

**INDUKSI KALUS PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume)
MENGUNAKAN 2,4-DICHLOROPHENOXY ACETIC ACID (2,4-D) DAN
BENZYLADENINE (BA) SECARA *IN VITRO***

SKRIPSI

Oleh:

MUNASIYAH

NIM. 15620058



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

**INDUKSI KALUS PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume)
MENGUNAKAN *2,4-DICHLOROPHENOXY ACETIC ACID* (2,4-D) DAN
BENZYLADENINE (BA) SECARA IN VITRO**

SKRIPSI

Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk memenuhi Salah satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Oleh:
MUNASIYAH
NIM. 15620058

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

HALAMAN PERSETUJUAN


INDUKSI KALUS PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume)
MENGUNAKAN 2,4-DICHLOROPHENOXY ACETIC ACID (2,4-D)
DAN BENZYLADENINE (BA) SECARA IN VITRO

SKRIPSI

Oleh:
MUNASIYAH
NIM. 15620058

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji:
Tanggal: 4 Agustus 2021

Dosen Pembimbing I



Ruri Siti Resmisari, M.Si
NIDT.19790123 2016080 1 2063 NIPT. 20142011409

Dosen Pembimbing II



Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I
NIDT.19790123 2016080 1 2063 NIPT. 20142011409



Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi


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

HALAMAN PENGESAHAN

**INDUKSI KALUS PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume)
MENGUNAKAN 2,4-DICHLOROPHENOXY ACETIC ACID
(2,4-D) DAN BENZYLADENINE (BA) SECARA IN VITRO**

SKRIPSI

Oleh:
MUNASIYAH
NIM. 15620058

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

Tanggal: 4 Agustus 2021

Penguji Utama	<u>Dr. Evika Sandi Savitri, M.P</u> NIP. 19741018 200312 2 002	
Ketua Penguji	<u>Suyono, M.P</u> NIP. 19710622 200312 1 002	
Sekretaris Penguji	<u>Ruri Siti Resmisari, M.Si</u> NIDT. 19790123 2016080 1 2063	
Anggota Penguji	<u>Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I</u> NIPT. 20142011409	

Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi



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



HALAMAN PERSEMBAHAN

Kupersembahkan karya yang jauh dari kata sempurna ini untuk ibuku Suparmi tercinta yang selalumendoakan/menemani/mengiri setiap langkahku, untuk bapak Ayatulloh (Alm.) terima kasih sudah mengawasi dari jauh; semoga bapak diberi tempat yang terbaik di sisi Allah, dan untuk mas/mbak/keponakan yang selalu memberikan dorongan semangat serta doa untuk menyelesaikan skripsi ini, terima kasih.

MOTTO

“Gusti Allah mengabulkan doa kita ketika kita siap, bukan ketika kita menginginkannya” –Gus Baha

Don't ever compare your achievement with anyone, there is a layer of privilege and luck on there.

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Munasiyah
NIM : 15620058
Jurusan : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Induksi Kalus Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)
Menggunakan 2,4-Dichlorophenoxy Acetic Acid (2,4-D)
dan Benzyladenine (BA) Secara *In Vitro*

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

Malang, 5 Agustus 2021

Yang membuat pernyataan,



Munasiyah

NIM. 15620058

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

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

Induksi Kalus Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Menggunakan 2,4-Dichlorophenoxy Acetic Acid (2,4-D) dan Benzyladenine (BA) Secara *In Vitro*

Munasiyah, Ruri Siti Resmisari, dan M. Mukhlis Fahrudin

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

ABSTRAK

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) merupakan sumber karbohidrat yang bernilai ekonomi tinggi, salah satu senyawa umbi porang yang memiliki banyak manfaat adalah glukomanan. Dibutuhkannya senyawa glukomanan dalam berbagai bidang industri membuat kebutuhan porang semakin meningkat. Untuk memenuhi permintaan porang sebagai produk diversifikasi pangan maupun produk ekspor, perlu dukungan ketersediaan benih dan budidaya yang memadai. Perbanyakan secara *in vitro* menjadi alternatif dalam pemenuhan bibit porang dengan kualitas yang baik dan dalam jumlah yang melimpah yaitu melalui metode kultur kalus dengan menggunakan zat pengatur tumbuh 2,4-Dichlorophenoxy Acetic Acid (2,4-D) dan Benzyladenine (BA) pada media MS. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh 2,4-D, BA dan kombinasi keduanya terhadap induksi kalus porang (*Amorphophallus muelleri* Blume). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dua faktorial, faktor pertama adalah 2,4-D dengan konsentrasi 0 mg/L, 0,5 mg/L, 1 mg/L, 1,5 mg/L, 2 mg/L dan faktor kedua adalah BA dengan konsentrasi 0 mg/L, 0,5 mg/L, 1 mg/L, 1,5 mg/L, 2 mg/L sebanyak 3 ulangan. Data dianalisis menggunakan *two-way* ANOVA dan uji lanjut menggunakan DMRT 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi 2,4-D 1 mg/L efektif menginduksi kalus dengan rata-rata hari muncul kalus 12,40 HST, persentase pembentukan kalus sebesar 53,40%, dan berat basah sebesar 0,851 mg. Pemberian BA 0,5 mg/L menghasilkan rata-rata persentase pembentukan kalus sebesar 62,20% dan berat basah sebesar 1,038 mg. Kombinasi 1 mg/l 2,4-D dan 0,5 mg/l BA dengan persentase pembentukan kalus sebesar 100% dan berat basah sebesar 2,386667 mg. Kalus berwarna kuning, bertekstur remah, memiliki banyak ruang antar sel dan inti sel yang jelas.

Kata kunci: Induksi kalus, 2,4-Dichlorophenoxy Acetic Acid (2,4-D), Benzyladenine (BA), dan *Amorphophallus muelleri* Blume

***In Vitro* Callus Induction of Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Using
2,4-Dichlorophenoxy Acetic Acid (2,4-D) and Benzyladenine (BA)**

Munasiyah, Ruri Siti Resmisari, dan M. Mukhlis Fahrudin

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

ABSTRACT

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) is a source of carbohydrates with high economic value, one of the compounds of porang tubers that has many benefits is glucomannan. The need for glucomannan compounds in various industrial fields makes the need for porang increase. To meet the demand for porang as a food diversification product or export product, it is necessary to support the availability of adequate seeds and cultivation. In vitro propagation is an alternative in fulfilling porang seeds with good quality and in abundant quantities, namely through the callus culture method using growth regulators 2,4-Dichlorophenoxy Acetic Acid (2,4-D) and Benzyladenine (BA) on media. MS. This study aims to determine the effect of 2,4-D, BA and their combination on callus induction of porang (*Amorphophallus muelleri* Blume). This study used a two-factorial Completely Randomized Design (CRD), the first factor was 2,4-D with a concentration of 0 mg/L, 0.5 mg/L, 1 mg/L, 1.5 mg/L, 2 mg/L and the second factor was BA with a concentration of 0 mg/L, 0.5 mg/L, 1 mg/L, 1.5 mg/L, 2 mg/L with 3 replications. Data were analyzed using two-way ANOVA and further test using DMRT 5%. The results showed that the concentration of 2,4-D 1 mg/L was effective in inducing callus with an average day of callus appearing 12.40 DAT, the percentage of callus formation was 53.40%, and the wet weight was 0.851 mg. Administration of BA 0.5 mg/L resulted in an average percentage of callus formation of 62.20% and wet weight of 1.038 mg. The combination of 1 mg/l 2,4-D and 0.5 mg/l BA with a callus formation percentage of 100% and a wet weight of 2.386667 mg. Callus yellow, crumb texture, has a lot of space between cells and a clear nucleus.

Keywords: Callus induction, 2,4-Dichlorophenoxy Acetic Acid (2,4-D), Benzyladenine (BA), and *Amorphophallus muelleri* Blume

تحريض الكالس لبورانج (*Amorphophallus muelleri* Blume) باستخدام 2،4-

Dichlorophenoxy Acetic Acid (2،4 د) و *Benzyladenine* في المختبر

مونسية، روري ستي ريسميساري، ومجد مخلص فخر الدين

قسم علم الحياة، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج

مستخلص البحث

بورانج (*Amorphophallus muelleri* Blume) هو مصدر للكربوهيدرات ذات قيمة اقتصادية عالية، أحد مركبات درنات البورانج التي لها فوائد عديدة هو الجلوكومانان *glukomanan*. الحاجة إلى مركبات الجلوكومانان في مختلف المجالات الصناعية يجعل الحاجة إلى زيادة بورانج. لتلبية الطلب على بورانج كالمنتج للتنوع الغذائي أو منتج للتصدير، من الضروري دعم توافر البذور المناسبة والزراعة. التكاثر في المختبر هو بديل في تلبية بذور البورانج بجودة جيدة وبكميات وفيرة من خلال طريقة زراعة الكالس باستخدام منظمات النمو 2،4-D *Dichlorophenoxy Acetic Acid* (2،4-د) وبنزيلادينين (BA) على وسائط م س. الهدف من هذا البحث لتحديد تأثير 2،4-د، BA وتوليفتهما على تحريض الكالس لبورانج (*Amorphophallus muelleri* Blume). استخدم هذا البحث تصميمًا عشوائيًا كليًا (RAL) ثنائي العوامل، كان العامل الأول 2،4-د بتركيز 0 مجم/ لتر، 0.5 مجم/ لتر، 1 مجم/ لتر، 1.5 مجم/ لتر، 2 مجم/ لتر والعامل الثاني هو BA بتركيز 0 مجم/ لتر، 0.5 مجم/ لتر، 1 مجم/ لتر، 1.5 مجم/ لتر، 2 مجم/ لتر مع 3 مكررات. تم تحليل البيانات باستخدام ANOVA ثنائي الاتجاه واختبار إضافي باستخدام DMRT 5 في المائة. أظهرت النتائج أن تركيز 2،4-د 1 مجم/ لتر كان فعالاً في إحداث الكالس بمتوسط يوم ظهور الكالس 12.40 HST، وكانت النسبة المئوية لتكوين الكالس 53.40 في المائة، والوزن الرطب 0.851 مجم. اعطاء BA 0،5 مجم/ لتر متوسط نسبة تشكل الكالس 62.20 في المائة ووزن الرطب 1.038 مجم. مزيج من 1 مجم/ لتر 2،4-د و 0.5 مجم/ لتر BA مع نسبة تكوين كالس 100 في المائة ووزن الرطب 2.386667 مجم. الكالس الأصفر، نسيج الفتات، به مساحة كبيرة بين الخلايا ونواة واضحة.

