertumbuhan. Asam amino merupakan salah satu komponen tambahan dalam media yang berfungsi sebagai sumber nitrogen yang cepat diasimilasi oleh eksplan dan sebagai aktivator hormon endogen (Fitriani *et al.*, 2015).

2.8 Metionin

Menurut Zemanova (2014) Metionin merupakan turunan dari asam amino yang terdiri atas tiga gugus konvergen yang meliputi atom belerang dari sistein,

gugus metil dari β -karbon serin dan karbon dari aspartat. Metionin ini memiliki peran pada sintesis protein dan berperan dalam pertumbuhan eksplan. Metionin mampu menstimulasi S-adenosyl-L- methionine (SAM) yang bertindak sebagai aktivator kelompok metil dalam reaksi transmisi serta perantara yang menghubungkan antara biosintesis produksi poliamin dan produksi etilen *phytohormon*. Sedangkan SAM mampu memproduksi S-adenosil-L-homosintein hidrolase (SAHH). SAHH termasuk protein pembuat sitokinin. Kehadiran SAHH mampu melipat gandakan kerja sitokinin dalam akar, serta memainkan peran pada sel berdiferensiasi dan pembelahan sel (Faure, 1999).

Metionin adalah salah satu asam amino milik molekul protein dan mengandung belerang yang berperan penting dalam kehidupan tanaman. Belerang sendiri bertanggung jawab untuk ikatan disulfida yang memiliki fungsi dalam mengatur stabilitas struktur protein tersier (Willke, 2015).



Gambar 2.5 Rumus Bangun kimia metionin (Willke, 2015)

Menurut Willke (2015) Metionin terdiri dari 2 isomer yaitu L- methionine dan D-methionine, isomer L sebagian besar ditemukan di alam. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sejak tahun 1943 tidak ada perbedaan nyata dari pemakai D-methionine dan L- methionine.

2.9 Mekanisme Kerja Metionin

Metionin dikatalisis oleh Cystathionine γ -synthase (CGS) dan diikuti oleh cystathionine β -Lyase (GBL) dan methionine synthase (MS). Metionin dipecah menjadi α -ketobutyrate dan methanethiol, yang masing-masing bertindak sebagai prekursor dalam biosintesis isoleusin dan patogen pada bakteri tanaman secara berkala, serta amonia dalam metabolisme metionin (Sugimoto, 2017).

O-Phosphohomoserine (OPH) adalah proses biosintetik pada tanaman yang menghubungkan sintesis treonin dan metionin, di mana OPH ini akan mewakili substrat dalam threonine syntase (TS) dan Cystathionine gamma syntase (Cgs). OPH akan langsung dikonversi menjadi threonine oleh TS atau dapat melalui mekanisme 3 langkah melalui kondensasi sistein dan OPH dikonversi menjadi sistionin yang kemudian dikonversi menjadi homocysteine dan methionin dengan bantuan enzim methionine syntase (MS) yang menghasilkan 20% bentuk protein dan 80% SAM (SAM) (Hesse, 2004).

SAM adalah hasil biosintesis metionin yang dapat membentuk SAHH yang merupakan transfer metil dan sebagai konstituen protein sitokin. Oleh karena itu metionin dapat bertindak sebagai prekursor sitokin endogen (Faure, 1999).

Kultur dan regenerasi tanaman secara *in vitro* memperkenalkan teknik baru melalui peningkatan kadar asam amino esensial, salah satunya adalah metionin. Ada 5 masalah penting tentang metionin dalam fungsi metabolisme yaitu untuk memainkan peran dalam proses trans-metilasi dalam persiapan donor metil primer. Senyawa metil untuk membentuk kreatin dan fosfatidilkolin disebut S-adenosylmetionin (SAM). Ketika kreatin dan fosfatidilkolin terbentuk, pembentukan metil homosistein juga terjadi. SAM dapat mempengaruhi sintesis DNA dan meningkatkan ekspresi gen, transfer sulfur dalam pembentukan sistein yang merupakan penggabungan glutathione atau ketika dikatabolis menjadi sintesis taurin dan protein. Metionin dapat masuk melalui remetilasi dari homocysteine atau kerusakan protein, metionin dapat mempercepat aksi hormon sitokin dan dapat menjadi prekursor untuk produksi hormon etilen (Kumar, 2014). metionin terdiri dari 3 kodon (basa) dalam bentuk AUG dengan fungsi sebagai kodon awal (starting codon) dalam proses penerjemahan. Jika dalam suatu tanaman tidak ada kandungan metionin atau metionin tetapi dalam jumlah yang sangat rendah, akan ada gangguan dalam proses pembentukan protein (sintesis protein), yang akan menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman akan mengalami masalah, dan juga menyebabkan penghambatan pada proses pembentukan organ pada tanaman (Jusuf, 2001)

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini tergolong penelitian eksperimental dan didesain dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dan terdiri dari 6 perlakuan dengan 4 kali ulangan sehingga diperoleh total sebanyak 24 percobaan. Perlakuan yang digunakan yaitu penambahan konsentrasi metionin yang bervariasi yakni 0 mg/l, 10 mg/l, 20 mg/l, 30 mg/l, 40 mg/l, dan 50 mg/l.

Tabel 3.1 Rancangan penelitian

Perlakuan	Konsentrasi (mg/l)
Met1	0
Met2	10
Met3	20
Met4	30
Met5	40
Met6	50

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan maret sampai mei 2020 di laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Variabel Penelitian

Berikut variabel yang terdapat pada penelitian ini antara lain:

1. Variabel terikat diantaranya adalah jumlah eksplan yang bertunas, panjang tunas, jumlah tunas, dan warna tunas.
2. Variabel bebas yang digunakan ialah konsentrasi metionin
3. Variabel yang terkontrol meliputi media dasar Murashige & Skoog, pH cahaya, suhu inkubasi, serta waktu pengamatan.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *laminar air flow* (LAF), timbangan analitik, oven, *hot plate dan stirer*, autoklaf, gelas ukur, botol kultur, kulkas, gelas beker, mikropipet, korek api, cawan petri, bunsen, spatula serta alat diseksi yang terdiri dari: scalpel, pinset dan *blade*.

3.4.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu media dasar Murashige & Skoog, kalus porang, metionin, aquades, gula, agar, *thidiazuron*, alkohol 70%, spirtus, alkohol 96%, plastik dengan merk petromax, betadin, pH indikator, kertas label, tisu, karet dan *alumunium foil*,

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Sterilisasi Alat

Langkah kerja sterilisasi alat yaitu: cawan petri, gelas beker, botol kultur dan alat diseksi (scalpel, pinset dan *blade*) dicuci menggunakan detergen dan dibilas dengan air bersih. Alat-alat dioven selama 4 jam dengan suhu 121⁰C. Cawa petri dibungkus dengan kertas dan alat-alat diseksi dibungkus *alumunium foil*, Semua alat dikemas kedalam plastik dan diikat menggunakan karet, kemudian disterilkan menggunakan autoklaf bersuhu 121⁰C, bertekanan 1,5 atm selama 15 menit.

3.5.2 Pembuatan Media

1. Media MS0

Langkah kerja dalam pembuatan media MS0 yaitu: media MS instan sebanyak 4,43 g, gula sebanyak 30 g dan agar 8 g ditimbang dengan menggunakan neraca analitik. Media MS dan gula dimasukkan ke gelas beker ukuran 1 L dan ditambahkan aquades sampai 1 L. Larutan dihomogenkan menggunakan *hot plate stirer* dan pH media diukur. Larutan NaOH ditambahkan ke media bila pH terlalu asam dan larutan HCl ditambahkan ke media bila pH terlalu asam hingga mencapai pH 6.0. Larutan ditambahkan agar-agar dan dipanaskan menggunakan *hot plate stirer* hingga mendidih. Media diangkat dan dituang dalam botol kultur sebanyak 12,5 ml, lalu ditutup menggunakan plastik

tahan panas, kemudian diikat dengan karet. Media disterilkan dalam autoklaf bersuhu 121⁰C, tekanan 1,5 atm selama 15 menit.

2. Media MS + TDZ

Langkah kerja dalam pembuatan media MS0 yaitu: media MS instan sebanyak 4,43 g, gula sebanyak 30 g dan agar 8 g ditimbang dengan menggunakan neraca analitik. Media MS dan gula dimasukkan ke gelas beker ukuran 1 L dan ditambahkan aquades sampai 1 L. Larutan dihomogenkan menggunakan *hot plate stirer* dan ditambahkan TDZ 1 mg/l serta pH media diukur. Larutan NaOH ditambahkan ke media bila pH terlalu asam dan larutan HCl ditambahkan ke media bila pH terlalu asam hingga mencapai pH 6.0. Larutan ditambahkan agar-agar dan dipanaskan menggunakan *hot plate stirer* hingga mendidih. Media diangkat dan dituang dalam botol kultur sebanyak 12,5 ml, lalu ditutup menggunakan plastik tahan panas, kemudian diikat dengan karet. Media disterilkan dalam autoklaf bersuhu 121⁰C, tekanan 1,5 atm selama 15 menit.

3. Media MS + Metionin

Langkah kerja dalam pembuatan media MS0 yaitu: media MS instan sebanyak 4,43 g, gula sebanyak 30 g dan agar 8 g ditimbang dengan menggunakan neraca analitik. Media MS dan gula dimasukkan ke gelas beker ukuran 1 L dan ditambahkan aquades sampai 1 L. Larutan dihomogenkan menggunakan *hot plate stirer* dan ditambahkan metionin berdasarkan perlakuan serta pH media diukur. Larutan NaOH ditambahkan ke media bila pH terlalu asam dan larutan HCl ditambahkan ke media bila pH terlalu asam hingga mencapai pH 6.0. Larutan ditambahkan agar-agar dan dipanaskan menggunakan *hot plate stirer* hingga mendidih. Media diangkat dan dituang dalam botol kultur sebanyak 12,5 ml, lalu ditutup menggunakan plastik tahan panas, kemudian diikat dengan karet. Media disterilkan dalam autoklaf bersuhu 121⁰C, tekanan 1,5 atm selama 15 menit.

