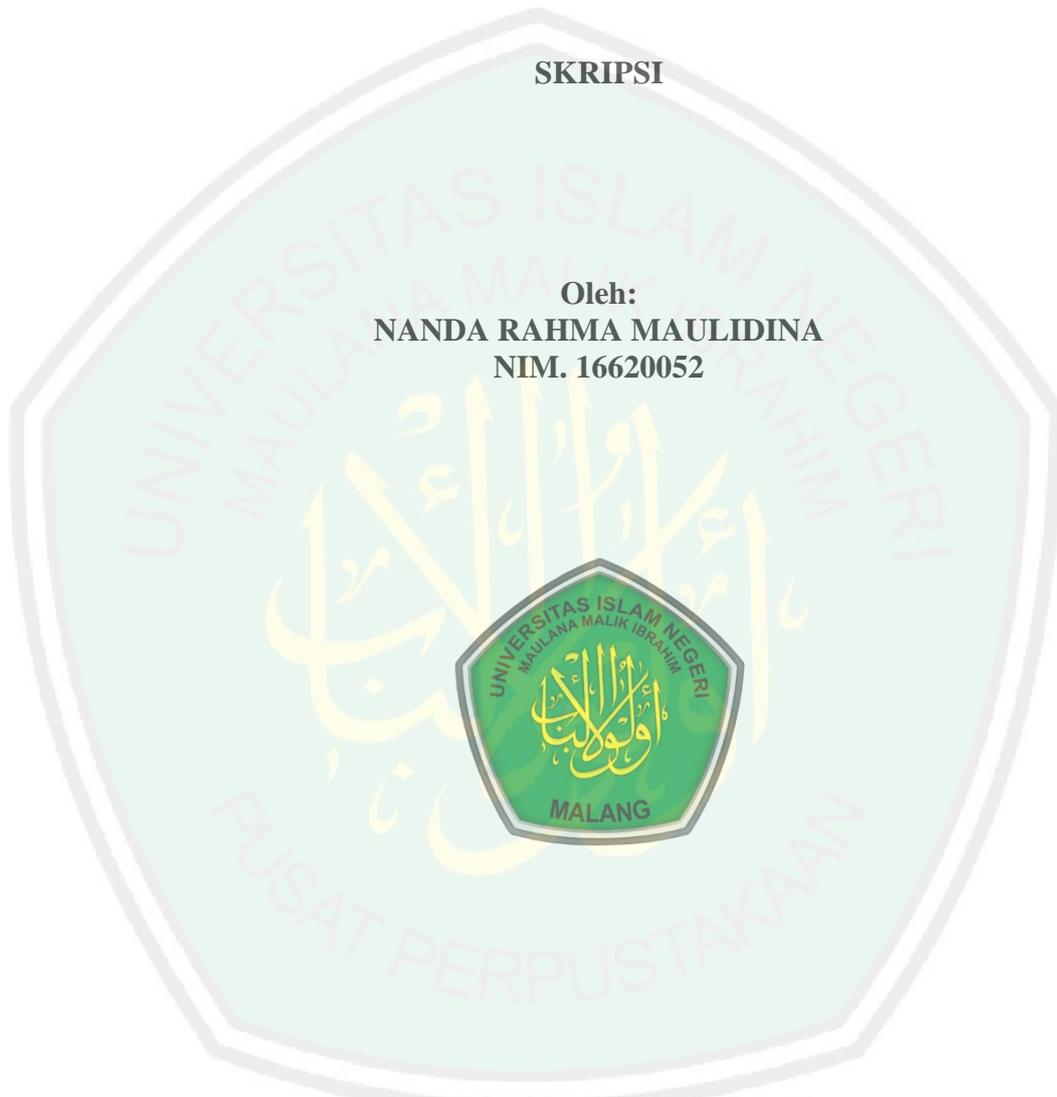


**PENGARUH PEMBERIAN THIDIAZURON (TDZ) DAN HIDROLISAT
KASEIN TERHADAP MULTIPLIKASI SUBKULTUR TUNAS PORANG
(*Amorphophallus muelleri* Blume)**

SKRIPSI

Oleh:
NANDA RAHMA MAULIDINA
NIM. 16620052



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

**PENGARUH PEMBERIAN THIDIAZURON (TDZ) DAN HIDROLISAT
KASEIN TERHADAP MULTIPLIKASI SUBKULTUR TUNAS PORANG
(*Amorphophallus muelleri* Blume)**

SKRIPSI

Oleh:
NANDA RAHMA MAULIDINA
NIM. 16620052

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

PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020

**PENGARUH PEMBERIAN THIDIAZURON (TDZ) DAN HIDROLISAT
KASEIN TERHADAP MULTIPLIKASI SUBKULTUR TUNAS PORANG
(*Amorphophallus muelleri* Blume)**

SKRIPSI

Oleh:

NANDA RAHMA MAULIDINA

NIM. 16620052

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
tanggal 7 Desember 2020

Pembimbing I



Ruri Siti Resmisari, M. Si

NIDT. 19790123201608012063

Pembimbing II



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

NIPT. 201402011409

Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi



Dr. Evika Sandi Savitri, MP

NIP. 197410182003122002

**PENGARUH PEMBERIAN THIDIAZURON (TDZ) DAN HIDROLISAT
KASEIN TERHADAP MULTIPLIKASI SUBKULTUR TUNAS PORANG
(*Amorphophallus muelleri* Blume)**

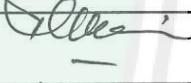
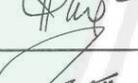
SKRIPSI

Oleh:

NANDA RAHMA MAULIDINA

NIM. 16620052

Telah dipertahankan
di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai
salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 16 Desember 2020

Penguji utama	Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd NIP. 19630114 1999031 001	
Ketua Penguji	Didik Wahyudi, M.Si NIP. 19860102 2018011 001	
Sekretaris Penguji	Ruri Siti Resmisari, M. Si NIDT. 19790123201608012063	
Anggota Penguji	Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I NIPT. 20142011409	

Mengetahui

Ketua Program Studi Biologi



Dr. Evika Sandi Savitri, MP

NIP. 197410182003122002

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Alhamdulillah, Alhamdulillah

Saya persembahkan skripsi/karya ilmiah ini khususnya kepada kedua orangtua saya yang tersayang dan tersegalanya di dunia ini yakni

Ibu Siti Ma'rifah dan Ayah Nurul Umam

Terimakasih untuk kasih sayang dan segala-galanya yang ibu dan ayah berikan. Semoga senantiasa dirahmati Allah *Subhanahu Wa Ta'alla*, diberikan kesehatan serta umur yang panjang barokah. Semoga kita bisa menjadi keluarga yang sakinah mawaddah warohmah sampai di surga kelak

dan untuk adek saya tersayang yakni

Adek Hilda Amelia Fahira

Semoga kita berdua bisa tetap saling menyayangi dan berbagi di kala suka dan duka, semoga bisa sama sama menjadi anak sholihah yang bisa membanggakan kedua orangtua.

serta teruntuk

Semua orang yang saya sayangi dan yang menyayangi saya, terutama jodoh serta anak keturunan saya kelak

Semoga senantiasa berada di jalan Allah *Subhanahu Wa Ta'alla*, menjadi anak/suami/istri yang sholih/sholihah, mendapatkan ilmu manfaat barokah serta kemulyaan di dunia & akhirat

Terimakasih saya ucapkan juga kepada seluruh orang yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini

Semoga Allah *Subhanahu Wa Ta'alla* memberikan balasan kebaikan yang setimpal

MOTTO

عِشْ كَرِيْمًا اَوْ مُتْ شَهِيدًا

"Hidup Mulya atau Mati Syahid"

"Dengan agama hidup jadi terarah. Dengan ilmu hidup jadi mudah. Dengan seni hidup jadi indah"

"Terus berkreasi dan berkarya serta berusaha menjadi pribadi yang lebih baik"

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Nanda Rahma Maulidina
NIM : 16620052
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Pengaruh Pemberian Thidiazuron (TDZ) dan Hidrolisat Kasein terhadap Multiplikasi Subkultur Tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).

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 pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 7 Desember 2020
Yang membuat pernyataan,



Nanda Rahma Maulidina
NIM. 16620052

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 menyebutkannya.



Pengaruh Pemberian Thidiazuron (TDZ) dan Hidrolisat Kasein Terhadap Multiplikasi Subkultur Tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Nanda Rahma Maulidina, Ruri Siti Resmisari, M. Mukhlis Fahrudin

ABSTRAK

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) merupakan tanaman berumbi yang memiliki potensi sebagai bahan baku industri kertas, pangan, obat dan kosmetik. Porang di Indonesia banyak diekspor ke beberapa negara. Permintaan untuk ekspor porang terus meningkat sedangkan produksi porang yang dihasilkan masih rendah. Kultur *in vitro* dapat menjadi alternatif dalam perbanyakan porang guna memenuhi kebutuhan bibit yang banyak dan berkualitas dalam waktu cukup singkat serta tidak mengenal musim. Pemberian zat pengatur tumbuh (ZPT) dan asam amino dalam media dapat mempengaruhi multiplikasi subkultur tunas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ZPT berupa thidiazuron (TDZ) dan asam amino berupa hidrolisat kasein serta kombinasi keduanya terhadap multiplikasi subkultur tunas porang. Penelitian ini bersifat eksperimental, menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 25 perlakuan dan 3 kali ulangan. Terdapat 2 faktor perlakuan yaitu: konsentrasi TDZ meliputi 0 mg/l; 0.2 mg/l; 0.4 mg/l; 0.6 mg/l dan 0.8 mg/l dan konsentrasi hidrolisat kasein meliputi 0 mg/l; 50 mg/l; 100 mg/l, 150 mg/l dan 200 mg/l. Parameter pengamatannya meliputi hari muncul tunas, jumlah tunas dan tinggi tunas porang. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan konsentrasi terbaik dari kombinasi keduanya yaitu 0.4 mg/l TDZ dan 150 mg/l hidrolisat kasein.

Kata kunci: Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume), TDZ, hidrolisat kasein

The Influence of Giving Thidiazuron (TDZ) and Casein Hydrolysate to Subculture Multiplication of Porang Shoots (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Nanda Rahma Maulidina, Ruri Siti Resmisari, M. Mukhlis Fahrudin

ABSTRACT

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) is a tuber plants that has potential as raw material for paper, food, medicine and cosmetics industries. *Porang* in Indonesia is widely exported to several countries. The demand for *porang* exports continues to increase while the production of *porang* is still low. In vitro culture can be an alternative in *porang* propagation to meet for a lot of quality seeds in a fairly short time and do not know the season. Plant Growth Regulator (ZPT) and amino acids in the media can affect shoot multiplication. The research aims at determining the influence of ZPT in the form of thidiazuron (TDZ) and amino acids in the form of casein hydrolysate and the combination of both on the subculture multiplication of *porang* shoots. The research was experimental, by using a completely randomized design (CRD) with 25 treatments and 3 replications. There were two treatment factors, namely: TDZ concentration that included 0 mg/L; 0.2 mg/L; 0.4 mg/L; 0.6 mg/L and 0.8 mg/L and casein hydrolysate concentrations included 0 mg/L; 50 mg/L; 100 mg/L, 150 mg/L and 200 mg/L. Observation parameters included shoots appearing day, shoot number and shoot height of *porang*. Based on the results of of the research, the best concentration was obtained from the combination of both, namely 0.4 mg/L TDZ and 150 mg/l casein hydrolysate.

Keywords: Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume), TDZ, casein hydrolysate

تأثير (TDZ) طيديازورون (Thidiazuron) و هيدروليزات كازين على ثقافة الفرعية الضربية للبراعم فورانج (*Amorphophallus muelleri* Blume)

ناندا رحما مولدنا، روري سبتي رسميساري، م. مخلص فخر الدين

ملخص البحث

فورانج (*Amorphophallus muelleri* Blume) هو نبات درني يمكن استخدامه كمواد خام للصناعات الغذائية والطبية والورقية التجميلية. يتم تصدير فورانج في إندونيسيا على نطاق واسع إلى العديد من البلدان. يستمر الطلب على صادرات البورانج في الزيادة بينما لا يزال إنتاج البورانج منخفضاً. يمكن أن تكون الثقافة في المختبر بديلاً في زراعة فورانج لتلبية الحاجة إلى البذور الكثير الجيد في وقت قصير ولا تعرف الموسم. يمكن أن يؤثر توفير منظم النمو (ZPT) والأحماض الأمينية في الوسائط على زراعة الضرب الفرعية للبراعم. يهدف هذا البحث لان يحدد تأثير ZPT في شكل طيديازورن (TDZ) والأحماض الأمينية على شكل هيدروليزات الكازين ومزيج من كلاهما على ثقافة الضرب الفرعية للبراعم فورانج خلال في المختبر. كان هذا البحث تجريبياً باستخدام التصميم العشوائي الكامل (CRD) مع 25 معاملات و 3 مكررات. هناك نوعان من عوامل العلاج، وهما: تركيز TDZ يتضمن 0 ملغم/لتر. 0.2 ملغم/لتر ؛ 0.4 ملغم/لتر ؛ 0.6 ملغم/لتر و 0.8 ملغم/لتر وتشتمل تركيزات هيدروليزات الكازين 0 ملغم/لتر ؛ 50 ملغم/لتر ؛ 100 ملغم/لتر و 150 ملغم/لتر و 200 ملغم/لتر. تشتمل معلمات المراقبة اليوم لظهور البراعم في ورقم البراعم وارتفاع البراعم في فورانج. بناءً على نتائج البحث، تم الحصول على أفضل تركيز من مزيج من كلاهما ، وهما هو 0.4 ملغم/لتر من TDZ و 150 ملغم/لتر هيدروليزات الكازين المائي.

الكلمات الرئيسية: فورانج (*Amorphophallus muelleri* Blume) ، TDZ ، هيدروليزات الكازين

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah *Subhanahu Wa Ta'alla* yang telah melimpahkan rahmat, taufiq serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW.

Penulisan skripsi ini tentu tidak lepas dari bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, MP selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ruri Siti Resmisari, M.Si dan Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I selaku Dosen Pembimbing Skripsi dan Dosen Pembimbing Agama yang telah meluangkan waktunya, sabar dalam membimbing, berbagi ilmu dan memberikan saran dalam penulisan skripsi ini. Semoga ilmu yang ibu dan bapak berikan bisa bermanfaat, barokah dan penulis mendapatkan barokah ilmunya.
5. Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd selaku penguji skripsi sekaligus dosen wali penulis yang telah banyak berbagi ilmu serta banyak memberikan arahan, masukan dan saran dalam penulisan skripsi ini. Semoga ilmu yang bapak berikan bermanfaat, barokah dan penulis mendapatkan barokah ilmunya.
6. Didik Wahyudi, M.Si selaku penguji skripsi yang telah berbagi ilmu serta banyak memberikan arahan, masukan dan saran dalam penulisan skripsi ini. Semoga ilmu yang bapak berikan bermanfaat, barokah dan penulis mendapatkan barokah ilmunya.
7. Segenap dosen, karyawan, staf dan civitas akademika Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

8. Ayah Nurul Umam dan Ibu Siti Ma'rifah selaku orangtua penulis tersayang yang telah memberikan do'a serta dukungan yang tidak terputus demi mewujudkan cita-cita penulis. Semoga rahmat, hidayah dan kasih sayang Allah *Subhanahu Wa Ta'alla* senantiasa selalu menaungi orang tua penulis.
9. Hilda Amelia Fahira selaku adik sekaligus teman tersegalanya bagi penulis yang selalu berbagi suka dan duka, semoga diberikan kesuksesan.
10. Lil Hanifah, S.Si selaku Laboran Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan (KJT) dan para asisten laboratorium khususnya Mbak Safira yang telah banyak membantu penulis selama penelitian dan berbagi ilmunya.
11. Yeti, Yumna, Fira, Faiq, Ilmi, Izzah selaku teman Biologi Tabaraka (BIOTABA) dan juga Sobat Biotaba Wilda, Lail yang senantiasa berbagi suka dan duka, berbagi cerita, saling membantu, menemani belajar, mengaji bersama, makan bersama dan tidur bersama di asrama Tabaraka.
12. Salma, Chikmah, Moly, Ariskha, Nisak, Mbak Devirga, & Mbak Muna selaku teman sepembimbing skripsi terimakasih atas kerjasamanya selama ini.
13. Teman-Teman Biologi Angkatan 2016 (Gading Putih) khususnya Kelas B Biologi 2016 (KB3 16 Samawa) yang telah melewati banyak cerita dan pengalaman bersama penulis selama kuliah.

Penulis menyadari bahwa penulisan dan penyusunan skripsi ini masih banyak memiliki kekurangan. Oleh karena itu, saran yang membangun sangat dibutuhkan penulis. Semoga karya ilmiah yang ditulis dalam bentuk skripsi ini dapat memberikan informasi dan bermanfaat bagi pembaca dan bagi penulis secara pribadi. Aamiin...

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Malang, 7 Desember 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	v
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	vi
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
ملخص البحث	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
 BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Hipotesis	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
1.6 Batasan Masalah	7
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume)	8
2.1.1 Porang dan Kajian Keislamannya	8
2.1.2 Deskripsi Botani Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume)	11
2.1.3 Perbanyakan Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume)	14
2.2 Kultur <i>In Vitro</i>	15
2.2.1 Pengertian Kultur <i>In Vitro</i>	15
2.2.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kultur <i>In Vitro</i>	16
2.2.3 Manfaat dalam Kultur <i>In Vitro</i>	18
2.3 Subkultur	19
2.4 Multiplikasi	19
2.5 Zat Pengatur Tumbuh (ZPT)	19
2.6 Thidiazuron (TDZ)	21
2.7 Asam Amino	23
2.8 Hidrolisat Kasein	23

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian.....	25
3.2 Waktu dan Tempat.....	26
3.3 Variabel Penelitian.....	26
3.4 Alat dan Bahan.....	26
3.4.1 Alat.....	26
3.4.2 Bahan	26
3.5 Prosedur Penelitian	26
3.5.1 Sterilisasi Alat.....	26
3.5.2 Sterilisasi Ruang Tanam	27
3.5.3 Pembuatan Larutan Stok ZPT.....	27
3.5.4 Pembuatan Media.....	27
3.5.5 Subkultur.....	28
3.5.6 Pengamatan	29
3.6 Analisis Data	30
3.7 Alur Penelitian	31

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Pemberian Thidiazuron (TDZ) Terhadap Multiplikasi Subkultur Tunas Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blum).....	32
4.2 Pengaruh Pemberian Hidrolisat Kasein Terhadap Multiplikasi Subkultur Tunas Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blum)	36
4.3 Pengaruh Pemberian Thidiazuron (TDZ) dan Hidrolisat Kasein Terhadap Multiplikasi Subkultur Tunas Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blum)	40
4.4 Dialog Hasil Penelitian dengan Integrasi Sains dan Islam	44

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49

DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Hara Pada Media MS.....	17
Tabel 3.1 Kombinasi Konsentrasi TDZ dan Hidrolisat Kasein	25



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Akar dan Umbi Porang.....	12
Gambar 2.2 Batang, Daun, Tangkai Daun, dan Bulbil Porang.....	13
Gambar 2.3 Bunga dan Biji Porang	14
Gambar 2.4 Struktur Kimia TDZ	22
Gambar 3.1 Eksplan Porang Yang Disubkultur.....	29
Gambar 3.2 Pengamatan Tinggi Tunas Porang	30
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	31
Gambar 4.1 Hasil Uji Lanjut <i>Duncan</i> 5% Pengaruh TDZ.....	33
Gambar 4.2 Hasil Multiplikasi Pengaruh TDZ.....	36
Gambar 4.3 Hasil Uji Lanjut <i>Duncan</i> 5% Pengaruh Hidrolisat Kasein.....	37
Gambar 4.4 Hasil Multiplikasi Pengaruh Hidrolisat Kasein.....	40
Gambar 4.5 Hasil Uji Lanjut <i>Duncan</i> 5% Pengaruh TDZ dan Hidrolisat Kasein	42
Gambar 4.6 Hasil Multiplikasi Pengaruh TDZ dan Hidrolisat Kasein	44



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Hasil Pengamatan	60
Lampiran 2 Hasil Analisis Variansi (ANOVA) dan Uji Lanjut <i>Duncan</i> 5%	62
Lampiran 3 Perhitungan Komposisi Media	68
Lampiran 4 Perhitungan Larutan Stok	68
Lampiran 5 Gambar Hasil Pengamatan	70
Lampiran 6 Foto Kegiatan	71



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tumbuhan diciptakan oleh Allah *Subhanahu Wa Ta'alla* dengan berbagai macam jenis. Segala macam tumbuhan tersebut memiliki kebaikan. Hal tersebut tercantum dalam Al-Qur'an Surat Asy-Syu'ara ayat 7 yakni:

أَلَمْ 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?"

Kata (كريم) dalam ayat di atas menurut Shihab (2002) dapat menjelaskan segala sesuatu yang memiliki sifat baik, yang dalam ayat tersebut dapat diartikan subur dan bermanfaat. Menurut Rossidy (2008) kandungan dalam ayat tersebut berisi perintah kepada semua umat manusia untuk mengamati berbagai macam ciptaan Allah *Subhanahu Wa Ta'alla* khususnya tumbuh-tumbuhan secara lebih dalam sehingga dapat diketahui berbagai potensi atau manfaat yang dikandungnya. Tumbuhan yang mempunyai banyak manfaat tersebut salah satunya adalah porang.

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) merupakan tanaman berumbi dari famili Araceae yang memiliki potensi ekonomi cukup tinggi (Aziz *et al.*, 2014). Porang mengandung senyawa glukomanan yang bermanfaat dalam bidang industri kertas, farmasi (bahan pembuatan obat), kosmetik, seluloid, bahan negatif film dan lain-lain (Indriyani *et al.*, 2011; Rofik *et al.*, 2017). Umbi porang juga dapat digunakan sebagai bahan pangan, tetapi perlu diperhatikan pengolahannya karena dalam umbi porang terdapat asam oksalat dan kristal kalsium oksalat yang dapat berakibat buruk bagi kesehatan (Wardani & Handrianto, 2019).

Menurut Yuniwati *et al.* (2020), harga porang segar berkisar antara Rp. 5.000,- sampai Rp.12.000,- per kilogram, sedangkan harga untuk porang kering adalah Rp. 35.000,- sampai Rp. 50.000,- per kilogram dan untuk harga dari tepung porang mencapai Rp. 150.000,- sampai Rp. 200.000,-. Menurut Dinas Pertanian Kabupaten Mojokerto (2020), ekspor porang pada tahun 2019 sudah mencapai 14.545,50 ton yang senilai dengan Rp. 290.910.000.000,-. Beberapa negara tujuan

dari porang produksi Indonesia adalah Hongkong, Kamboja, Taiwan, Pakistan, Australia, Thailand, Vietnam dan China yang berupa produk setengah jadi (chip), olahan segar dan juga tepung yang kemudian digunakan sebagai bahan dasar pangan dan industri.

Hasil ekspor porang yang tergolong tinggi tersebut dapat menjadi suatu peluang untuk meningkatkan perekonomian masyarakat Indonesia khususnya para petani porang. Namun hal tersebut menjadikan perlunya perhatian dalam proses perbanyakannya. Sumarwoto (2005) menjelaskan bahwa perbanyak porang dapat dilakukan dengan menggunakan biji, umbi batang dan umbi daun (bulbil), tanaman porang, namun untuk pengadaan bibit dalam waktu cepat dengan kualitas yang baik masih terdapat kekurangan.