الكلمات المفتاحية: تحريض الكالس، 2،4- *Dichlorophenoxy Acetic Acid* (2،4 د)،

Benzyladenine (BA) و *Amorphophallus muelleri* Blume

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb. Puji syukur penulis ucapkan kepada kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan berkat, rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam tetap tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini, kepada:

1. Prof. Dr. H. Zainuddin, M.A selaku Rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri M.P selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ruri Siti Resmisari M.Si dan Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I selaku pembimbing skripsi yang telah banyak memberikan support dan arahan selama melaksanakan penelitian dan penulisan skripsi.
5. Dr. Evika Sandi Savitri M.P dan Suyono M.P selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan masukan dalam penulisan skripsi.
6. Ir. Liliek Harianie AR, M.P selaku dosen wali yang telah memberikan dukungan dan semangat.
7. Seluruh dosen dan laboran di Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
8. Keluarga besar Ayatulloh yang senantiasa memberikan doa dan support kepada penulis dan teman-teman Genetist 2015 Biologi (terkhusus Gen-D) UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan penulis berharap semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi pembaca. *Wassalamualaikum Wr. Wb.*

Malang, 1 Agustus 2021

Penulis

2.3.2	Sterilisasi.....	18
2.3.3	Eksplan.....	19
2.3.4	Media Kultur	19
2.3.5	Faktor Lingkungan	20
2.4	Kultur Kalus	20
2.4.1	Deskripsi Kultur kalus.....	20
2.4.2	Tekstur Kalus	20
2.4.3	Warna Kalus	21
2.4.4	Anatomi Kalus	21
2.5	Zat Pengatur Tumbuh.....	22
2.5.1	2,4-D (<i>2,4-diclorophenoxy acetic acid</i>) dan Pengaruhnya Terhadap Kultur kalus	22
2.5.2	BA (<i>6-Benzyladenine</i>) dan Pengaruhnya Terhadap Kultur kalus.....	23
2.5.3	Interaksi Auksin dan Sitokinin Terhadap Pertumbuhan Kalus.....	23
BAB III METODE PENELITIAN.....		25
3.1	Rancangan Percobaan	25
3.2	Waktu dan Tempat.....	25
3.3	Alat dan Bahan	25
3.3.1	Alat	25
3.3.2	Bahan.....	26
3.4	Prosedur Penelitian	26
3.4.1	Sterilisasi Alat	26
3.4.2	Pembuatan Media Perlakuan.....	26
3.4.3	Sterilisasi Ruang Inisiasi.....	27
3.4.4	Induksi Kalus.....	27
3.5	Teknik Pengambilan Data.....	27
3.6	Analisa Data	28
3.7	Desain Penelitian	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		30
4.1	Pengaruh Pemberian Berbagai Konsentrasi 2,4-D pada Media Dasar MS terhadap Pertumbuhan Kalus Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume)	30

4.2	Pengaruh Pemberian Berbagai Konsentrasi BA pada Media Dasar MS terhadap Pertumbuhan Kalus Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume)	34
4.3	Pengaruh Pemberian Berbagai Perlakuan Kombinasi 2,4-D dan BA pada Media Dasar MS terhadap Pertumbuhan, Morfologi, dan Anatomi Kalus Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume).....	37
4.3.1	Parameter Kuantitatif Kalus Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume)	37
4.3.2	Parameter Kualitatif Kalus Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume)	41
4.4	Kajian Penelitian Dalam Perspektif Islam	49
BAB V PENUTUP		53
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran	53
DAFTAR PUSTAKA		55
LAMPIRAN		64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan kimia umbi porang.....	15
Tabel 3.1 Rancangan Percobaan.....	25
Tabel 4.1 Hasil Anava 2,4-D terhadap induksi kalus porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume).....	30
Tabel 4.2 Hasil uji DMRT 2,4-D terhadap induksi kalus porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume).....	31
Tabel 4.3 Hasil Anava BA terhadap induksi kalus porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume).....	34
Tabel 4.4 Hasil uji DMRT BA terhadap induksi kalus porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume).....	35
Tabel 4.5 Hasil Anava interaksi 2,4-D dan BA terhadap induksi kalus porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume).....	37
Tabel 4.6 Hasil uji DMRT interaksi 2,4-D dan BA terhadap induksi kalus porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume).....	38
Tabel 4.7 Warna dan tekstur kalus porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume).....	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Bagian tanaman porang (a) batang porang, (b) daun porang (Sulistiyo dkk., 2015; dan Sumawoto, 2005).....	14
Gambar 2.2. Bagian tanaman porang (a) umbi porang, (b) bulbil/katak porang (Afifah dkk., 2014).....	14
Gambar 2.3. Bagian Tanaman Porang (a) bunga porang, (b) biji muda porang, dan (c) biji tua porang (Suhartanto dkk., 2018).....	15
Gambar 2.4. Struktur kimia senyawa konjak glukomanan (Luo dkk., 2013).....	16
Gambar 2.5. Interaksi auksin dan sitokinin dalam pertumbuhan dan morfogenesis (George, 2007).....	24

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Permasalahan pangan dewasa ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, meroketnya harga minyak dunia menyebabkan biaya produksi semua produk termasuk komoditas pertanian melonjak (Lastinawati, 2010). Mengandalkan pangan hanya dari konsumsi beras menyebabkan produksi dalam negeri tidak lagi mencukupi kebutuhan masyarakat, maka kebutuhan pangan akan beras perlu dikurangi dengan dikembangkannya upaya diversifikasi pangan sebagai alternatif pangan yang beragam serta bisa memenuhi kecukupan nutrisi dan mutu gizi (Elizabeth, 2011).

Tanaman jenis umbi merupakan pangan lokal yang dapat dijadikan sebagai bahan substitusi beras. Jenis umbi yang dapat dijadikan sebagai bahan pangan diantaranya; ubi kayu, ubi jalar, talas, gadung, porang, garut, dan ganyong (Hatmi and Djaafar, 2014). Sebagaimana dalam pemenuhan kebutuhan manusia, Allah telah menciptakan segala sesuatu di muka bumi untuk digunakan dengan sebaik mungkin, termasuk berbagai macam tumbuhan yang bermanfaat. Allah berfirman dalam Alquran surat Asy-Syu'araa (26) ayat 7:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya: *“Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?”* (QS. Asy-Syu'araa: 7).

Berdasarkan arti ayat di atas, diketahui bahwa Allah STW menciptakan segala sesuatu di muka bumi dengan segala kebaikan. Kata (زَوْجٍ كَرِيمٍ) memiliki arti tumbuh-tumbuhan yang baik. Shihab (2002) dalam buku Tafsir

Al-Misbah menyatakan bahwa dalam kata (tumbuh-tumbuhan yang baik) terdapat ajakan kepada manusia untuk melihat dan memanfaatkan potensi yang telah Allah sediakan di muka bumi. Adapun menurut Az-Zuhaili (2013) dalam Tafsir Al-Wasith, tumbuh-tumbuhan yang baik adalah berbagai macam jenis tanaman dan buah-buahan yang memiliki kesempurnaan dan terdapat banyak manfaat di dalamnya, salah satunya porang.

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) adalah anggota keluarga Araceae, genus *Amorphophallus*; satu dari 27 jenis *Amorphophallus* yang ada di Indonesia (Rosidiani dkk., 2013; dan Harijati dan Mastuti, 2014). Tanaman porang merupakan sumber karbohidrat alternatif yang bernilai ekonomi tinggi, salah satu senyawa yang terkandung dalam umbi porang yang memiliki banyak manfaat adalah glukomanan. Umbi porang mengandung senyawa glukomanan dalam kadar tinggi yakni sekitar 55% dibandingkan dengan spesies lain dari genus *Amorphophallus* (Kanlayanarat dkk., 2010; dan Santosa dkk., 2018).

Selain itu secara kimiawi, glukomanan merupakan senyawa polisakarida yang larut dalam air, memiliki ikatan β -1,4 antara unit glukosa dan mannanosa dengan ratio glukosa/mannosa 1:1.64 (Gao dkk., 2008 dan Chua dkk., 2012). Sejumlah kecil senyawa glukomanan larut dalam air dan memberikan sifat yang sangat kental; oleh karena itu banyak digunakan dalam makanan, obat, maupun industri lainnya (Bo dkk., 2013).

Penggunaan glukomanan selain untuk pembuatan konyaku dan sirataki (Korea dan Jepang), dapat disubstitusikan juga dalam produk makanan lokal seperti keripik, biskuit, sosis, dan mie basah (Wahyuni dkk., 2020; Mahirdini

dan Afifah, 2016; Anggraeni dkk., 2014; Faridah dan Widjanarko, 2014). Adapun dalam bidang industri glukomanan digunakan dalam pembuatan bahan isolasi, pita seluloid, dan *edible* film (Li dkk., 2006; Raharjo dkk., 2012). Dalam bidang kesehatan glukomanan dapat digunakan untuk obat penyakit tumor, diabetes mellitus, obesitas, sembelit, dan menurunkan kolesterol dalam darah (Li dkk., 2006; Chua dkk., 2010; dan Chua dkk., 2012). Adapun Bo dkk. (2013) menyatakan bahwa glukomanan yang dikenakan proses sulfatasi memiliki kadar yang tinggi sebagai anti-HIV yakni $EC_{50}=1,4$ g/ml, setara obat AIDS yang digunakan secara klinis, ddC (1,2 g/ml) dan destran sulfat (3,2 g/ml).

Dibutuhkannya senyawa glukomanan dalam berbagai bidang industri membuat porang kemudian dijual dan diolah menjadi produk ekspor yang bernilai tinggi (Dwiyono dkk., 2019). Ekspor porang per periode januari-juli 2020 tercatat sebanyak 14.568 ton dengan nominal keseluruhan sebesar Rp 801,24 miliar (Rahayuningsih, 2020). Sehingga untuk memenuhi permintaan porang yang tinggi perlu dukungan ketersediaan benih dan budidaya yang memadai. Saat ini aspek ketersediaan benih merupakan penghambat utama dalam perluasan tanam. Akibat kelangkaan bibit tersebut, harga biji dan bulbil porang menjadi meningkat (Santosa, 2014).

Tanaman porang adalah tanaman triploid dengan kromosom dasar $x=13$ (Jansen dkk., 1996). Meskipun tanaman porang mampu bereproduksi melalui biji, akan tetapi biji yang dihasilkan adalah biji apomiksis (tidak mengalami rekombinasi genetik, hasil tanaman baru sama dengan induk). Selain itu, tepung sari tanaman porang diproduksi sedikit dan lebih banyak fertile,

sehingga perbaikan genetik dengan teknik hibridisasi kurang efektif (Poerba dkk., 2009). Dengan demikian, perbaikan dan pemenuhan kebutuhan benih porang dapat dilakukan dengan memperbanyak melalui teknik kultur jaringan.