3.5.3 Sterilisasi Ruang Tanam

Langkah kerja dalam sterilisasi ruang inisiasi yaitu: meja LAF disemprot menggunakan alkohol 70% hingga bersih. Aquades steril, botol jam kosong steril, bunsen, betadin, cawan petri serta alat diseksi (*blade*, Pinset, dan scalpel)

dimasukkan ke dalam LAF. LAF disterilkan menggunakan lampu UV selama 30 menit.

3.5.4 Subkultur

Langkah kerja dalam subkultur porang yaitu: kalus porang diambil dalam botol kultur. Cawan petri diberi 2 tetes betadin dan aquades secukupnya. Kemudian eksplan ditaruh ke cawan petri. Eksplan dipotong menggunakan scalpel menjadi beberapa bagian dengan ukuran yang sama, kemudian ditanam dalam MS0 selama 4 hari untuk memastikan kalus yang dijadikan eksplan kembali dalam kondisi netral. Eksplan dipindahkan ke media MS yang ditambahkan 1 mg/l TDZ dan diinkubasi selama 4 hari untuk merangsang kerja jaringan tanaman. Kemudian dipindahkan ke dalam media yang ditambahkan metionin dengan berbagai konsentrasi dan diinkubasi selama 46 hari. Setiap tahap pemindahan dilakukan didekat api bunsen agar terhindar dari kontaminasi, setelah itu ditutup menggunakan plastik dan diikat menggunakan karet, serta diberi label yang berisi waktu penanaman, konsentrasi metionin, serta jenis tanaman.

3.5.5 Pemeliharaan

Pemeliharaan hasil kultur dilakukan dengan cara botol hasil kultur diletakkan rak kultur dengan suhu 20⁰C. Botol kultur disemprot alkohol 70% setiap 3 hari sekali. Setiap hari dilakukan pengecekan kondisi eksplan.

3.6 Pengamatan

Pengamatan pertumbuhan tunas dilakukan hari ke-46. Adapun parameter yang digunakan antara lain:

1. Pengamatan Kualitatif

Parameter yang diamati untuk menunjukkan kualitas tunas adalah warna tunas yang diamati melalui perubahan yang terjadi pada pertumbuhan tunas porang.

2. Pengamatan Kuantitatif

- a. Jumlah tunas, pengamatan ini dilakukan dihari ke-46 dan menghitung banyaknya tunas yang tumbuh. Adapun yang termasuk tunas yaitu yang warnanya hijau dan tumbuh dari eksplan pada setiap perlakuan.

- b. Panjang tunas, pengamatan ini dilakukan dihari ke-46 dengan cara tinggi tunas diukur menggunakan penggaris.
- c. Jumlah kalus yang bertunas, pengamatan ini dilakukan dihari ke-46. dengan cara menghitung jumlah kalus yang membentuk tunas dalam satu botol.

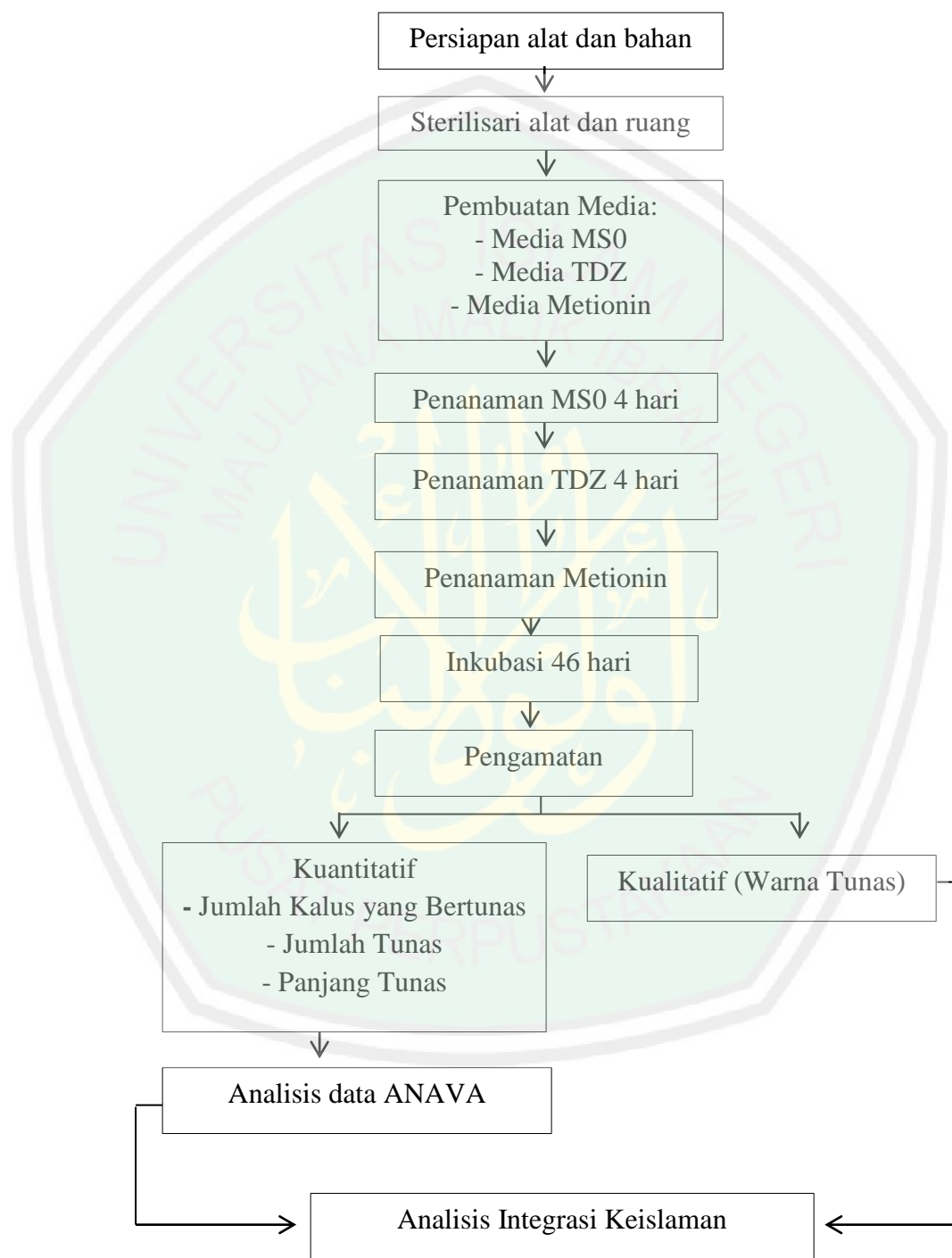
3.7 Analisis Data

Data pengamatan yang dilakukan adalah data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif berupa jumlah eksplan yang bertunas, panjang tunas, dan jumlah tunas. Data kualitatif berupa warna tunas yang diamati secara visual. selanjutnya data kuantitatif dilakukan analisis. Analisis yang digunakan ialah Analisis Varian (ANOVA) pada batas kepercayaan sebesar 95% dengan SPSS. Jika ada perbedaan maka dilakukan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) dengan taraf 5%. Sedangkan kualitatif akan didiskripsikan melalui analisis hasil pengamatan secara visual.

Data hasil penelitian selain dianalisis dengan menggunakan variansi, juga dilakukan analisis dengan menggunakan pendekatan integrasi sains yang berdasarkan nilai-nilai islam yang sesuai dengan pedoman yang ada didalam Al-Quran dan Hadist. Analisis ini bertujuan sebagai petunjuk kebenaran ciptaan Allah yang ada di bumi ini melalui penelitian ilmuan islam dan sebagai khalifah di muka bumi yang berakal.

3.8 Alur Penelitian

Penelitian ini melewati beberapa tahap yang telah ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.1 Alur Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Metionin Terhadap Kualitas Induksi Tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blum)

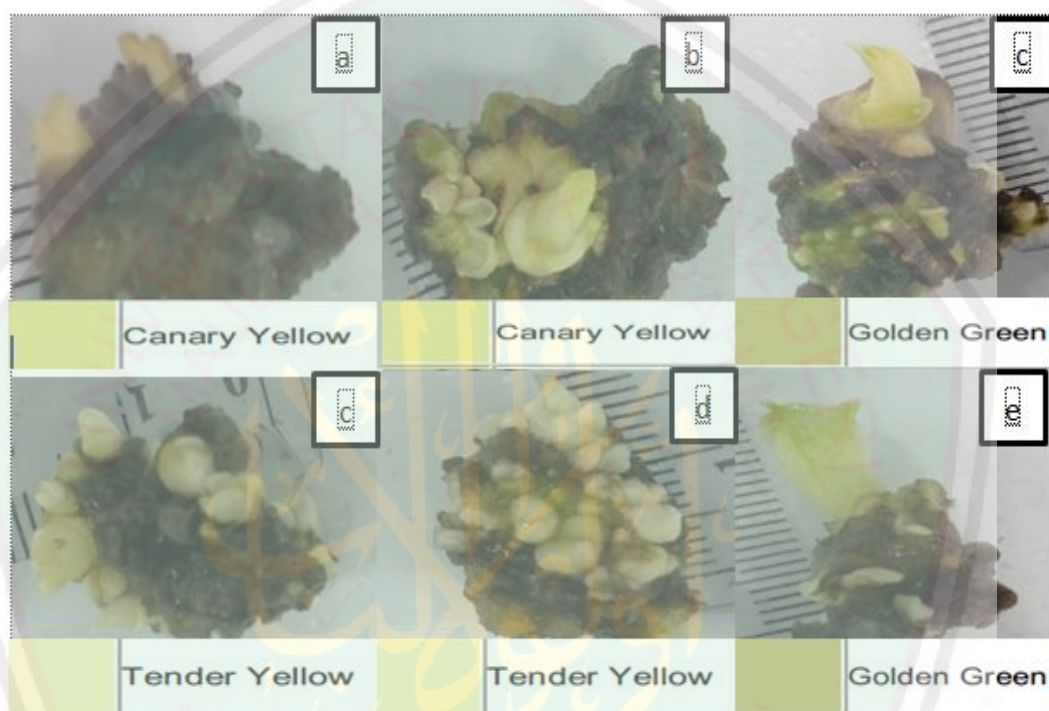
Terdapat tiga variasi warna tunas yang muncul pada perlakuan metionin yaitu *canary yellow* (12-0633TPX), *tender yellow* (11-0710TPX), dan *golden green* (15-0636TPX) (Gambar 4.1) (Lampiran 4). Warna tunas *canary yellow* terbentuk pada konsentrasi metionin 0 mg/l dan 10 mg/l. Warna tunas *tender yellow* terbentuk pada konsentrasi metionin 30 mg/l dan 40 mg/l, sedangkan warna tunas *golden green* terbentuk pada konsentrasi 20 mg/l dan 50 mg/l.