Menurut Direktorat Pangan dan Pertanian (2013), porang mempunyai siklus pertumbuhan yaitu periode vegetasi dan dorman. Siklus vegetasi dimulai pada musim hujan yang ditandai dengan pertumbuhan tunas. Ketika musim kemarau tiba, tanaman ini akan mengalami masa dormansi yang ditandai dengan layunya batang semu dan daun pada tanaman porang. Menurut Indriyani (2011), setelah masa dormansi, tanaman porang memasuki siklus baru lagi yakni antara siklus vegetatif atau siklus generatif.

Menurut Supriati (2016), bibit yang berasal dari umbi membutuhkan waktu satu tahun untuk panen, disamping itu menurut Budiman & Arisoelaningsih (2012), umbi porang juga akan menyusut dan kadar glukomanannya menurun (mengalami degradasi) setelah porang berbunga, sehingga umbi porang lebih sering dipanen terlebih dahulu sebelum berbunga. Perbanyak dari biji membutuhkan waktu lebih lama yakni 2-3 tahun hingga panen (Supriati, 2016), selain itu porang baru berbunga setelah umbi berumur 3 tahun dan pemasakan bijinya membutuhkan waktu sekitar 12 bulan (Santosa *et al.*, 2016). Begitu juga perbanyak dari bulbil yang membutuhkan waktu 4 tahun hingga panen (Supriati, 2016), sedangkan dalam satu periode tumbuh, porang hanya menghasilkan satu bulbil, pada periode kedua berkisar 4-7 bulbil dan pada periode ketiga berkisar 10-20 bulbil (Sumarwoto & Maryana, 2011). Menurut Supriati (2016) biji, umbi benih, umbi katak, dan daun tanaman porang dapat terkena penyakit, sehingga dalam pemenuhan kebutuhan benih secara massal dan

berkualitas dalam waktu cepat perlu dilakukan suatu alternatif dalam teknik perbanyakkan porang.

Suatu teknik yang dapat menjadi alternatif untuk mengatasi masalah perbanyakkan porang tersebut adalah perbanyakkan porang melalui teknik *in vitro*. Menurut Imelda *et al.* (2007) penerapan teknik *in vitro* sudah berhasil dilakukan untuk perbanyakkan berbagai tanaman hortikultura, ubi-ubian, perkebunan dan termasuk juga tanaman porang. Teknik tersebut merupakan teknik yang efektif dan efisien untuk memenuhi kebutuhan bibit berbagai tanaman dengan cepat dalam jumlah banyak dan tidak mengenal musim. Menurut Dwiyani (2015), semua bagian tanaman dapat digunakan sebagai eksplan untuk perbanyakkan tanaman dengan teknik ini. Hal ini didasarkan dengan adanya teori totipotensi sel.

Menurut Dwiyani (2015), totipotensi sel adalah kemampuan setiap sel pada tanaman untuk beregenerasi menjadi individu baru. Penyediaan bibit tanaman porang dapat diambil dari bagian lain tanpa mengakibatkan umbi porang mengalami destruktif karena diambil untuk kebutuhan bibit (Imelda *et al.*, 2008). Menurut Imelda *et al.* (2016), keberhasilan dalam teknik *in vitro* dapat berasal dari media yang digunakan. Komposisi media untuk kultur *in vitro* tersebut dapat ditambahkan dengan memberikan sukrosa, vitamin, makronutrien, mikronutrien, zat pengatur tumbuh (ZPT) dan asam amino (Karjadi, 2016).

Pemberian ZPT pada media memiliki tujuan untuk memacu pembentukan hormon endogen (fitohormon) yang sudah ada atau menggantikan fungsi dan peran dari fitohormon apabila tumbuhan kurang maksimal dalam memproduksi fitohormon dengan baik (Pujiasmanto, 2020). Menurut Istiqomah *et al.* (2017), fitohormon merupakan senyawa organik bukan hara yang dalam konsentrasi rendah berpengaruh terhadap laju pertumbuhan yang diproduksi pada bagian tertentu dalam tumbuhan sendiri (diproduksi secara endogen).

Menurut Istiqomah *et al.* (2017), fitohormon terbagi menjadi 2 kelompok yakni sebagai promotor (perangsang pertumbuhan dan perkembangan), dan inhibitor (sebagai penghambat pertumbuhan). Rusmin (2016) menjelaskan bahwa dormansi yang terjadi pada rimpang jahe disebabkan oleh adanya asam absisat (ABA) yang berperan sebagai inhibitor (penyebab dormansi), sedangkan sitokinin dan gibberelin menjadi promotor yang menghambat kerja ABA.

Menurut Karjadi & Buchory (2008) sitokinin berperan untuk morfogenesis dan mengatur pembelahan sel, selain itu sitokinin juga mampu merangsang pembentukan tunas, merangsang sel dorman dan berpengaruh dalam metabolisme sel. Taiz & Zeiger (2010) menyebutkan bahwa sitokinin dalam pembelahan sel dapat mempercepat fase G2 menuju fase M (mitosis), sehingga laju sintesis protein meningkat dan pembelahan sel semakin cepat. Panjaitan *et al.* (2014) menyebutkan bahwa kombinasi sitokinin endogen dan zat pengatur tumbuh eksogen dapat mendorong pembentukan tunas.

Menurut Guo *et al.* (2011), TDZ merupakan zat pengatur tumbuh yang memiliki peran dalam merangsang produksi sitokinin endogen dan sebagai penghambat sitokinin oksidase yang merupakan enzim menghilangkan keaktifan sitokinin tipe adenin bebas. TDZ mampu merangsang pembentukan dan perpanjangan tunas. Thidiazuron (TDZ) sering digunakan untuk perbanyakan tunas karena mempunyai efektivitas tinggi dibandingkan sitokinin lainnya pada konsentrasi yang rendah (Hutchinson *et al.*, 2014).

TDZ memiliki respon seperti sitokinin dan memiliki potensi untuk menginduksi organogenesis pucuk di sejumlah spesies tanaman. Pada multiplikasi tunas nenas (*Ananas comosus* (L.) Merr. cv. Smooth Cayenne dengan konsentrasi TDZ terendah 0,2 mg/l memberikan jumlah tunas terbaik sedangkan pemberian TDZ konsentrasi tinggi 0,9 mg/l memberikan jumlah tunas terendah (Syafii *et al.*, 2013). Menurut Fitriani *et al.* (2015) penambahan asam amino pada media kultur *in vitro* juga baik untuk dilakukan, karena asam amino mampu menjadi aktivator dari fithormon dan zat pengatur tumbuh.

Menurut Garvita & Handini (2011), asam amino merupakan bagian penyusun protein yang mampu mempengaruhi pertumbuhan dan morfogenesis kultur *in vitro*. Protein memiliki peran yang sangat penting bagi fungsi dan struktur sel makhluk hidup termasuk sel tumbuhan. Peran protein bagi fungsi sel berkaitan dengan penyusunan enzim, sedangkan peran protein bagi struktur sel berkaitan dengan proses sintesis protein pada sel tumbuhan. Pembelahan sel termasuk reaksi biokimia yang dikatalisis oleh enzim, sehingga dengan ditambahkan asam amino dalam media kultur dapat mempercepat proses

perbelahan dan perkembangan sel. Asam amino tersebut dapat berupa asam amino tunggal dan asam amino kompleks (George *et al.*, 2008).

Hidrolisat kasein berasal dari protein susu sapi atau keledai yang tersusun dari campuran 18 asam amino yang tidak diketahui pasti komposisinya sehingga tergolong dalam asam amino kompleks (Siregar *et al.*, 2010). Pertumbuhan eksplan pada media kultur *in vitro* dapat distimulus dengan penambahan asam amino seperti hidrolisat kasein (Istiningdyah *et al.*, 2013). Asam amino (hidrolisat kasein) dapat menjadi sumber nitrogen organik yang berperan penting dalam sintesis protein pada sel-sel tanaman. Menurut Kosmiatin *et al.* (2014), ketersediaan sumber nitrogen organik pada media kultur *in vitro* mampu meningkatkan akumulasi asam amino sebagai penyusun protein.

Menurut George *et al.* (2008), penambahan hidrolisat kasein mampu meningkatkan pertumbuhan tunas. Pernyataan tersebut dibuktikan oleh Sakalani *et al.* (2015) bahwa pada penambahan hidrolisat kasein 100 mg/l ke dalam media kultur *in vitro* mampu meningkatkan jumlah tunas jenitri (*Elaeocarpus sphaericus*) dan pada penelitian Gao *et al.* (2003) penambahan hidrolisat kasein 200 mg/l pada *Amorpha fruticose* mampu meningkatkan jumlah tunas hingga 8,77 per subkultur.

Berdasarkan pengaruh dari hidrolisat kasein dan TDZ terhadap induksi dan multiplikasi tunas pada beberapa penelitian di atas, diharapkan kombinasi dari keduanya apabila ditambahkan pada media kultur *in vitro* dapat memberikan hasil yang baik dalam multiplikasi tunas porang. Sesuai penelitian sebelumnya yakni multiplikasi tunas pada tanaman talas satoimo (*Colocasia esculenta* (L.)) yang dilakukan oleh Kartini & Karyanti (2017) dengan jumlah tunas tertinggi yang diperoleh dengan pemberian 0,6 mg/l TDZ dan 150 mg/l hidrolisat kasein.

Pada penelitian ini beberapa parameter yang diamati adalah hari muncul tunas, jumlah tunas dan tinggi tunas porang. Parameter hari muncul tunas setelah subkultur diamati untuk mengetahui kecepatan TDZ dan hidrolisat kasein dalam mematahkan dormansi pada tunas porang sedangkan parameter jumlah tunas dihitung untuk mengetahui banyaknya tunas yang dapat dihasilkan, dan parameter tinggi tunas juga diukur untuk mengetahui seberapa tinggi tunas porang yang dihasilkan dari pemberian TDZ dan hidrolisat kasein.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penelitian yang berjudul Pengaruh Pemberian Thidiazuron (TDZ) dan Hidrolisat Kasein terhadap Multiplikasi Subkultur Tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) ini penting dilakukan untuk mendapatkan konsentrasi TDZ dan hidrolisat kasein yang tepat dalam menghasilkan media terbaik untuk multiplikasi tunas porang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang pada penelitian maka diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah konsentrasi TDZ berpengaruh terhadap multiplikasi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)?
2. Apakah konsentrasi hidrolisat kasein berpengaruh terhadap multiplikasi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)?
3. Apakah kombinasi konsentrasi TDZ dan hidrolisat kasein berpengaruh terhadap multiplikasi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)?

1.3 Tujuan

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

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

1.4 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh konsentrasi TDZ terhadap multiplikasi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).
2. Terdapat pengaruh konsentrasi hidrolisat kasein terhadap multiplikasi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).
3. Terdapat pengaruh kombinasi konsentrasi TDZ dan hidrolisat kasein terhadap multiplikasi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mampu menjadi sumber informasi mengenai multiplikasi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dengan pemberian beberapa konsentrasi TDZ dan hidrolisat kasein.
2. Multiplikasi tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) melalui kultur *in vitro* diharapkan mampu memenuhi kebutuhan porang secara massal dan cepat dengan kualitas yang baik.

1.6 Batasan Masalah

Berikut ini merupakan batasan masalah dalam penelitian ini:

1. Eksplan pada penelitian ini adalah kultur tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) berupa planlet dengan ukuran 0,5 cm setelah 4 kali subkultur yang berasal dari koleksi Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Media dasar yang dipakai adalah media Murashige dan Skoog (MS).
3. Perlakuan pada penelitian ini adalah kombinasi konsentrasi TDZ: 0 mg/l; 0,2 mg/l; 0,4 mg/l; 0,6 mg/l; 0,8 mg/l hidrolisat kasein: 0 mg/l; 50 mg/l; 100 mg/l; 150 mg/l; 200 mg/l.
4. Parameter yang diamati meliputi hari muncul tunas setelah subkultur, serta jumlah dan tinggi tunas dengan ukuran tunas minimal 1 milimeter (mm) pada tanaman porang setelah 42 hari atau 6 minggu setelah tanam (MST).
5. Ukuran untuk pengamatan tinggi tunas menggunakan penggaris dengan satuan ukuran centimeter (cm).

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

2.1.1 Porang dan Kajian Keislamannya

Porang merupakan tanaman jenis umbi-umbian yang diciptakan Allah *Subhanahu Wa Ta'alla* dengan memiliki nilai ekonomis cukup tinggi, sehingga perlu sekali dilakukan penelitian tentang perbanyak tanaman porang ini. Hal ini sesuai dengan Al-Qur'an Surat Al-An'am ayat 99 yakni:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرَجُ مِنْهُ حَبًّا مُمْتَرَاكِبًا
وَمِنَ النَّخْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُشْتَبِهَةٍ
انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

Artinya: “Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman”

Menurut tafsir Ibnu Katsir yang disusun oleh Syaikh (1994) potongan ayat dalam Surat Al-An'am yaitu (وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُشْتَبِهَةٍ), dapat ditafsirkan bahwa antara zaitun dan delima serupa dalam hal ukuran dan warnanya namun tidak serupa dalam hal rasa. Kemudian Allah *Subhanahu Wa Ta'alla* memerintahkan untuk melihat penuh pengamatan kepada buahnya ketika berbuah dan ketika tiba masa panennya, yakni ketika telah matang. Selanjutnya (إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ), berarti bahwa yang telah dijelaskan sebelumnya secara garis besar dan secara terperinci menjadi suatu tanda kekuasaan Allah *Subhanahu Wa Ta'alla* sehingga manusia perlu mengamati tumbuhan yang diciptakan Allah *Subhanahu Wa Ta'alla* secara terperinci. Allah *Subhanahu Wa Ta'alla* berfirman dalam Al-Qur'an Surat Al-Baqarah ayat 28 yakni:

كَيْفَ تَكْفُرُونَ بِاللَّهِ وَكُنْتُمْ أَمْوَاتًا فَأَحْيَاكُمْ ثُمَّ يُمَيِّتُكُمْ ثُمَّ يُحْيِيكُمْ ثُمَّ إِلَيْهِ تُرْجَعُونَ

Artinya:” Mengapa kamu kafir kepada Allah, padahal kamu tadinya mati, lalu Allah menghidupkan kamu, kemudian kamu dimatikan dan dihidupkannya kembali, kemudian kepada-Nya-lah kamu dikembalikan?”

Menurut Marwan (2020), ayat di atas berisi pertanyaan yang memiliki maksud ta’ajjub (menunjukkan keanehan), taubikh (mencela) dan mengingkari. Bagaimana manusia ingkar kepada keesaan Allah, menyekutukan Allah padahal terdapat bukti nyata keesaan-Nya pada manusia sendiri. Yakni menghidupkan manusia yang sebelumnya mati, lalu mematikan manusia setelah ajalnya tiba dan membangkitkan lagi serta mengembalikan untuk dihisab dan diberikan balasan terhadap perbuatan selama di dunia.

Berdasarkan tafsir di atas dapat diketahui dengan jelas bahwa Allah *Subhanahu Wa Ta’alla* menunjukkan kekuasaannya dengan menghidupkan manusia dan mematikan manusia setelah tiba ajalnya dan akan membangkitkannya lagi serta dikembalikan untuk dihisab dan menerima balasan atas apa yang dilakukan selama di dunia. Begitu juga dengan kuasa Allah *Subhanahu Wa Ta’alla* yang menumbuhkan tanaman porang dengan memberinya masa dormansi. Dormansi merupakan suatu keadaan berhenti tumbuh pada tanaman untuk menunggu lingkungan yang tepat atau sesuai untuk tumbuh, sehingga ketika kondisi lingkungan tepat dan sesuai porang mampu untuk tumbuh kembali. Allah *Subhanahu Wa Ta’alla* berfirman dalam Al-Qur’an Surat Ali-Imron ayat 190 yakni:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ

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

Tafsir dari ayat di atas menurut al-Asyqar (2020) yakni dalam hal penciptaan langit dan bumi terdapat ayat-ayat yang menjelaskan tentangnya, begitupun dengan pergantian siang dan malam: seperti panjang dan pendek waktunya, panas dan dinginnya suhu dan cuaca, rasa aman dan takut yang dirasakan oleh setiap manusia pada kedua waktu itu, kerasnya kehidupan dan kesejahteraan yang terdapat pada keduanya, dan sebagainya yang menjadi ciri perbedaan dan pergantian kedua waktu tersebut, semua ada ayat secara khusus

menjelaskan yang kemudian adalah bukti atas keagungan dan kekuasaan sang pencipta, dan bahwasanya penciptaan dan pengaturan secara mutlaq adalah milik dan hak Allah semata.

Kalimat (*وَإِخْتَلَفَ اللَّيْلُ وَالنَّهَارُ*) yang memiliki arti dan silih bergantinya malam dan siang pada ayat di atas ditafsirkan bahwa pada pergantian keduanya datang setelah kepergian salah satunya, dan perbedaan panjang pendek waktu keduanya, dan panas dinginnya, dan lain sebagainya, termasuk adanya perubahan musim dari musim kemarau ke musim hujan. Umumnya porang mengalami dormansi pada musim kemarau dan mulai tumbuh lagi setelah datangnya musim hujan. Kata (*لَايَاتٍ*) memiliki arti terdapat tanda-tanda, yakni tanda-tanda yang jelas dan bukti yang nyata atas Sang Pencipta. (*لَأُولَى الْأَلْبَابِ*) yang artinya bagi orang-orang yang berakal, ditafsirkan akal yang bersih dari kekurangan apapun.

Berdasarkan ayat yang Allah *Subhanahu Wa Ta'alla* sebutkan di atas, diharapkan cukup bagi manusia yang memiliki akal sehat tersampaikan pada keimanannya dan tidak dapat digoncangkan oleh syubhat dan tidak terhalang oleh keraguan atas kuasa yang dimiliki Allah *Subhanahu Wa Ta'alla*. Nabi Muhammad SAW bersabda dalam sebuah hadits:

حَدَّثَنَا هَارُونُ بْنُ مَعْرُوفٍ وَأَبُو الطَّاهِرِ وَأَحْمَدُ بْنُ عَيْسَى قَالُوا حَدَّثَنَا ابْنُ وَهْبٍ أَخْبَرَنِي عَمْرُو وَهُوَ ابْنُ الْحَارِثِ عَنْ عَبْدِ رَبِّهِ بْنِ سَعِيدٍ عَنْ أَبِي الزُّبَيْرِ عَنْ جَابِرٍ عَنْ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ أَنَّهُ قَالَ لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءٌ فَإِذَا أُصِيبَ دَوَاءُ الدَّاءِ بَرَأَ بِإِذْنِ اللَّهِ عَزَّ وَجَلَّ

Artinya: "Telah menceritakan kepada kami Harun bin Ma'ruf dan Abu Ath Thahir serta Ahmad bin 'Isa mereka berkata; Telah menceritakan kepada kami Ibnu Wahb; Telah mengabarkan kepadaku 'Amru, yaitu Ibnu al-Harits dari 'Abdu Rabbih bin Sa'id dari Abu Az Zubair dari Jabir dari Rasulullah shallallahu 'alaihi wasallam, beliau bersabda: "Setiap penyakit ada obatnya. Apabila ditemukan obat yang tepat untuk suatu penyakit, akan sembuhlah penyakit itu dengan izin Allah 'azza wajalla." (HR Muslim)."

Hadist Nabi di atas menjelaskan bahwa setiap penyakit pasti ada obatnya. Hanya saja terkadang manusia belum mengetahui obat dari penyakitnya. Beberapa penelitian sebelumnya telah ada yang menemukan bahwa porang dapat dimanfaatkan sebagai obat untuk beberapa penyakit, dan disamping itu porang juga memiliki berbagai manfaat lain yang dikandungnya. Allah *Subhanahu Wa Ta'alla* berfirman dalam Al-Qur'an Surat Yunus ayat 31 yakni:

قُلْ مَنْ يَرْزُقُكُمْ مِنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ أَمْنَ يَمْلِكُ السَّمْعَ وَالْأَبْصَارَ وَمَنْ يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَيُخْرِجُ الْمَيِّتَ مِنَ الْحَيِّ وَمَنْ يُدَبِّرُ الْأَمْرَ فَسَيَقُولُونَ اللَّهُ فَقُلْ أَفَلَا تَتَّقُونَ

Artinya: "Katakanlah: "Siapakah yang memberi rezeki kepadamu dari langit dan bumi, atau siapakah yang kuasa (menciptakan) pendengaran dan penglihatan, dan siapakah yang mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup dan siapakah yang mengatur segala urusan?" Maka mereka akan menjawab: "Allah". Maka katakanlah "Mangapa kamu tidak bertakwa kepada-Nya?"

Ayat di atas diawali dengan kata (قُلْ) yang memiliki maksud kepada mereka. Kalimat (مَنْ يَرْزُقُكُمْ مِنَ السَّمَاءِ) yakni rizki dari langit melalui hujan dan kata (وَالْأَرْضِ) yakni rizki di bumi melalui tumbuh-tumbuhan. Kemudian dilanjutkan (وَالْأَرْضِ أَمْنَ يَمْلِكُ السَّمْعَ) lafal as-sam`u pada potongan ayat ini mempunyai makna alasma`; yaitu yang menciptakan pendengaran, dilanjutkan dengan (وَالْأَبْصَارَ وَمَنْ يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَيُخْرِجُ الْمَيِّتَ مِنَ الْحَيِّ وَمَنْ يُدَبِّرُ الْأَمْرَ) memiliki arti mengenai pertanyaan tentang siapa yang menciptakan penglihatan dan mengatur antara hidup dan mati serta mengatur segala urusan di antara makhluk semuanya. Kalimat (فَسَيَقُولُونَ اللَّهُ) dapat ditafsirkan bahwa mereka menjawab Dia adalah Allah (al-Mahalli & as-Suyuthi, 1992).

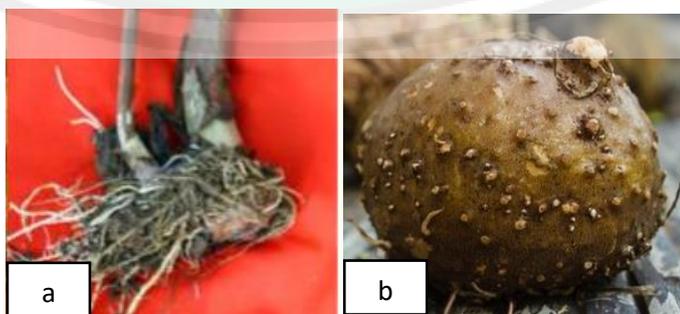
Allah *Subhanahu Wa Ta'alla* menciptakan berbagai macam tumbuh-tumbuhan termasuk juga porang yang merupakan salah satu tanaman yang diciptakan oleh Allah sebagai obat dan rezeki di bumi ini. Maka dari itu dapat diketahui kuasa Allah *Subhanahu Wa Ta'alla* yang berkehendak atas semua yang ada di bumi, dan atas kuasa-Nya tersebut dapat ditemukannya teknik perbanyakan tanaman secara *in vitro* yang mampu memperbanyak tanaman meskipun hanya dari potongan bagian organ dan jarigan atau bahkan sel tanaman.

2.1.2 Deskripsi Botani Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Sumber keanekaragaman hayati terbesar yang dimiliki Indonesia salah satunya adalah tumbuhan (Waluyo, 2011). Menurut Jansen *et al.* (1996), *Amorphophallus* spp. banyak ditemukan pada daerah tropis maupun sub tropis, dari Afrika sampai ke pasifik kemudian di Cina dan Jepang yang kemudian menyebar kearah timur seperti Thailand, Myanmar dan Indonesia. Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) merupakan salah satu spesies dari 27 spesies *Amorphophallus* yang ada di Indonesia (Fauziyah *et al.*,2013).