Kultur *in-vitro* merupakan teknik mengisolasi bagian-bagian tanaman (protoplas, sel, jaringan dan organ) mengkulturkannya pada media nutrisi dibawah kondisi lingkungan yang steril (Zulkarnain, 2009). Teknologi kultur *in-vitro* ini bermanfaat untuk memperbanyak tanaman dalam jumlah besar dan dalam waktu yang singkat. Setiap bagian pada tanaman, dapat digunakan dalam kultur *in-vitro* karena setiap sel pada tanaman memiliki kemampuan untuk meregenerasi seluruh tanaman (totipotensi). Salah satu metode dalam kultur *in-vitro* yaitu melalui teknik kultur kalus (Baday, 2018).

Kalus adalah massa sel yang awal mulanya sebagai jaringan penutup luka dimana sel pada awalnya dorman kemudian terdiferensiasi kembali (Rusdianto dan Indrianto, 2012). Manfaat dari kultur kalus dapat menghasilkan bibit lebih banyak, membutuhkan sedikit lahan serta bibit yang dihasilkan bebas dari penyakit (Fauziyyah dkk., 2012). Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan induksi kalus yaitu genotip tanaman, komposisi media yang digunakan, zat pengatur tumbuh (ZPT), sumber eksplan dan keadaan fisiologi sel (Maulidia dan Fanata, 2019).

Keberadaan zat pengatur tumbuh (ZPT) pada media perlakuan berpengaruh terhadap kultur *in-vitro* (Wattimena, 1992; Purnamaningsih, 2006). Auksin (2,4-D) merupakan senyawa herbisida yang dapat menyebabkan pembelahan sel tidak terkendali pada jaringan pembuluh (Edi, 2015). Keunggulan 2,4-D yaitu memiliki sifat stabil, tidak mudah terdegradasi

oleh pemanasan pada proses sterilisasi atau disebabkan enzim-enzim yang dikeluarkan tanaman (Bustami, 2011). Adapun golongan sitokinin yang sering digunakan dalam kultur jaringan adalah BA, hal ini dikarenakan BA mudah diperoleh, lebih efektif dibandingkan jenis sitokinin lainnya, dan mempunyai sifat yang stabil (Indah dan Ermavitalini, 2013).

Beberapa penelitian yang menggunakan kombinasi auksin dan sitokinin dalam kultur porang: Aziz dkk. (2014) dalam penelitiannya, kombinasi 1 mg/l BAP dan 1 mg/l 2,4-D merupakan perlakuan terbaik dalam menginduksi kalus porang dari eksplan umbi menghasilkan rata-rata berat kalus 567 ± 413 mg dan rata-rata lebar eksplan $7,31 \pm 1,70$ mm. Chotigamas dkk. (2009), induksi kalus porang menggunakan ZPT dengan konsentrasi 0,75 mg/l 2,4-D mampu untuk menghasilkan kalus embriogenik sebesar 60%. Sementara Anil dkk. (2012) dalam penelitiannya, potongan umbi dari spesies *Amorphophallus paeoniifolius* var. *campanulatus* (Decne) Sivad. cv. Gajendra yang dikulturkan di media MS dengan konsentrasi ZPT 5 mg/l BA dan 2.5 mg/l NAA menghasilkan kalus embrionik paling optimum yakni sebesar 62,5%. Imelda dkk. (2008), kombinasi 2 mg/l BAP dan 0,2 mg/l NAA merupakan kombinasi terbaik terhadap pembentukan dan perpanjangan tunas dari eksplan tangkai daun porang. Berdasarkan latar belakang di atas, maka dilakukan penelitian pengaruh konsentrasi 2,4 D dan BA untuk memperoleh pertumbuhan dan perkembangan kalus porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dari eksplan tangkai daun (petiol) secara (in vitro) yang optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh pemberian berbagai konsentrasi 2,4-D pada media dasar MS terhadap pertumbuhan kalus Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)?
2. Bagaimana pengaruh pemberian berbagai konsentrasi BA pada media dasar MS terhadap pertumbuhan kalus Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)?
3. Bagaimana pengaruh interaksi 2,4-D dan BA pada media dasar MS terhadap pertumbuhan, morfologi, dan anatomi kalus Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh pemberian berbagai konsentrasi 2,4-D pada media dasar MS terhadap pertumbuhan kalus Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).
2. Mengetahui pengaruh pemberian berbagai konsentrasi BA pada media dasar MS terhadap pertumbuhan kalus Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).
3. Mengetahui pengaruh interaksi 2,4-D dan BA pada media dasar MS terhadap pertumbuhan, morfologi, dan anatomi kalus Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian pada penelitian ini:

1. Terdapat pengaruh pemberian berbagai konsentrasi 2,4-D pada media dasar MS terhadap pertumbuhan kalus Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).
2. Terdapat pengaruh pemberian berbagai konsentrasi BA pada media dasar MS terhadap pertumbuhan kalus Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).
3. Terdapat pengaruh interaksi 2,4-D dan BA pada media dasar MS terhadap pertumbuhan, morfologi, dan anatomi kalus Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai cara alternatif memproduksi bibit Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dalam skala banyak melalui kultur jaringan.
2. Memberikan informasi konsentrasi ZPT yang optimum untuk mendapatkan kalus Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dari eksplan batang (in vitro) dengan teknik kultur jaringan.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Eksplan yang digunakan adalah tangkai daun (petiol) tanaman Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dari kultur *in vitro*.
2. Konsentrasi 2,4-D yang digunakan pada penelitian ini: 0 mg/L, 0.5 mg/L, 1.0 mg/L, 1.5 gr/L, dan 2.0 mg/L.

3. Konsentrasi BA yang digunakan pada penelitian ini: 0 mg/L, 0.5 mg/L, 1.0 mg/L, 1.5 gr/L, dan 2.0 mg/L.
4. Media kultur yang digunakan adalah media MS (Murashige dan Skoog) yang diproduksi oleh Plant Media.
5. Parameter kualitas kalus Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) yang diamati yaitu warna, tekstur, dan anatomi kalus.
6. Parameter kuantitas kalus Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) yang diamati yaitu hari muncul, persentase tumbuh, dan berat basah kalus.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dalam Perspektif Islam

Allah berfirman dalam Alquran surat Al-An'am (6) ayat 99:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرَجُ مِنْهُ حَبًّا مَاتَرَا كِبًا
وَمِنَ النَّخْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ أَنْظُرُوا إِلَى
ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعَهُ 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 (Al-An'am (6): 99).*

Berdasarkan ayat di atas diketahui bahwa Allah telah menciptakan segala macam tumbuhan dengan segala kuasanya, maka sebagai khalifah di muka bumi manusia harus bisa melihat semua potensi yang telah Allah ciptakan dan memanfaatkannya dengan sebaik mungkin. Surat Al-An'am ayat 99 ini menceritakan proses terciptanya buah yang melalui beberapa fase, mulai dari fase tumbuh/berkembang sampai pada fase kematangan (Shihab, 2002). Saat buah mencapai fase kematangan, buah-buahan tersebut (sesuai jenisnya) akan mengandung banyak komponen baik dari gula, minyak, protein, vitamin, karbohidrat bahkan sampai tepung yang nantinya dapat dimanfaatkan oleh hewan maupun manusia. Ayat inilah yang menjadi dasar diversifikasi pangan.

Diversifikasi pangan merupakan upaya mengubah dan memperbaiki pola konsumsi masyarakat agar tidak bergantung pada konsumsi beras dan memiliki bahan pangan yang bermutu gizi yang lebih baik dan beragam jenis (Elizabeth, 2011). Allah telah menciptakan bermacam-macam tumbuhan dengan segala kebaikannya, dalam upaya ketahanan pangan maka perlu dilakukan optimalisasi pemanfaatan berbasis pada keragaman sumberdaya lokal. Allah berfirman dalam Alquran surat An-Nahl (16) ayat 14:

وَهُوَ الَّذِي سَخَّرَ الْبَحْرَ لِتَأْكُلُوا مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُوا مِنْهُ حَبْلًا مَلْبَسًا وَتَرَى الْفُلَّكَ مَوَاجِرَ فِيهِ
وَلِتَبْتَغُوا مِنْ فَضْلِهِ وَلِعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ

Artinya: *Dan Dialah, Allah yang menundukkan lautan (untukmu), agar kamu dapat memakan daripadanya daging yang segar (ikan), dan kamu mengeluarkan dari lautan itu perhiasan yang kamu pakai; dan kamu melihat bahtera berlayar padanya, dan supaya kamu mencari (keuntungan) dari karunia-Nya, dan supaya kamu bersyukur (Al-Nahl (16): 14).*

Abdullah (2004) dalam Tafsir Ibnu Katsir menerangkan Allah telah menciptakan lautan dengan seisinya dan memberi anugerah kepada manusia dengan menundukkan lautan tersebut agar mudah mengambil keuntungan; nikmat-nikmatNya dan kebaikan-kebaikanNya, sehingga dapat digunakan manusia dalam pemenuhan kebutuhan hidup. Ayat tersebut juga berlaku untuk sumber daya alam yang ada di darat, mengolah dengan sedemikian rupa sehingga dapat digunakan dalam pemenuhan kebutuhan hidup. Sumber daya alam yang ada di darat dan memiliki banyak manfaat adalah porang.

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) merupakan umbi yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan pangan lokal atau pangan fungsional. Menurut Yasin dan Suarni (2011), pangan fungsional adalah bahan pangan yang memiliki cita rasa yang sesuai lidah masyarakat,

kandungan gizi/nutrisi yang tinggi, serta memberikan efek positif bagi kesehatan, penampilan jasmani dan rohani. Hal inilah yang mendasari terus dikembangkannya penelitian di segala bidang ilmu pengetahuan untuk menggali potensi yang ada di dalam tanaman porang. Dalam bidang kesehatan glukomanan dapat digunakan untuk obat penyakit tumor, diabetes mellitus, pengontrol gula darah, obesitas, sembelit, dan menurunkan kolesterol dalam darah (Li dkk., 2006; Chua dkk., 2010; dan Chua dkk., 2012).

Obat dalam bahasa arab adalah Syifa'. Adapun penjelasan mengenai obat terdapat dalam Alquran surat An-Nahl ayat 69 yang berbunyi:

ثُمَّ كُلِي مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلُلًا يَخْرُجُ مِنْ بَطُونِهَا شَرَابٌ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ ۗ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ

Artinya: “Kemudian makanlah dari tiap-tiap (macam) buah-buahan dan tempuhlah jalan Tuhanmu yang telah dimudahkan (bagimu) dari perut lebah itu keluar minuman (madu) yang bermacam-macam warnanya, di dalamnya terdapat obat yang menyembuhkan bagi manusia. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar benar terdapat tanda (kebesaran Tuhan) bagi orang orang yang memikirkan”(QS.An-Nahl: 69).

Disebutkan pula dalam hadits shahih riwayat Imam Bukhari, bahwa Rasulullah SAW bersabda:

مَا أَنْزَلَ اللَّهُ دَاءً إِلَّا أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً

“Tidaklah Allah menurunkan penyakit kecuali Dia juga menurunkan penawarnya.” (HR Bukhari).