Hasil terbaik berdasarkan penelitian yaitu tunas yang berwarna *tender yellow*. Hal ini disebabkan tunas yang berwarna *tender yellow* merupakan sel muda yang bersifat meristematik yang mengalami pembelahan terus menerus dalam periode waktu yang lama dan sel meristematik tidak mengandung klorofil (Fleming, 2006). Tunas meristematik memiliki ukuran sel yang relatif kecil sehingga menghasilkan tunas pendek akan tetapi tunas tumbuh dengan jumlah banyak (Donnelly *et al*, 1999). Oleh karena itu, tunas berwarna *tender yellow* merupakan indikator tunas yang baik pada tahap perbanyakan (multiplikasi) dan tunas akan lebih cepat disubkultur pada media baru untuk tahap perpanjangan.

Tunas berwarna *canary yellow* dan *golden green* kurang baik pada tahap multiplikasi karena tunas tersebut kebanyakan terbentuk pada jumlah tunas yang sedikit, hal ini dikarenakan terdapat satu tunas tumbuh panjang yang mengalami pembelahan sel yang cepat pada awal pertumbuhan akan tetapi lama-kelamaan kecepatan pembelahan sel berkurang dan juga dapat memberikan sinyal pada lingkungan untuk menghambat pertumbuhan tunas yang lain bahkan tidak tumbuh. Menurut Gahan dan George, (2008) menyatakan bahwa tunas yang terbentuk paling awal memberi sinyal ke lingkungan yang berpengaruh menghambat pertumbuhan tunas tunas yang terbentuk berikutnya.

Warna hijau yang muncul pada tunas juga disebabkan karena adanya kandungan klorofil. Menurut Yakar dan Bilge (1987) menyatakan bahwa Klorofil

memiliki peran paling penting diantara pigmen yang ada dan memungkinkan terjadinya fotosintesis. Klorofil merupakan pigmen yang memberi warna hijau pada tanaman (Karakurt dan Aslantas, 2008). Menurut Hendaryono dan Wijayani (1994) bahwa perbedaan warna dapat disebabkan beberapa faktor antara lain: pigmentasi, intensitas cahaya dan sumber eksplan dari bagian tanaman yang berbeda.



Gambar 4.1 Pengaruh metioinin terhadap warna tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blum). (A) Met 0 mg/l, (B) Met 10 mg/l, (C) Met 20 mg/l, (D) Met 30 mg/l, (E) Met 40 mg/l, (F) Met 50 mg/l.

4.2 Pengaruh Metionin Terhadap Kuantitas Induksi Tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blum)

Pemberian asam amino metionin memiliki pengaruh yang nyata terhadap jumlah kalus yang tumbuh tunas, jumlah tunas, dan Panjang tunas (Lampiran 3). Hal ini sesuai dengan peran metionin yang menjadi start kodon pada proses traslasi. Menurut jusuf (2001) metionin terdiri dari 3 kodon (basa) dalam bentuk AUG dengan fungsi sebagai kodon awal dalam proses translasi. Metionin memiliki peran yang penting dalam sistesis protein, karena apabila suatu tanaman memiliki kadar metionin yang cukup maka akan mempercepat pertumbuhan. Oleh karena itu asam amino metionin memainkan peran penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Khan *et al.*, 2019). Menurut Roje (2006) Metionin juga sebagai sumber primer yang berperan dalam seluler utama diantaranya pembentukan dinding sel, klorofil, dan membran serta pembelahan sel.

Setelah hasil ANAVA menunjukkan pengaruh yang nyata maka selanjutnya dilakukan uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) taraf signifikansi 5% dengan tujuan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan, disajikan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Uji DMRT 5% pengaruh Pengaruh Metionin terhadap Induksi Tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blum).

Perlakuan Metionin	Jumlah Eksplan yang tumbuh tunas	Jumlah Tunas	Panjang tunas (cm)
Met0 (0)	1,25a	1,875a	0,27a
Met1 (10)	1,25a	5,25ab	0,4725b
Met2 (20)	1,75a	5,5ab	0,3548ab
Met3 (30)	1,75a	6,0b	0,3428a
Met4 (40)	2ab	7,125b	0,3225a
Met5 (50)	2,75b	8,0b	0,3065a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama, menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata berdasarkan uji DMRT 5%.

Berdasarkan hasil uji DMRT 5% pada jumlah eksplan yang tumbuh tunas menunjukkan bahwa perlakuan metionin dengan konsentrasi 50 mg/l adalah perlakuan terbaik dengan rerata 2,75, akan tetapi hasil perlakuan tersebut tidak berbeda nyata dengan hasil perlakuan metionin 40 mg/l (Tabel 4.1). Pemberian metionin dapat mempercepat pembelahan sel sehingga pertumbuhan tunas lebih cepat dan banyak. Menurut Faure (1999) bahwa S-adenosilmetionin mampu menghasilkan S-adenosil-L-hidrolase (SAHH). Kehadiran SAHH ini mampu melipatgandakan kinerja sitokinin dalam esudat akar, mendukung pembelahan sel dan diferensiasi sel.

Induksi tunas yang bersumber dari eksplan kalus memiliki tingkat regenerasi tinggi. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan dari Dhital *et al* (2010) bahwa eksplan yang bersumber dari kalus menunjukkan frekuensi yang lebih tinggi dalam regenerasi tunas. Menurut Soukhak (2011) bahwa kalus yang berpotensi untuk berdiferensiasi hingga terbentuk individu baru adalah kalus kalus embriogenik dengan melewati tahap embriogenesis. Menurut Kumlay dan Ercili (2015) menyatakan bahwa Kalus hijau tua digunakan untuk membidik proses regenerasi, karena kalus ini mampu beregenerasi menjadi tunas. regenerasi pucuk dimulai dalam 14-32 hari setelah subkultur.

Tanda bahwa kalus telah beregenerasi yaitu adanya perubahan warna dan adanya benjolan pada kalus. Menurut Lestari dan Yunita (2008) menyatakan bahwa kalus yang ditanam pada media regenerasi maka terjadi perubahan warna dari putih menjadi kuning kecoklatan. Kemudian kalus membentuk nodul-nodul (spot) warna hijau yang merupakan calon tunas. Perubahan warna tersebut adalah tanda adanya morfogenesis.

Ukuran kalus yang digunakan juga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tunas. Menurut Renau *et al* (2005) bahwa ukuran eksplan merupakan faktor penting yang mempengaruhi proliferasi tunas dalam kultur jaringan tanaman. Menurut Smith (2000) bahwa kemungkinan eksplan yang lebih besar mengandung lebih banyak cadangan nutrisi dan pengatur tumbuh tanaman endogen untuk mempertahankan kultur. Eksplan besar umumnya bertahan lebih sering dan tumbuh lebih cepat daripada eksplan yang sangat kecil.

Kalus yang tidak tumbuh tunas kemungkinan disebabkan kandungan fenol yang banyak pada eksplan. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan dari Hapsoro *et al.*, (2010) bahwa kesulitan untuk meregenerasi tunas, pucuk atau propagul terkait erat dengan menghitamkan eksplan disebabkan oleh eksudasi senyawa fenolik.

Hasil DMRT 5% pada jumlah tunas menunjukkan bahwa perlakuan metionin dengan konsentrasi 50 mg/l adalah perlakuan terbaik dengan rerata 8 tunas per eksplan, akan tetapi hasil perlakuan tersebut tidak berbeda nyata dengan hasil perlakuan metionin 10 mg/l, 20 mg/l, 30 mg/l, dan 40 mg/l, (Tabel 4.1).

Pemberian metionin pada konsentrasi yang tepat mampu menjadi prekursor sitokinin endogen. Menurut El-Awadi *et al* (2011) menyatakan bahwa L-metionin juga peran sebagai pengatur zat seperti tumbuh sitokinin, dan auksin, serta membantu penyerapan nutrisi lebih banyak oleh tanaman (Davies, 2004), serta dapat merangsang homeostasis hormon endogen (Colla *et al.*, 2017; Rouphael *et al.*, 2017). Hormon endogen (fitohormon) yang terdapat dalam tanaman mampu mendorong pertumbuhan suatu tanaman (Wattimena, 1992). Fitohormon dapat meningkatkan aktivitas fotosintesis dan mengarah ke hasil yang lebih baik. Mekanisme lain yang mungkin terlibat dengan efek asam amino dapat dikaitkan dengan stimulasi pertumbuhan akar tanaman sehingga dapat meningkatkan kualitas air dan kemampuan serapan hara, yang mengarah ke hasil produktivitas (Colla *et al.*, 2017; Rouphael *et al.*, 2017), serta dapat meningkatkan pembentukan sel dan meningkatkan perkembangan tumbuhan (Fawzy *et al.*, 2012). Menurut Duart (1988) menyatakan bahwa pemberian L-metionin konsentrasi 50-100 mg/l ke media dapat meningkatkan produksi sitokinin endogen.