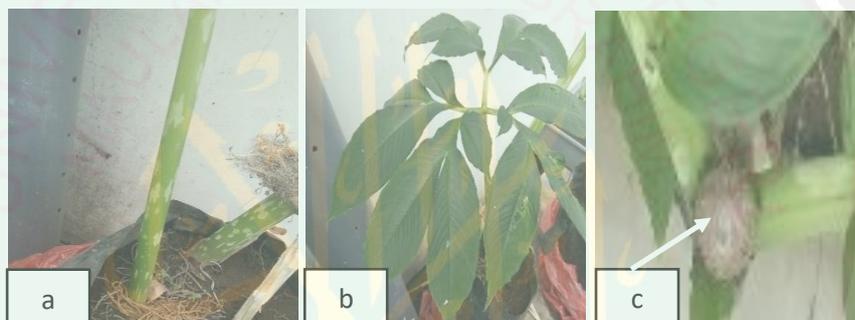
Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) merupakan tumbuhan herba (semak) yang memiliki umbi di dalam tanah. Umbi porang mengandung glukomanan (polisakarida dari famili mannan) yang sangat tinggi yaitu sekitar 20 - 65 % (Alifianto *et al.*, 2013). Glukomanan ini dapat menjaga kondisi gula darah (menurunkan kolesterol darah dan kadar gula darah), memperlancar aktivitas pencernaan (Wijayanti, 2013). Menurut Purwanto (2014) umbi porang yang tua dapat diolah menjadi makanan tradisional contohnya brem. Namun untuk mengonsumsi umbi porang harus diolah dengan benar karena dalam umbi porang tersebut terdapat asam oksalat dan kristal kalsium oksalat yang dapat berakibat buruk bagi kesehatan (Wardani & Handrianto, 2019). Manfaat lain dari umbi porang yaitu sebagai bahan baku industri, laboratorium kimia dan obat-obatan, bahan baku kosmetik, dan perekat kertas (Aziz *et al.*, 2014).

Bagian dari tanaman porang yang berada paling ujung pada bagian bawah adalah akar yang tumbuh di dalam tanah. Menurut Koswara (2013) dan Kurniawan *et.al.* (2010) akar tanaman ini termasuk akar serabut (Gambar 2.1.a). Serabut-serabut akar tanaman porang muncul pada umbi batang tanaman tersebut. Menurut Sari & Suhartati (2015) porang memiliki 2 jenis umbi, yaitu umbi batang dan umbi katak (bulbil). Umbi batang merupakan jenis umbi yang lebih banyak dimanfaatkan dari tanaman porang, umbi ini memiliki bentuk yang besar dan bulat serta berwarna kuning kusam atau kuning kecokelatan. Berat umbi porang ini dapat mencapai 5 kg (Tim Dosen Faperta UGM & Yuwono, 2020) (Gambar 2.1.b) dengan bagian dalamnya yang juga berwarna kuning dengan serat yang halus, sehingga sering disebut dengan iles kuning.



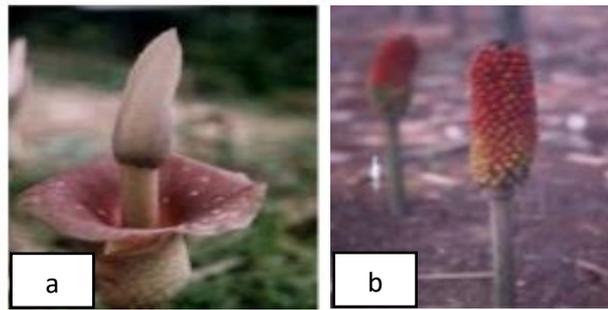
Gambar 2.1. a. Akar porang (Afifah *et al.*, 2014), b. Umbi porang (Disperta Mojokerto, 2020).

Porang memiliki batang tegak dengan permukaan yang halus, bertekstur lunak dan berwarna hijau dengan bercak putih (Gambar 2.2.a). Batang tersebut membelah menjadi 3 batang sekunder yang membelah lagi menjadi tangkai daun. Daun pada tanaman porang termasuk daun tunggal menjari yang ditopang oleh satu tangkai daun yang bulat (Gambar 2.2.b) (Sumarwoto, 2005). Setiap pertemuan batang dan pangkal daun akan ditemukan umbi katak (bulbil) yang berwarna coklat kehitam-hitaman (Gambar 2.2.c). Menurut Sari & Suhartati (2015), umbi katak (bulbil) tersebut menjadi alat perkembangbiakan tanaman porang secara generatif serta menjadi ciri khusus dari porang yang tidak dimiliki oleh *Amorphophallus* lain.



Gambar 2.2. a. Batang porang, b. Daun dan tangkai daun porang c. Umbi katak (Bulbil) Porang (Dokumentasi Pribadi, 2020).

Tinggi porang dapat mencapai $\pm 1,5$ meter. Bunga porang berada di bagian terminal dan mengeluarkan bau busuk (Purwanto, 2014). Bentuk dari bunga porang seperti tombak dengan ujung yang tumpul, susunan bunganya terdiri atas seludang bunga, putik dan benangsari. Tangkai bunga porang berwarna hijau muda hingga hijau tua dengan berbercak putih kehijauan dan memiliki permukaan yang licin (Gambar 2.3.a) (Sumarwoto, 2005). Panjang biji 8-22 cm, lebar 2,5-8 cm dan diameter 1-3 cm (Gambar 2.3.b) (Ganjari, 2014).



Gambar 2.3.a. Bunga Porang (Sumarwoto, 2005). b. Biji Porang (Pusat Penelitian dan Pengembangan Porang Indonesia, 2013).

Klasifikasi tanaman porang menurut *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) (2020):

Kingdom: Plantae

Phylum: Tracheophyta

Class: Liliopsida

Order: Alismatales

Family: Araceae

Genus: *Amorphophallus*

Species: *Amorphophallus muelleri* Blume.

2.1.3 Perbanyakan Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Porang di Indonesia tumbuh di pekarangan-pekarangan atau di hutan-hutan dan belum banyak dibudidayakan. Porang dapat tumbuh dengan baik di tanah gembur yang bertekstur ringan seperti tanah liat berpasir dengan drainase yang baik dan kaya unsur hara serta mengandung humus tinggi (Soemarwoto, 2005). Porang memiliki siklus pertumbuhan yakni periode vegetasi dan istirahat (dorman) (Santosa et al., 2016). Menurut Direktorat Pangan dan Pertanian (2013), periode vegetasi ada pada musim hujan yang berlangsung sekitar 5 sampai 6 bulan, yakni dari awal ditanam sampai tumbuh daun, sedangkan periode dormant pada musim kemarau yang ditandai dengan daun-daun mulai layu dan mati (Indriyani, 2011). Perbanyakan tanaman porang perlu dilakukan untuk meningkatkan perekonomian masyarakat (Ganjari, 2014).

Alifianto *et al.* (2013) melakukan eksplorasi porang di wilayah Malang Raya. Terdapat 12 tempat penemuan porang yang tersebar di 8 kecamatan yang berbeda. Porang liar terdapat di 9 tempat antara lain Pujon (tempat pertama dan kedua), Turirejo, Ketindan, Duwet Krajan, Dadapan, Sumberputih, Kalipare dan Kondang Merak, sedangkan porang budidaya terdapat di 3 tempat antara lain Pait, Ngantang dan Rejosari. Porang yang ada di daerah Pait dan Ngantang dibudidayakan di pekarangan rumah, sedangkan porang di daerah Rejosari dibudidayakan di lahan jati milik Perhutani.

Perbanyakan porang di Indonesia menggunakan 3 jenis benih, yaitu (1) umbi, dengan waktu satu tahun untuk panen, (2) biji, dengan waktu 2 sampai 3 tahun sampai panen, dan (3) bulbil, dengan waktu 4 tahun sampai panen. Perbanyakan porang melalui umbi adalah yang paling umum dilakukan. Porang yang ditanam di lahan pekarangan biasanya hanya untuk sekali panen, yaitu umbi dipanen pada saat masuk masa dorman. Porang mengalami masa dorman pada bulan Mei sampai Desember (Supriati, 2016). Dormansi pada porang termasuk dormansi mata tunas, yakni mekanisme adaptasi tanaman terhadap perubahan kondisi lingkungan (Trisnawan, 2015). Dormansi merupakan suatu keadaan berhenti tumbuh yang dialami organisme hidup atau bagiannya sebagai tanggapan atas suatu keadaan yang tidak mendukung pertumbuhan normal.

Menurut Supriati (2016) perlu diperhatikan juga bahwa tanaman ini dapat terserang hama. Saat musim hujan daunnya dapat terkena gangguan jamur *Sclerotium* sp. yang menyebabkan daun menjadi layu. Tanaman ini juga sering diserang hama ulat jenis *Theretra* sp. dan cacing *Heterodera marione* (Afifah *et al.*, 2014) sehingga untuk mengatasinya perlu dilakukan suatu alternatif dalam teknik perbanyakan porang.

2.2 Kultur *In Vitro*

2.2.1 Pengertian Kultur *In Vitro*

Suatu teknik perbanyakan tanaman yang dilakukan dengan menumbuhkan bagian tanaman dalam keadaan aseptik secara *in vitro* disebut dengan teknik kultur *in vitro*. Menurut Minarsih *et al.* (2016) kultur *in vitro* mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya yaitu mampu menghasilkan bibit yang berkualitas dan bebas penyakit, perbanyakan tanaman lebih efektif dan efisien,

serta dapat digunakan untuk penyimpanan plasma nutfah. Menurut Yuliarti (2010) pada kultur *in vitro* terdapat beberapa tahapan diantaranya yaitu pembuatan media, sterilisasi, inisiasi, multiplikasi, pengakaran dan selanjutnya aklimatisasi.

2.2.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Keberhasilan Dalam Kultur *In Vitro*

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan dalam kultur *in vitro* adalah sebagai berikut:

1. Eksplan

Bahan tanam atau bagian tanaman yang akan dikultur dapat disebut dengan eksplan. Eksplan tersebut dapat berupa irisan-irisan batang, daun, akar, buah, embrio, ujung pucuk, meristem pucuk apikal (yang benar-benar merupakan titik tumbuh) dan lain-lain (Dwiyani, 2015). Menjaga eksplan (bahan tanam) supaya bebas dari kontaminasi merupakan salah satu langkah awal dalam keberhasilan kultur *in vitro*. Tingkat kontaminasi dari permukaan bahan tanam sendiri tergantung pada jenis tanaman, kondisi tanaman, umur tanaman, bagian yang dipakai, morfologi permukaan, musim, dan lingkungan tumbuh (Suliansyah, 2013).

2. Media Kultur *In Vitro*

Media menjadi faktor utama dalam keberhasilan kultur *in vitro* (Tuhuteru *et al.*, 2012). Media MS menjadi media dasar yang lebih banyak digunakan karena mengandung unsur hara makro dan mikro yang lengkap sehingga dapat digunakan oleh tanaman dalam berbagai jenis. Media MS sering digunakan karena cukup memenuhi unsur hara makro, mikro dan vitamin untuk pertumbuhan tanaman dalam kultur *in vitro* (Marlina, 2004). Media diatur sedemikian rupa dengan berisi semua komposisi yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan eksplan. Komposisi media tersebut mengandung campuran garam mineral, unsur makro dan mikronutrien, sumber karbon, vitamin, dan protein (Zulkarnain, 2009).

Menurut Karjadi (2016), untuk hasil yang lebih baik maka komposisi media untuk kultur *in vitro* tersebut dapat ditambahkan dengan memberikan sukrosa, vitamin, makronutrien, mikronutrien, zat pengatur tumbuh (ZPT) dan asam amino. Pemberian ZPT pada media memiliki tujuan untuk memacu pembentukan hormon endogen (fitohormon) yang sudah ada atau menggantikan

fungsi dan peran dari fitohormon apabila tumbuhan kurang dapat memproduksi fitohormon dengan baik (Pujiasmanto, 2020). Menurut Istiqomah *et al.* (2017), fitohormon yang dimiliki tumbuhan terbagi menjadi 2 kelompok yakni golongan promotor (perangsang pertumbuhan dan perkembangan), dan inhibitor (sebagai penghambat pertumbuhan). Menurut Fitriani *et al.* (2015) penambahan asam amino pada media kultur *in vitro* juga baik untuk dilakukan, karena asam amino mampu menjadi aktivator dari fitohormon dan zat pengatur tumbuh.

Tabel 2.1. Kandungan hara pada media MS

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

Sumber: Hendaryono & Wijayani (2006).

3. Sterilisasi

Sterilisasi merupakan suatu teknik membebaskan atau membersihkan suatu alat atau benda dari berbagai mikroorganisme. Sterilisasi adalah tahap dari kunci keberhasilan dalam metode kultur *in vitro*. Menurut Shofiyani & Damajanti (2015) kegiatan sterilisasi menjadi suatu usaha yang dilakukan untuk menghindari kontaminasi. Sterilisasi dalam kultur *in vitro* tersebut meliputi sterilisasi ruangan, alat dan media serta sterilisasi eksplan.

4. Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi tanaman yang dikultur adalah pH medium, temperatur dan cahaya. Beberapa faktor tersebut dapat mempengaruhi proses diferensiasi dan pertumbuhan eksplan. Sel tanaman dapat tumbuh dalam kisaran pH yang relatif sempit dan dalam temperatur tertentu (Nursandi, 2002). Menurut Basri (2016), tanaman yang dikultur tumbuh pada suhu yang berbeda. Diperlukan suhu yang lebih tinggi dalam proses morfogenesis untuk pertumbuhan yang lebih cepat.

Menurut Basri (2016), suhu yang optimal dapat mempengaruhi pertumbuhan eksplan. Umumnya suhu ruang inkubasi berkisar antara 17-32°C. Apabila suhu di atas atau di bawah suhu optimal, hal ini dapat menghambat pertumbuhan dari eksplan. Menurut Dwiyani (2015), sel tanaman dalam kultur *in vitro* umumnya menjadi heterotrof dan tidak melakukan fotosintesis secara efisien pada saat dikultur. Walaupun kebutuhan energi untuk pertumbuhan sudah dipenuhi dari media kultur *in vitro* yang dibuat, namun untuk menjadikan plantlet hijau dan normal perlu diberikan cahaya untuk membantu pertumbuhannya.

2.2.3 Manfaat Dalam Kultur *In Vitro*

Pengembangan perbanyakan tanaman secara konvensional seringkali terkendala oleh musim, ketersediaan lahan serta waktu penanaman yang cukup lama dalam proses perbanyakannya, sedangkan perbanyakan tanaman secara kultur *in vitro* dapat menghasilkan tanaman secara massal, waktu singkat, bebas hama dan penyakit, tidak tergantung musim serta kebutuhan bibit awal yang lebih sedikit (Maretta *et al.*, 2016). Selain itu, menurut Karjadi & Buchory (2008) kultur *in vitro* berperan dalam upaya penyisihan patogen. Penggunaan metode ini, dapat dilakukan dengan melakukan pemilihan bagian-bagian tanaman yang tidak

mengandung patogen terutama virus, kemudian menumbuhkan sel-sel atau bagian-bagian tanaman hingga tanaman tersebut beregenerasi menjadi tanaman utuh yang sehat dalam media yang diatur sesuai kebutuhan tanaman semestinya.

2.3 Subkultur

Tanaman yang dikultur penting untuk tetap dijaga ketersediaannya nutrisi sehingga perlu disubkultur secara teratur (Retno, 2017). Subkultur merupakan suatu proses memindahkan bagian tanaman yang telah diseleksi dari suatu medium kultur ke medium kultur lain dengan komposisi sama atau berbeda (Yuliarti, 2010). Proses subkultur dilakukan dengan memotong eksplan (bagian tanaman yang dikultur) menjadi beberapa bagian. Selanjutnya jaringan yang disubkultur diseleksi dan dipastikan bersifat viabel dan aktif membelah, sehingga dapat diketahui bahwa salah satu tujuan dilakukannya subkultur adalah untuk memperbanyak sel/jaringan/organ tanaman yang dikultur (Retno, 2017).

2.4 Multiplikasi

Menurut Yuliarti (2010) multiplikasi adalah kegiatan dalam kultur *in vitro* yang dilakukan untuk memperbanyak tanaman dengan menanam eksplan (bagian tanaman yang dikultur) pada media. Umumnya multiplikasi dilakukan pada sel meristematik, karena sel tersebut masih aktif dalam proses pembelahan (Hidayat, 1995). Menurut Gunawan (1992), memperbanyak melalui multiplikasi tunas merupakan metode yang banyak digunakan dalam memperbanyak tanaman pada teknik kultur *in vitro* karena selain cepat juga memiliki peluang kecil terjadinya penyimpangan genetik. Apabila dilihat secara anatomi, tunas tergolong jaringan meristem yang masih aktif membelah dengan kecepatan pembelahan sel yang tinggi, selain itu bagian tunas bukan hasil dari adanya kombinasi jika dibandingkan dengan biji yang merupakan hasil kombinasi genetik sehingga peluang terjadinya penyimpangan genetiknya tergolong kecil.

2.5 Zat Pengatur Tumbuh (ZPT)

Menurut Istiqomah *ei al.*, (2017) pada bagian tertentu tumbuhan memproduksi senyawa organik bukan hara yang dalam konsentrasi rendah berpengaruh terhadap laju pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Senyawa organik tersebut biasa disebut fitohormon, yang berdasarkan pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan terbagi menjadi 2 kelompok

yakni promotor (perangsang pertumbuhan dan perkembangan) dan inhibitor (sebagai penghambat pertumbuhan). Menurut Pujiasmanto (2020) dengan semakin bertambahnya pemahaman terkait fitohormon, mulai banyak ditemukan dan diproduksi senyawa sintesis yang memiliki pengaruh sama dengan fitohormon alami yang dimiliki tumbuhan. Senyawa tersebut biasa disebut zat pengatur tumbuh (ZPT).

Menurut Arif *et al.* (2016), senyawa organik bukan nutrisi yang diperlukan dalam jumlah relatif sedikit tergantung kebutuhan kultur yang menjadi pemacu pertumbuhan tanaman untuk meningkatkan hasil tanaman, biasa disebut dengan zat pengatur tumbuh (ZPT). Pemberian ZPT pada media memiliki tujuan untuk memacu pembentukan hormon endogen (fitohormon) yang sudah ada atau menggantikan fungsi dan peran dari fitohormon apabila tumbuhan kurang dapat memproduksi fitohormon dengan baik (Pujiasmanto, 2020). Tanaman akan merespon secara positif terhadap pemberian ZPT dengan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya fase tumbuh, jenis tanaman, jenis ZPT dan konsentrasinya serta cara pengaplikasian ZPT (Saefas *et al.*, 2017).

ZPT dibutuhkan sebagai komposisi media untuk diferensiasi dan pertumbuhan. Pertumbuhan suatu tanaman yang dikultur menjadi terhambat atau dapat saja tidak tumbuh sama sekali apabila tidak ditambahkan ZPT pada medianya. Pembentukan tunas atau organ-organ ditentukan oleh penggunaan yang tepat dari zat pengatur tumbuh (Mulyaningrum *et al.*, 2012). Umumnya ZPT terbagi menjadi 5 golongan yakni sitokinin, auksin, giberelin, etilen dan asam absisat (Prihatini, 2017).

Menurut Gaba (2005), sitokinin mampu menstimulasi pembentukan tunas, memecah dormansi, serta berperan dalam morfogenesis dan pembelahan sel. Trisnawan (2015) menyatakan bahwa faktor yang menyebabkan adanya keterlambatan pertumbuhan tunas (dorman), yaitu keseimbangan hormonal. Sitokinin dengan auksin mampu memacu pembelahan dan diferensiasi sel. Makin tinggi konsentrasi hormon sampai dengan batas tertentu, laju pertumbuhan tunas makin meningkat tetapi pada konsentrasi yang lebih tinggi laju pertumbuhan tunas makin melambat. Menurut Ferdous *et al.* (2015), jumlah tunas yang dihasilkan akan semakin banyak seiring tingginya sitokinin yang diberikan. Naz *et al.* (2012)

bahwa multiplikasi tunas dapat ditingkatkan dengan pemberian sitokinin tunggal ataupun sitokinin konsentrasi tinggi.

Menurut Wijayani *et al.* (2007) dalam pembelahan sel sitokinin memiliki beberapa peran penting, yakni yang pertama berperan dalam meningkatkan laju sintesis protein. Beberapa protein yang disintesis adalah protein pembangun atau enzim yang dibutuhkan untuk mitosis. Peran lain dari sitokinin adalah mengontrol gen KNOX (*Knotted Like Homeobox*). Gen tersebut mengkode suatu protein yang fungsinya merangsang pertumbuhan dan pemeliharaan meristem ujung batang supaya sel-selnya selalu bersifat meristematik. Beberapa jenis sitokinin diantaranya adalah Kinetin, Zeatin, 2i-P, Benzyladenin (BA), PBA dan Thidiazuron (TDZ) (Hidayati *et al.*, 2014).

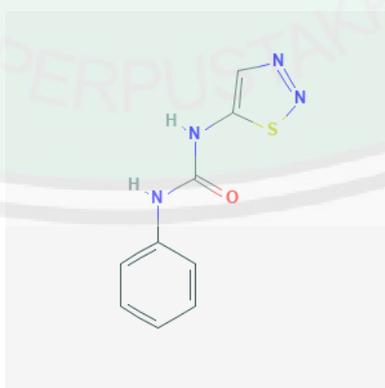
2.6 Thidiazuron (TDZ)

Thidiazuron merupakan senyawa organik yang memiliki aktivitas menyerupai sitokinin yang banyak digunakan dalam perbanyakan *in vitro*. Pemberian thidiazuron (TDZ) mampu meningkatkan multiplikasi tunas selain sitokinin jenis BA dan kinetin (Lestari, 2011). Menurut Karjadi & Buchory, (2008) sitokinin berperan untuk morfogenesis dan mengatur pembelahan sel, selain itu sitokinin juga mampu merangsang pembentukan tunas, merangsang sel dorman dan berpengaruh dalam metabolisme sel. Taiz & Zeiger (2010) menyebutkan bahwa sitokinin dalam pembelahan sel dapat mempercepat fase G2 menuju fase M (mitosis), sehingga laju sintesis protein meningkat dan pembelahan sel semakin cepat. Panjaitan *et al.* (2014) menyebutkan bahwa kombinasi sitokinin endogen dan zat pengatur tumbuh eksogen dapat mendorong pembentukan tunas.

Menurut Guo *et al.* (2011), TDZ merupakan zat pengatur tumbuh yang memiliki peran dalam merangsang produksi sitokinin endogen dan sebagai penghambat sitokinin oksidase yang merupakan enzim menghilangkan keaktifan sitokinin tipe adenin bebas. TDZ mampu merangsang pembentukan dan perpanjangan tunas. TDZ mampu mendorong terjadinya perubahan sitokinin ribonukleotida menjadi ribonukleosida yang secara biologis lebih aktif serta mampu menginduksi pembentukan tunas adventif dan proliferasi tunas aksilar (Lu, 1993). Menurut Gaba (2005), TDZ juga dapat digunakan untuk

mikropropagasi, yakni produksi vegetatif massal tumbuhan secara *in vitro* untuk tujuan komersial produksi tanaman. Khawar *et al.* (2003) menyebutkan bahwa thidiazuron (TDZ) dapat menginduksi perbanyakan tunas dalam jumlah yang lebih banyak dan dalam waktu yang lebih singkat.