Dalam Hadist Riwayat Bukhari dijelaskan bahwa setiap penyakit pasti ada penawarnya (obat), dan obat tersebut ada disekitar lingkungan hidup manusia. Bagaimana manusia memanfaatkan segala potensi yang telah ciptakan di muka bumi. Menurut Az-Zuhaili (2013) dalam Tafsir Al-Wasith kata (شِفَاءً) memiliki arti obat, bahwa pada madu terdapat obat yang berkhasiat untuk

menyembuhkan banyak penyakit pada manusia. Lebah membuat madu dari sari bunga tanamam-tanaman, menempuh jalan yang panjang untuk kembali ke sarang dan membuat madu. Dalam surat An-Nahl diisyaratkan bahwa tidak hanya madu, akan tetapi tumbuh-tumbuhan maupun buah-buahan yang ada di muka bumi memiliki potensi yang sama besarnya untuk digunakan sebagai obat berbagai penyakit.

2.2 Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

2.2.1 Klasifikasi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Klasifikasi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) menurut Saleh dkk. (2015):

Kingdom: Plantae

Devison: Spermatophyta

Sub Devison: Angiospermae

Class: Monocotyledoneae

Order: Arales

Family: Araceae

Genus: *Amorphophallus*

Species: *Amorphophallus muelleri* Blume

Amorphophallus spp. merupakan tumbuhan khas dataran rendah di daerah beriklim tropis dan subtropis, di dunia kurang lebih terdapat 170 jenis dan *Amorphophallus muelleri* Blume merupakan salah satu dari 27 jenis yang ada di Indonesia (Rosidiani dkk., 2013). Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) merupakan tumbuhan liar yang banyak ditemukan di kepulauan Andaman (India), kemudian menyebar ke timur

hingga ke Birma (Myanmar), Thailand bagian utara dan selatan, dan sampai di Indonesia (Sumatra, Jawa, Sulawesi, Bali, Nusa Tenggara Timur, dan Nusa Tenggara Barat) (Dwiyono dkk., 2019). *Amorphophallus muelleri* Blume memiliki penyebutan yang beragam sesuai daerah persebarannya, seperti moyu (China), juruo (Jepang), elephant foot yam atau elephant foot taro (Inggris) (Kanlayanarat dkk., 2010). Sedangkan di Indonesia sendiri penyebutannya pun bermacam-macam, seperti badur atau porang (Jawa), acung atau acoan (Sunda), dan kerubut (Sumatra) (Saleh dkk., 2015).

2.2.2 Deskripsi dan Morfologi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) adalah salah satu anggota famili Araceae (Sumarwoto, 2005). Tanaman porang mampu tumbuh di semua macam jenis tanah dan kondisi, akan tetapi pertumbuhan paling baik terjadi di daerah yang memiliki ketinggian antara 100–600 mdpl dengan rata-rata suhu optimal berkisar antara 25°C–35°C, serta pH tanah berkisar antara 6-7,5 dan memiliki kerapatan naungan minimal 40% (Witarsa, 2018).

Menurut Saleh dkk. (2015), Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) memiliki akar primer yang tumbuh menyelimuti umbi. Adapun tangkai porang bertekstur halus sampai agak kasar, berwarna hijau dengan motif bercak berbentuk belah ketupat dengan garis linier berwarna putih, berdiameter 5-50 mm, tinggi mencapai 1,5 m, dan memiliki getah yang menimbulkan rasa gatal. Daun porang memiliki berbentuk elips dan berujung runcing, tipe majemuk menjari, permukaan daun berwarna hijau

cerah sampai hijau gelap, dan memiliki lebar tajuk antara 62-95 cm. (Sulistiyo dkk., 2015).



Gambar 2.1. Bagian tanaman porang (a) batang porang, (b) daun porang (Sulistiyo dkk., 2015; dan Sumawoto, 2005).

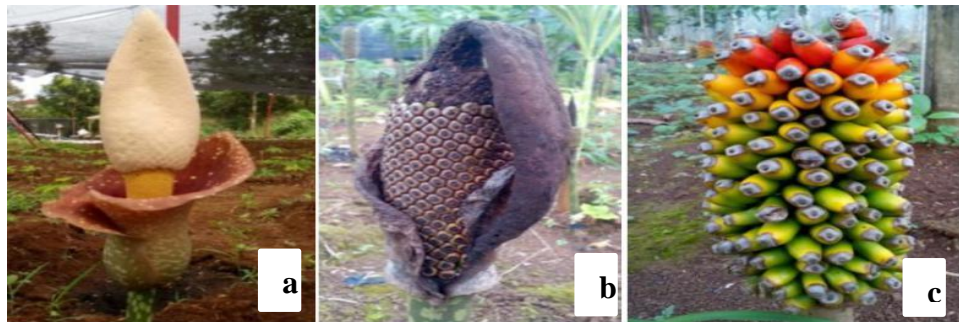
Umbi porang merupakan umbi tunggal, tidak memiliki mata tunas, bertekstur halus, berwarna orange kekuningan, dan memiliki rasa gatal (Sulistiyo dkk., 2015). Umbi porang memiliki diameter mencapai 28 cm dengan berat antara 50-3500 g dan berbentuk bulat agak lonjong (Saleh dkk., 2015).



Gambar 2.2. Bagian tanaman porang (a) umbi porang, (b) bulbil/katak porang (Afifah dkk., 2014).

Bulbil/katak adalah umbi generatif, tumbuh di setiap pertemuan batang sekunder dan ketiak, berbentuk bulat simetris, berdiameter antara 10-45 mm, dan per tanaman mampu menghasilkan bulbil sekitar 4-15 buah. Bunga porang biasanya tumbuh saat musim hujan dari umbi yang tidak mengalami pertumbuhan daun. Adapun buah porang merupakan buah berdaging majemuk, berbentuk tandan, tinggi antara 10-22 cm, setiap

tandan memiliki 100-450 buah. Biji porang berbentuk oval, setiap buah mempunyai 2 biji (Saleh dkk., 2015).



Gambar 2.3. Bagian Tanaman Porang (a) bunga porang, (b) biji muda porang, dan (c) biji tua porang (Suhartanto dkk., 2018).

2.2.3 Kandungan Kimia Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

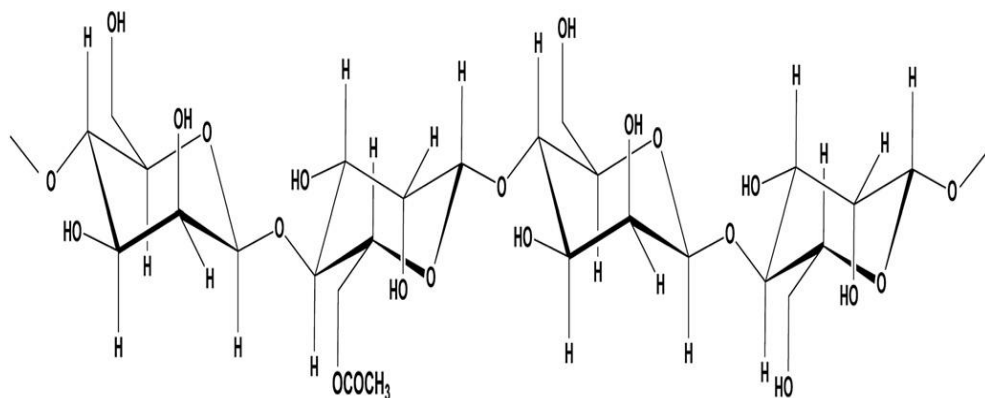
Kandungan kimia umbi porang segar dan tepung porang menurut Sari dan Suhartati (2015):

Tabel 2.1 Kandungan kimia umbi porang

Unsur Kimia	Kandungan per 100 gram contoh (bobot basah)	
	Umbi segar (%)	Tepung (%)
Air	83,30	6,80
Glukomanan	3,58	64,98
Pati	7,65	10,24
Protein	0,92	3,42
lemak	0,02	-
Serat berat	2,50	5,90
Kalsium oksalat	0,19	-
abu	1,22	7,88
Timbal (Cu)	0,09	0,13

Kandungan kimia tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) seperti halnya dengan tanaman umbi lain, yakni mengandung serat, karbohidrat, protein, lemak dan mineral. Kandungan kimia tanaman

porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) seperti halnya dengan tanaman umbi lain, yakni mengandung serat, karbohidrat, protein, lemak dan mineral. Karbohidrat merupakan komponen utama pada umbi porang, adapun jenis karbohidrat dalam umbi porang yaitu glukomanan, pati, gula reduksi dan serat kasar (Saleh dkk., 2015). Kandungan glukomanan dalam kadar tinggi merupakan ciri spesifik tanaman porang, tercatat porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) memiliki kandungan glukomanan sebesar 55% (Kanlayanarat dkk., 2010; dan Santosa dkk., 2018). Sedangkan umbi lain dari genus *Amorphophallus* hanya memiliki maksimal 44% kandungan glukomannan (Koswara, 2013).



Gambar 2.4. Struktur kimia senyawa konjak glukomanan (Luo dkk., 2013).

Glukomanan merupakan senyawa polisakarida yang larut dalam air, memiliki ikatan β -1,4 antara unit glukosa dan d-mannosa dengan ratio molar 1:1.64, dengan sisi cabang melalui unit β -1,6 glukosil. Derajat percabangan diperkirakan sekitar 3 cabang untuk setiap 32 residu gula. Rata-rata gugus asetil terletak di setiap 9–19 unit gula pada posisi C-6 (Gao dkk., 2008 dan Chua dkk., 2012). Sejumlah kecil senyawa glukomanan larut dalam air dan memberikan solusi yang sangat kental;

oleh karena itu banyak digunakan dalam makanan, obat, maupun industri kimia (Bo dkk., 2013).

Selain kandungan glukomanan yang tinggi, umbi porang juga mengandung kalsium oksalat. Kalsium oksalat bermanfaat sebagai pertahanan diri terhadap herbivore, pengikat racun oksalat dan meregulasi kalsium (Ardhian dan Indriyani, 2013). Selain menyebabkan rasa gatal dan iritasi, jika kalsium oksalat dikonsumsi dalam jumlah yang tinggi dapat menyebabkan menurunnya bioavailabilitas kalsium dalam tubuh, batu ginjal dan penyakit lainnya (Faridah dkk., 2012; dan Anwar dkk., 2017). Sehingga porang tidak dapat dikonsumsi langsung, harus melalui pengolahan menjadi gaplek atau tepung (Anwar dkk., 2017).