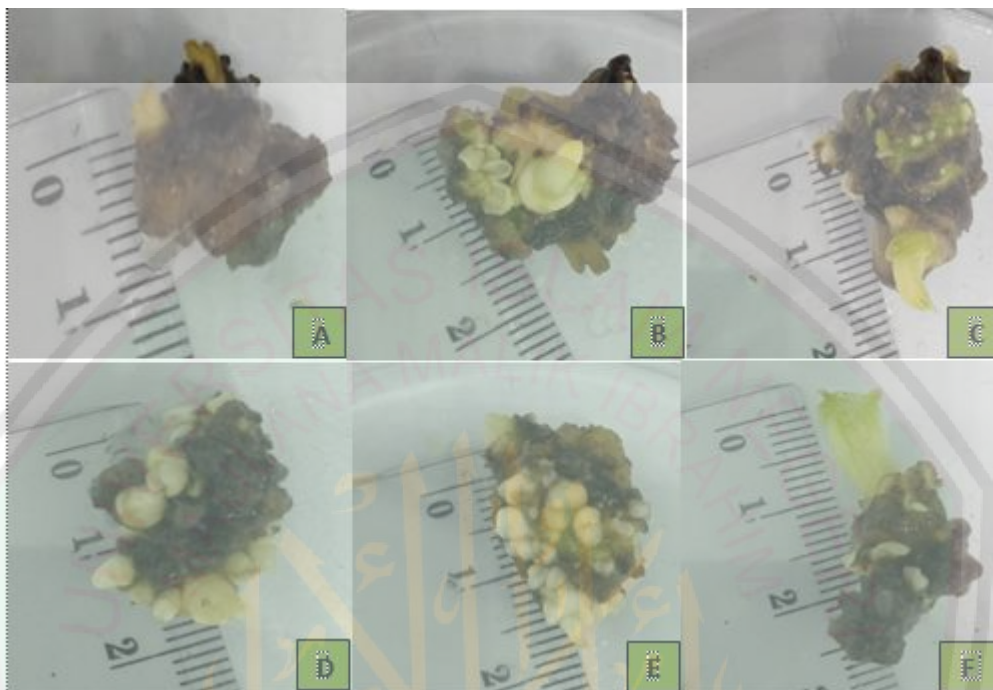
Selain menjadi prekursor sitokinin endogen, metionin juga mengandung sulfur yang mampu mempercepat pertumbuhan tanaman. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan dari Ravanel *et al.*, (2004) bahwa metionin adaah turunan dari asam amino yang mengandung sulfur. Sulfur sendiri adalah termasuk unsur hara makro yang menjadi komponen primer dalam medium kultur *in vitro*. Sulfur berperan dalam menunjang morfogenesis dengan optimum pada tanaman. Kadar sulfur yang diperlukan sekitar 1 hingga 3 mM. Kurangnya sulfur dalam tanaman

mengakibatkan proses sintesis protein terganggu sehingga juga dapat menghambat pertumbuhan tanaman (Saad, 2012). Pengambilan sulfur pada tanaman memiliki hubungan erat dengan serapan N dan P (Danapriatna, 2008). Aktivitas metabolisme terkait dengan asimilasi N dan S yang meningkat sebagai respons terhadap pasokan nitrogen dan sulfur yang seimbang ke tanaman sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. aplikasi gabungan antara S dan N menghasilkan hasil yang signifikan terhadap peningkatan kandungan protein terlarut (Ahmad *et al.*, 2007), serta dapat membentuk lebih banyak protoplasma dan sel tumbuhan cenderung besar (Black, 1967). Menurut Forde *et al.*, (2014) menyatakan bahwa L-metionin menginduksi lebih banyak dalam penyerapan sulfur dan nitrogen pada tanaman. Tumbuhan memanfaatkan asam amino sesuai dengan kebutuhan nutrisi dan untuk perkembangan tanaman dengan menyesuaikan lingkungannya (Singh *et al.*, 2018; Sebastian *et al.*, 2014)

Beberapa keuntungan penggunaan L-metionin; Pertama, berperan dalam menjaga struktur protein yang dibutuhkan untuk pembelahan sel, diferensiasi sel, dan pertumbuhan. Kedua, untuk menyediakan belerang dan nitrogen yang cukup sesuai dengan kebutuhan tanaman. Ketiga, kemampuan L-metionin dapat menjadi poliamina dan memperbesar dengan memasuki struktur hormon (Kakkar *et al.*, 2000), membantu dalam pergerakan nitrogen antara sel dan organ (Padgett *et al.*, 1996). Metionin juga berfungsi sebagai penyangga dan berperan sebagai sumberkarbon dan energi (Shafeek *et al.*, 2012), sebagai prekursor biosintesis spermidine dan giberelin (Shekari *at al.*, 2017; Davies, 2004), pertumbuhan regulator (Shekari *at al.*, 2017).

Konsentrasi metionin yang sangat tinggi dapat mengakibatkan pertumbuhan tanaman terhambat. Menurut Singh *et al.*, (2018) menyatakan bahwa konsentrasi L-metionin yang tinggi mengurangi pertumbuhan tanaman karena kerusakan pada peralatan fotosintesis dan pemblokiran serapan hara. Level yang lebih tinggi dari nutrisi menyebabkan penyumbatan fotosintesis di lingkungan yang stres (Padgett *et al.*, 1996). Diperkirakan bahwa dalam hal ini, dikarenakan jumlah L-metionin yang banyak digunakan, dapat berfungsi sebagai suatu antimetabolit yang mengganggu metabolisme asam amino normal. Dengan kata

lain, asam amino seharusnya diterapkan dengan cermat, karena dapat mengurangi jumlah berat kering karena menyebabkan pembengkakan, jaringan berisi air karena pertumbuhan vegetatif yang tertekan (Padgett *et al.*, 1996).



Gambar 4.2 Pengaruh metionin terhadap jumlah dan panjang tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blum). (A) Met 0 mg/l, (B) Met 10 mg/l, (C) Met 20 mg/l, (D) Met 30 mg/l, (E) Met 40 mg/l, (F) Met 50 mg/l.

Hasil DMRT 5% pada jumlah tunas menunjukkan bahwa perlakuan metionin dengan konsentrasi 10 mg/l adalah perlakuan terbaik dengan rerata 0,47 cm, akan tetapi hasil perlakuan tersebut tidak berbeda nyata dengan hasil perlakuan metionin 20 mg/l (Tabel 4.1). Hasil panjang tunas ini berbanding terbalik dengan jumlah tunas, hal ini dikarenakan pada eksplan yang jumlah tunasnya tinggi terjadi kompetisi nutrisi sehingga menyebabkan tunas tumbuh pendek. Hal ini sesuai dengan pernyataan Chun *et al.*, (1986) bahwa tunas yang banyak dalam satu media dapat mengurangi pertumbuhan tunas, hal ini dikarenakan persaingan nutrisi.

Penambahan metionin pada media kultur dapat mempengaruhi perpanjangan tunas porang. Menurut Khan (2019) dalam penelitiannya bahwa aplikasi L-metionin memiliki respon yang baik dalam tinggi tanaman. Menurut Kumlay

(2015) menyatakan bahwa pertumbuhan dalam hal pemanjangan tunas melalui proses yang diawali dengan penambahan plastisitas dinding sel yang diikuti dengan hidrolisis pati menjadi gula, dapat menurunkan potensi air dari sel, mengakibatkan masuknya air ke dalam sel, sehingga terjadi pemanjangan sel. Menurut El-Awadi *et al* (2011) menyatakan bahwa L-metionin juga peran sebagai pengatur zat seperti tumbuh sitokinin, dan auksin. Menurut Parera (1997) bahwa auksin berperan dalam penyerapan air sehingga akan mendorong pemanjangan sel dan pembesaran sel pada tanaman.

4.3 Kajian Hasil Penelitian Dalam perspektif Islam

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh permasalahan yang terjadi yakni permintaan stok porang yang tinggi akan tetapi terdapat kendala dipembudayaan konvensional, penggunaan umbi batang dapat mengurangi produksi porang, sedangkan menggunakan biji dan bulbil terdapat kendala dipersediaan bulbil dan biji yang terbatas. Telah diketahui dari beberapa penelitian bahwa umbi porang mengandung glukomannan yang memiliki banyak manfaat diberbagai bidang antara lain; dalam bidang pangan sebagai bahan agar dan gelatin. Pada bidang dibidang industri yaitu bahan pembuat cat, tekstil, kertas pita seluloid, bahan negatif film, kosmetika, dan bahan isolasi. Dibidang kesehatan yaitu untuk mengurangi berat badan, pengobatan kolon, mengurangi kolestrol, mengobati kanker, dan diabetes.

Nabi SAW bersabda,

مَا أَنْزَلَ اللَّهُ دَاءً إِلَّا أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً

Artinya: *“Tidaklah Allah menurunkan penyakit kecuali Dia Menurunkan penawarnya”* (HR Bukhori)

Berdasarkan hadis tersebut bahwa semua jenis penyakit pasti ada obatnya sehingga dapat diobati, salah satu tanaman yang memiliki khasiat obat adalah umbi porang yang apabila dikonsumsi dapat mengobati beberapa penyakit, sehingga tidak ketergantungan pada obat farmasi. Berdasarkan hal tersebut maka manusia sebagai kholifah di bumi harus memikirkan dan melakukan tindakan

untuk mencari solusi atas permasalahan perbanyakan porang supaya porang terus dapat dimanfaatkan manusia dengan baik dari segi kesehatan, pangan dan industri.

Salah satu teknik untuk mengatasi permasalahan perbanyakan porang adalah kultur *in vitro*. Pada teknik kultur *in vitro* ini digunakan media tanam yang mengandung unsur hara makro dan unsur hara mikro yang mana komposisinya sama seperti tanah, sehingga tanaman mendapatkan nutrisi yang cukup dan dapat tumbuh dengan baik. Sebagaimana firman Allah dalam surah Al-A'raf ayat 58 yang berbunyi:

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي خَبُثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًا ۚ كَذَلِكَ نُصَرِّفُ
الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ

Artinya: “Dan tanah yang baik tanam-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” (Al-A'raf: 58).