Thidiazuron (TDZ) sering digunakan untuk perbanyakan tunas karena mempunyai efektivitas tinggi dibandingkan sitokinin lainnya pada konsentrasi yang rendah (Hutchinson *et al.*, 2014). Penggunaan TDZ telah dipilih oleh beberapa peneliti seperti pada tanaman Malabar kino (*Pterocarpus marsupium* Roxb) Husain *et al.* (2007) mendapatkan konsentrasi terbaik pada TDZ 0,4 μM . TDZ juga dapat memacu frekuensi regenerasi pada kacang tanah (*Arachis hipogaea*) secara *in vitro*, dan memacu pembentukan tunas adventif pada beberapa jenis tumbuhan karena dapat menginduksi proses pembelahan sel secara cepat pada kumpulan sel meristem sehingga terbentuk primordia tunas (Trigiano & Gray, 2011). TDZ juga banyak digunakan untuk merangsang proliferasi tunas aksilar di beberapa spesies tanaman kayu, dan melepaskan pertumbuhan tunas lateral dan merangsang pembentukan tunas di berbagai spesies tanaman (Anandan *et al.*, 2011). Pada multiplikasi tunas nenas (*Ananas comosus* (L.) Merr. cv. Smooth Cayenne dengan konsentrasi TDZ terendah 0,2 mg/l memberikan jumlah tunas terbaik sedangkan pemberian TDZ konsentrasi tinggi 0,9 mg/l memberikan jumlah tunas terendah (Syafii *et al.*, 2013).



Gambar 2.5. Struktur kimia TDZ (PubChem, 2020)

2.7 Asam Amino

Media kultur *in vitro* sudah banyak dimodifikasi dengan pemberian bahan-bahan organik seperti zat pengatur tumbuh, vitamin, gula, dan asam amino untuk meningkatkan pertumbuhan dan diferensiasi sel pada tanaman sehingga diperoleh tanaman dengan pertumbuhan kultur yang maksimal (Widiastoety, 2001). Menurut Fitriani *et al.* (2015) penambahan asam amino pada media kultur *in vitro* juga baik untuk dilakukan, karena asam amino mampu menjadi aktivator dari fithormon dan zat pengatur tumbuh.

Asam amino adalah penyusun protein yang mempunyai beberapa peran atau kegunaan bagi tumbuhan diantaranya sebagai pendukung, pengkoordinasi aktifitas organisme, perespon sel terhadap rangsangan, pergerakan, perlindungan terhadap penyakit, untuk mengangkut substansi lain dan untuk mempercepat reaksi-reaksi kimiawi secara selektif (Campbell & Reece, 2012).

Selain sebagai penyusun protein, asam amino juga terlibat dalam banyak reaksi seluler. Asam amino memengaruhi sejumlah proses fisiologis seperti pertumbuhan dan perkembangan tanaman, kontrol pH intraseluler, pembangkitan energi metabolik atau daya redoks, dan ketahanan terhadap keduanya serta stres abiotik dan biotik (Moe, 2013; Watanabe *et al.*, 2013; Zeier, 2013; Fagard *et al.*, 2014; Hausler *et al.*, 2014; Pratelli & Pilot, 2014).

Asam amino merupakan senyawa organik kompleks sebagai sumber N organik yang cepat diambil oleh tanaman daripada N anorganik (Gunawan, 1992). 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).

2.8 Hidrolisat Kasein

Pembelahan sel termasuk reaksi biokimia yang dikatalisis oleh enzim, sehingga dengan ditamapkannya asam amino dalam media kultur dapat mempercepat proses pembelahan dan perkembangan sel. Asam amino tersebut dapat berupa asam amino tunggal dan asam amino kompleks (George *et al.*, 2008). Hidrolisat kasein atau *casein hydrolysate* berasal dari protein susu keledai

atau sapi yang terdiri dari campuran 18 asam amino yang tidak diketahui secara pasti komposisinya sehingga hidrolisat kasein digolongkan dalam asam amino kompleks (Nair, 2008).

Hidrolisat kasein dapat menjadi sumber nitrogen organik di dalam media (Gunawan, 1992; Lestari & Yunita, 2008). Hal ini juga dijelaskan oleh George *et al.* (2008) bahwa selain berasal dari garam-garam nitrat dan ammonium, nitrogen dalam media kultur juga dapat diperoleh melalui komponen organik seperti urea, asam glutamat, tirosina asparagina, dan hidrolisat kasein. Menurut Narayanswamy (2007) hidrolisat kasein dapat menjadi sumber kalsium, fosfat, serta mengandung beberapa unsur mikro, vitamin dan campuran asam amino yang bermanfaat dalam pertumbuhan tanaman.

Menurut Garvita & Handini (2011), asam amino merupakan bagian penyusun protein yang mampu mempengaruhi pertumbuhan dan morfogenesis kultur *in vitro*. Protein memiliki peran yang sangat penting bagi fungsi dan struktur sel makhluk hidup termasuk sel tumbuhan. Peran protein bagi fungsi sel berkaitan dengan penyusunan enzim, sedangkan peran protein bagi struktur sel berkaitan dengan proses sintesis protein pada sel tumbuhan. Asam amino (hidrolisat kasein) dapat menjadi sumber nitrogen organik yang berperan penting dalam sintesis protein pada sel-sel tanaman. Menurut Kosmiatin *et al.* (2014), ketersediaan sumber nitrogen organik pada media kultur *in vitro* mampu meningkatkan akumulasi asam amino sebagai penyusun protein. Menurut Istiningdyah (2013) penambahan asam amino seperti hidrolisat kasein dapat ditambahkan pada media untuk merangsang pertumbuhan eksplan.

Penambahan hidrolisat kasein 100 mg/l ke dalam media kultur *in vitro* diketahui mampu meningkatkan jumlah tunas jenitri (*Elaeocarpus sphaericus*) (Sakalani *et al.*, 2015) dan pada penelitian Gao *et al.* (2003) bahwa penambahan hidrolisat kasein 200 mg/l pada *Amorpha fruticose* dapat meningkatkan jumlah tunas sampai 8,77 per subkultur. Pada penelitian lain, multiplikasi tunas secara *in vitro* pada tanaman talas satoimo (*Colocasia esculenta* (L.)) telah dilakukan oleh Kartini & Karyanti (2017) dengan hasil perbanyak tunas tertinggi diperoleh dengan penambahan TDZ 0,6 mg/l dan hidrolisat kasein 150 mg/l yakni mampu menumbuhkan tunas (rata-rata 6,9) dengan pertumbuhan yang baik.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini tergolong penelitian eksperimental menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) yang terdiri dari 2 faktor perlakuan, yakni kombinasi konsentrasi TDZ dan hidrolisat kasein. Terdapat 75 unit percobaan, yakni 25 perlakuan dengan 3 ulangan seperti yang ada pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1. Kombinasi konsentrasi TDZ dan hidrolisat kasein.

TDZ (mg/l)	Hidrolisat Kasein (mg/l)	Kode		
		U1	U2	U3
0	0	Z0A0	Z0A0	Z0A0
0	50	Z0A1	Z0A1	Z0A1
0	100	Z0A2	Z0A2	Z0A2
0	150	Z0A3	Z0A3	Z0A3
0	200	Z0A4	Z0A4	Z0A4
0,2	0	Z1A0	Z1A0	Z1A0
0,2	50	Z1A1	Z1A1	Z1A1
0,2	100	Z1A2	Z1A2	Z1A2
0,2	150	Z1A3	Z1A3	Z1A3
0,2	200	Z1A4	Z1A4	Z1A4
0,4	0	Z2A0	Z2A0	Z2A0
0,4	50	Z2A1	Z2A1	Z2A1
0,4	100	Z2A2	Z2A2	Z2A2
0,4	150	Z2A3	Z2A3	Z2A3
0,4	200	Z2A4	Z2A4	Z2A4
0,6	0	Z3A0	Z3A0	Z3A0
0,6	50	Z3A1	Z3A1	Z3A1
0,6	100	Z3A2	Z3A2	Z3A2
0,6	150	Z3A3	Z3A3	Z3A3
0,6	200	Z3A4	Z3A4	Z3A4
0,8	0	Z4A0	Z4A0	Z4A0
0,8	50	Z4A1	Z4A1	Z4A1
0,8	100	Z4A2	Z4A2	Z4A2
0,8	150	Z4A3	Z4A3	Z4A3
0,8	200	Z4A4	Z4A4	Z4A4

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli-Agustus 2020. Penelitian bertempat di Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan, Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Variabel Penelitian

Berikut 3 variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini:

- 1) Variabel bebas: pada penelitian ini adalah pemberian konsentrasi TDZ dan hidrolisat kasein yang berbeda.
- 2) Variabel terikat: pada penelitian ini adalah hari muncul tunas, jumlah tunas, dan tinggi tunas porang.
- 3) Variabel terkendali: pada penelitian ini adalah jenis porang *Amorphophallus muelleri* Blume, media MS, pH, cahaya, dan suhu.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: timbangan analitik, gelas beaker, *hot plate* dan magnetic *stirrer*, kompor gas, panci, pipet tetes, mikropipet, batang pengaduk, pH indikator, oven, autoklaf, LAF (*Laminar air Flow*), AC (*Air Conditioning*), lampu neon, botol kultur, rak botol, cawan petri, korek api, bunsen burner, pinset, spatula, scalpel, kertas label, gunting, pensil, penggaris dan kamera.

3.4.2 Bahan

Bahan-bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah aquades dan aquades steril, alkohol 70%, alkohol 96%, MS instan, agar-agar warna putih, gula, TDZ, hidrolisat kasein, tisu, karet gelang, plastik, aluminium foil dan spiritus.

3.5 Prosedur Kerja

3.5.1 Sterilisasi Alat

Scalpel dan pinset atau alat-alat yang tergolong *dissecting set* serta cawan petri dan botol kultur (*glassware*) disterilisasi dengan cara mencucinya dengan detergen cair yang dibilas dengan air mengalir dan ditiriskan hingga kering. Selanjutnya alat-alat *dissecting set* dilapisi dengan aluminium foil lalu

dimasukkan dalam plastik dan *glassware* berupa cawan petri dibungkus dengan kertas untuk disterilisasi di dalam autoklaf dengan suhu 121°C tekanan 17,5 psi dan oven dengan suhu 121°C selama 1 jam, serta botol-botol kultur dimasukkan dalam oven bersuhu 121°C selama 1 jam. Kemudian saat di dalam LAF, alat-alat *dissecting set* (blade dan pinset) disterilisasi menggunakan alkohol 96% dan dibakar dengan api bunsen setiap kali akan digunakan.

3.5.2 Sterilisasi Ruang Tanam

LAF terlebih dahulu disemprot menggunakan alkohol 70%. Selanjutnya semua alat untuk proses penanaman (inisiasi) dimasukkan ke dalam LAF dengan disemprotkan alkohol 70%. Kemudian disterilisasi selama 30 menit menggunakan UV. Setelah selesai, UV dimatikan dan dihidupkan lampu dan blower pada LAF.

3.5.3 Pembuatan Larutan Stok ZPT

Pembuatan larutan stok ZPT berupa TDZ dengan konsentrasi 100 ppm dilakukan dengan menimbang TDZ sebanyak 10 mg terlebih dahulu. Kemudian TDZ dilarutkan dalam *dimethylsulfoxide* (DMSO) 5% yang telah diencerkan. Cara pengenceran atau pembuatan stok DMSO 5% yaitu dengan menimbang 5 ml DMSO yang diencerkan dengan aquades sampai larutan mencapai 100 ml. Sehingga untuk pembuatan 100 ppm TDZ, TDZ sebanyak 10 mg dilarutkan menggunakan stok larutan DMSO 5% sampai larutan mencapai 100 ml dan dihomogenkan dengan *stirrer* di atas *hot plate*. Kemudian dipindahkan larutan ke dalam botol yang ditutupi aluminium foil dan plastik yang diikat dengan karet. Selanjutnya diberi label dan disimpan pada suhu ruang, dan untuk pengambilan larutan untuk perlakuan yaitu dengan mengambil dari larutan stok yang telah dibuat dengan rumus $M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$.

3.5.4 Pembuatan Media

3.5.4.1 Pembuatan Media MS0

Pembuatan media MS0 yaitu dengan menimbang media *Murashige & Skoog* (MS) 4,43 g, gula sebanyak 30 g dan agar 8 g. Media MS dan gula dimasukkan ke gelas beker ukuran 1 L dan ditambahkan aquades sampai 1 L. Larutan dihomogenkan menggunakan *hot plate stirrer* dan pH media diukur. Media diukur menggunakan pH indikator hingga mencapai pH 5,8. Apabila pH kurang 5,8 maka diberi NaOH 0,1 N dan apabila lebih 5,8 diberi HCL 0,1 N.

Kemudian ditambahkan agar 8 g kedalam beaker glass yang berisi beberapa komposisi larutan media yang telah dicampurkan. Selanjutnya media dimasak di atas kompor dan diaduk sampai mendidih dan homogen. Kemudian dituangkan ke dalam botol kultur \pm 10 ml, lalu ditutup plastik dan diikat menggunakan karet dan dilabeli. Kemudian media kultur yang telah dibuat disterilkan menggunakan autoklaf suhu 121°C dan tekanan 1,5 atm dalam waktu 30 menit.

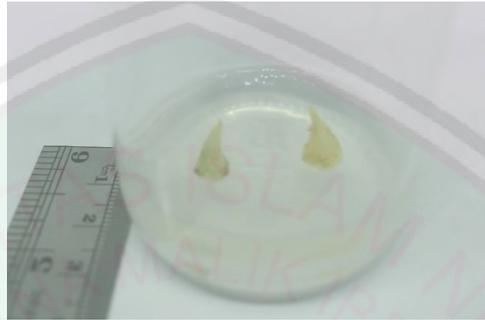
3.5.4.2 Pembuatan Media TDZ + Hidrolisat Kasein

Pembuatan media diawali dengan menimbang media *Murashige & Skoog* (MS) 0,443 g, gula 3 g, agar 0,8 g (masing masing ditimbang sebanyak 5 kali) serta TDZ dan hidrolisat kasein sesuai konsentrasi yang telah ditentukan untuk media perlakuan. Kemudian dimasukkan semua bahan yang sudah ditimbang kecuali agar dan TDZ untuk dicampur dengan aquades di dalam gelas beaker sampai batas volume media yang dibuat. Larutan media dihomogenkan menggunakan *stirrer* di atas *hot plate*. Kemudian ditambahkan agar kedalam beaker glass yang berisi beberapa komposisi larutan media yang telah dicampurkan. Selanjutnya media dimasak di atas *hot plate* dan ditunggu sampai mendidih dan homogen. Kemudian dituangkan ke dalam botol kultur \pm 10 ml, lalu dimasukkan TDZ sesuai perlakuan. Media diukur menggunakan pH indikator hingga mencapai pH 5,8. Apabila pH kurang 5,8 maka diberi NaOH 0,1 N dan apabila lebih 5,8 diberi HCL 0,1 N. Setelah itu media ditutup plastik serta diikat menggunakan karet dan dilabeli. Kemudian media kultur yang telah dibuat disterilkan menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C dan tekanan 1,5 atm dalam waktu 30 menit.

3.5.5 Subkultur

Proses subkultur dilakukan di dalam LAF. Eksplan yang akan disubkultur berasal dari biji porang yang dikecambahkan secara *in vitro*. Sebelum dilakukan subkultur, terlebih dahulu untuk mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dan dinyalakan api bunsen. Alat-alat *dissecting set* (pinset dan scalpel) dimasukkan dalam botol berisi alkohol 96 %, dibakar di atas api bunsen dan dimasukkan ke dalam air steril. Selanjutnya pinset dan scalpel digunakan untuk mengambil tanaman dari botol kultur yang akan disubkultur. Kemudian dipotong tanaman dengan ukuran 0,5 cm menggunakan pisau scalpel. Setelah pemotongan,

pinset digunakan untuk menanam eksplan pada media perlakuan (Gambar 3.1). Botol kultur yang sudah diisi eksplan ditutup dengan plastik dan diikat dengan karet. Selanjutnya diinkubasi dalam ruang inkubasi pada suhu 20°C dengan keadaan kultur harus steril.



Gambar 3.1 Eksplan porang yang disubkultur

3.5.6 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan terdiri atas penelitian harian yang dilakukan setiap hari yakni pengamatan terhadap hari muncul tunas porang dan pengamatan akhir yang dilakukan setelah 36 hari inisiasi yakni terhadap jumlah tunas porang dan tinggi tunas porang. Berikut parameter yang diamati dalam penelitian ini:

1. Hari Muncul Tunas

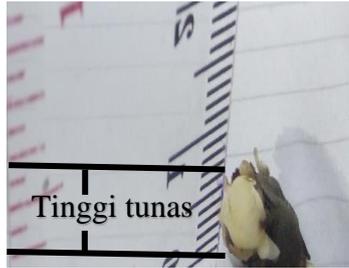
Hari muncul tunas dalam penelitian ini merupakan hari pertama munculnya tunas adventif setelah dilakukan subkultur dengan ukuran tunas minimal 1 mm dan mengalami pertumbuhan ke arah atas.

2. Jumlah Tunas

Jumlah tunas dalam penelitian ini dihitung dari jumlah tunas yang tumbuh pada setiap eksplan yang ditanam dengan ukuran minimal 1 mm.

3. Tinggi Tunas

Tinggi tunas dalam penelitian ini dilakukan dengan mengukur tinggi tunas dengan penggaris dengan ukuran minimal 1 mm.



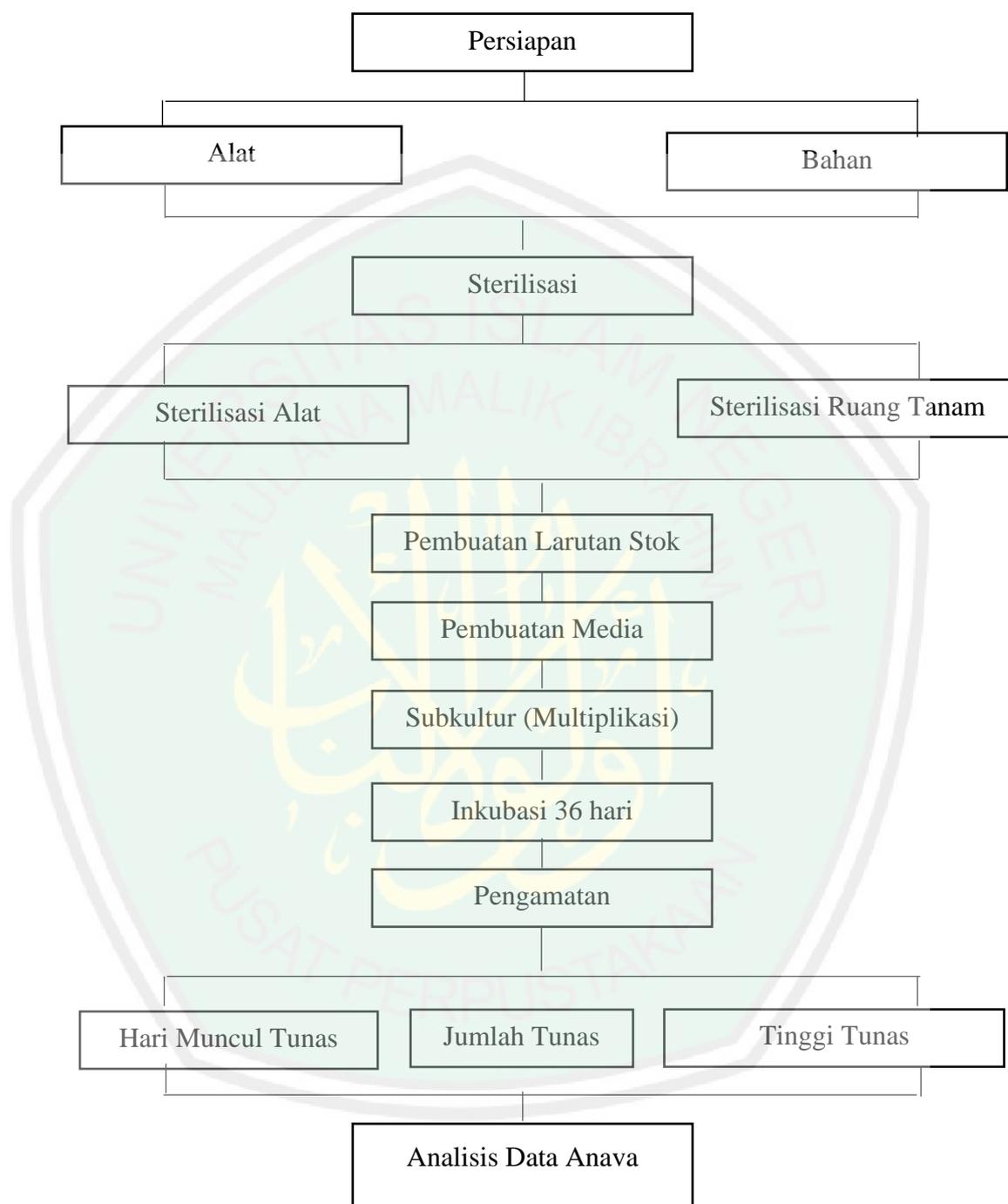
Gambar 3.2 Pengamatan Tinggi Tunas Porang

3.5.7 Analisis Data

Data dari hasil pengamatan dalam penelitian ini berupa data kuantitatif. Analisis data diolah menggunakan uji statistik *Analysis of Varian* (ANOVA) menggunakan SPSS 16,0. Jika terdapat perbedaan nyata, maka dilakukan uji lanjut sesuai nilai Keragaman Koefisien (KK) dengan taraf 5% (α 5%). Apabila nilai KK lebih dari 10% (KK besar) maka dilanjutkan dengan uji *Duncan*, nilai KK 5-10% (KK sedang) = uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dan apabila KK kurang dari 5% (KK kecil) = uji Beda Nyata Jujur (BNJ). Hasil analisis kemudian dibahas dan dilanjutkan dengan dialog kajian keilmuan yang berpedoman dengan Al-Qur'an dan Al-Hadits yang diintegrasikan dengan hasil penelitian.

3.6 Alur Penelitian

Gambaran alur dari penelitian yang dilakukan adalah:

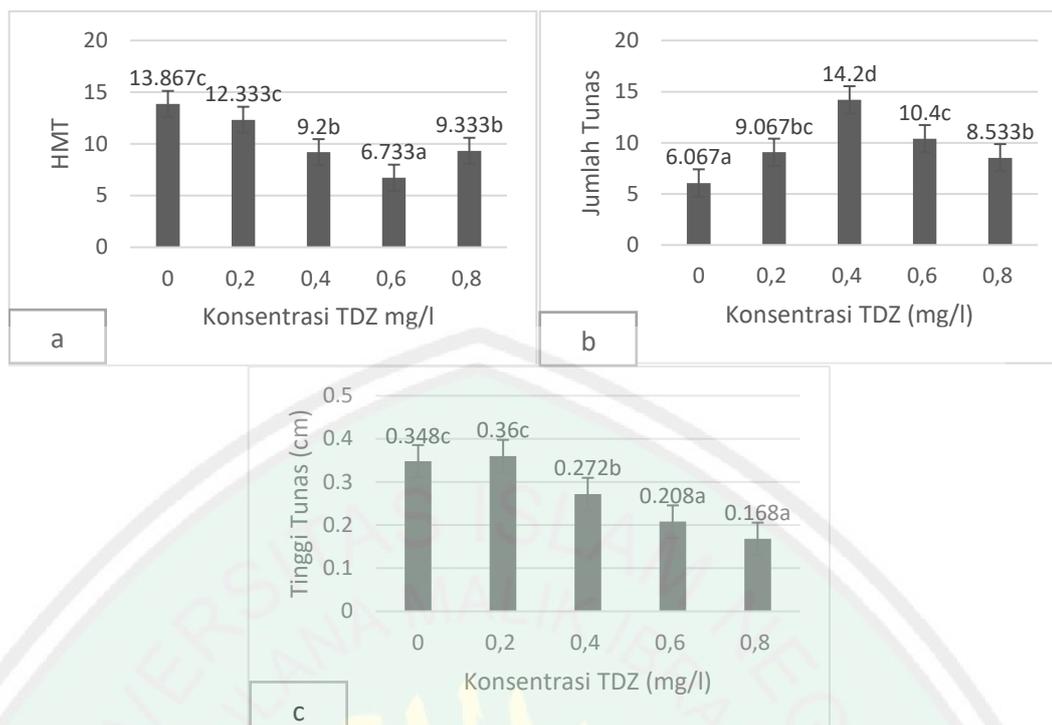


Gambar 3.1. Alur kegiatan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Pemberian Thidiazuron (TDZ) Terhadap Multiplikasi Subkultur Tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).