2.2.4 Manfaat Tanaman Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Penggunaan glukomanan dalam bidang pangan, selain digunakan dalam pembuatan konyaku dan sirataki (Korea dan Jepang), dapat disubstitusikan juga dalam produk makanan lokal seperti keripik, biskuit, sosis, dan mie basah (Wahyuni dkk., 2020; Mahirdini dan Afifah, 2016; Anggraeni dkk., 2014; Faridah dan Widjanarko, 2014). Adapun dalam bidang industri glukomanan digunakan dalam pembuatan bahan isolasi, pita seluloid, dan *edible* film (Li dkk., 2006; Raharjo dkk., 2012). Dalam bidang kesehatan glukomanan dapat digunakan untuk obat penyakit tumor, diabetes mellitus, obesitas, menurunkan kolesterol dalam darah dan sembelit (Li dkk., 2006; Chua dkk., 2010; dan Chua dkk., 2012). Adapun Bo dkk. (2013) menyatakan bahwa glukomanan yang dikenakan proses sulfatasi memiliki kadar yang tinggi sebagai anti-HIV yakni $EC_{50}=1,4$

g/ml, setara obat AIDS yang digunakan secara klinis, ddC (1,2 g/ml) dan destran sulfat (3,2 g/ml).

2.3 Kultur Jaringan Tumbuhan

2.3.1 Deskripsi Kultur Jaringan Tumbuhan

Kultur jaringan tumbuhan disebut juga sebagai kultur *in vitro*, *axenic*, dan kultur steril adalah teknik dasar dan terapan dalam bidang aplikasi komersial (Smith, 2013). Teknik kultur jaringan muncul dari spekulasi seorang ilmuwan Jerman awal abad ke-20 tentang teori totipotensi, ilmuwan tersebut bernama Haberlandt. Teori totipotensi menurut Haberlandt yakni setiap sel memiliki kemampuan untuk tumbuh dan berkembang menjadi tumbuhan normal jika dikulturkan di lingkungan (suhu, cahaya, dll) dan nutrisi yang sesuai. Kultur Jaringan merupakan teknik perbanyakan tanaman dalam keadaan aseptik, memproduksi tanaman bebas dari penyakit, dapat menghasilkan banyak bibit unggul dalam waktu yang singkat, tidak membutuhkan lahan yang luas, dan mempunyai sifat yang sama dengan induk atau sifat yang diinginkan (Zulkarnain, 2009).

2.3.2 Sterilisasi

Steril atau kondisi aseptik merupakan poin penting dalam kultur jaringan. Sterilisasi merupakan langkah pertama yang harus dilakukan dalam kultur *in vitro*. Hal ini dilakukan dalam rangka mencegah dan menghindari kontaminasi pada eksplan yang ditanam pada media kultur. Kontaminasi bisa berasal dari jamur, bakteri, maupun virus. Ketika eksplan maupun lingkungan kerja sudah kontaminasi maka keberhasilan

kultur sangat rendah. Sterilisasi sangat berperan dalam keberhasilan proses perbanyakan tanaman secara *in vitro* (Shofiyani dan Damajanti, 2015).

2.3.3 Eksplan

Eksplan adalah bagaian tanaman yang dipakai dalam kultur jaringan. Kematangan fisiologis, kesehatan tanaman induk, maupun ukuran eksplan merupakan faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan eksplan. Hal tersebut perlu dilakukan karena sumber ekplan mempengaruhi dalam proses pertumbuhan menjadi tanaman utuh. Pemilihan bagian tanaman sebagai eksplan haruslah jaringan muda (meristem), hal ini dikarenakan pada jaringan muda memiliki kemampuan regenerasi yang tinggi, lebih sedikit terpapar kontaminasi, dan sel aktif membelah (Yusnita, 2003).

2.3.4 Media Kultur

Keberhasilan kultur *in vitro* sebagian besar bergantung pada media dan komposisi yang digunakan, hal ini dikarenakan media merupakan tempat tumbuh bagi eksplan. Media kultur jaringan tumbuhan berisi vitamin, hormon, asam amino, sumber karbon, dan garam-garam mineral. Jenis media kultur jaringan dibedakan menjadi dua, yaitu media padat dan media cair. Keuntungan menggunakan media padat pada kultur *in vitro* adalah tunas dan akar tumbuh tegak, mampu menghasilkan pertumbuhan tunas yang cepat, dan deferensiasi (morfogenesis) kalus baik. Sedangkan kerugiannya adalah penyerapan nutrisi pada media terbatas dikarenakan potensial air yang rendah (George dan Sherrington, 1984).

2.3.5 Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan berpengaruh terhadap keberhasilan kultur *in vitro*. Beberapa faktor yang mempengaruhi perkembangan dan pertumbuhan eksplan adalah kelembaban, kontaminasi, pH (pH 5,6-5,8), intensitas cahaya (1000-4000 lux), dan suhu (21°C). Kontaminasi merupakan faktor yang sangat berpengaruh pada pertumbuhan eksplan, sehingga sterilisasi yang tepat sangat dibutuhkan, sumber kontaminasi bisa berasal dari jamur maupun bakteri. Suhu dalam ruang kultur harus dingin. Jika suhu terlalu panas maka akan mengubah kelembaban ruangan yang nantinya dapat menyebabkan kontaminasi, sedangkan jika suhu terlalu dingin maka sel akan terhambat dalam pertumbuhannya (Mariska, 2003).

2.4 Kultur Kalus

2.4.1 Deskripsi Kultur kalus

Kultur kalus adalah alternatif untuk memperbanyak tanaman. Dari eksplan yang dilukai, maka akan menginduksi tumbuhnya sel-sel baru. Menurut Dodds dan Robert (1985), kalus terbentuk melalui tiga tahap, yaitu induksi, pembelahan sel, dan diferensiasi. Terbentuknya kalus akibat luka adalah mekanisme atau respon sel dalam menanggapi rangsangan dari luar, sel-sel meristematik aktif membelah dengan tidak terorganisir guna menutupi luka. Adapun pembentukan kalus dapat dilihat dari kualitas, meliputi pengamatan warna, tekstur, dan anatomi kalus.

2.4.2 Tekstur Kalus

Turhan (2004), tekstur kalus secara umum dapat dibedakan menjadi tiga tipe, yaitu remah, intermediet, dan kompak. Kalus bertekstur

intermediet/kompak adalah kalus yang diasumsikan mampu menghasilkan metabolit sekunder lebih baik dibandingkan dengan kalus bertekstur remah. Hal ini dikarenakan kalus kompak memiliki sel yang banyak dan tersusun rapat, sehingga sel lebih fokus dalam memproduksi senyawa metabolit sekunder. Sedangkan kalus bertekstur remah, keseluruhan energi dipergunakan untuk proliferasi perbanyakan dan pertumbuhan sel untuk membentuk organ tidak untuk akumulasi metabolit sekunder (Lestari, 2013).

2.4.3 Warna Kalus

Terdapat berbagai macam warna yang dihasilkan dari pertumbuhan kalus, seperti warna hijau, kuning, dan putih. Warna hijau pada kalus diakibatkan oleh kehadiran sitokinin yang tinggi pada media sehingga mempengaruhi pembentukan klorofil (Riyadi, 2004). Indria (2016) dan Royani dkk. (2015), warna putih kekuningan menunjukkan sel aktif membelah dan menghasilkan jaringan muda, sedangkan warna kekuningan pada kalus menunjukkan bahwa sel masih aktif beregenerasi pada usia dewasa.

2.4.4 Anatomi Kalus

Maciel dkk. (2010) dalam penelitiannya, struktur anatomi kalus embriogenik persik memiliki struktur, sel memiliki aktivitas mitosis yang tinggi, terlihat bagian epidermis, sel parenkim, mirip dengan parenkim fundamental, dan elemen trakea. Kalus memperlihatkan sitoplasma yang kurang padat dan nukleus yang tidak jelas. Sedangkan menurut Ramirez dan Silva (2018), pada kalus non-embriogenik memiliki ciri anatomi, sel

berbentuk tidak teratur, kecil dan banyak, serta sitoplasma yang memadat dan rusak.

2.5 Zat Pengatur Tumbuh

Kultur jaringan adalah salah satu teknik dalam memperbanyak tanaman secara vegetatif, untuk memperoleh hasil yang optimal maka penggunaan media dasar dan zat pengatur tumbuh yang sesuai adalah faktor penting dalam teknik ini. Zat pengatur tumbuh dalam tumbuhan (endogen) merupakan senyawa organik yang memiliki mekanisme kerja mendukung atau menghambat sel tanaman untuk tumbuh dan berkembang, yang mana dalam jumlah sedikit mampu mengubah proses fisiologi tanaman (Abidin, 1983). Begitu pula dengan hormon sintetis (eksogen) yang sering digunakan di laboratorium kultur, memiliki fungsi dan peran yang hampir sama dengan hormon endogen. Berfungsi optimal tidaknya zat pengatur tumbuh/hormon tergantung dari konsentrasi, jenis, struktur kimia, fase fisiologi dan genotipe tanaman (Dodds dan Roberts, 1985).

2.5.1 2,4-D (*2,4-dichlorophenoxy acetic acid*) dan Pengaruhnya Terhadap Kultur kalus

Pada umumnya zat pengatur tumbuh yang sering digunakan dalam induksi kalus dari golongan auksin dan sitokinin. Auksin yang banyak digunakan dalam kultur antara lain IBA (indole butiric acid), 2,4-D (2,4-dichlorophenoxy acetic acid), IAA (indole acetic acid), dan NAA (naphtalene acetic acid). Akan tetapi yang umum digunakan adalah 2,4-D, hal ini dikarenakan 2,4-D memiliki sifat stabil yakni tidak mudah terurai oleh enzim yang dikeluarkan oleh sel tanaman saat di kultur dan tidak

rusak akibat pemanasan pada proses sterilisasi (Indah dan Ermavitalini, 2013; Lestari, 2011). Adapun fungsi 2,4-D dalam kultur jaringan yaitu memicu pembentukan kalus, induksi embryogenesis somatik, pertumbuhan dan perkembangan sel dan inisiasi akar (Damayanti dkk., 2005).