Maksud ayat di atas bahwasannya tanaman dapat tumbuh subur dengan tanah yang baik, hal ini disebabkan karena komposisi tanah mengandung unsur yang seimbang. Menurut Ibnu Katsir (2007) menafsirkan bahwa “tanah yang subur” adalah tanah yang baik sehingga dapat menumbuhkan tanaman yang baik dan subur. Berdasarkan keterangan di atas maka penelitian ini menggunakan media kultur yang memiliki komposisi sama dengan lingkungan asalnya yakni tanah.

Pada media tanam, ditambahkan asam amino yang berupa metionin. Pemberian konsentrasi metionin dapat memberikan pengaruh terhadap kecepatan pertumbuhan tanaman. Konsentrasi yang tepat (optimum) mampu mempercepat pertumbuhan tunas dengan jumlah tunas yang banyak dan tinggi. Apabila kekurangan atau kelebihan maka dapat mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan tunas, tidak tumbuhnya tunas bahkan mengalami kematian. Oleh karena itu diperlukan konsentrasi yang tepat dalam pertumbuhan tanaman. Sebagaimana Allah berfirman dalam surah Al-Qamar ayat 49 yang berbunyi:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ

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

Ayat tersebut memiliki makna bahwasannya Allah telah menciptakan segala sesuatu sesuai dengan ukurannya masing-masing. Hal tersebut ada kaitannya dengan konsentrasi metionin yang optimal pada tanaman porang. Pada penelitian ini diperoleh hasil yang terbaik (optimal) untuk induksi tunas yang banyak dan panjang adalah konsentrasi metionin 10 mg/l dengan jumlah tunas 5 buah dan panjang tunas 0,47 cm.

Pertumbuhan terjadi akibat adanya pembelahan dan pembesaran sel. Proses perubahan secara kuantitatif adalah bertambahnya ukuran sel, jumlah sel, lebar dan berat dari organisme yang sedang mengalami pertumbuhan. Adapun parameter pertumbuhan sendiri telah dijelaskan oleh Allah SWT dalam Al-Quran surah Al-Insyiqaq ayat 19:

لَتَرْكَبُنَّ طَبَقًا عَن طَبَقٍ

Artinya: “*Sesungguhnya kamu melalui tingkat demi tingkat (dalam kehidupan).*”

Menurut Ibnu Katsir (2007) dalam tafsirnya menjelaskan bahwa Iman al-Bikhari meriwayatkan dari Mujahid, dia berkata bahwa Ibnu Abbas mengatakan “*Sesungguhnya kamu melalui tingkat demi tingkat (dalam kehidupan)*”, yaitu perubahan dari satu keadaan ke keadaan yang lain. Dalam konteks tanaman, kalimat tersebut dapat diartikan sebagai pertumbuhan. Organogenesis terjadi karena adanya pembelahan sel serta pemanjangan sel pada eksplan yang bersifat meristematis yang ditunjang dengan adanya asam amino berupa metionin dalam media yang sesuai untuk melakukan proses organogenesis.

Hasil penelitian ini adalah bukti kekuasaan Allah SWT, yang mana manusia dapat melihat bagaimana Allah menunjukkan tahapan-tahapan kehidupan suatu tanaman. Sebagaimana telah terlihat dalam pertumbuhan eksplan porang (*Amorphophalus muelleri* Blume) melalui teknik kultur *in vitro* hingga terbentuk tunas-tunas baru. Maha Suci Allah atas segala kekuasaan dan kebesaran-Nya. Sebagai khalifah, kita diperintah oleh Allah SWT untuk memikirkan masalah-masalah di bumi. Allah SWT berfirman dalam Al-Qur’an surah Al-Imron ayat 191 yang berbunyi:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ
وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ الدَّارِ

Artinya: “(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka”.

Ayat di atas memiliki makna bahwa manusia sebagai makhluk yang berakal harus senantiasa mengingat Allah diberbagai kondisi apapun dan manusia harus bisa memanfaatkan akal fikiran yang dimilikinya dalam mempelajari ciptaan Allah yang ada di bumi. Manusia diciptakan oleh Allah sebagai kholifah yang memiliki tugas yaitu untuk membantu antar sesama dengan mengatasi permasalahan sesuai dengan bidangnya masing-masing, salah satunya dibidang biologi yaitu mengatasi ketersediaan bibit porang yang terbatas, sedangkan porang sendiri memiliki banyak manfaat dibidang pangan, industri dan kesehatan. Untuk mengatasi terbatasnya bibit porang dapat dilakukan perbanyak tunas porang menggunakan metionin secara *in vitro*. Perbanyak porang ini adalah cara yang baik untuk menghasilkan porang dalam jumlah yang banyak sehingga dapat dinikmati manfaatnya hingga generasi selanjutnya.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis data tentang penelitian induksi tunas dari kalus porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) menggunakan metionin secara *in vitro* dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemberian metionin 30 mg/l dan 40 mg/l terbentuk tunas berwarna *tender yellow* adalah indikator tunas yang baik pada tahap perbanyakan (multiplikasi) karena selnya muda dan bersifat meristematik yang terus mengalami pembelahan sehingga tunas dapat tumbuh banyak.
2. Pemberian konsentrasi metionin berpengaruh terhadap jumlah kalus yang bertunas, jumlah tunas dan panjang tunas porang. Konsentrasi yang optimum pada jumlah kalus yang bertunas dan jumlah tunas adalah metionin 50 mg/l dengan rerata 2,75 dan 8 tunas per eksplan. Sedangkan konsentrasi yang optimum pada panjang tunas adalah metionin 10 mg/l, dengan menghasilkan panjang tunas 0,47 cm.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya diharapkan :

1. Dilakukan penelitian multiplikasi tunas porang untuk memperbanyak tunas yang telah ada.
2. Tunas porang segera disubkultur karena dapat menyebabkan tunas menghitam dan mengalami kematian.
3. Untuk masyarakat sebaiknya hasil dari penelitian ini dimanfaatkan dengan maksimal untuk menghasilkan bibit porang dengan kualitas yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Saif., Fazli, Inayat Saleem., Jamal, Arshad., Iqbal, Mohd and Abdin, Malik Zainul. 2007. Interactive Effect of Sulfur and Nitrogen on Nitrate Reductase and ATP-Sulfurylase Activities in Relation to Seed Yield from *Psoralea corylifolia* L. *Journal of Plant Biology*. Vol 50(3) : 351-357.
- Al-Mahalli, Imam Jalaluddin dan Imam Jalaluddin As-Suyuthi. 2000. *Tafsir Jalalain*. Sinar. Bandung: Baru Algensido.
- Almastier, S. 2006. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Al-Qurtubi, Syaikh Imam. 2000. *Tafsir Al-Qurtubi*. Jakarta: Pustaka Azzam.
- Ambarwati, E., R.H. Murti, Haryadi, A. Basyir, dan S. Widodo. 2000. *Eksplorasi dan Karakterisasi Iles-iles*. Yogyakarta: LP UGM Bekerjasama dengan BPPTPPP/ PAATP Balitbangtan.
- Amir, R., Hacham Y. & Galili G. 2002. Cystathionine γ -synthase and threonine synthase operate in concert to regulate carbon flow towards methionine in plants. *Trends Plant Sci*. 7: 153-156.
- An-Najr, Zaglil. Tanpa Tahun. *Sains dalam Hadist Mengungkap Fakta Ilmiah dari Kemukjizatan Hadist Nabi*. Terjemah oleh Zainul Abidin *et al.*, 2011. Jakarta: Amzah.
- Ariantika, Diah Asri. 2018. Pengaruh Konsentrasi Metionin Terhadap Organogenesis Somatik Repetitif Jeruk Japhansce Citroen (JC) (*Citrus limonia* Osbeck) dengan Teknik Thin Cells Layer (TCL). *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Malang.
- Asharo, R. K., Ermavitalini, D., & Nurmalasari, N. (2013). Pengaruh Media MS dengan Penambahan Glutamin 100 ppm Terhadap Respon Pertumbuhan dan Perkembangan Kultur Tunas Aksilar Tebu (*Saccharum officinarum*) Varietas NXI 1-3, HW-1 dan THA secara *In Vitro*. *Jurnal Sains dan Seni*. 2(2), 93–98.
- Aulinurman, E. 1998. Keunggulan Komparatif dan Kompetitif Iles-iles (*Amorphophallus* sp.) di Lahan Hutan. Skripsi. Jurusan Ilmu-ilmu Sosial Ekonomi Pertanian Fakultas Pertanian IPB. Bogor. Tidak diterbitkan.

- Basri, A. H. H. 2016. Kajian Pemanfaatan Kultur Jaringan dalam Perbayakan Tanaman Bebas Virus. *Jurnal Agrica Ekstensia*. 10 (1).
- Benson, L. 1957. *Plant Classification*. D.C. Heath and Co., Boston.
- Black, C.A. 1967. *Soil-Plant Relationship, Ed 2*. John Wiley and Sons, New York
- Brown, D. 2000. *Aroids, Plants of the Arum Family*. Portland Oregon, Timber Press.
- Budiman & Arisoelaningsih E. 2012. Predictive model of *Amorphophallus muelleri* growth in some agroforestry in East Java by multiple regression analysis. *Biodiversitas*, 13(1): 18-22.
- Chen, H. L., Cheng, H. C., Liu, Y. J., Liu, S. Y., & Wu, W. T. 2006. Konjac acts as a natural laxative by increasing stool bulk and improving colonic ecology in healthy adults. *Nutrition*, 22(11), 1112-1119.
- Chun Y.W., Hall R.B., Stephens L.C. 1986. Plant Cell, Tissue. *Org Cult*. 5:179-185.
- Colla, G., Cardarelli, M., Bonini, P., Roupael, Y. 2017. Foliar Applications of Protein Hydrolysate, Plant and Seaweed Extracts Increase Yield but Differentially Modulate Fruit Quality of Greenhouse Tomato. *HortScience*. Vol 52, 1214–1220.
- Danapriatna, N. 2008. Peranan sulfur bagi pertumbuhan. *Journal Universitas Islam 45 Bekasi*. Vol 9(1) : 153-166
- Davies, P.J. 2004. *Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action!*. Springer: New York, NY, USA.
- Dhital S.P, Lim H.T., Manandhar, H.K. 2010. Direct and efficient plant regeneration from different explant sources of potato cultivars as influenced by plant growth regulators. *Nepal JSci Technol*. 12, p1-6.
- Dixon, R. A. 1985. *Plant Cell Culture a Practical Approach*. Washington DC: Departemen of Biocemistry, Royal Holloway College. IRL Press Oxford.
- Donnelly, P. M., Bonetta, D., Tsukaya, H., Dengler, R. E., Dengler, N.G. 1999. Cell cycling and cell enlargement in developing leaves of *Arabidopsis*. *Dev Biol*. 215:407–419.