Pemberian thidiazuron (TDZ) pada media kultur berpengaruh nyata terhadap hari muncul tunas, jumlah tunas dan tinggi tunas porang (Gambar 4.1). Hari muncul tunas pada penelitian ini berkisar antara 6 sampai 13 hari. Konsentrasi TDZ terbaik untuk hari muncul tunas adalah 0,6 mg/l dengan rerata 6,733 HST (Gambar 4.1.a) yang berbeda nyata dengan konsentrasi TDZ yang lainnya. Berdasarkan hasil dari penelitian ini dapat diketahui bahwa pemberian beberapa konsentrasi TDZ dapat memberikan respon hari muncul tunas yang berbeda pada setiap perlakuan. Perbedaan respon tersebut dapat dikarenakan bahwa pada konsentrasi 0,6 mg/l TDZ, proses diferensi, pembelahan dan proliferasi sel dalam keadaan optimal sehingga mampu mempercepat pertumbuhan tunas. Hal ini sesuai dengan (Saefas *et al.*, 2017) bahwa tanaman akan merespon secara positif terhadap pemberian ZPT dengan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya fase tumbuh, jenis tanaman, jenis ZPT dan konsentrasinya serta cara pengaplikasian ZPT, yang dalam penelitian disebabkan dengan adanya perlakuan dari perbedaan konsentrasi TDZ yang diberikan. Hasil perhitungan rata-rata mengenai pemberian beberapa konsentrasi TDZ terhadap hari muncul tunas, jumlah tunas dan tinggi tunas porang pada penelitian ini disajikan pada gambar 4.1 berikut:



Gambar 4.1 Hasil uji lanjut *Duncan* 5% pengaruh TDZ terhadap a. hari muncul tunas (hmt) porang, b. jumlah tunas porang. c. tinggi tunas porang. (angka yang diikuti oleh huruf yang sama di atas *standart error* menunjukkan tidak berpengaruh nyata berdasarkan uji *Duncan* 5%).

Konsentrasi terbaik untuk jumlah tunas adalah 0,4 mg/l dengan rerata 14,2 tunas (Gambar 4.1.b), hasil ini berbeda nyata dengan pemberian TDZ dengan konsentrasi 0,2 mg/l dan 0,6 mg/l. Perlakuan 0 mg/l TDZ (perlakuan kontrol/tanpa pemberian TDZ) menghasilkan jumlah tunas terendah (jumlah tunas yang dihasilkan kurang maksimal), sehingga dari sini dapat diketahui bahwa pemberian TDZ baik untuk multiplikasi tunas. Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat diketahui bahwa pada konsentrasi 0,4 mg/l TDZ, jumlah tunas porang yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan konsentrasi lainnya dan mengalami penurunan jumlah tunas pada konsentrasi 0,6 mg/l TDZ. Hal ini sesuai dengan penjelasan George (2008) bahwa sitokinin tunggal dapat menghasilkan tunas yang maksimal, namun untuk konsentrasi tertentu dapat menyebabkan penghambatan terhadap tunas yang dihasilkan.

Konsentrasi terbaik untuk jumlah tunas pada penelitian ini jika dibandingkan dengan penelitian Kartini & Karyanti (2017) untuk multiplikasi tunas talas satoimo memiliki perbedaan, yakni konsentrasi 0,6 mg/l untuk talas

satoimo dan 0,4 mg/l untuk tunas porang pada penelitian ini. Hal ini dapat disebabkan karena perbedaan tanaman yang diberi perlakuan. Hartmann (2011) menyebutkan bahwa pada tanaman yang berbeda akan terdapat respon yang berbeda pada taraf konsentrasi yang diberikan. Adanya perbedaan respon tersebut dapat disebabkan dari perbedaan kandungan hormon endogen dari setiap tanaman.

Hasil untuk tinggi tunas menunjukkan bahwa konsentrasi terbaik ada pada konsentrasi 0,2 mg/l TDZ dengan rerata tinggi tunas 0,36 cm (Gambar 4.1.c), namun hasil ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (tanpa TDZ). Hal ini diduga karena adanya zat pengatur tumbuh endogen yang dikandung oleh eksplan tunas porang sendiri yang mampu mencukupi pertumbuhan tinggi tunas porang, sehingga dengan penambahan konsentrasi TDZ yang tinggi justru menyebabkan adanya penghambatan dalam proses fisiologis pada eksplan. Menurut Gaba (2005), konsentrasi ZPT yang terlalu rendah tidak memberikan respon yang berarti untuk pertumbuhan tunas, namun konsentrasi ZPT yang terlalu tinggi justru dapat menjadi toksik.

Menurut Brault & Maldiney (1999), sitokinin merupakan komponen penting yang terlibat dalam mengontrol perkembangan tunas. Sitokinin pada tingkat sel berperan dalam mengontrol ekspresi gen, perkembangan kloroplas, dan sintesa metabolit sekunder. Sitokinin juga berperan dalam pertumbuhan tunas adventif pada kultur jaringan. Menurut Guo *et al.* (2011), TDZ memiliki peran dalam merangsang produksi sitokinin endogen dan sebagai penghambat sitokinin oksidase yang merupakan enzim menghilangkan keaktifan sitokinin tipe adenin bebas. Oleh karena itu, TDZ dapat meningkatkan kerja sitokinin lain, baik sitokinin eksogen ataupun sitokinin endogen. Hal tersebut memperjelas bahwa pada eksplan porang sendiri juga terdapat sitokinin endogen yang mampu menghasilkan tunas dengan tinggi yang tidak jauh berbeda dengan tunas yang diberi zat pengatur tumbuh (TDZ) pada media.

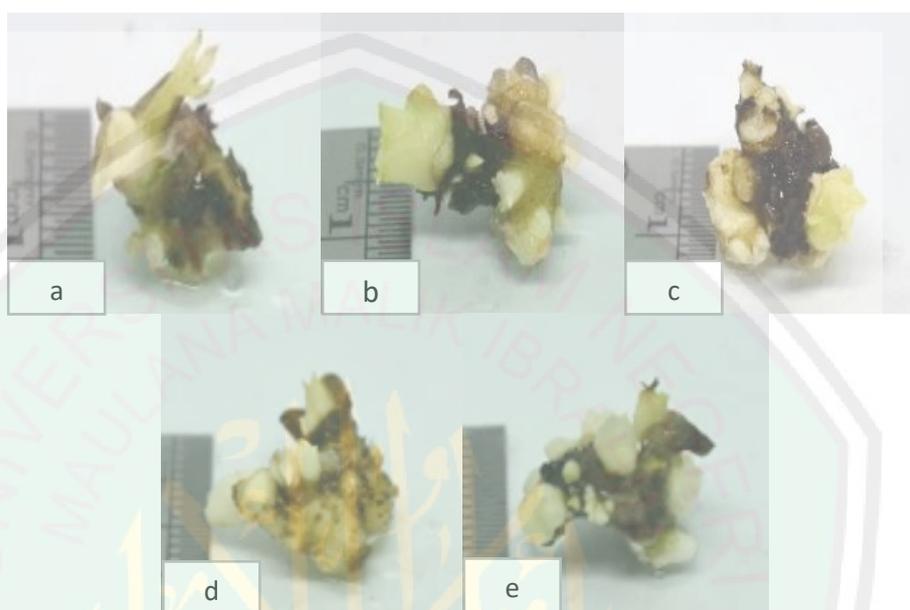
Menurut Sobir & Syukur (2015), pembelahan sel diinisiasi dengan gen tertentu pada setiap tahap siklus pembelahan sel dan dikontrol oleh regulator siklus pembelahan sel. Gen *cdc2 (cell division cycle)* termasuk gen yang berperan dalam regulasi siklus sel khususnya pada fase G2 ke fase mitosis (M) dan terlibat dalam transisi fase G1 ke fase S (replikasi DNA ke inisiasi fase S).

George (1993) menyebutkan bahwa fase G1 (Gap1) merupakan fase pertumbuhan yang terjadi dengan adanya peningkatan kuantitas organela dan peningkatan volume sitoplasma. Setelah fase G1 siap maka sel akan segera memasuki fase S. Fase S merupakan fase ketika terjadinya sintesa DNA yang menghasilkan replikasi DNA yang identik dengan DNA induk. Fase S diikuti oleh fase G2 yakni ketika sel mempersiapkan diri untuk melakukan mitosis. Fase M merupakan fase mitosis, yakni ketika terjadi pembelahan inti (pemisahan kromosom) dan pemisahan sitoplasma.

Taiz & Zeiger (2010) menyebutkan bahwa sitokinin dapat mempercepat fase G2 menuju fase M, sehingga laju sintesis protein meningkat dan pembelahan sel semakin cepat. D'Agostino & Kieber (1999) menambahkan bahwa sitokinin dalam pembelahan sel bertugas dalam proses transisi fase G1 menuju fase S dan transisi fase G2 menuju fase M dengan meningkatkan aktifitas fosforilasi sel. Ketika transisi G2 menuju fase M, sitokinin juga berperan mengatur kunci dari *cyclin dependent kinase* (CDK) seperti *cdc2*, *cdk4*, dan *cdk6* dengan cara bergabung pada siklin spesifik. Pada tahap G2, sitokinin masuk dan menstimulasi *cdc2* inaktif menjadi aktif dengan melibatkan protein kinase *wee 1*. Selanjutnya *cdc2* bergabung dengan siklin tipe B pada tahap G2 akhir dan menyebabkan CDK pada posisi on. Masuk pada tahap G1, sitokinin bekerja untuk mengaktifkan siklin tipe D (CyD3) dengan melibatkan *cyclin activating kinase* (CAK). Adanya sitokinin eksogen menyebabkan transkrip *cdc2* dan CyD3 mengalami peningkatan. Meningkatnya ekspresi CycD3 sinergis dengan meningkatnya proliferasi sel.

Pengaruh pemberian TDZ tunggal untuk 3 parameter dalam penelitian ini menunjukkan hasil yang berbeda, sehingga perlu dipilih konsentrasi terbaik yang menghasilkan tunas banyak dalam waktu yang relatif singkat dan dengan hasil tunas yang tinggi. Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat diketahui bahwa pemberian TDZ tunggal pada konsentrasi 0,4 mg/l mampu memberikan respon yang baik terhadap semua parameter. Oleh karena itu, konsentrasi terbaik dari pemberian TDZ tunggal untuk multiplikasi tunas porang ada pada konsentrasi 0,4 mg/l. Hasil penelitian ini berada dalam kisaran konsentrasi terbaik dari penelitian Syafii *et al.* (2013) yakni multiplikasi pada tunas nenas (*Ananas comosus* (L.))

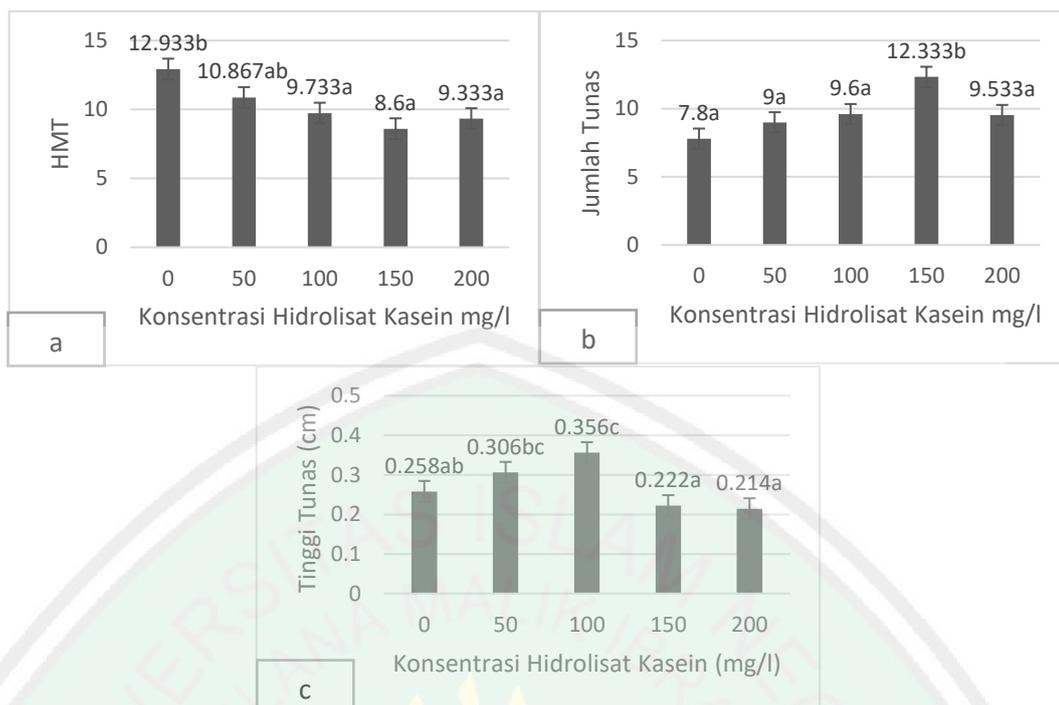
Merr. cv. Smooth Cayenne yang menghasilkan tunas terbaik pada konsentrasi TDZ 0,2 mg/l dan terendah pada TDZ 0,9 mg/l. Hasil multiplikasi tunas dari pengaruh pemberian TDZ pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut:



Gambar 4.2 Hasil multiplikasi pengaruh TDZ. a. 0 mg/l. b. 0,2 mg/l. c. 0,4 mg/l. d. 0,6 mg/l. e. 0,8 mg/l

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

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat diketahui bahwa pemberian beberapa konsentrasi hidrolisat kasein memberikan pengaruh pada hari muncul tunas, jumlah tunas dan tinggi tunas porang. Hasil perhitungan rata-rata mengenai pemberian beberapa konsentrasi hidrolisat kasein terhadap hari muncul tunas, jumlah tunas dan tinggi tunas porang pada penelitian ini disajikan pada gambar 4.3 berikut:



Gambar 4.3 Hasil uji lanjut *Duncan* 5% pengaruh hidrolisat kasein terhadap a. hari muncul tunas (hmt) porang, b. jumlah tunas porang, c. tinggi tunas porang. (angka yang diikuti oleh huruf yang sama di atas *standart error* menunjukkan tidak berpengaruh nyata berdasarkan uji *Duncan* 5%).

Hasil uji *Duncan* 5% menunjukkan bahwa konsentrasi terbaik untuk hari muncul tunas adalah 150 mg/l (Gambar 4.3.a) namun tidak berbeda nyata dengan pemberian 100 mg/l dan 200 mg/l hidrolisat kasein. Pemberian hidrolisat kasein menunjukkan bahwa konsentrasi 150 mg/l hidrolisat kasein mampu menumbuhkan tunas dengan rerata 8,6 HST yang artinya pada hari kedelapan setelah tanam (subkultur), tunas porang sudah mulai tumbuh. Hasil tersebut lebih baik dari pada konsentrasi 100 mg/l hidrolisat kasein dan 200 mg/l hidrolisat kasein, yang pada konsentrasi tersebut tunas porang baru muncul pada hari kesembilan. Semakin singkat waktu yang dibutuhkan untuk eksplan menumbuhkan tunas maka semakin baik respon yang diterima eksplan dari pemberian perlakuan (konsentrasi hidrolisat kasein) sehingga hasil terbaik untuk hari muncul tunas dari pengaruh pemberian hidrolisat kasein pada penelitian ini terdapat pada konsentrasi 150 mg/l.

Konsentrasi terbaik untuk jumlah tunas pada penelitian ini adalah pemberian 150 mg/l hidrolisat kasein yang menghasilkan rerata 12,33 tunas

(Gambar 4.3.b). Hasil ini berbeda nyata dengan pemberian konsentrasi lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pembentukan tunas meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi hidrolisat kasein yang diberikan. Berdasarkan hasil yang didapatkan dapat diketahui bahwa pada konsentrasi 150 mg/l hidrolisat kasein, tunas porang mengalami regenerasi tunas yang lebih tinggi dibandingkan konsentrasi lainnya. Menurut Garvita & Handini (2011), asam amino dengan amidanya mampu mempengaruhi pertumbuhan dan morfogenesis kultur *in vitro*. Hasil ini sesuai dengan penelitian Istiningdyah *et al.* (2013), bahwa pada konsentrasi hidrolisat kasein 150 mg/l menghasilkan jumlah tunas terbanyak untuk multiplikasi tunas melon (*Cucumis melo* L.).

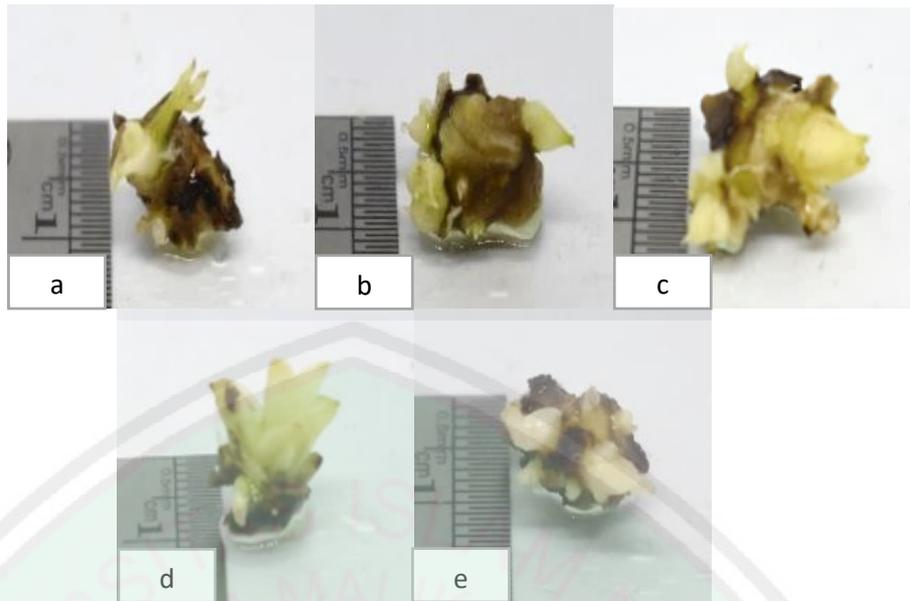
Hasil terbaik yang didapatkan untuk tinggi tunas pada penelitian ini adalah pada konsentrasi 100 mg/l hidrolisat kasein yang menghasilkan tinggi tunas porang dengan rerata 0,35 cm (Gambar 4.3.c), namun hasil ini tidak berbeda nyata dengan pemberian konsentrasi 50 mg/l yang menghasilkan rerata tinggi tunas 0,30 cm. George *et al.*, (2008), menyatakan bahwa tinggi tanaman merupakan bentuk dari pertumbuhan tanaman karena adanya pembelahan sel-sel meristem yang menyebabkan tanaman bertambah tinggi.

Penambahan asam amino seperti hidrolisat kasein pada media mampu merangsang dan meningkatkan pertumbuhan tunas (George *et al.*, 2008). Hidrolisat kasein merupakan sumber nitrogen organik yang dapat merangsang pertumbuhan dan perkembangan jaringan (Sucandra *et al.*, 2015). Menurut (Perchlik & Tegeder, 2018), nitrogen pada tanaman berperan dalam pembentukan klorofil, dengan tersedianya cukup klorofil maka proses fotosintesis akan meningkat sehingga karbohidrat bertambah dan mempercepat pertambahan tinggi tanaman. Nitrogen (N) adalah nutrisi penting yang dibutuhkan tanaman untuk sintesis asam amino, protein, dan sintesis metabolit penting lainnya. Menurut Kosmiatin *et al.*, (2014), asam amino menjadi sumber nitrogen organik yang berperan penting dalam sintesis protein pada sel-sel tanaman. Ketersediaan sumber nitrogen organik pada media kultur *in vitro* mampu meningkatkan akumulasi asam amino sebagai penyusun protein.

Hidrolisat kasein merupakan sumber nitrogen yang dapat diserap lebih cepat oleh tanaman (Widiastoety & Nurmalinga (2010). Menurut Mastur *et al.*

(2015) selain diserap melalui aliran masa nitrogen juga diserap melalui proses difusi. Menurut Sucandra *et al.* (2015), proses difusi terjadi apabila konsentrasi ion di dalam dinding sel rendah, oleh karena itu ion-ion yang masuk ke dalam dinding sel akan segera dikonversi ke bentuk lain, termasuk nitrogen organik yang direduksi menjadi NH_4^+ dan NO_3^- yang selanjutnya digunakan dalam proses metabolisme.

Nitrogen organik tersebut diserap oleh tanaman dengan bantuan adanya asam amino transporter. Kemampuan asam amino transporter berhubungan dengan pemberian konsentrasi dari asam amino yang diaplikasikan, sehingga eksplan akan memberikan respon yang berbeda pada setiap konsentrasi hidrolisat kasein yang diberikan. Konsentrasi asam amino yang tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan pada beberapa tanaman mengalami penghambatan (Wang *et al.*, 2019; Yang *et al.*, 2014; Lu *et al.*, 2018). Sebelumnya telah diteliti bahwa kadar asam amino rendah yang diaplikasikan pada *Oriza sativa* terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan tunas (Wang *et al.*, 2019). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi asam amino mampu memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tunas. Hasil multiplikasi tunas dari pengaruh pemberian hidrolisat kasein pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.4 berikut:



Gambar 4.4 Hasil multiplikasi pengaruh hidrolisat kasein a. 0 mg/l. b. 50 mg/l. c. 100 mg/l. d. 150 mg/l. e. 200 mg/l.