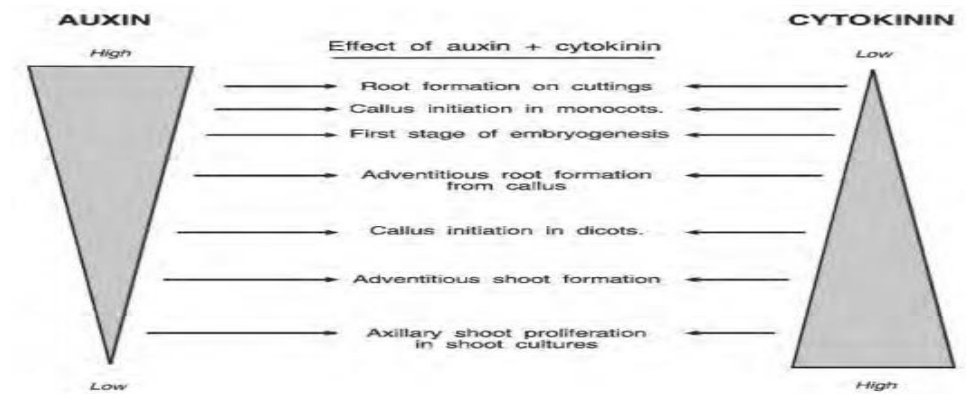
2.5.2 BA (6-Benzyladenine) dan Pengaruhnya Terhadap Kultur kalus

Sitokinin adalah golongan zat pengatur tumbuh yang berfungsi untuk mengatur pertumbuhan, memicu pembelahan sel, organogenesis dan morfogenesis, memicu pembentukan tunas, serta proliferasi tunas aksilar (Damayanti dkk., 2005). Adapun golongan sitokinin yang sering digunakan dalam kultur jaringan adalah 2-*Ip* (dimethyl allyl amino purin), BA (benzil adenin), zeatin dan kinetin (furfuril amino purin). Akan tetapi yang umum digunakan adalah BA, hal ini dikarenakan BA mudah diperoleh, lebih efektif dibandingkan jenis sitokinin lainnya, dan mempunyai sifat yang stabil (Indah dan Ermavitalini, 2013; Lestari, 2011).

2.5.3 Interaksi Auksin dan Sitokinin Terhadap Pertumbuhan Kalus

Induksi kalus sangat erat kaitannya dengan keseimbangan antara hormon endogen dan eksogen. Hormon yang sangat berpengaruh dalam induksi kalus adalah sitokinin dan auksin (Sitinjak dkk., 2015). Keseimbangan antara dua jenis zat pengatur tumbuh yang diperlukan sel untuk memulai pertumbuhan atau diferensiasi dalam kultur jaringan tidak serta merta sesuai dengan teori yang berkembang. Konsentrasi yang dibutuhkan untuk masing-masing jenis zat pengatur tumbuh sangat berbeda yakni sesuai dengan jenis tanaman yang dikulturkan, kondisi dan

senyawa yang digunakan; interaksi antara auksin dan sitokinin sangat kompleks (George dkk., 2007).



Gambar 2.5. Interaksi auksin dan sitokinin dalam pertumbuhan dan morfogenesis (George dkk., 2007).

Aziz dkk. (2014) dalam penelitiannya, kombinasi 1 mg/l BAP dan 1 mg/l 2,4-D merupakan perlakuan terbaik dalam menginduksi kalus porang dari eksplan umbi menghasilkan rata-rata berat kalus 567 ± 413 mg dan rata-rata lebar eksplan $7,31 \pm 1,70$ mm. Chotigamas dkk. (2009), induksi kalus porang menggunakan ZPT dengan konsentrasi 0,75 mg/l 2,4-D mampu untuk menghasilkan kalus embriogenik sebesar 60%. Sementara Anil dkk. (2012) dalam penelitiannya, potongan umbi dari spesies *Amorphophallus paeoniifolius* var. *campanulatus* (Decne) Sivad. cv. Gajendra yang dikulturkan di media MS dengan konsentrasi ZPT 5 mg/l BA dan 2.5 mg/l NAA menghasilkan kalus embrionik paling optimum yakni sebesar 62,5%. Imelda dkk. (2008), kombinasi 2 mg/l BAP dan 0,2 mg/l NAA merupakan kombinasi terbaik terhadap pembentukan dan perpanjangan tunas dari eksplan tangkai daun porang (eksplan dari green house).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Percobaan

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah auksin 2,4-D (Asam 2,4-Diklorofenoksiasetat) dan faktor kedua sitokinin BA (Benzyl Adenin). Penelitian dilakukan sebanyak 3 kali ulangan.

Tabel 3.1 Rancangan Percobaan

Perlakuan		BA				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
2,4-D	0	D0B0	D0B1	D0B2	D0B3	D0B4
	0.5	D1B0	D1B1	D1B2	D1B3	D1B4
	1.0	D2B0	D2B1	D2B2	D2B3	D2B4
	1.5	D3B0	D3B1	D3B2	D3B3	D3B4
	2.0	D4B0	D4B1	D4B2	D4B3	D4B4

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari-Juli 2020 di Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang dipakai dalam penelitian, yaitu cawan petri, tisu, kertas label, pH meter, autoklaf, gelas ukur, plastic, mikro pipet, gelas beaker,

timbangan analitik, lemari es, *hot plate* dan *magnetic stirrer*, botol kultur, karet gelang, pinset, *blade*, *scapel*, *laminar air flow* (LAF), bunsen, korek api, *alluminium foil*, rak kultur, dan oven.

3.3.2 Bahan

Bahan yang dipakai dalam penelitian ini, yakni batang porang (*Amorphophallus muelleri* Blume), media MS (Murashige & Skoog) 4.21 g/L, zat pengatur tumbuh 2.4-D (0 mg/L, 0.5 mg/L, 1.0 mg/L, 1.5 mg/L dan 2.0 mg/L) dan BA (0 mg/L, 0.5 mg/L, 1.0 mg/L, 1.5 mg/L dan 2.0 mg/L), sukrosa 30 g/L, agar-agar 10 g/L, betadine, alkohol 70%, alkohol 96%, aquades steril, dan aquades.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Sterilisasi Alat

Langkah dalam sterilisasi alat, meliputi alat alat gelas, botol kultur, dan diseksi (gunting, scalpel, dan pinset) dicuci menggunakan detergen dan dibilas dengan air mengalir. Selanjutnya semua peralatan gelas dikeringkan menggunakan oven sekitar 3 jam dengan suhu 121°C dan untuk cawan petri dan alat diseksi (gunting, scalpel, dan pinset) dibungkus menggunakan kertas, kemudian disterilkan dengan autoklaf selama 30 menit pada tekanan 1 atm dengan suhu 121°C.

3.4.2 Pembuatan Media Perlakuan

Langkah dalam pembuatan media perlakuan, meliputi ditimbang media MS instan seberat 4.21 gram kemudian dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer. Ditambahkan akuades sampai volume 1 liter, kemudian ditambahkan sukrosa dengan konsentrasi 30 g/L dan diaduk

dengan *hotplate* dan magnet *stirrer* sampai homogen. Larutan yang telah homogen kemudian ditambahkan zat pengatur tumbuh 2,4-D dan BA sesuai dengan perlakuan konsentrasi yang dibuat, pH media diukur dengan pHmeter sampai berkisar antara 5,8–5,9. Langkah terakhir, ditambahkan agar sebanyak 10 g/L pada masing-masing perlakuan, selanjutnya dipanaskan dengan *hotplate stirer* sampai mendidih. Kemudian, media dimasukkan ke dalam botol kultur, ditutup menggunakan plastic dan diikat karet. Disterilkan menggunakan autoklaf di suhu 121°C selama 30 menit. Kemudian, disimpan dalam ruang media.

3.4.3 Sterilisasi Ruang Inisiasi

Disiapkan alat dan bahan untuk penanaman eksplan seperti busen, cawan petri, scarpel, pinset, alkohol 70%, alkohol 96%, air steril, dan tisu. Meja LAF dibersihkan dengan disemprot alkohol 70%. Kemudian LAF disterilkan dengan lampu UV sekitar 45-60 menit.

3.4.4 Induksi Kalus

Batang porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) hasil tunas in vitro dikeluarkan dari botol. Kemudian dipotong di atas cawan petri sepanjang 1 cm dan direndam dalam larutan yang telah ditetesi betadine, lalu ditanam pada masing-masing media perlakuan. Inisiasi eksplan dilakukan di dalam *Laminar air flow*. Setelah inisiasi, botol kultur ditutup dengan rapat dan diletakkan di dalam ruang kultur.

3.5 Teknik Pengambilan Data

Data diperoleh dari pengamatan akhir, yakni pada 70 hari setelah penanaman eksplan. Parameter yang diamati meliputi: warna kalus, tekstur

kalus, berat kalus, persentase tumbuh kalus, dan anatomi kalus. Parameter pengamatan:

- a. Pengamatan hari muncul kalus dilakukan setiap hari, yakni dilihat dari perubahan eksplan membentuk kalus setelah inisiasi.
- b. Persentase eksplan berkalus diamati pada hari terakhir, yakni dengan menghitung luasan bagian eksplan yang berkalus, dengan rumus:

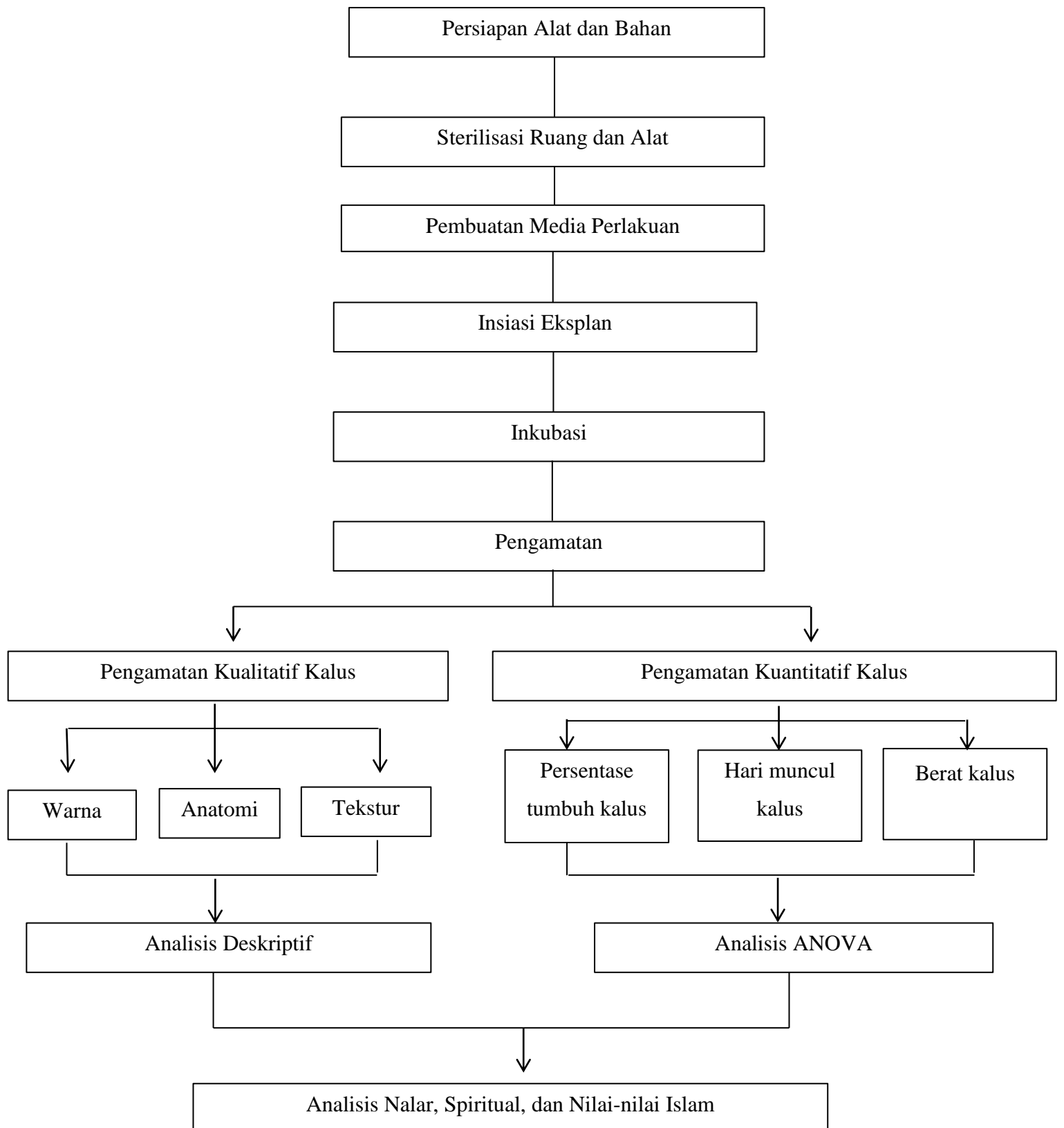
$$\text{Persentase eksplan berkalus} = \frac{\text{eksplan berkalus}}{\text{eksplan keseluruhan}} \times 100\%$$