- Druart, P. 1988. Somatic Embryogenesis in Prunus species. In: Somatic Embryogenesis in woody plants. Dordrecht : Springer.
- El-Awadi, M., El-Bassiony, A., Fawzy, Z., El-Nemr, M. 2011. Response of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L) plants tonitrogen fertilizer and foliar application with methionine and tryptophan. *Nat. Sci.* Vol 9, 87–94.
- Ermianti dan M.P.Laksmanahardja. 1996. Manfaat iles-iles (*Amorphophallus* spp.) sebagai bahan baku makanan dan industri. *Jurnal Litbang Pertanian.* 15 (3): 74-80.
- Faure, J.-D., dan Howell, S.H. 1999. Cytokinin Perception and Signal Transduction. *New Comprehensive Biochemistry.* 461-474.
- Fawzy, Z., El-Shal, Z., Yunsheng, L., Zhu, O., Sawan, O.M. 2012. Response of garlic (*Allium Sativum* L.) plants to foliar spraying of some bio-stimulants under sandy soil condition. *J. Appl. Sci. Res.* Vol 8, 770–776.
- Fitriani, D., Miswar dan Umami, S. 2015. Pengaruh Pemberian Asam Amino (Glisin, Sistein dan Arginin) terhadap Pembentukan Tunas Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Secara In Vitro. *Berkala Ilmiah Pertanian.* 10 (10).
- Fleming, A. 2006. Metabolic aspects of organogenesis in the shoot apical meristem. *Journal of Experimental Botany.* Vol. 57, No. 9, pp. 1863–1870
- Forde, B.G. and Roberts, M.R. 2014. Glutamate receptor-like channels in plants: A role as amino acid sensors in plant defence? *F1000Prime Rep.* 6, 37.
- Gahan, P.B. & E.F. George. 2008. Adventitious regeneration. In George E.F., M.A. Hall, & G.J. De Klerk (eds.). *Plant propagation by tissue culture. The background.* Springer. Dordrecht. Vol 1. P. 355–402.
- Gallaher, C.M., Munion, J., Hesslink, R., Wise, J., & Gallaher, D.D. (2000). Cholesterol reduction by glucomannan and chitosan is mediated by changes in cholesterol absorption and bile acid and fat excretion in rats. *Journal of Nutrition.* 130 (11): 2753-2759.
- Guan, Yuan, Shui-Gen Li, Xiao-Fen Fan and Zhen-Hong Su. 2016. Application of Somatic Embryogenesis in Woody Plants. *Frontiers in Plant Science.* Vol 7

- Gunawan, L.W. 1988. *Teknik kultur jaringan tumbuhan*. Bogor: PAU Bioteknologi Institut Pertanian Bogor.
- Gunawan, L.W. 1995. *Teknik Kultur In Vitro dalam Hortikultura*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hames, D. Dan Hooper, N. 2005. *Biochemistry*, 3th. New York: Taylor and Francis.
- Hapsoro, D., M.I. Alisan, T. Ismaryati and Yusnita. 2010. Effects of benzyladenineon in vitro shoot multiplication of banana (*Musa paradisiaca* Linn.).
- Harahap, F. 2014. *Induksi Variasi Genetik Tanaman Manggis (Gereinea mangostana L.) Dengan Radiasi Sinar Gamma. Pascasarjana Institusi Pertanian Bogor*. Bogor. Disertasi.
- Hendaryono, D. P. S. dan Wijayanto, A. 1994. *Teknik Kultur Jaringan Cetakan ke-13*. Yogyakarta: Kanisius.
- Hesse, H., Oliver, K., Stefanie, M., Michaela, Z dan Rainer, H. 2004. Current Understanding of the Regulation of Methionine Biosynthesis in Plants. *Journal of Experimental Botany*. 55 (404).
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia*. Jakarta: Badan Litbang Kehutanan Departemen Kehutanan.
- Hui, Yiu. 2006. Handbook of food science, technology, and engineering. *CRC Press*. Vol 4. 157-161.
- Ibnu, Katsir. 2007. *Tafsir Ibnu Ktsir Surah Al-Insyiqaq Juz 30*. Bogor: Pustaka Imam Asy-syafi'i.
- Ibrahim, Meynarti Sari Dewi., Sri Hartati., Rubiyo., Agus Purwito and Sudarsono. 2013. Direct And Indirect Somatic Embryogenesis On Arabica Coffee (*Coffea Arabica*). *Indones. J. Agric. Sci.* Vol. 14 No. 2
- Ikeuchi, M., Iwase, A., Rymen, B., Harashima, H., Shibata, M., Ohnuma, M., et al. 2015. PRC2 represses dedifferentiation of mature somatic cells in Arabidopsis. *Nat. Plants*. Vol 1, 1-7.

- Imelda, M., A.Wulansari, Y.S. Poerba. 2008. Regenerasi Tunas dari Kultur Tangkai Daun Iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume). *Biodiversitas*. 9 (3): 173-176.
- Janick, J. 1972. Horticultural Science. Second edition. W. H. Freeman and Compnay. USA. 586p.
- Jusuf, M. 2001. *Genetika I: Struktur dan Ekspresi Gen*. Jakarta: CV. Sagung Seto.
- Kailola, J. J. G. 2015. Pengaruh Konsentrasi Nitrogen dan Sukrosa terhadap Produksi Umbi Mikro Kentang Kultivar Granola. *Budidaya Pertanian*. 11(1), 12–21.
- Kakkar, R., Nagar, P., Ahuja, P., Rai, V. 2000. Polyamines and plant morphogenesis. *Biol. Plant*. Vol 43, 1–11.
- Karakurt H. Aslantaş R. 2008. The Formation and Changing Physiology of Plant Colour Pigments. *Alatarım*. 7 (2); 34-41
- Karjadi dan Bukhory. 2008. Pengaruh Komposisi Media Dasar Penambahan BAP dan Pikloram terhadap Induksi Tunas Bawang Merah. *J. Hort*. 17 (3): 217-223.
- Kementerian Pertanian Direktorat Jendral Tanaman Pangan. 2020. *Budidaya Porang*. <http://tanamanpangan.pertanian.go.id>. Tanggal akses 03 Agustus 2020.
- Khan, Shumaila., Hongjun, Yu., Qiang, Li., Yinan, Gao., Basheer, Noman Sallam., Heng, Wang., Peng, Liu and Weijie, Jiang. 2019. Exogenous Application of Amino Acids Improvesthe Growth and Yield of Lettuce by Enhancing Photosynthetic Assimilation and Nutrient Availability. *Agronomy*. Vol 9.
- Khawar, K. M., C. S. Sevimay and E. Yusbasioglu. 2003. *Adventitious Shoot Regeneration From Different Exsplan Of Wild Lentil (Lens Culinaris Subsp Orientalis)*. Turkey: Universitas of Ankara.
- Koswara, S. 2013. Teknologi Pengolahan Umbi-umbian: Pengolahan Umbi Porang. [Modul]. Institute Pertanian Bogor.

- Kraemer, W. J., Vingren, J. L., Silvestre, R., Spiering, B. A., Hatfield, D. L. Ho J. Y., et al. 2007. Effect of adding exercise to a diet containing glucomannan. *Metabolism*, 56(8), 1149-1158.
- Kumar, G., Himanshu C., Durg V.R., dan Jayanand. 2014. Nutritional Quality Enhancement of Plants by Improving Its Methionine Content. *International Journal of Research and Development in Pharmacy and Life Sciences*. 3 (2).
- Kumlay, Metin Ahmet & Ercisli, Sezai. 2015. Callus induction, shoot proliferation and rootregeneration of potato (*Solanum tuberosum*L.) stem node and leaf explants under long-dayconditions. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. Vol 29, No 6.
- Lestari, E. G. 2015. Peran Thidiazuron dalam Peningkatan Kemampuan Proliferasi Tanaman Secara *In Vitro*. *Jurnal penelitian dan pengembangan pertanian*. 34 (2): 51-93.
- Lestari, E.G. 2011. Peranan Zat Pengatur Tumbuh dalam Perbanyakkan Tanaman Melalui Kultur Jaringan. *Jurnal Agrobiogen*. 7 (1): 63-68.
- Lestari, E. G. & Yunita, R. 2008. Induksi kalus dan regenerasi tunas padi varietas Fatmawati. *Bul. Agron*. 36(2), 106-110.
- Lindsey., K dan M.G.K. Jones. 1990. *Plant biotechnology in agriculture*. Prentice Hall. New Jersey. 241p.
- Liu, P., Zhang, S., Zhu, G., Chen, Y., Ouyang, H., Han, M., et al. (2002). Professional Standard of the People' Republic of China for Konjac Flour. Ministry of Agriculture of the People's Republic of China.
- Luo, D.Y. 1992. Inhibitory effect of refined *Amorphophallus konjac* on MNNG-induced lung cancers in mice. *Article in Chinese*. *Zhonghua Zhong Liu Za Zhi*. 14(1): 48- 50.
- Nugrahani, P. 2011. Dasar Bioteknologi Tanaman Teknik Propagasi Secara *In Vitro*. Surabaya: Universitas Pembangunan Nasional.
- Nusmawarhaeni, S., Prihatini, D., dan Poha, E. P. 1991. *Mengenal Buah Unggul Indonesia*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Padgett, P.E. and Leonard, R.T. 1996. Free amino acid levels and the regulation of nitrate uptake in maize cell suspensioncultures. *J. Exp. Bot*. 47, 871–883.