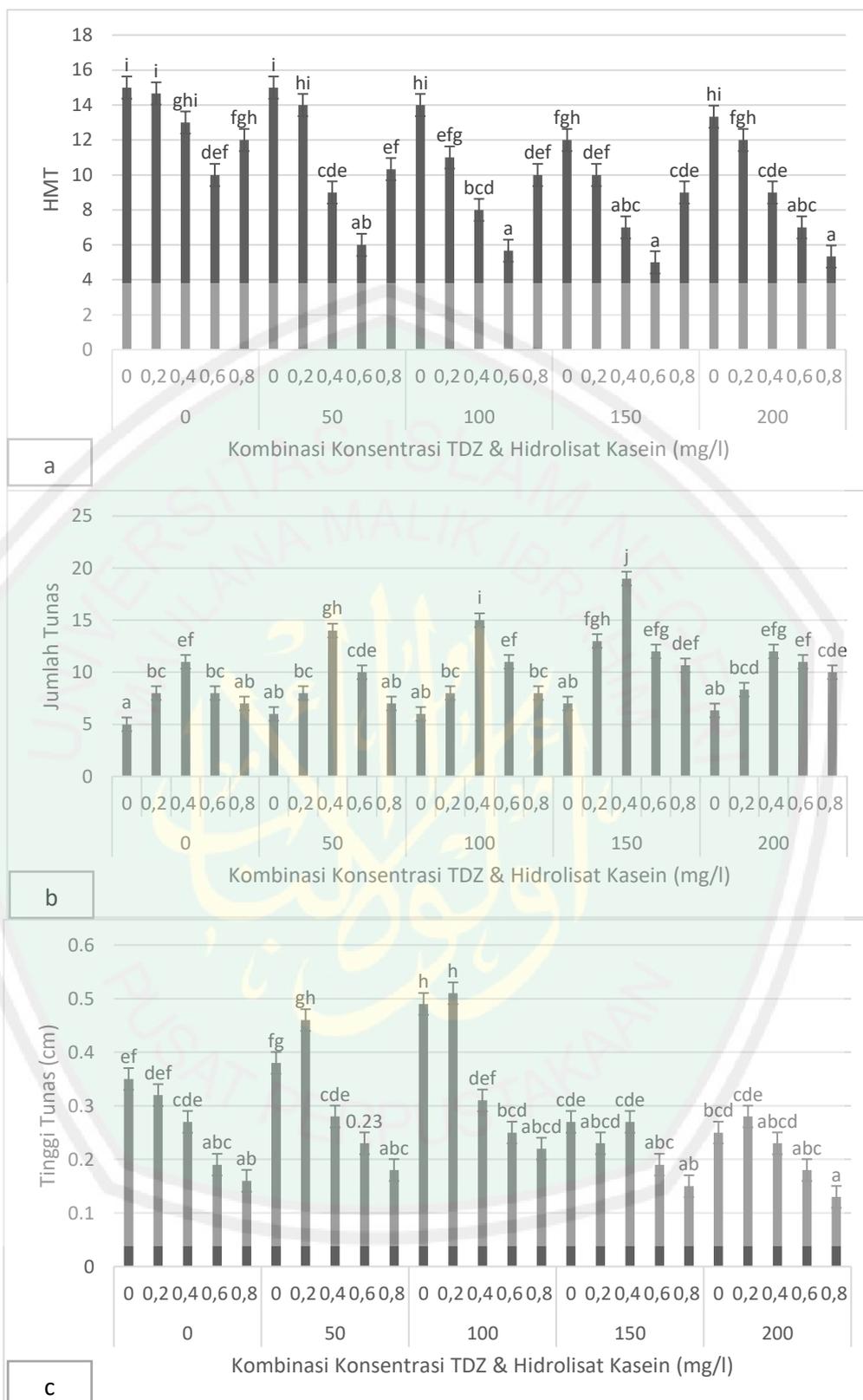
4.3 Pengaruh Pemberian Thidiazuron (TDZ) dan Hidrolisat Kasein Terhadap Multiplikasi Subkultur Tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).

Hasil uji *Duncan* 5% menunjukkan bahwa konsentrasi terbaik untuk hari muncul tunas adalah 0,6 mg/l TDZ dan 150 mg/l hidrolisat kasein dengan rerata 5 hari (Gambar 4.5.a), sedangkan hasil terbaik untuk jumlah tunas adalah 0,4 mg/l TDZ dan 150 mg/l hidrolisat kasein dengan rerata 19 tunas (Gambar 4.5.b). Multiplikasi tunas dengan kombinasi TDZ dan hidrolisat kasein sebelumnya telah dilakukan oleh Kartini & Karyanti (2017) pada tanaman talas satoimo (*Colocasia esculenta* (L.)) yang menghasilkan tunas terbaik pada kombinasi konsentrasi 0,6 mg/l TDZ dan 150 mg/l hidrolisat kasein. Hal ini menunjukkan meskipun keduanya masih termasuk family Araceae namun karena berbeda genus, maka terdapat sedikit perbedaan dari respon yang diterima pada setiap tanaman terhadap kombinasi konsentrasi TDZ dan hidrolisat kasein yang diberikan.

Menurut Suhentaka dan Sobir (2010) tanaman yang berbeda dapat merespon hormon termasuk sitokinin (TDZ) dalam berbagai konsentrasi secara berbeda pula. Penyebab perbedaan tersebut dapat berasal dari kandungan konsentrasi hormon endogen pada setiap tanaman itu sendiri, sehingga hasil

terbaik pada penelitian ini jika dibandingkan dengan penelitian Kartini & Karyanti (2017) diketahui mengalami sedikit perbedaan hasil dari pengaruh pemberian konsentrasi TDZ terhadap multiplikasi tunas pada masing masing jenis tanaman.

Tinggi tunas terbaik untuk penelitian ini terdapat pada konsentrasi 0,2 mg/l TDZ dan 100 mg/l hidrolisat kasein, dengan menghasilkan tinggi tunas 0,51 cm namun hasil ini tidak berbeda nyata dengan pemberian konsentrasi 100 mg/l hidrolisat kasein tunggal (tanpa pemberian TDZ) (Gambar 4.5.c). Berdasarkan hasil yang didapatkan untuk perlakuan terbaik dari jumlah tunas dan tinggi tunas pada penelitian ini terlihat bahwa pada jumlah tunas yang banyak tidak menghasilkan tinggi tunas yang maksimal. Hasil ini berbanding terbalik dengan perlakuan terbaik pada tinggi tunas yang dihasilkan oleh tunas dengan jumlah yang lebih sedikit. Menurut Swandra (2012), penurunan panjang atau tinggi tunas akan terjadi seiring meningkatnya konsentrasi TDZ yang diberikan, hal ini diduga dari aktivitas TDZ sendiri yang mana peningkatan TDZ akan memperbanyak tunas yang dihasilkan sehingga menekan aktivitas auksin dan hormon endogen lainnya terhadap elongasi eksplan. Sitokinin merangsang pembelahan sel tetapi menghambat pemanjangan (elongasi) sehingga jumlah tunas yang dihasilkan meningkat tetapi pemanjangan ataupun tinggi tunas terhambat (Lu, 1993; Nurmaningrum *et al.*, 2017). Hasil perhitungan rata-rata mengenai kombinasi konsentrasi TDZ dan hidrolisat kasein pada penelitian ini disajikan pada gambar 4.5 berikut:



Gambar 4.5 Hasil uji lanjut *Duncan* 5% pengaruh TDZ dan hidrolisat kasein terhadap a. hari muncul tunas (hmt) porang, b. jumlah tunas porang. c. tinggi tunas porang. (huruf yang sama di atas *standart error* menunjukkan tidak berpengaruh nyata berdasarkan uji *Duncan* 5%).

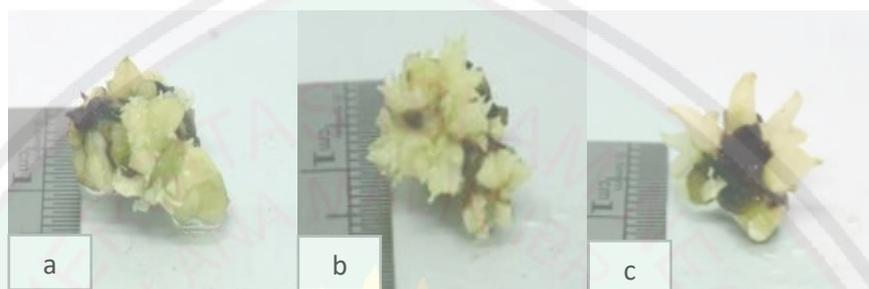
Zat pengatur tumbuh (ZPT) dibutuhkan sebagai komposisi media untuk diferensiasi dan pertumbuhan. Pertumbuhan suatu tanaman yang dikultur menjadi terhambat atau dapat saja tidak tumbuh sama sekali apabila tidak ditambahkan ZPT pada medianya. Pembentukan tunas atau organ-organ tumbuhan ditentukan oleh penggunaan yang tepat dari ZPT (Mulyaningrum *et al.*, 2012). TDZ termasuk ZPT dari golongan sitokinin yang mampu merangsang pembentukan dan perpanjangan tunas (Guo *et al.*, 2011).

Menurut Widiastoety & Nurmalinda (2010), pembentukan organogenesis pada tanaman kultur selain dipengaruhi oleh ZPT juga dapat ditunjang oleh pemberian hidrolisat kasein sebagai sumber nitrogen yang dapat diserap lebih cepat oleh tanaman. Hidrolisat kasein termasuk sumber nitrogen organik yang dapat merangsang pertumbuhan dan perkembangan jaringan. Menurut Fitriani *et al.* (2015) asam amino juga memiliki peran sebagai aktivator fithormon dan zat pengatur tumbuh, sehingga untuk multiplikasi tunas porang pada penelitian ini diberikan kombinasi konsentrasi dari TDZ dan hidrolisat kasein.

Protein memiliki peran yang sangat penting bagi fungsi dan struktur sel makhluk hidup termasuk sel tumbuhan. Peran protein bagi fungsi sel berkaitan dengan penyusunan enzim, sedangkan peran protein bagi struktur sel berkaitan dengan proses sintesis protein pada sel tumbuhan. Asam amino (hidrolisat kasein) dapat menjadi sumber nitrogen organik yang berperan penting dalam sintesis protein pada sel-sel tanaman. Menurut Kosmiatin *et al.* (2014), ketersediaan sumber nitrogen organik pada media kultur *in vitro* mampu meningkatkan akumulasi asam amino sebagai penyusun protein.

Hasil terbaik untuk pemberian kombinasi konsentrasi TDZ dan hidrolisat kasein terhadap multiplikasi subkultur tunas porang pada penelitian ini ada pada kombinasi konsentrasi 0,4 mg/l TDZ dan 150 mg/l hidrolisat kasein. Hasil tersebut merupakan hasil dari kombinasi konsentrasi dengan jumlah terbanyak yang dihasilkan pada multiplikasi tunas porang yang diamati. Pemilihan konsentrasi terbaik tersebut dikarenakan dengan semakin banyaknya tunas yang dihasilkan maka akan semakin besar potensi untuk pemenuhan kebutuhan bibit porang. Hasil ini sesuai dengan pendapat Fitriani *et al.* (2015), bahwa salah satu faktor keberhasilan dari perbanyakan kultur *in vitro* adalah banyaknya jumlah

tunas yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan dengan semakin banyaknya tunas yang dihasilkan dalam multiplikasi tunas maka semakin banyak pula tunas dan plantlet baru yang dihasilkan. Hasil multiplikasi terbaik dari setiap parameter dari kombinasi konsentrasi TDZ dan hidrolisat kasein pada penelitian ini disajikan dalam gambar 4.6 berikut:



Gambar 4.6 Hasil multiplikasi pengaruh kombinasi hidrolisat kasein dan TDZ a. 0,6 TDZ dan 150 mg/l hidrolisat kasein. b. 0,4 mg/l TDZ dan 150 mg/l hidrolisat kasein c. 0,2 mg/l TDZ dan 100 mg/l hidrolisat kasein

4.4 Dialog Hasil Penelitian dengan Integrasi Sains dan Islam

Porang merupakan salah satu tanaman yang diciptakan oleh Allah *Subhanahu Wa Ta'alla* yang memiliki nilai ekonomi cukup tinggi. Produksi porang di Indonesia telah banyak diekspor ke beberapa negara sehingga dapat meningkatkan perekonomian negara khususnya para petani dan pebisnis porang di Indonesia. Allah *Subhanahu Wa Ta'alla* berfirman dalam Al-Qur'an Surat Ali-Imran ayat 191 yakni:

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

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.”

Menurut al-Mahalli & as-Suyuthi (1992) bahwa dalam surat Ali-Imran ayat 191 kata (الَّذِينَ) menjadi pengganti atau rujukan bagi yang sebelumnya yakni

orang-orang (manusia), (يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا) memiliki maksud dalam keadaan bagaimana pun. (وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ), untuk menyimpulkan dalil melalui keduanya akan kekuasaan Allah *Subhanahu Wa Ta'alla*, kemudian mereka berkata: (رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا), yang dapat ditafsirkan bahwa makhluk (sesuatu yang diciptakan oleh Allah *Subhanahu Wa Ta'alla*) yang kami saksikan ini termasuk juga tumbuhan (باطِلًا), menjadi bukti atas kesempurnaan kekuasaan-Mu dan kalimat (سُبْحَانَكَ) memiliki maksud bahwa tidak mungkin Allah *Subhanahu Wa Ta'alla* akan berbuat sia-sia atas makhluk yang diciptakan-Nya.

Berdasarkan tafsir di atas dapat diketahui bahwa Allah *Subhanahu Wa Ta'alla* menciptakan segala sesuatu termasuk juga tumbuhan yang terdapat di bumi ini dengan tidak sia-sia seperti halnya tanaman porang yang memiliki banyak manfaat dari glukomanan yang dikandung dalam umbinya sehingga dapat bernilai ekonomi. Allah *Subanallahu Wa Ta'alla* berfirman dalam Al-Qur'an Surat Az-Zumar ayat 21 yakni:

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنَابِيعَ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ يُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ ثُمَّ يَؤْتِيهِمْ فَنَرًا مُصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهُ حُطَامًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَذِكْرًا لِأُولِي الْأَلْبَابِ

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

Ayat di atas menjelaskan agar manusia sebagai makhluk yang diciptakan oleh Allah *Subhanahu Wa Ta'alla* dengan memiliki akal dan pikiran seharusnya memperhatikan alam dan sekitarnya. Kalimat (أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً) yang memiliki arti "apakah kamu tidak memperhatikan, bahwa sesungguhnya Allah menurunkan air dari langit" mengandung makna bahwa manusia perlu memperhatikan bahwa air turun dari awan di langit. Turunnya air dari langit tersebut dapat diartikan turunnya hujan. Kalimat (ثُمَّ يُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ) yang berarti kemudian ditumbuhkan-Nya dengan air itu tanam-tanaman yang bermacam-macam warnanya memiliki maksud bahwa dengan air itu Allah

Subhanahu Wa Ta'alla mengeluarkan tanaman-tanaman dengan berbagai warna seperti kuning, hijau, putih, atau merah.

Porang merupakan salah satu tumbuhan yang diciptakan Allah *Subhanahu Wa Ta'alla* yang memiliki respon dengan adanya air (musim hujan). Ketika musim hujan tiba (turunnya air dari langit), porang akan mengalami masa pertumbuhan. Namun ketika musim kemarau tiba, daun daunnya akan kering dan layu karena mengalami dormansi. Kata (الألوان) memiliki arti jenis-jenisnya, tanaman *Amorphophallus* juga memiliki banyak sekali jenis dengan berbagai ciri tersendiri serta beberapa macam warna pada umbinya, satu diantaranya adalah *Amorphophallus muelleri* Blume (porang) yang memiliki ciri umbi berwarna kuning.

Ayat di atas diakhiri dengan kalimat (إِنَّ فِي ذَلِكَ لَذِكْرٍ لِّلَّذِينَ لَأُولِي الْأَلْبَابِ) yang artinya Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat pelajaran bagi orang-orang yang mempunyai akal, bermakna bahwa apa yang telah disebutkan itu adalah pelajaran yang bermanfaat bagi orang yang memiliki akal yang sehat, mereka mengetahui bahwa kehidupan dunia seperti tanaman yang sangat cepat sirna dan hilang keindahannya, dan mereka sama sekali tidak meragukan bahwa Allah berkuasa untuk membangkitkan mereka (Ahmad Syakir, 2014).

Porang merupakan salah satu tanaman yang mengalami masa dormansi. Dormansi merupakan suatu keadaan berhenti tumbuh pada tanaman untuk menunggu lingkungan yang tepat atau sesuai untuk tumbuh. Hal ini dapat menjadikan suatu kendala dalam pemenuhan kebutuhan ekspor dari porang tersebut. Selain mengalami masa dorman, porang juga memiliki kekurangan dalam pemenuhan bibit yang berkualitas. Allah *Subhanahu Wa Ta'alla* berfirman dalam Surat Al-Baqarah ayat 30:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً قَالُوا أَتَجْعَلُ فِيهَا مَنْ يُفْسِدُ فِيهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَاءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ قَالَتْ إِنِّي أَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُونَ

Artinya: "Ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada para Malaikat: "Sesungguhnya Aku hendak menjadikan seorang khalifah di muka bumi". Mereka berkata: "Mengapa Engkau hendak menjadikan (khalifah) di bumi itu orang yang akan membuat kerusakan padanya dan menumpahkan darah, padahal kami senantiasa bertasbih dengan memuji Engkau dan mensucikan Engkau?" Tuhan berfirman: "Sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui".

Tafsir ayat di atas menurut al-Qarni (2006), Allah *Subhanahu Wa TA'alla* menciptakan manusia untuk ditempatkan di muka bumi secara silih berganti. Tugas utama manusia adalah memakmurkan bumi atas dasar ketaatan kepada Allah. Lalu para Malaikat bertanya kepada Tuhan mereka dengan maksud meminta bimbingan dan penjelasan tentang hikmah di balik penempatan anak cucu Adam sebagai khalifah di muka bumi, sedangkan mereka akan membuat kerusakan di sana dan menumpahkan darah secara semena-mena. Para malaikat itu mengatakan, “Sementara kami ini senantiasa patuh kepada-Mu, mensucikan dan memuji-Mu, serta menghormati keagungan dan kesempurnaan-Mu. Kami tidak pernah letih dalam melakukan hal itu.” Allah menjawab pertanyaan mereka dengan firman-Nya, “Sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui tentang adanya hikmah-hikmah besar di balik penciptaan mereka dan tujuan-tujuan besar di balik penetapan mereka sebagai khalifah di muka bumi.”

Berdasarkan tafsir di atas manusia sebagai khalifah di bumi memiliki tugas untuk memakmurkan bumi dengan dasar ketaatan kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'alla*. Oleh karena itu manusia perlu mengatasi permasalahan yang ada dan mencari solusi yang baik untuk mencapai kemakmuran, termasuk permasalahan terkait pemenuhan bibit porang yang seharusnya dicari solusi dalam teknik perbanyakannya. Kultur *in vitro* dapat menjadi teknik alternatif untuk perbanyak porang. Kultur *in vitro* merupakan suatu teknik perbanyak tanaman dengan cara mengisolasi bagian tanaman (sel, jaringan atau organ) yang dilakukan dalam keadaan serba steril, yakni media yang digunakan harus steril, ditanam dalam botol kultur steril dan dalam kondisi yang aseptik dalam setiap pengerjaannya. Tanaman yang dikultur tersebut ditanam dalam media yang dibutuhkan hingga bagian-bagian tersebut dapat memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman yang lengkap (Dwiyani, 2015).

Keberhasilan perbanyak melalui kultur *in vitro* ditentukan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah sumber eksplan, dan komposisi media kultur yang digunakan. Peluang keberhasilan kultur *in vitro* juga dipengaruhi oleh umur tanaman. Semakin muda tanaman, maka akan semakin besar keberhasilan dalam kultur jaringan. Hal ini dikarenakan, apabila dilihat dari segi anatomi tumbuhan, tunas termasuk jaringan muda (*juvenile*) meristem yang memiliki sel-sel yang

aktif membelah dengan kecepatan pembelahan sel yang tinggi. Respon eksplan akan menurun seiring pertambahan umur eksplan sehingga dilakukan penelitian ini dengan menggunakan eksplan kultur tunas porang yang terdiri dari jaringan meristem.

Inkiriwang *et al.* (2016) menyebutkan bahwa media kultur yang digunakan dapat menjadi salah satu faktor penentu keberhasilan dalam perbanyak tanaman dengan teknik *in vitro*. Media kultur *in vitro* tidak hanya menyediakan unsur-unsur hara makro dan mikro tetapi juga gula, vitamin, asam amino dan zat pengatur tumbuh. Berbagai komposisi media kultur *in vitro* telah diformulasikan untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang dikulturkan. Pemberian zat pengatur tumbuh (ZPT) dan asam amino dalam media dapat mempengaruhi multiplikasi subkultur tunas. Pada penelitian ini ditambahkan beberapa konsentrasi ZPT berupa thidiazuron (TDZ) dan asam amino berupa hidrolisat kasein serta kombinasi konsentrasi keduanya terhadap multiplikasi subkultur tunas porang.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi thidiazuron (TDZ) dan hidrolisat kasein serta kombinasi konsentrasi keduanya berpengaruh terhadap perbanyak tunas porang. Hal ini menjadi bukti kekuasaan Allah *Subhanahu Wa Ta'alla* yang telah menunjukkan suatu pertumbuhan dan perbanyak tanaman yakni tunas porang melalui kultur *in vitro*.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian pengaruh pemberian TDZ dan hidrolisat kasein terhadap multiplikasi subkultur tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) adalah:

1. Pemberian konsentrasi 0,4 mg/l TDZ mampu menyebabkan cepatnya hari muncul tunas, banyaknya jumlah tunas dan tingginya tunas porang yang dihasilkan. Hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa pemberian konsentrasi TDZ tunggal memberikan pengaruh terhadap multiplikasi subkultur tunas porang. Hal ini terjadi karena adanya peran dari sitokinin sendiri yang mampu mempercepat fase G2 menuju fase M, sehingga laju sintesis protein meningkat dan pembelahan sel semakin cepat.
2. Hidrolisat kasein merupakan nitrogen organik yang mudah diserap oleh tumbuhan yang dalam proses penyerapannya dibantu dengan adanya asam amino transporter. Kemampuan asam amino transporter dipengaruhi oleh pemberian konsentrasi hidrolisat kasein. Konsentrasi hidrolisat 150 mg/l dapat meningkatkan kerja dari asam amino transporter sehingga pada konsentrasi tersebut dapat dihasilkan hari muncul tunas yang cepat, jumlah tunas yang banyak dan tingginya tunas yang dihasilkan.
3. Asam amino memiliki peran sebagai aktivator fithormon dan zat pengatur tumbuh, sehingga pemberian kombinasi konsentrasi TDZ dan hidrolisat kasein mampu memberikan pengaruh terhadap multiplikasi tunas porang. Kombinasi konsentrasi terbaik pada penelitian ini adalah 0,4 mg/l TDZ dan 150 mg/l hidrolisat kasein dengan rerata 19 tunas.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu diharapkan adanya penelitian lanjutan mengenai induksi akar pada tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, E., M.O. Nugrahani & Setiono. 2014. Peluang budidaya iles-iles (*Amorphophallus* spp.) sebagai tanaman sela di perkebunan karet. *Warta Perkaratan* 33(1): 35-46.
- Ahmad Syakir, Syaikh. 2014. **Mukhtashar tafsir Ibnu Katsir. Jilid 1. Cet. 2.** Jakarta: Darus Sunnah Press.
- al-Asyqar, Muhammad Sulaiman. 2020. Zubdatut tafsir min fathil qadir. <https://tafsirweb.com/1322-quran-surat-ali-imran-ayat-190.html>. Diakses tanggal 29 November 2020.
- Alifianto, F., R. Azrianingsih & B. Rahardi. 2013. Peta persebaran porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) berdasarkan topografi wilayah di Malang Raya. *Biotropika* 1(2): 75-79.
- al-Mahalli, al-Imam Jalaluddin Muhammad dan as-Suyuthi, al-Imam Jalaluddin Abdurrahman. 1992. **Tafsir jalalain. Jilid 1.** Pustaka ELBA: Surabaya.
- Al-Qarni. 2006. **Tafsir al-Muyassar.** Obeikan: Arab Saudi.
- Anandan, R., S. Thirugnanakumar, D. Sudhakar & P. Balasubramanian. 2011. *In vitro* organogenesis and plantlet regeneration of (*Carica papaya* L.). *J. Agric. Technol.* 7(5): 1339-1348.
- Arif, M., Murniati & Ardian. 2016. Uji beberapa zat pengatur tumbuh alami terhadap pertumbuhan bibit karet (*Hevea brasiliensis* Muell Arg) STUM mata tidur. *Jom. Faperta.* 3(1).
- Aziz, M.M., E. Ratnasari & Y.S. Rahayu. 2014. Induksi kalus umbi iles-iles (*Amorphophallus muelleri*) dengan kombinasi konsentrasi 2,4-D dan BAP secara *in vitro*. *LenteraBio.* 3(2): 109–114.
- Basri, A.H.H. 2016. Kajian pemanfaatan kultur jaringan dalam perbanyakan tanaman bebas virus. *Jurnal Agrica Ekstensia* 10(1): 64-73.
- Brault, M. & R. Maldiney. 1999. Mechanisms of cytokinin action. laboratoire de physiologie du développement des plantes, Université Pierre-et-Marie-Curie (CNRS, UMR 7632). *Plant Physiol. Biochem.* 37(5): 403-412.
- Budiman & E. Arisoelaningsih. 2012. Predictive model of *Amorphophallus muelleri* growth in some agroforestry in East Java by multiple regression analysis. *Biodiversitas* 13(1): 18-22.
- Campbell, N.A. dan Reece, J.B. 2012. **Biologi. Jilid 2. Edisi 8.** Erlangga: Jakarta.