- c. Pengamatan berat basah kalus dilakukan pada hari terakhir, yakni dengan penimbangan kalus dengan neraca analitik.
- d. Pengamatan warna kalus dilihat dari warna yang muncul pada setiap kalusnya.
- e. Tekstur kalus diamati secara visual, untuk melihat kalus yang terbentuk termasuk dalam kalus remah, kalus intermediet atau kalus kompak.
- f. Anatomi kalus diamati menggunakan mikroskop.

3.6 Analisa Data

Data pengamatan yang diperoleh berupa data kuantitatif dan kualitatif. Data kualitatif dianalisis secara deskriptif. Data kuantitatif dianalisis dengan menggunakan analisis variansi (ANOVA) untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh konsentrasi 2,4-D dan konsentrasi BA terhadap induksi kalus porang (*Amorphophallus muelleri* Blume), jika terdapat perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan uji DMRT 5%. Selain itu data hasil pengamatan juga dianalisis secara integrasi Islam dan Sains dengan nilai-nilai dan pendekatan spiritual yang bersumber dari Alquran dan Hadis.

3.7 Desain Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Pemberian Berbagai Konsentrasi 2,4-D pada Media Dasar MS terhadap Pertumbuhan Kalus Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Hasil analisis varian (ANAVA) menunjukkan penggunaan zat pengatur tumbuh 2,4-D berpengaruh nyata terhadap induksi kalus porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) (tabel 4.1).

Tabel 4.1 Hasil Anava 2,4-D terhadap induksi kalus porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Variabel	F Hitung	F Tabel 5%
Hari muncul kalus	4,51523901*	2,56
Persentase pembentukan kalus	5,475679976*	2,56
Berat basah kalus	2,711773906*	2,56

Keterangan: (*) pemberian 2,4-D berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

Berdasarkan hasil ANAVA diketahui bahwa F hitung > nilai F tabel 5%, hal ini menunjukkan bahwa 2,4-D berpengaruh nyata dalam pertumbuhan kalus porang; hari muncul kalus, persentase pembentukan kalus, dan berat basah kalus. Dengan demikian, dilakukan uji lanjut menggunakan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) 5% untuk menentukan perbedaan pengaruh antar taraf perlakuan dan interaksinya (tabel 4.2).

Tabel 4.2 Hasil uji DMRT 2,4-D terhadap induksi kalus porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Konsentrasi 2,4-D	Pengamatan		
	Hari muncul kalus (HST)	Persentase pembentukan kalus (%)	Berat basah kalus (mg)
0 mg/L	-	-	-
0,5 mg/L	23,33b	37,73b	0,541a
1 mg/L	12,40a	53,40b	0,851b
1,5 mg/L	14,13a	15,47a	0,456a
2 mg/L	22,20b	44,47b	0,735b

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan pemberian 2,4-D tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%.

Hasil uji DMRT 5% terhadap hari muncul kalus menunjukkan bahwa konsentrasi 1 mg/L 2,4-D merupakan konsentrasi terbaik dalam induksi kalus porang di penelitian ini. Berdasarkan olah data yang telah dilakukan, konsentrasi 1 mg/L 2,4-D merupakan konsentrasi yang paling cepat dalam menginduksi pertumbuhan kalus dengan rata-rata hari muncul kalus 12,40 HST, tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 1,5 mg/l; rata-rata hari muncul kalus 14,13 HST. Begitu juga dengan persentase pembentukan kalus, konsentrasi 1 mg/l 2,4-D merupakan konsentrasi yang mampu menginduksi kalus dengan persentase sebesar 53,40%, tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 2 mg/L yakni 44,47%. Konsentrasi 1 mg/L berhasil menginduksi kalus dengan rata-rata berat basah kalus sebesar 0,851 mg, akan tetapi berat basah kalus tidak jauh berbeda dengan konsentrasi 2 mg/l yakni sebesar 0,735 mg.

Pertumbuhan kalus porang diawali dengan pembengkakan pada masing-masing ujung eksplan yang mengalami perlukaan dan kontak langsung dengan media. Munculnya kalus pada bagian yang terluka merupakan respon alami dari jaringan sel untuk menutupi lukanya. Hal ini sesuai dengan pendapat Sari dkk. (2013), bahwa pembentukan kalus memiliki hubungan dengan luka dan sifat sel tumbuhan yang totipotensi. Totipotensi merupakan kemampuan sel/bagian tumbuhan untuk beregenerasi menjadi organisme sempurna; berada pada media yang sesuai (Dodds dan Robbert, 1985). Adapun Indah dan Ermavitalini (2013) menambahkan, pembelahan sel yang mengarah pada pembentukan kalus terjadi karena adanya respon sel terhadap luka (menutup luka) dan didukung pasokan hormon pertumbuhan yang memadai baik endogen maupun eksogen sehingga membentuk kalus.

Mekanisme kerja auksin dalam pembentukan kalus adalah dengan berdifusi ke dalam jaringan tanaman melalui daerah yang mengalami perlukaan. Auksin yang diberikan (eksogen) akan merangsang auksin organik yang terkandung di dalam jaringan (hormon endogen), kemudian menstimulasi pembelahan sel terutama pada sel-sel yang berada di sekitar daerah luka membentuk kalus. Menurut Ulva dkk. (2019), auksin menginisiasi pertumbuhan dan perkembangan sel dengan cara mempengaruhi fleksibilitas dinding sel. Adapun menurut Iwase dkk. (2013), dilihat dari sisi molekuler efek pemberian auksin dalam pembentukan kalus dari sebuah eksplan diperantarai oleh protein ARF7 dan ARF19 (Auxin Response Factor) yang akan mengaktifkan gen pembentuk kalus yaitu LBD16, LBD17, LBD18, dan LBD29 (Lateral Organ Boundaries Domain), kemudian LBD mengaktifkan

protein E2Fa; protein yang terlibat dalam kontrol perkembangan siklus sel dari fase G1 ke S, merangsang proliferasi sel dan menunda diferensiasi sehingga terbentuk kalus.

Hasil pengamatan persentase pembentukan kalus, diketahui bahwa 2,4-D berpengaruh terhadap persentase pembentukan kalus. Tingginya persentase hidup eksplan dipengaruhi oleh media tumbuh maupun sumber eksplan yang digunakan. Sebagaimana pendapat Khalida dkk. (2019), salah satu faktor keberhasilan dalam kultur jaringan yaitu pada sumber eksplan yang digunakan dan hampir semua bagian tumbuhan yang masih muda (meristematik) merupakan bagian yang paling baik untuk dijadikan eksplan.

Adapun terjadi pencoklatan pada kalus yang dihasilkan pada bulan kedua setelah penanaman diduga karena eksplan sudah tidak mampu beregenerasi (sel menuju kematian), atau bisa juga dikarenakan eksplan mengalami browning akibat perlakuan yang diberikan; memicu stress dan menyebabkan meningkatnya aktivitas enzim Fenilalanin amonia liase (PAL). Hal ini sesuai dengan pendapat Hutami (2008), pencoklatan (browning) dalam kultur jaringan disebabkan oleh meningkatnya produksi senyawa fenolat yang diikuti oksidasi oleh aktivitas enzim oksidase (PPO) dan polimerasinya.

Hasil pengamatan berat basah kalus, diketahui bahwa 2,4-D berpengaruh terhadap berat basah kalus. Sartika dan Djoko (2012) menyatakan, mekanisme auksin dalam penambahan berat basah kalus yakni dengan menginduksi sekresi ion H^+ keluar melalui dinding sel, akibatnya dinding sel menjadi asam. Untuk mempertahankan kestabilan sel maka diambil lah ion K dari luar,

pengambilan ion K dari luar menyebabkan potensial air dalam sel berkurang, hal ini mengakibatkan air mudah masuk ke dalam sel; sel menjadi besar.

4.2 Pengaruh Pemberian Berbagai Konsentrasi BA pada Media Dasar MS terhadap Pertumbuhan Kalus Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Hasil analisis varian (ANOVA) menunjukkan penggunaan zat pengatur tumbuh BA berpengaruh nyata dalam induksi kalus porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) (tabel 4.3).

Tabel 4.3 Hasil Anava BA terhadap induksi kalus porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Variabel	F Hitung	F Tabel 5%
Hari muncul kalus	1,23831213 ^{tn}	2,56
Persentase pembentukan kalus	6,793390531*	2,56
Berat basah kalus	5,458047116*	2,56

Keterangan: (^{tn}) pemberian BA tidak berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan, (*) pemberian BA berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan.

Berdasarkan hasil ANOVA diketahui bahwa F hitung < nilai F tabel 5%, artinya BA tidak berpengaruh nyata terhadap hari muncul kalus. Hal ini menunjukkan bahwa hari muncul kalus antar perlakuan memiliki rata-rata yang relatif sama/tidak jauh beda. Terlihat pada tabel hasil ANOVA perlakuan BA hanya berpengaruh pada berat basah kalus dan persentase pembentukan kalus, sehingga dilakukan uji lanjut menggunakan uji DMRT 5% untuk menentukan perbedaan pengaruh antar taraf perlakuan dan interaksinya (tabel 4.4).