- Pandiangan, D. dan A. Subarnas. 2011. *Produksi Katarantin melalui Kultur Jaringan*. Bandung: Lubuk Agung.
- Pardal, S., T. I. R. Utami, dan M, Herman. 2001. Organogenesis dan Embriogenesis Somatik Kedelai Secara *In Vitro*. *Skripsi*. Universitas Jember.
- Parera. 1997. Pengaruh tingkat konsentrasi pertumbuhan perbanyak tanaman anggrek dendrobium melalui teknik kultur jaringan. *J. Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*. Vol 2:57-64.
- Poedjiadi, Anna. 1994. *Dasar-Dasar Biokim*. Jakarta: UI-Press.
- Pramanik, D dan F. Rachmawati. 2010. Pengaruh Jenis Media Kultur In Vitro dan Jenis Eksplan terhadap Morfogenesis Lili Oriental. *Jurnal Hortikultura*. 20 (2).
- Prana, M. S. 2008. Penyerbukan buatan pada Acung (*Amorphophallus decussilvae* Back. & v.A.v.R). *Biodiversitas*, 9(4): 292-295
- Prassaretti, S., M. Franzoni, U. Comin, R. Donzelli, F. Rocca, E. Combo, A. Ferrara, M. Dinelli, A., Prada and M. Curzio. 1991. Action of Glucomannans on Complaints in Patient Affected with Chronic Constipation: a Multicentric Clinical Evaluation Itali. *J. Gastroentol*. 23 (7): 421-425.
- Purnamaningsih, R. 2003. Regenerasi Tanaman melalui Embriogenesis Somatik dan Beberapa Gen yang mengendalikannya. *Buletin Agrobio*. Vol. 5. No. 2.
- Purwanto, A. 2018. Pembuatan Brem padat dari Umbi Porang (*Amorphophallus Omcophyllus* Prain). *Widya Warta*. 1.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Porang Indonesia. 2013. Budidaya dan Pengembangan Porang (*Amorphophallus muelleri Blumei* Blume) Sebagai Salah Satu Potensi Bahan Baku Lokal. [Modul]. Universitas Brawijaya. Malang.
- Rasullah, F. F. F., Nurhidayati, T., dan Nurmalasari. 2013. Respons Pertumbuhan Tunas Kultur Meristem Apikal Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Varietas NIX 1-3 pada Media MS dengan penambahan Arginin dan Glutamin. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. Vol 2 (2): 2337-3520.

- Ravanel, S., Block, M.A., Rippert, P., Jabrin, S., Curien, G., Rebeille, F., dan Douce, R. (2004). Methionine Metabolism in Plants. *Journal of Biological Chemistry*. 279(21).
- Renau, M. B., Ollero J., Arrillaga I., Segura J. 2005. *Tree Physiol*. Vol 25. 477-486.
- Rijono. 1999. *Buku Pengelolaan Tanaman Ilesiles (Amorphophallus onchophyllus)*. Madiun: Perum Perhutani KPH Saradan, Madiun, Jawa Timur.
- Roje, S. 2006. S-Adenosyl-L-methionine: Beyond the Universal Methyl Group Donor. *Phytochemistry*. 67: 1686-1698.
- Rouphael, Y., Colla, G., Giordano, M., El-Nakhel, C., Kyriacou, M.C., De Pascale, S. 2017. Foliar applications of alegume-derived protein hydrolysate elicit dosedependent increases of growth, leaf mineral composition, yield and fruit quality in two greenhouse tomato cultivars. *Sci. Hortic*. Vol 226, 353–360.
- Rusdianto dan Indrianto, A. 2012. Induksi Kalus Embriogenik pada Wortel (*Daucus carota* L.) Menggunakan 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D). *Jurnal Bionature*. 13 (2): 136-140.
- Saad, A.I.M. and Ahmed, M.E. 2012. Plant tissue culture media. *World's Largest Science, Technology and Medicine*. 29-40.
- Santosa, E., Lontoh, A.P., Kurniawati., A., Sari, M dan Sugiyama, N. 2016. Flower Development and Its Implication for Seed Production on *Amorphophallus muelleri* Blume (Araceae). *J. Hort. Indonesia*. 7(2).
- Santosa, U dan Nursadi, F. 2004. *Kultur Jaringan Tanaman*. Malang: UMM Press.
- Sari N, Ratnasari E, dan Isnawati. 2013. Pengaruh Penambahan Berbagai Kombinasi Konsentrasi 2,4-Dikhlorofenoksiasetat (2,4-D) dan 6-Bensil Aminopurin (BAP) pada Media MS terhadap Tekstur dan Warna Kalus Eksplan Batang Jati (*Tectona grandis* Linn. F.) *Lentera Bio*. 2(1) : 69–73.
- Schulze, J. 2007. Improvements in Cereal Tissue Culture by Thidiazuron A Review. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotecnology*. 1 (2): 67-79.

- Sebastian, A., and Prasad, M. 2014. Vertisol prevent cadmium accumulation in rice: Analysis by ecophysiological toxicity markers. *Chemosphere*. 108, 85–92
- Shafeek, M., Helmy, Y., Magda, A., Shalaby, F., Nadia, M.O. 2012. Response of onion plants to foliar application of sources and levels of some amino acid under sandy soil conditions. *J. Appl. Sci. Res.* Vol 8, 5521–5527
- Shekari, G.; Javanmardi, J. E. 2017. Effects of Foliar Application Pure Amino Acid and Amino Acid Containing Fertilizer on Broccoli (*Brassica oleracea* L. var. italica) Transplant. *Adv. Crop Sci. Tech.* Vol 5, 280.
- Sianipar, N. F., Wattimena G.A., Aswidinnoor H., Thenawidjaya M., Mathius N.T., dan Ginting, G. 2007. Karakterisasi Secara Morfologi Abnormalitas Embrio Somatik Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dari Eksplan Daun. *Jurnal Agrobiogen*. 3 (1): 32 – 39.
- Singh, R., Parihar, P., Prasad, S.M. 2018. Sulfur and calcium simultaneously regulate photosynthetic performance and nitrogen metabolism status in As-challenged *Brassica juncea* L. seedlings. *Front. Plant Sci.* Vol 9, 772.
- Smith, R. H. 2000. *Academic Press. San Diego*, New York.
- Soukhak, F. 2010. Study of Direct Adventitious Shoot Regeneration in Pomegranat (*Punica granatum* L. var cv Malas Saveh) Through Cotyledonary Exspant. *International Journal of Agricultur Science and Research*. 2(3).
- Staiano, A., Simeone, D., Del Giudice, E., Miele, E., Tozzi, A., & Toraldo, C. 2000. Effect of the dietary fiber glucomannan on chronic constipation in neurologically impaired children. *The Journal of Pediatrics*, 136(1), 41-45.
- Sucandra, Silvina, F., & Yulia. 2015. Uji Pemberian Beberapa Konentrasi Glisin Pada Media Vacin And Went (VW) Terhadap Pertumbuhan Plantlet Angrek (*Deondrobium* sp) Secara In Vitro. *Jom Faperte*. 2(1).
- Sudarmadji. 2003. Penggunaan Benzil Amino Purin pada Kalus Kapas secara *In Vitro*. *Buletin Teknik Pertanian*. 8 (1).
- Sugimoto, M., Hidehiko T., and Nobutade M. 2017. Molecular Characterization of Barley Methionine –Lyase and Gene Expression by Abiotic Stress and Aspartate Family Amino Acids. *Journal of Plant Biochemistry & Physiology*. 5 (3).

- Sulistiyo, R.H., Lita, S. dan Damanhuri. 2015. Eksplorasi dan Identifikasi Karakter Morfologi Porang (*Amorphophallus muelleri* B.) di Jawa Timur. *Jurnal Produksi Tanaman*. 3 (5).
- Sumarwoto, 2005. Iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume); Deskripsi dan Sifat-sifat Lainnya. *Biodiversitas*. 6 (3) : 185-190.
- Sumarwoto, 2007. Review: Kandungan Mannan pada Tanaman Iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume.). *Bioteknologi*. 4 (1)
- Sumarwoto. 2008. Uji zat pengatur tumbuh dari berbagai jenis dan konsentrasi padastek daun iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume). *J. Agroland*. 15 (1): 7-11.
- Sumarwoto. 2012. Peluang bisnis beberapamacam produk hasil tanaman iles kuningdi DIY melalui kemitraan dan teknik budidaya. *Proceeding Business Conference*. Yogyakarta.
- Sumarwoto & Maryana. 2011. Pertumbuhanbulbil iles-iles (*Amorphophallus muelleri*Blume) berbagai ukuran pada beberapajenis media tanam. *Jurnal Ilmu Kehutanan*,V(2): 91- 98.
- Supriati, Yati. 2016. Keanekaragaman Iles-Iles (*Amorphophallus* Spp.) dan Potensinya untuk Industri Pangan Fungsional, Kosmetik, Dan Bioetanol. *Jurnal Litbang Pertanian*. 35 (2).
- Syanqithi, Syaikh. 2007. *Tafsir Adhwa'ul Bayan*. Penerjemah: Fakhurrazi. Jakarta: Pustaka Azzam.
- Tjitrosoepomo, G., 2002, *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Umehara, M., Miho, I dan Hiroshi, K. 2007. Endogenous Factors that Regulate Plant Embryogenesis: Recent Advances. *Japanese Journal of Plant Science*. 1 (1).
- Utama, G. 2012. Subkultur Pisang Raja Bagus pada Berbagai Konsentrasi Sukrosa dan *Benzyl Amino Purine*. *Skripsi*. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta.