- Colla, G., M. Cardarelli, P. Bonini, Y. Roupael. 2017. Foliar applications of protein hydrolysate, plant and seaweed extracts increase yield but differentially modulate fruit quality of greenhouse tomato. *HortScience*. 52(9): 1214–1220.
- D'Agostino, I.B. & J.J. Kieber. 1993. Molecular mechanisms of cytokinin action. Department of Biological Sciences, Laboratory for Molecular Biology, University of Illinois USA; *Current Opinion in Plant Biology*. 2:359–364
- Dinas Pertanian Kabupaten Mojokerto. 2020. **Budidaya tanaman porang**. Dispersa Mojokerto: Mojokerto.
- Direktorat Pangan dan Pertanian. 2013. Rencana pembangunan jangka menengah nasional 2015-2019. Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional / Badan Perencanaan Pembangunan Nasional
- Dwiyani, R. 2015. **Kultur jaringan tanaman**. Pelawa Sari: Denpasar.
- Fagard, M., A. Launay, G. Clement, J. Courtial, A. Dellagi, M. Farjad, A. Krapp, M.C. Soulie, C.M. Daubresse. 2014. Nitrogen metabolism meets phytopathology. *J. Exp. Bot.* 65(19): 1-14.
- Fauziah, E., D. Diniyati, S. Suyarno & E. Mulyati 2013. Strategi pengembangan iles-iles (*Amorphophallus* spp.) sebagai hasil hutan bukan kayu (HHBK) di kabupaten Kuningan, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Agriforestry*. 1(1): 55-70.
- Fawzy, Z., Z. El-Shal, L. Yunsheng, O. Zhu, & O.M Sawan. 2012. Response of garlic (*Allium Sativum* L.) plants to foliar spraying of some bio-stimulants under sandy soil condition. *J. Appl. Sci. Res.* 8(2): 770-776.
- Ferdous, M. H., A. A. M. Billah., H. Mehraj., T. Taufique & A. F. M. J. Uddin. 2015. BAP and IBA pulsing for in vitro multiplication of banana cultivars through shoot-tip culture. *J. Biosci. Agri. Research*. 3(2): 87-95.
- Fitriani, D., Miswar & S. Umami. 2015. Pengaruh pemberian asam amino (glisin, sistein dan arginin) terhadap pembentukan tunas tebu (*Saccharum officinarum* L.) secara *in vitro*. *Berkala Ilmiah Pertanian*. 10(10).
- Gaba, V.B. 2005. **Plant growth regulators in plant tissue culture and development. 87-99. In R.N. Trigiano & D.J. Gray (Eds). Plant Development and Bioechnology**. CRC Press: London.
- Ganjari, L.E. 2014. Pembibitan tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dengan model agroekosistem botol plastik. *Widya Warta*. 1(38): 43-58.

- Gao, K.H., W. Li, J. Yang, Y. Wang, G.Q. Guo & G.C. Zheng. 2003. Effect of 6-benzyladenine and casein hydrolysate on micropropagation of *Amorpha fruticosa*. *Biologia Plantarum* 47(1): 145-148.
- Garvita, R.V. & E. Handini. 2011. Pengaruh penambahan berbagai kadar pisang dan ubi jalar pada pertumbuhan kultur tiga jenis phalaenopsis. *Buletin Kebun Raya* 14(2): 9-18.
- George, E.F. 1993. **Plant propagation by tissue culture. Part 1. 2nd Edition.** Exegetic Limited: England.
- George, E.F. 2008. **Plant propagation by tissue culture. 3rd Edition.** Springer: Netherlands.
- George, E.F., M.A. Hall & G.J. De Klerk. 2008. **Plant propagation by tissue culture. 3rd Edition. Volume 1: The Background.** Springer: Dordrecht.
- Global Biodiversity Information Facility (GBIF). 2020. Clasification of *Amorphophallus muelleri* Blume. <https://www.gbif.org/species/2871712>. Diakses tanggal 10 Maret 2020.
- Gunawan, L.W. 1992. **Teknik kultur jaringan. laboratorium kultur jaringan tanaman.** Pusat Antar Universitas Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Guo, B., B.H. Abbasi, A. Zeb, L.L. Xu & Y.H. Wei. 2011. Thidiazuron: A multidimensional plant growth regulator. *Afr. J. Biotechnol.* 10(45):8984-9000.
- Hartmann, H.T. 2011. **Plant propagation, principles and practice 8th Ed.** Prentice-Hall International Inc: Jersey.
- Hausler, R.E., F. Ludewig & S. Krueger. 2014. Amino acids – A life between metabolism and signaling. *Plant Sci.* 229: 225-237.
- Hendaryono, D.P.S & A. Wijayani. 2006. **Teknik kultur jaringan.** Kanisius: Yogyakarta.
- Hidayat, E.B. 1995. **Anatomi tumbuhan berbiji.** Penerbit ITB: Bandung.
- Hidayati, U., I.A. Chaniago, A. Munif, Siswanto & D.A. Santosa. 2014. Potensi kultur campuran bakteri endofit sebagai pemacu pertumbuhan bibit tanaman karet. *Jurnal Penelitian Karet* 32(2): 129-138.
- Husain, M. K., M. Anis. & A. Shahzad. 2007. In vitro propagation of indian kino (*Pterocarpus marsupium* Roxb.) using thidiazuron. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant.* 43(1): 59–64.

- Hutchinson, M.J., R. Onamu, L. Kipkosgei & S.D. Obukosia. 2014. Effect of thidiazuron, NAA and BAP on *in vitro* propagation of *Alstroemeria aurantiaca* cv 'Rosita' from shoot tip explants. *J. Agric. Sci. Tech.* 16(2).
- Imelda, M., A. Wulansari & Y.S. Poerba. 2007. Mikropropagasi tanaman iles-iles (*Amorphophallus muelleri* blume). *Berita Biologi* 8(4): 271-277.
- Imelda, M., A. Wulansari & Y.S. Poerba. 2008. Regenerasi tunas dari kultur tangkai daun iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume). *Biodiversitas* 9(3) 173-176.
- Indriyani, S. 2011. **Pola pertumbuhan porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dan pengaruh lingkungan terhadap kandungan oksalat dan glukomannan.** Program Pascasarjana Universitas Airlangga. Surabaya. Disertasi.
- Indriyani, S., E. Arisoelaningsih, T. Wardiyati, & H. Purnobasuki. 2011. A model of relationship between climate and soil factors related to oxalate content in porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) corn. *Biodiversitas* 12(1): 45-51.
- Inkiriwang, A.E.B., Mandang, J. dan Runtunuwu, S. 2016. Substitusi media murashige dan skoog/ms dengan air kelapa dan pupuk daun majemuk pada pertumbuhan anggrek dendrobium secara *in vitro*. *Jurnal Bios Logos* 6(1): 15-19.
- Istiningdyah, A., Y. Tambing & M.U. Bustami. 2013. Pengaruh BAP dan kasein hidrolisat terhadap pertumbuhan tunas melon (*Cucumis melo* L.) secara *in vitro*. *e-J. Agrotekbis.* 1(4): 314-322.
- Istiqomah, N., Mahdiannoor & Norasiah. 2017. Efektivitas pemberian ZPT dan kombinasi media pada perbanyakan tanaman lada secara stek. *Ziraa'ah* 42(2): 128-136.
- Jansen, P.C.M., C. van der Wilk & W.L.A. Hetterscheid. 1996. *Amorphophallus* Blume ex Decaisne. In Flach, M. & F. Rumawas (Eds.). **PROSEA: plant resources of South-East Asia no 9. plant yielding non-seed carbohydrates.** Backhuys Publishers: Leiden.
- Karjadi, A.K. & A. Buchory. 2008. Pengaruh auksin dan sitokinin terhadap pertumbuhan dan perkembangan jaringan meristem kentang kultivar granola. *J. Hort.* 18(4): 380-384.
- Karjadi, A.K. 2016. **Kultur jaringan dan mikropropagasi tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.).** Balai Penelitian Tanaman Sayuran: Bandung.

- Kartini, M. & Karyanti. 2017. Pengaruh thidiazuron dan hidrolisat kasein terhadap multiplikasi tunas satoimo (*Colocasia esculenta* (L.) Schott Var Antiquorum) secara *in vitro*. *Jurnal Bioteknologi Biosains Indonesia* 4(2): 70-77.
- Khawar, K.M., C.S. Sevimay & E. Yuzbasioglu, 2003. **Adventitious shoot regeneration from different explant of wild lentil (*Lens culinaris* Subsp. *Orientalis*)**. University of Ankara. Ankara: Turkey.
- Kosmiatin, M., A. Purwito., G.A. Wattimena & I. Mariska. 2014. Induksi embriogenesis somatik dari jaringan endosperma jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour.) cv Simadu. *Jurnal Agronomi Indonesia* 42(1): 44 - 51.
- Koswara, S. 2013. **Teknologi pengolahan umbi-umbian: pengolahan umbi porang**. Institut Pertanian Bogor: Bogor. [Modul].
- Kurniawan, A., I.P.A.H. Wibawa & B. Adjie. 2010. Species diversity of Amorphophallus (Araceae) in Bali and Lombok with attention to genetic study in *A. paeoniifolius* (Dennst.) Nicolson. *Biodiversitas* 12(1): 7-11.
- Lestari, E.G. 2011. Peranan zat pengatur tumbuh dalam perbanyakan tanaman melalui kultur jaringan. *Jurnal AgroBiogen* 7(1): 63-68.
- Lestari, E.G. & R. Yunita. 2008. Induksi kalus dan regenerasi tunas padi varietas Fatmawati. *Bul. Agron.* 36(2): 106 – 110.
- Lu, C.Y. 1993. The use of thidiazuron in tissue culture. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant.* 29: 92-96.
- Lu, K. B. Wu, J. Wang, W. Zhu, H. Nie, J. Qian, W. Huang & Z. Fang. 2018. Blocking amino acid transporter OsAAP3 improves grain yield by promoting outgrowth buds and increasing tiller number in rice. *Plant Biotechnol. J.* 16(10): 1710-1722.
- Maretta, D., D.P. Handayani, H. Rosdayanti & A. Tanjung. 2016. Multiplikasi tunas dan induksi umbi mikro satoimo (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) pada beberapa konsentrasi sukrosa dan benzilaminopurin. *Jurnal Bioteknologi Biosains Indonesia.* 3(2): 81-88.
- Marlina, N. 2004. Teknik modifikasi media murashige dan skoog (MS) untuk konservasi *in vitro* mawar. *Bull. Teknik Pertanian.* 9(1): 4-6.
- Marwan, Abu Yahya bin Musa. 2020. Tafsir al-quran hidayatul insan, tafsir al-quran al-karim. <https://tafsirweb.com/285-quran-surat-al-baqarah-ayat-28.html>. Diakses tanggal 2 Desember 2020.

- Mastur, Syafaruddin & M. Syakir. 2015. Peran dan pengelolaan hara nitrogen pada tanaman tebu untuk peningkatan produktivitas tebu. *Perspektif* 14(2): 73-86.
- Minarsih, H., Suharyo, I. Riyadi & D. Ratnadewi. 2016. Pengaruh jumlah subkultur dan media suboptimal terhadap pertumbuhan dan kemampuan regenerasi kalus tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Menara Perkebunan* 84(1): 28-40.
- Moe, L.A. 2013. Amino acids in the rhizosphere: From plants to microbes. *American Journal of Botany*. 100(9): 1-14.
- Mulyaningrum, S.R.H., H. Nursyam, Y. Risjani & A. Parenrengi. 2012. Regenerasi filamen kalus rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dengan formulasi zat pengatur tumbuh yang berbeda. *Jurnal Penelitian Perikanan*. 1(1): 52-60.
- Nair, A.J. 2008. **Introduction to biotechnology and genetic engineering**. Infinity Science Press LLC: Hingham.
- Narayanswamy, S. 2007. **Tissue nutrition - growth hormones. plant cell and tissue culture**. Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd: New Delhi.
- Naz, S., F. Aslam, S. Ilyas, K. Shahzadi & A. Tariq. 2012. In vitro propagation of tuberose (*Polianthes tuberosa*). *Journal of Medicinal Plants Research*. 6(24): 269-277.
- Nurmaningrum, D., Y. Nurchayati & N. Setiari. 2017. Mikropropagasi tunas alfalfa (*Medicago sativa* L.) pada kombinasi benzil amino purin (BAP) dan thidiazuron (TDZ). *Buletin Anatomi dan Fisiologi* 2(2): 211.
- Nursandi. 2002. **Kultur jaringan tanaman**. UMM Press: Malang.
- Panjaitan, LRH., J. Ginting & Haryati. 2014. Respons pertumbuhan berbagai ukuran diameter batang stek bugenvil (*Bougainvillea spectabilis* Willd.) terhadap pemberian zat pengatur tumbuh. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 2(4): 1384-1390.
- Perchlik, M. & M. Tegeder. 2018. Leaf amino acid supply affects photosynthetic and plant nitrogen use efficiency under nitrogen stress. *Plant Physiol*. 178(1): 174-188.
- Pratelli, R. & G. Pilot. 2014. Regulation of amino acid metabolic enzymes and transporters in plants. *Plant of Experimental Botany*. 65(19): 5535-5556.
- Prihatini, R. 2017. Pemanfaatan air kelapa untuk meningkatkan pertumbuhan akar stek tunas aksilar *Andrographis paniculata* nees. *Eksakta* 18(2): 62-68.

- PubChem. 2020. Structure 2D Thidiazuron. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Thidiazuron#section=2DStructure>. Diakses tanggal 16 Desember 2020.
- Pujiasmanto, B. 2020. **Peran dan manfaat hormon tumbuhan: contoh kasus paclobutrazol untuk penyimpanan benih**. Yayasan Kita Menulis: Medan.
- Purwanto, A. 2014. Pembuatan brem padat dari umbi porang (*Amorphophallus oncophyllus* Prain. *Widya Warta*. 38(1): 16-28.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Porang Indonesia. 2013. **Budidaya dan pengembangan porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) sebagai salah satu potensi bahan baku lokal**. Universitas Brawijaya. Malang. [Modul].
- Ramesh, Y. & V. Ramassamy. 2014. Effect of gelling agents in in vitro multiplication of banana var. Poovan. *Int. J. Advanced. Bio. Research*. 4(3): 308-311.
- Retno, M. 2017. **Dasar - dasar kultur jaringan tumbuhan**. UB Press: Malang.
- Rofik, K., R. Setiahadi, I.R. Puspitawati & M. Lukito. 2017. Potensi produksi tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) di kelompok tani mpsdh wono lestari Desa Padas Kecamatan Dagangan Kabupaten Madiun. *J Agri-Tek*. 17(2): 53-65.
- Rossidy, I. 2008. **Fenomena flora dan fauna dalam perspektif al-qur'an**. UIN Malang Press: Malang.
- Rusmin, D. 2016. **Peningkatan produksi dan mutu rimpang benih jahe putih besar melalui pendekatan pola pertumbuhan dan keseimbangan hormonal dengan aplikasi paclobutrazol**. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Disertasi.
- Saefas, S.A., S. Rosniawaty & Y. Maxiselly. 2017. Pengaruh konsentrasi zat pengatur tumbuh alami dan sintetik terhadap pertumbuhan tanaman teh (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) klon GMB7 setelah centering. *Jurnal Kultivasi* 16(2): 368-372.
- Sakalani, K., S. Singh, V.K. Purohit, P. Prasad. & A.R. Nautiyal. 2015. In vitro propagation of Rudraksha (*Elaeocarpus sphaericus* (Gaertn.) K. Schum): a biotechnological approach for conservation. *Physiol. Mol. Biol. Plants*. 21(4): 611-615.
- Santosa, E., A.P. Lontoh, A. Kurniawati, M. Sari & N. Sugiyama. 2016. Flower development and its implication for seed production on *Amorphophallus muelleri* Blume (Araceae). *J. Hort. Indonesia* 7(2): 65-74.

- Saputra, R. A., R. Mastuti, dan A. Roosdiana. 2010. **Kandungan asam oksalat terlarut dan tidak terlarut pada umbi 2 varian porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) di KPH Saradan, Madiun, Jawa Timur pada siklus pertumbuhan ketiga.** Universitas Brawijaya. Malang. Skripsi.
- Sari, R. & Suhartati. 2015. Tumbuhan porang: prospek budidaya sebagai salah satu sistem agroforestry. *Info Teknis EBONI*. 12(2): 97-110.
- Shihab, M.Q. 2002. **Tafsir al-misbah. pesan, kesan dan keserasian al-qur'an. Vol.4.** Penerbit Lentera Hati: Jakarta.
- Shofiyani, A. & N. Damajanti. 2015. Pengembangan metode sterilisasi pada berbagai eksplan guna meningkatkan keberhasilan kultur kalus kencur (*Kaemferia galanga* L). *AGRITECH*. 17(1): 55-64.
- Siregar, L.A.M., C.L. Keng. & B.P. Lim. 2010. Pengaruh kasein hidrolisat dan intensitas cahaya terhadap produksi biomassa dan alkaloid canthinone di dalam kultur suspensi sel pasak bumi (*Eurycoma longifolia* Jack). *Makara Sains* 14(1): 21-26.
- Sobir & M. Syukur. 2015. **Genetika tanaman.** IPB Press: Bogor.
- Sucandra, A. F. Silvina & A. E. Yulia. Uji pemberian beberapa konsentrasi glisin pada media *vacin and went* (VW) terhadap pertumbuhan plantlet anggrek (*Dendrobium* sp.) secara *in vitro*. *Jom. Faperta*. 2(1).
- Suhentaka, S. & Sobir. 2010. Pengaruh kosentrasi BA dan NAA pada tahap secara *in vitro* keberhasilan aklimatisasi nenas (*Ananas comosus* (1) Merr). Makalah Seminar Depertemen Agronomi dan Hortikultura. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Suliansyah, I. 2013. **Kultur jaringan tanaman.** Leutrika Prio: Yogyakarta.
- Sumarwoto & Maryana. 2011. Pertumbuhan bulbil iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume) berbagai ukuran pada beberapa jenis media tanam. *Jurnal Ilmu Kehutanan* 2(2): 91-97.
- Sumarwoto. 2005. Iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume), deskripsi dan sifat-sifat lainnya. *Biodiversitas* 6(3): 185-190.
- Supriati, Y. 2016. Keanekaragaman iles-iles (*Amorphophallus* spp.) dan potensinya untuk industri pangan fungsional, kosmetik, dan bioetanol. *Jurnal Litbang Pertanian*. 35(2): 69-80.
- Swandra, E., M. Idris & N.W. Surya. 2012. Multiplikasi tunas andalas (*Morus macroura* Miq. var. *macroura*) dengan menggunakan thidiazuron dan sumber eksplan berbeda secara *in vitro*. *J. Bio. UA*. 1(1): 63-68.

- Syafii, M., K. Badami & F. Nursandi. 2013. Pengaruh Indol-3-Butiric-Acid dan thidiazuron terhadap multiplikasi tunas nenas (*Ananas comosus* (L.) Merr) CV Smooth Cayyene secara *in vitro*. *Jurnal Rekayasa* 6(1): 6-14.
- Syaikh, A.B.M. 1994. **Lubaabut tafsir min Ibni Katsiir**. Mu-assasah Daar al-Hilaal: Kairo.
- Taiz L & E. Zeiger 2010. **Plant physiology. 3rd Edition**. Sinauer Associates: Massachusetts. 623.
- Tim Dosen Faperta UGM & Yuwono, T. 2020. **Pembangunan pertanian. Edisi 1**. Lili Publisher: Yogyakarta.
- Trigiano, R.N. & D.J. Grey. 2011. **Plant tissue culture, development, and biotechnology**. CRC Press: Sanfransico.
- Trisnawan, A.S. 2015. **Pengaruh pemberian zat pengatur tumbuh pada pematangan dormansi mata tunas tanaman jeruk (*Citrus* sp.) hasil okulasi**. Program Sarjana. Universitas Brawijaya. Malang. Skripsi.
- Tuhuteru, S., M.L. Hehanussa & S.H.T. Raharjo. 2012. Pertumbuhan dan perkembangan anggrek *Dendrobium anosmum* pada media kultur *in vitro* dengan beberapa konsentrasi air kelapa. *Agrologia*. 1(1): 1-12.
- Waluyo, E.B. 2011. Keanekaragaman hayati untuk pangan. Makalah Konggres Ilmu Pengetahuan Nasional X. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Wang, J., B. Wu, K. Lu, Q. Wei, J. Qian, Y. Chen & Z. Fang. 2019. The amino acid permease 5 (OsAAP5) regulates tiller number and grain yield in rice. *Plant Physiol*. 180: 1031–1045.
- Wardani, R.K. & P. Handrianto. 2019. Analisis kadar kalsium oksalat pada tepung porang setelah perlakuan perendaman dalam larutan asam (analisis dengan metode titrasi permanganometri). *JRT*. 5(2): 144-153.
- Watanabe, M., S. Balazadeh, T. Tohge, A. Erban, P. Giavalisco, J. Kopka, B. Mueller-Roeber, A.R. Fernie & R. Hoefgen. 2013. Comprehensive dissection of spatiotemporal metabolic shifts in primary, secondary, and lipid metabolism during developmental senescence in arabidopsis. *Plant Physiol*. 162: 1290–1310.
- Widari, N.S. & R. Agung. 2018. Penurunan kadar kalsium oksalat pada umbi porang (*Amorphophallus oncophillus*) dengan proses pemanasan dalam larutan NaCl. *Jurnal Teknik Kimia* 13(1): 1-4.
- Widiastoety, D. & Nurmalinda. 2010. Pengaruh suplemen nonsintetik terhadap pertumbuhan planlet anggrek vanda. *J. Hort*. 20:60-66.