- Vuksan, V., Jenkins, D. J., Spadafora, P., Sievenpiper, J. L., Owen, R., Vidgen, E., *et al.* 1999. Konjac-mannan (glucomannan) improves glycemia and other associated risk factors for coronary heart disease in type 2 diabetes. A randomized controlled metabolic trial. *Diabetes Care*, 22(6) 913-919.
- Vuksan, V., Sievenpiper, J. L., Xu, Z., Wong, E. Y.Y., Jenkins, A. L., Beljan-Zdravkovic, U., *et al.* 2001. Konjac-Mannan and American ginseng: emerging alternative therapies for type 2 diabetes mellitus. *Journal of the American College of Nutrition*, 20(5).
- Wattimena, G. A. 1992. *Zat Pengatur Tumbuh Tanaman*. Bogor (ID): PAU IPB.
- Widyastuti, E. 2012. *Teknologi Pemanfaatan Porang*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Willke, Thomas. 2015. *Methionine Production-a Critical Review*. German: Institute of Agricultural Technology.
- Winarno, F. G. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi*. Bogor: M-Brioo Press.
- Wirawan, D. 2003. Pengaruh Konsentrasi BAP (6-Benzylaminopurin) Terhadap Pertumbuhan (kultur *in vitro*) Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa* Scheff. Boerl). *Skripsi*. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Yakar, N., dan Bilge, E. 1987. *Fotosentez, Genel Botanik*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi Yayınları.
- Yong, M. K., Solah, V. A., Johnson, S. K., Meng, X., Kerr, D. A., James, A. P., *et al.* 2016. Effects of a viscous-fibre supplemented evening meal and the following un-supplemented breakfast on post-prandial satiety responses in healthy women. *Physiology & Behavior*, 154, 34-39.
- Yuliarti, N. 2010. *Kultur Jaringan Tanaman Skala Rumah Tangga*. Yogyakarta: ANDI.
- Yusnita. 2003. *Kultur Jaringan Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien*. Bogor: Agromedia Pustaka.

Zemanova, V, M Pavlik, D. Pavlikova, P Tlustos. 2014. The Significance of Methionine, Histidine and Tryptophan in Plant Responses and Adaptation to Cadmium Stress. *Plant Soil Environ.* 60 (9).

Zulkarnain. 2009. *Kultur Jaringan Tanaman, Solusi Perbanyak Tanaman Budi Daya*. Jakarta: Bumi Aksara.

Zulkarnain. 2011. *Kultur Jaringan Tanaman*. Jakarta: Bumi Aksara.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Pengamatan

1. Data Pengamatan Jumlah Eksplan yang Bertunas

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-Rata
	1	2	3	4		
Met 0	1	2	1	1	5	1,25
Met 10	1	1	1	2	5	1,25
Met 20	1	2	2	2	7	1,75
Met 30	1	2	2	2	7	1,75
Met 40	1	2	2	3	8	2
Met 50	3	3	2	3	11	2,75

2. Data Pengamatan Jumlah Tunas

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-Rata
	1	2	3	4		
Met 0	1	3,5	1	2	7,5	1,875
Met 10	1	10	3	7	21	5,25
Met 20	4	4	7,5	6,5	22	5,5
Met 30	11	3	4	6	24	6
Met 40	7	6	7,5	8	28,5	7,125
Met 50	7	8	10	7	32	8

3. Data Pengamatan Panjang Tunas

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-Rata
	1	2	3	4		
Met 0	0,2	0,38	0,3	0,2	1,08	0,27
Met 10	0,6	0,45	0,37	0,47	1,89	0,4725
Met 20	0,4	0,32	0,39	0,3	1,41	0,3525
Met 30	0,35	0,32	0,38	0,32	1,37	0,3425
Met 40	0,5	0,3	0,25	0,24	1,29	0,3225
Met 50	0,33	0,26	0,24	0,4	1,23	0,3075

Lampiran 2. Hasil ANAVA dan DMRT 5%

1. Data Pengamatan Jumlah Eksplan yang Bertunas

ANOVA					
JUMLAH HIDUP					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.208	5	1.242	3.887	.015
Within Groups	5.750	18	.319		
Total	11.958	23			

JUMLAH HIDUP			
Duncan			
METIONI	N	Subset for alpha = 0.05	
N	N	1	2
0	4	1.2500	
10	4	1.2500	
20	4	1.7500	
30	4	1.7500	
40	4	2.0000	2.0000
50	4		2.7500
Sig.		.107	.077

2. Data Pengamatan Jumlah Tunas

ANOVA					
JUMLAH TUNAS					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	89.000	5	17.800	2.950	.041
Within Groups	108.625	18	6.035		
Total	197.625	23			

JUMLAH TUNAS			
Duncan			
METION IN	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0	4	1.8750	
10	4	5.2500	5.2500
20	4	5.5000	5.5000
30	4		6.0000
40	4		7.1250
50	4		8.0000
Sig.		.062	.170

3. Data Pengamatan Panjang Tunas

ANOVA					
PANJANG TUNAS					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.096	5	.019	2.854	.046
Within Groups	.121	18	.007		
Total	.217	23			

PANJANG TUNAS			
Duncan			
METION IN	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0	4	.2700	
50	4	.3065	
40	4	.3225	
30	4	.3428	
20	4	.3548	.3548
10	4		.4725
Sig.		.204	.057

4. Ringkasan Hasil Analisis Varian (ANOVA) Pengaruh Metionin terhadap Induksi Tunas Porang

Varibel	F-Hitung	F-Tabel 5%
Jumlah Eksplan yang Tumbuh Tunas	3.887*	2,772853153
Jumlah Tunas	2.950*	2,772853153
Panjang Tunas	2.854*	2,772853153

Keterangan: * Pemberian metionin berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan



Lampiran 3. Perhitungan dan Pengambilan Larutan Stok

Perhitungan bahan pembuatan media yaitu:

- Agar = 0,8 gram
- Media MS = 0,443 gram
- Gula = 3 gram

Perhitungan Pembuatan Larutan Stok metionin 300 ppm dalam 300 ml aquades yaitu:

$$\text{Larutan stok metionin 300 ppm dalam 300 ml} = \frac{300 \text{ mg}}{3 \text{ L}} = \frac{300 \text{ mg}}{3000} = \frac{30 \text{ mg}}{300}$$

Pengambilan metionin untuk membuat media perlakuan

Konsentrasi (mg/l)	Metionin (ml)	Aquades (ml)
0	0	100
10	20	80
20	40	60
30	60	40
40	80	20
50	100	0

Lampiran 4. Color Chart

84TPX	17-0839TPX		Golden Palm
85TPX	14-0721TPX		Hemp
85TPX	14-1025TPX		Cocoon
85TPX	15-0636TPX		Golden Green
85TPX	15-0730TPX		Southern Moss
85TPX	15-0732TPX		Olivinite
85TPX	16-0730TPX		Antique Gold
85TPX	16-0737TPX		Burnished Gold
86TPX	11-0616TPX		Pastel Yellow
86TPX	11-0618TPX		Wax Yellow
86TPX	11-0620TPX		Elfin Yellow
86TPX	11-0710TPX		Tender Yellow
86TPX	12-0721TPX		Lemonade
86TPX	12-0722TPX		French Vanilla
86TPX	12-0740TPX		Limelight
87TPX	12-0633TPX		Canary Yellow
87TPX	12-0738TPX		Yellow Cream
87TPX	13-0632TPX		Endive
87TPX	13-0720TPX		Custard
87TPX	13-0739TPX		Cream Gold
87TPX	14-0636TPX		Muted Lime
87TPX	14-0827TPX		Dusky Citron
88TPX	12-0642TPX		Aurora



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Khoirotn nisak
NIM : 16620044
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Ganjil/Genap TA. 2019/2020
Pembimbing : Ruri Siti Resmisari, M. Si
Judul Skripsi : Induksi Tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) menggunakan metionin Secara *In Vitro*

No.	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	27-11-2019	Teknik Penyusun BAB I	Rh
2.	29-11-2019	Penentuan Eksplan dan Perlakuan	Ru Ru
3.	3-12-2019	Penentuan Metode Penelitian	Ru Ru
4.	12-12-2019	Penyusunan Proposal	Ru Ru
5.	23-12-2019	BAB I	Ru Ru
6.	26-12-2019	BAB I	Ru Ru
7.	27-12-2019	BAB I dan III	Ru Ru
8.	7-01-2020	BAB I, II dan III	Ru Ru
9.	13-01-2020	BAB I, II, dan III	Ru Ru
10.	16-01-2020	ACC Proposal	Ru Ru
11.	01-09-2020	BAB I dan IV	Ru Ru
12.	11-09-2020	Revisi BAB IV	Ru Ru
13.	17-09-2020	BAB I, II, III, IV, V, daftar pustaka, lampiran	Ru Ru
14.	28-09-2020	ACC Skripsi	Ru Ru

Pembimbing Skripsi,

Ruri Siti Resmisari, M. Si
NIP. 19790123301608012063

Malang, 30 September 2020

Ketua Program Studi Biologi,



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



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

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Khoirotun Nisak
NIM : 16620044
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Ganjil/Genap TA. 2019/2020
Pembimbing : M. Mukhlis Fahrudin, M. SI
Judul Skripsi : Induksi Tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)
menggunakan metionin Secara *In Vitro*

No.	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	14-01-2020	Integrasi BAB I dan II	
2.	15-01-2020	Menambah Hadist tentang obat	
3.	30-01-2020	ACC proposal	
4.	01-09-2020	BAB IV	
5.	11-09-2020	ACC Skripsi	

Pembimbing Skripsi,

M. Mukhlis Fahrudin, M. SI
NIPT. 20142011409

Malang, 30 September 2020
Ketua Program Studi Biologi,

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