- Widiastoety, D. 2001. Penambahan persenyawaan organik kompleks dalam media kultur *in vitro* pada anggrek. *Seminar Ilmiah Pada East Java Orchid Show. Purwodadi*, 26-31 Mei 2001.
- Wijayani, Y., Sholichatun & W. Mudyantini. 2007. Pertumbuhan tunas dan struktur anatomi *protocorm like body* anggrek *Grammatophyllum scriptum* (Lindl.) Bl. dengan pemberian kinetin dan NAA. *Bioteknologi*. 4(2): 33-40.
- Wijayanti, N. 2013. **Potensi muelleri glukomanan dari porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) sebagai prebiotik dan anti konstipasi pada tikus sprague dawley**. Universitas Brawijaya. Malang. Tesis.
- Yang, H., S. Postel, B. Kemmerling & U. Ludewig. 2014. Altered growth and improved resistance of *Arabidopsis* against *Pseudomonas syringae* by overexpression of the basic amino acid transporter AtCAT1. *Plant Cell Environ.* 37: 1404-1414.
- Yuliarti, N. 2010. **Kultur jaringan tanaman skala rumah tangga**. ANDI: Yogyakarta.
- Yuniwati, I., D.R. Pamuji & E. Trianasari. 2020. Pengolahan umbi porang menjadi tepung porang sebagai upaya peningkatan penghasilan kelompok tani desa kembiritan kecamatan genteng pasca pandemi Covid19. *SENTRINOV. Ke-6*. 6(3): 104-111.
- Zeier, J. 2013. New insights into the regulation of plant immunity by amino acid metabolic pathways. *Plant Cell Environ.* 36: 2085-2103.
- Zulkarnain. 2009. **Kultur jaringan tanaman; solusi perbanyakan tanaman budidaya**. Bumi Aksara: Jakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Hasil Pengamatan

1. Parameter Hari Muncul Tunas

NO	Perlakuan (mg/l)		Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
	TDZ	HK	1	2	3		
1.	0	0	14	15	16	45	15
2.	0	50	15	14	16	45	15
3.	0	100	13	15	14	42	14
4.	0	150	12	13	11	36	12
5.	0	200	13	12	14	39	13
6.	0,2	0	16	15	14	45	15
7.	0,2	50	15	14	13	42	14
8.	0,2	100	11	12	10	33	11
9.	0,2	150	10	9	11	30	10
10.	0,2	200	14	12	10	36	12
11.	0,4	0	14	12	13	39	13
12.	0,4	50	10	8	9	27	9
13.	0,4	100	8	7	9	24	8
14.	0,4	150	7	8	6	21	7
15.	0,4	200	9	10	8	27	9
16.	0,6	0	10	11	9	30	10
17.	0,6	50	7	5	6	18	6
18.	0,6	100	6	4	7	17	5.666667
19.	0,6	150	5	4	6	15	5
20.	0,6	200	7	6	8	21	7
21.	0,8	0	11	13	12	36	12
22.	0,8	50	9	10	12	31	10.333333
23.	0,8	100	8	9	13	30	10
24.	0,8	150	8	9	10	27	9
25.	0,8	200	4	7	5	16	5.333333

2. Parameter Jumlah Tunas

NO	Perlakuan (mg/l)		Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
	TDZ	HK	1	2	3		
1.	0	0	6	4	5	15	5
2.	0	50	5	7	6	18	6
3.	0	100	7	4	7	18	6
4.	0	150	7	6	8	21	7
5.	0	200	7	6	6	19	6.333333
6.	0,2	0	5	10	9	24	8
7.	0,2	50	8	8	8	24	8
8.	0,2	100	8	8	8	24	8
9.	0,2	150	12	12	15	39	13
10.	0,2	200	8	8	9	25	8.333333

11.	0,4	0	8	8	5	21	7
12.	0,4	50	14	14	14	42	14
13.	0,4	100	14	14	17	45	15
14.	0,4	150	19	18	20	57	19
15.	0,4	200	11	13	12	36	12
16.	0,6	0	7	10	7	24	8
17.	0,6	50	12	9	9	30	10
18.	0,6	100	10	12	11	33	11
19.	0,6	150	10	14	12	36	12
20.	0,6	200	10	12	11	33	11
21.	0,8	0	8	8	5	21	7
22.	0,8	50	7	6	8	21	7
23.	0,8	100	8	9	7	24	8
24.	0,8	150	11	11	10	32	10.66667
25.	0,8	200	12	9	9	30	10

3. Parameter Tinggi Tunas

NO	Perlakuan (mg/l)		Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
	TDZ	HK	1	2	3		
1.	0	0	0.29	0.39	0.37	1.05	0.35
2.	0	50	0.39	0.32	0.43	1.14	0.38
3.	0	100	0.39	0.59	0.49	1.47	0.49
4.	0	150	0.27	0.23	0.31	0.81	0.27
5.	0	200	0.23	0.24	0.28	0.75	0.25
6.	0,2	0	0.39	0.24	0.33	0.96	0.32
7.	0,2	50	0.39	0.57	0.42	1.38	0.46
8.	0,2	100	0.54	0.48	0.51	1.53	0.51
9.	0,2	150	0.29	0.21	0.19	0.69	0.23
10.	0,2	200	0.31	0.27	0.26	0.84	0.28
11.	0,4	0	0.33	0.23	0.25	0.81	0.27
12.	0,4	50	0.23	0.37	0.24	0.84	0.28
13.	0,4	100	0.33	0.35	0.25	0.93	0.31
14.	0,4	150	0.32	0.26	0.23	0.81	0.27
15.	0,4	200	0.21	0.22	0.26	0.69	0.23
16.	0,6	0	0.21	0.19	0.17	0.57	0.19
17.	0,6	50	0.29	0.21	0.19	0.69	0.23
18.	0,6	100	0.21	0.28	0.26	0.75	0.25
19.	0,6	150	0.18	0.22	0.17	0.57	0.19
20.	0,6	200	0.18	0.19	0.17	0.54	0.18
21.	0,8	0	0.13	0.14	0.21	0.48	0.16
22.	0,8	50	0.16	0.17	0.21	0.54	0.18
23.	0,8	100	0.27	0.22	0.17	0.66	0.22
24.	0,8	150	0.12	0.11	0.22	0.45	0.15
25.	0,8	200	0.15	0.12	0.12	0.39	0.13

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

1. Hari Muncul Tunas

A. TDZ

ANOVA

HMT	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	475.813	4	118.953	26.541	.000
Within Groups	313.733	70	4.482		
Total	789.547	74			

HMT

Duncan

TDZ	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0,6 mg/l	15	6.7333		
0,4 mg/l	15		9.2000	
0,8 mg/l	15		9.3333	
0,2 mg/l	15			12.3333
0 mg/l	15			13.8667
Sig.		1.000	.864	.051

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

B. Hidrolisat Kasein

ANOVA

HMT	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	171.013	4	42.753	4.838	.002
Within Groups	618.533	70	8.836		
Total	789.547	74			

HMT

Duncan

HK	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
150 mg/l	15	8.6000	
200 mg/l	15	9.3333	
100 mg/l	15	9.7333	
50 mg/l	15	10.8667	10.8667
0 mg/l	15		12.9333
Sig.		.059	.061

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

C. TDZ & Hidrolisat Kasein

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:HMT

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	724.213 ^a	24	30.176	23.094	.000
Intercept	7946.453	1	7946.453	6.081E3	.000
TDZ	475.813	4	118.953	91.036	.000
HK	171.013	4	42.753	32.719	.000
TDZ * HK	77.387	16	4.837	3.702	.000
Error	65.333	50	1.307		
Total	8736.000	75			
Corrected Total	789.547	74			

a. R Squared = .917 (Adjusted R Squared = .878)

HMT

Duncan

KOMBINASI	N	Subset for alpha = 0.05								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Z3A3	3	5.0000								
Z4A4	3	5.3333								
Z3A2	3	5.6667								
Z3A1	3	6.0000	6.0000							
Z2A3	3	7.0000	7.0000	7.0000						
Z3A4	3	7.0000	7.0000	7.0000						
Z2A2	3		8.0000	8.0000	8.0000					
Z2A1	3			9.0000	9.0000	9.0000				
Z2A4	3			9.0000	9.0000	9.0000				
Z4A3	3			9.0000	9.0000	9.0000				
Z1A3	3				10.0000	10.0000	10.0000			
Z3A0	3				10.0000	10.0000	10.0000			
Z4A2	3				10.0000	10.0000	10.0000			
Z4A1	3					10.3333	10.3333			
Z1A2	3					11.0000	11.0000	11.0000		
Z0A3	3						12.0000	12.0000	12.0000	
Z1A4	3						12.0000	12.0000	12.0000	
Z4A0	3						12.0000	12.0000	12.0000	
Z2A0	3							13.0000	13.0000	13.0000
Z0A4	3								13.3333	13.3333
Z0A2	3								14.0000	14.0000
Z1A1	3								14.0000	14.0000
Z1A0	3									14.6667
Z0A0	3									15.0000
Z0A1	3									15.0000
Sig.		.064	.054	.064	.068	.071	.071	.060	.068	.068

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

2. Jumlah Tunas

A. TDZ

ANOVA

JUMLAH TUNAS	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	535.387	4	133.847	27.918	.000
Within Groups	335.600	70	4.794		
Total	870.987	74			

JUMLAH TUNAS

Duncan

TDZ	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0 mg/l	15	6.0667			
0,8 mg/l	15		8.5333		
0,2 mg/l	15		9.0667	9.0667	
0,6 mg/l	15			10.4000	
0,4 mg/l	15				14.2000
Sig.		1.000	.507	.100	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

B. Hidrolisat Kasein

ANOVA

JUMLAH TUNAS	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	165.920	4	41.480	4.118	.005
Within Groups	705.067	70	10.072		
Total	870.987	74			

JUMLAH TUNAS

Duncan

HK	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0 mg/l	15	7.8000	
50 mg/l	15	9.0000	
200 mg/l	15	9.5333	
100 mg/l	15	9.6000	
150 mg/l	15		12.3333
Sig.		.162	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

C. TDZ & Hidrolisat Kasein

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:JUMLAH TUNAS

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	778.987 ^a	24	32.458	17.640	.000
Intercept	6989.013	1	6989.013	3.798E3	.000
TDZ	535.387	4	133.847	72.743	.000
HK	165.920	4	41.480	22.543	.000
TDZ * HK	77.680	16	4.855	2.639	.005
Error	92.000	50	1.840		
Total	7860.000	75			
Corrected Total	870.987	74			

a. R Squared = .894 (Adjusted R Squared = .844)

JUMLAH TUNAS

Duncan

KOMBINASI	N	Subset for alpha = 0.05								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Z0A0	3	5.0000								
Z0A1	3	6.0000	6.0000							
Z0A2	3	6.0000	6.0000							
Z0A4	3	6.3333	6.3333							
Z0A3	3	7.0000	7.0000							
Z4A0	3	7.0000	7.0000							
Z4A1	3	7.0000	7.0000							
Z1A0	3		8.0000	8.0000						
Z1A1	3		8.0000	8.0000						
Z1A2	3		8.0000	8.0000						
Z3A0	3		8.0000	8.0000						
Z4A2	3		8.0000	8.0000						
Z1A4	3		8.3333	8.3333	8.3333					
Z3A1	3			10.0000	10.0000	10.0000				
Z4A4	3			10.0000	10.0000	10.0000				
Z4A3	3				10.6667	10.6667	10.6667			
Z2A0	3					11.0000	11.0000			
Z3A2	3					11.0000	11.0000			
Z3A4	3					11.0000	11.0000			
Z2A4	3					12.0000	12.0000	12.0000		
Z3A3	3					12.0000	12.0000	12.0000		
Z1A3	3						13.0000	13.0000	13.0000	
Z2A1	3							14.0000	14.0000	
Z2A2	3								15.0000	
Z2A3	3									19.0000
Sig.		.125	.084	.129	.058	.129	.073	.105	.093	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

3. Tinggi Tunas

A. TDZ

ANOVA

TINGGI TUNAS	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.426	4	.107	16.556	.000
Within Groups	.451	70	.006		
Total	.877	74			

TINGGI TUNAS

Duncan

TDZ	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0,8 mg/l	15	.1680		
0,6 mg/l	15	.2080		
0,4 mg/l	15		.2720	
0 mg/l	15			.3480
0,2 mg/l	15			.3600
Sig.		.177	1.000	.683

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

B. Hidrolisat Kasein

ANOVA

TINGGI TUNAS	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.214	4	.054	5.648	.001
Within Groups	.663	70	.009		
Total	.877	74			

TINGGI TUNAS

Duncan

HK	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
200 mg/l	15	.2140		
150 mg/l	15	.2220		
0 mg/l	15	.2580	.2580	
50 mg/l	15		.3060	.3060
100 mg/l	15			.3560
Sig.		.248	.181	.164

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

C. TDZ & Hidrolisat Kasein

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:TINGGI TUNAS

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.744 ^a	24	.031	11.657	.000
Intercept	5.516	1	5.516	2.074E3	.000
TDZ	.426	4	.107	40.078	.000
HK	.214	4	.054	20.116	.000
TDZ * HK	.104	16	.006	2.437	.008
Error	.133	50	.003		
Total	6.393	75			
Corrected Total	.877	74			

a. R Squared = .848 (Adjusted R Squared = .776)

TINGGI TUNAS

Duncan		Subset for alpha = 0.05							
KOMBINASI	N	1	2	3	4	5	6	7	8
Z4A4	3	.1300							
Z4A3	3	.1500	.1500						
Z4A0	3	.1600	.1600						
Z3A4	3	.1800	.1800	.1800					
Z4A1	3	.1800	.1800	.1800					
Z3A0	3	.1900	.1900	.1900					
Z3A3	3	.1900	.1900	.1900					
Z4A2	3	.2200	.2200	.2200	.2200				
Z1A3	3	.2300	.2300	.2300	.2300				
Z2A4	3	.2300	.2300	.2300	.2300				
Z3A1	3	.2300	.2300	.2300	.2300				
Z0A4	3		.2500	.2500	.2500				
Z3A2	3		.2500	.2500	.2500				
Z0A3	3			.2700	.2700	.2700			
Z2A0	3			.2700	.2700	.2700			
Z2A3	3			.2700	.2700	.2700			
Z2A1	3			.2800	.2800	.2800			
Z1A4	3			.2800	.2800	.2800			
Z2A2	3				.3100	.3100	.3100		
Z1A0	3				.3200	.3200	.3200		
Z0A0	3					.3500	.3500		
Z0A1	3						.3800	.3800	
Z1A1	3							.4600	.4600
Z0A2	3								.4900
Z1A2	3								.5100
Sig.		.050	.052	.055	.053	.110	.136	.063	.269

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 3. Perhitungan Komposisi Media

1. Media

Perhitungan bahan pembuatan media adalah sebagai berikut:

$$1. \text{ Agar} = 8 \text{ gram/l} = \frac{8 \text{ g}}{1000 \text{ ml}} = \frac{0,8 \text{ mg}}{100 \text{ ml}}$$

$$2. \text{ Media MS} = 4,43 \text{ gram/l} = \frac{4,43 \text{ g}}{1000 \text{ ml}} = \frac{0,443 \text{ g}}{100 \text{ ml}}$$

$$3. \text{ Gula} = 3 \text{ gram/l} = \frac{30 \text{ g}}{1000 \text{ ml}} = \frac{3 \text{ g}}{100 \text{ ml}}$$

Lampiran 4. Perhitungan Larutan Stok

1. TDZ

Perhitungan Pembuatan Larutan Stok TDZ 100 ppm dalam 100 ml aquades adalah sebagai berikut:

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

Perhitungan Pengambilan Larutan Stok

1. Konsentrasi 0,2 mg/l
 $M_1 \times V_1 = M_2 \times M_2$
 $100 \text{ ppm} \times V_1 = 0,2 \times 10$
 $V_1 = \frac{2}{100} = 0,02 \mu\text{l}$

2. Konsentrasi 0,4 mg/l
 $M_1 \times V_1 = M_2 \times M_2$
 $100 \text{ ppm} \times V_1 = 0,4 \times 10$
 $V_1 = \frac{4}{100} = 0,04 \mu\text{l}$

3. Konsentrasi 0,6 mg/l
 $M_1 \times V_1 = M_2 \times M_2$
 $100 \text{ ppm} \times V_1 = 0,6 \times 10$
 $V_1 = \frac{6}{100} = 0,06 \mu\text{l}$

4. Konsentrasi 0,8 mg/l
 $M_1 \times V_1 = M_2 \times M_2$
 $100 \text{ ppm} \times V_1 = 0,8 \times 10$
 $V_1 = \frac{8}{100} = 0,08 \mu\text{l}$

2. Hidrolisat Kasein

Perhitungan Pembuatan Larutan Stok hidrolisat kasein 250 ppm dalam 250 ml aquades adalah sebagai berikut:

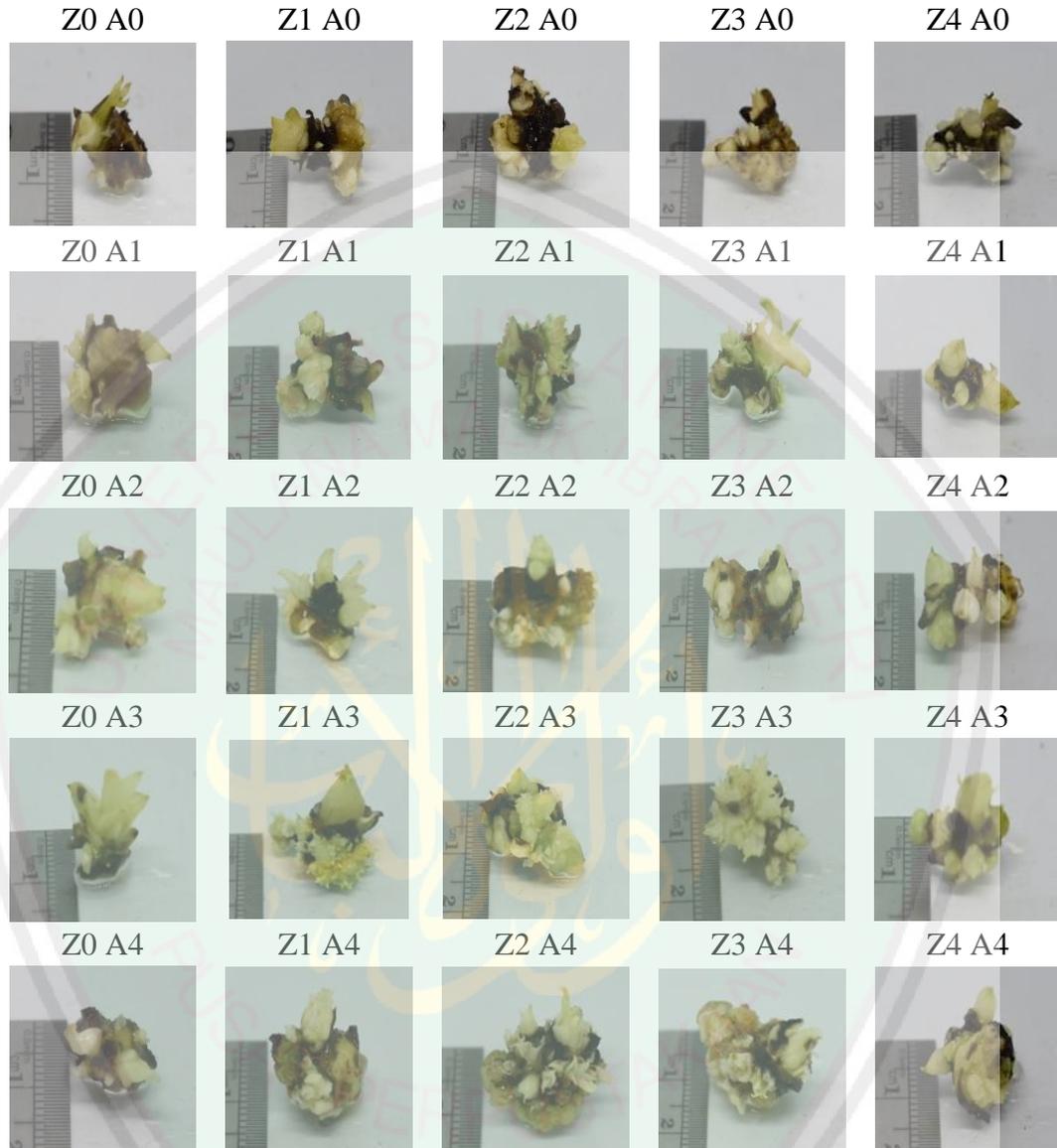
$$\text{Larutan stok hidrolisat kasein 250 ppm dalam 250 ml} = \frac{2500 \text{ mg}}{25 \text{ L}} = \frac{250 \text{ mg}}{2500} = \frac{50 \text{ mg}}{250}$$

Pengambilan hidrolisat kasein untuk membuat media perlakuan

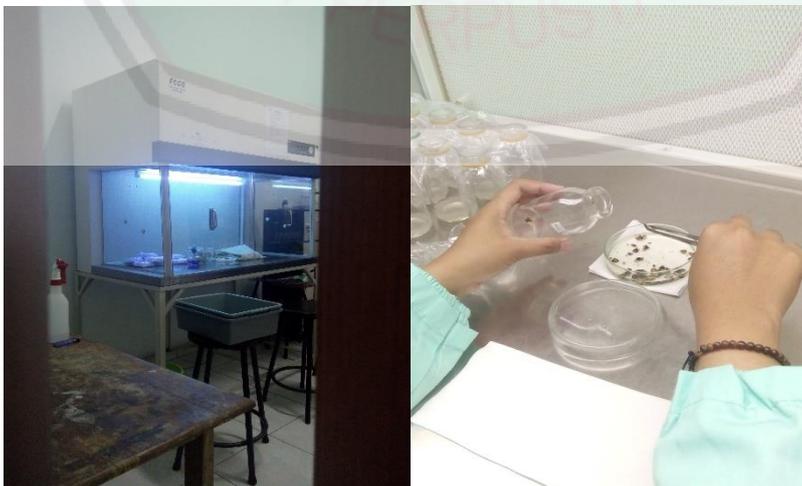
Konsentrasi (mg/l)	Hidrolisat Kasein (ml)	Aquades (ml)
0	0	100
50	25	75
100	50	50
150	75	25
200	100	0

Lampiran 5. Gambar Hasil Pengamatan

Gambar Hasil Pengamatan



Lampiran 6. Foto Kegiatan







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

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Nanda Rahma Maulidina
NIM : 16620052
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Ganjil TA. 2020/2021.
Pembimbing : Ruri Siti Resmisari, M. Si
Judul Skripsi : Pengaruh Pemberian Thidiazuron (TDZ) dan Hidrolisat Kasein Terhadap Subkultur Multiplikasi Tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Secara *In Vitro*

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	27 November 2019	Penentuan Topik Penelitian	
2.	13 Desember 2019	Uji Pendahuluan	
3.	26 Desember 2019	Konsultasi Bab I	
4.	27 Desember 2019	Revisi BAB I	
5.	07 Januari 2020	Revisi BAB I	
6.	21 Januari 2020	Pembaruan BAB I (Ganti Judul)	
7.	28 Januari 2020	Konsultasi BAB I-III	
8.	7 Februari 2020	Revisi BAB I-III	
9.	4 Maret 2020	Uji Pendahuluan	
10.	13 November 2020	Konsultasi Data	
11.	3 Desember 2020	Konsultasi BAB I-V	
12.	4 Desember 2020	ACC Skripsi	

Pembimbing skripsi

Ruri Siti Resmisari, M.Si
NIDT. 19790123201608012063

Malang, 7 Desember 2020

Ketua Program Studi

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 (0341) 558933, Fax. (0341) 558933

KARTU KONSULTASI AGAMA SKRIPSI

Nama : Nanda Rahma Maulidina
NIM : 16620052
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Ganjil TA. 2020/2021.
Pembimbing : Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I
Judul Skripsi : Pengaruh Pemberian Thidiazuron (TDZ) dan Hidrolisat Kasein Terhadap Subkultur Multiplikasi Tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Secara *In Vitro*

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	6 Februari 2020	Integrasi Bab I & II	
2.	13 Februari 2020	ACC Integrasi Bab I & II	
3.	3 Desember 2020	Integrasi Bab IV	
4.	5 Desember 2020	ACC Integrasi Bab IV	

Pembimbing skripsi

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

Malang, 7 Desember 2020

Ketua Program Studi

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



**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

Form Checklist Plagiasi

Nama : Nanda Rahma Maulidina
NIM : 16620052
Judul : Pengaruh Pemberian Thidiazuron (TDZ) dan Hidrolisat Kasein Terhadap Subkultur Multiplikasi Tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Secara *In Vitro*

No	Tim Checkplagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1.	Azizatur Rohmah, M.Sc	23%	
2.	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3.	Bayu Agung Prahardika, M.Si		

Mengetahui,
Kefua Program Studi Biologi

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