Tabel 4.4 Hasil uji DMRT BA terhadap induksi kalus porang
(*Amorphophallus muelleri* Blume)

Konsentrasi BA	Pengamatan	
	Persentase Pembentukan Kalus	Berat basah kalus (mg)
0 mg/L	-	-
0,5 mg/L	62,20c	1,038b
1 mg/L	28,87a	0,4053333333a
1,5 mg/L	39,93b	0,8966666667b
2 mg/L	24,40a	0,094a

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

Hasil uji DMRT 5% menunjukkan bahwa konsentrasi 0,5 mg/L BA merupakan konsentrasi terbaik terhadap induksi kalus porang yakni pada berat basah dan persentase pertumbuhan kalus. Berdasarkan olah data yang telah dilakukan, konsentrasi 0,5 mg/L BA adalah konsentrasi yang paling optimum dalam persentase pembentukan kalus, yakni bisa menginduksi kalus dengan persentase sebesar 62,20%. Adapun pada berat basah kalus, konsentrasi 0,5 mg/L berhasil menginduksi kalus dengan rerata berat basah kalus sebesar 1,038 mg, akan tetapi berat basah kalus tidak jauh berbeda dengan konsentrasi 1,5 mg/l yakni sebesar 0,896666667 mg.

Mekanisme sitokinin dalam menginduksi kalus dari sisi molekuler dijelaskan Iwase dkk. (2013) yakni, pembentukan kalus dari sebuah eksplan diperantarai oleh protein AP2/ERFs (Apetala2 / Ethylene Responsive Factor) yang akan mengaktifkan gen ESR1 dan ESR2 (Enhancer of Shoot

Regeneration), kemudian ESR1/ESR2 mengaktifkan protein OBP1 (protein yang berfungsi dalam perkembangan dan pertumbuhan tanaman), protein OBP1 kemudian mengaktifkan gen CYCD3-1; peralihan dari proliferasi sel ke tahap akhir diferensiasi selama perkembangan tanaman

Berdasarkan hasil pengamatan diketahui bahwa BA berpengaruh terhadap persentase pembentukan kalus dan berat basah kalus, namun semakin tinggi BA yang diberikan maka semakin rendah persentase pembentukan kalus dan semakin kecil pula berat kalus yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan Sari (2013), hormon BA merupakan zat pengatur tumbuh yang aktif terhadap pertumbuhan dan proliferasi kalus. Akan tetapi, pertumbuhan akan dapat terhambat apabila konsentrasi BA yang diberikan semakin tinggi. Selain akibat tingginya konsentrasi yang diberikan, diasumsikan juga karena adanya ketidakseimbangan antara hormon eksogen dan endogen sehingga menghambat pertumbuhan kalus. Sebagaimana pendapat Indah dan Ermavitalini (2013) dan Abidin (1983), ketidakseimbangan hormon eksogen dan endogen yang diberikan pada eksplan dapat mengganggu perkembangan dan pertumbuhan sel; menyebabkan terhambatnya pembentukan kalus.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa BA mampu menginduksi kalus dengan optimal meskipun dalam konsentrasi rendah. Hal ini diasumsikan karena sitokinin alami dalam eksplan sudah dalam konsentrasi yang cukup tinggi, sehingga hanya membutuhkan konsentrasi yang sedikit dari sitokinin eksogen. Ariati (2012) menyatakan bahwa, penggunaan konsentrasi zat pengatur tumbuh tidak sembarang, akan tetapi bergantung pada genotipe, jenis zat pengatur tumbuh, jenis eksplan yang digunakan dan kondisi media kultur.

4.3 Pengaruh Pemberian Berbagai Perlakuan Kombinasi 2,4-D dan BA pada Media Dasar MS terhadap Pertumbuhan, Morfologi, dan Anatomi Kalus Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

4.3.1 Parameter Kuantitatif Kalus Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Hasil analisis varian (ANOVA) menunjukkan kombinasi zat pengatur tumbuh 2,4-D dan BA berpengaruh nyata dalam induksi kalus porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) (tabel 4.5).

Tabel 4.5 Hasil Anava interaksi 2,4-D dan BA terhadap induksi kalus porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Variabel	F Hitung	F Tabel 5%
Hari muncul kalus	1,25274827 ^{tn}	1,85
Persentase pembentukan kalus	2,365741576*	1,85
Berat basah kalus	3,261881828*	1,85

Keterangan: ^{tn}) pemberian BA tidak berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan (*) pemberian BA berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan.

Berdasarkan hasil ANAVA diketahui bahwa F hitung < nilai F tabel 5%, artinya kombinasi 2,4-D dan BA tidak berpengaruh nyata terhadap hari muncul kalus. Hal ini menunjukkan bahwa hari muncul kalus antar perlakuan memiliki rata-rata yang relatif sama/tidak jauh beda. Terlihat pada tabel hasil ANAVA kombinasi BA dan 2,4-D hanya berpengaruh pada berat basah kalus dan persentase pembentukan kalus, sehingga dilakukan uji lanjut menggunakan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) 5% untuk menentukan perbedaan pengaruh antar taraf perlakuan dan interaksinya (tabel 4.6).

Tabel 4.6 Hasil uji DMRT interaksi 2,4-D dan BA terhadap induksi kalus porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Perlakuan (mg/L)		Persentase Pembentukan Kalus (%)	Berat Basah Kalus (mg)
2,4-D	BA		
0	0	-	-
	0,5	22a	0,04a
	1	11a	0,016667a
	1,5	33ab	0,41a
	2	11a	0,026667a
0,5	0	11a	0,08a
	0,5	66,67ab	0,69a
	1	89bc	1,77ab
	1,5	11a	0,063333a
	2	11a	0,103333a
1	0	22,33a	0,12a
	0,5	100bc	2,386667c
	1	22,33a	0,046667a
	1,5	55,67ab	1,566667ab
	2	66,67ab	0,136667a
1,5	0	11a	1,016667ab
	0,5	33,33ab	0,876667a
	1	11a	0,086667a
	1,5	11a	0,193333a
	2	11a	0,106667a
2	0	11a	0,023333a
	0,5	89bc	1,196667ab
	1	11a	0,106667a
	1,5	89bc	2,25c
	2	22,33a	0,096667a

Keterangan: hasil uji DMRT 5% angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata

Berdasarkan hasil DMRT 5% diketahui bahwa kombinasi terbaik untuk menginduksi kalus porang yakni pada konsentrasi 1 mg/L 2,4-D dan 0,5 mg/L BA dengan menghasilkan rata-rata persentasi tumbuh sebesar 100% dan rata-rata berat basah kalus sebesar 2,386667 mg. Tidak jauh berbeda dengan penelitian Aziz dkk. (2014), kombinasi konsentrasi 1 mg/l 2,4-D + 1 mg/l BAP berpengaruh terhadap induksi kalus porang pada penggunaan eksplan umbi, yakni rata-rata biomassa kalus 567 ± 413 mg dan rata-rata lebar eksplan $7,31 \pm 1,70$ mm. Perbedaan konsentrasi zat pengatur tumbuh yang digunakan diantara kedua penelitian di atas disebabkan perbedaan eksplan yang digunakan, setiap eksplan mempunyai genetik maupun konsentrasi hormon endogen yang berbeda.

Keseimbangan dan interaksi hormon yang ditambahkan ke media dan hormon pertumbuhan alami yang ada di dalam sel sangatlaj berpengaruh terhadap pertumbuhan dan morfogenesis *in vitro*. Dengan adanya penambahan sitokinin dan auksin (eksogen) dapat merubah konsentrasi hormon endogen sel dan efektif tidaknya hormon yang diberikan (eksogen) tergantung pada konsentrasi hormon alami yang ada dalam sel eksplan. sebagaimana pendapat Lestari (2011), faktor pemicu pertumbuhan dan perkembangan sel dalam kultur jaringan adalah dengan adanya penambahan hormon berupa sitokinin atau auksin atau kedua-duanya ke dalam media kultur.

Hormon auksin (2.4-D) dalam proses kultur berperan sebagai inisiator pembentuk kalus, dengan adanya interaksi dengan sitokinin (BA) maka pembentukan kalus akan semakin optimal. Selain itu pertumbuhan eksplan

membentuk kalus juga dipengaruhi oleh genetik eksplan, usia/bagian eksplan dan jenis/kandungan media yang digunakan. Sesuai dengan pendapat Zulfitra dkk. (2018), setiap jenis tanaman dan sel/jaringan (bagian) tanaman yang digunakan sebagai eksplan memiliki hormon endogen yang berbeda, hal tersebut menyebabkan kemampuan eksplan dalam merespon pertumbuhan dan menyerap nutrisi pada setiap media pun berbeda.

Berat basah pada kalus diakibatkan oleh adanya komponen air yang tinggi pada sel eksplan, hal ini juga bergantung pada kemampuan pembelahan sel, semakin cepat pembelahan sel maka akan semakin besar pula kalus yang dihasilkan. Sebagaimana pendapat Rusdianto dan Indrianto (2012), secara fisiologis kalus terdiri dari air dan karbohidrat. Dalam penelitian ini perlakuan kombinasi antara 2,4-D dengan BA memiliki kemampuan bertahan hidup yang cukup baik dibandingkan perlakuan tunggal/kontrol. Hal ini dimungkinkan karena adanya interaksi dan keseimbangan antara kedua zat pengatur tumbuh tersebut sehingga menghasilkan respon yang baik dalam pertumbuhan dan perkembangan sel dalam membentuk kalus dan daya hidup.


Eksplan yang dipakai dalam penelitian ini merupakan eksplan hasil kultur *in vitro* sebelumnya, yang mana hal tersebut mempunyai keuntungan dan kelemahan. Salah satu keuntungan yang diperoleh dari penggunaan eksplan *in vitro* adalah sterilitas eksplan sudah terjamin, sehingga dalam proses penggunaannya tidak perlu lagi proses sterilisasi yang cukup panjang. Adapun kelemahan dari penggunaan eksplan *in vitro* adalah butuh planlet yang banyak, hal ini dikarenakan ukuran eksplan hasil *in vitro*







umumnya berukuran kecil (akar, batang, dan daun). Selain itu juga, eksplan lebih rentan terhadap perlukaan dikarenakan tekstur yang masih lunak dan kurang kokoh. Sesuai pendapat Zulkarnain (2009), ukuran eksplan yang digunakan dalam proses kultur berpengaruh terhadap repon hidup dan fungsi fisiologis eksplan. Hal ini dimungkinkan, jika ukuran eksplan terlalu kecil maka kandungan hormon (endogen) maupun senyawa penunjang hidup lainnya tidak memenuhi untuk mengimbangi hormon yang diberikan (eksogen) pada media yang digunakan sehingga eksplan tidak bisa beradaptasi dan nantinya akan mengalami kematian.







4.3.2 Parameter Kualitatif Kalus Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)







Berdasarkan hasil pengamatan morfologi kalus (warna dan tekstur) pada 70 hari setelah tanam (HST), terdapat 3 macam warna kalus yang terekspresi dari kombinasi ZPT 2,4-D dan BA yaitu warna kuning, kuning kecoklatan, dan coklat kehitaman. Sedangkan untuk tekstur, dari hasil pengamatan yang telah dilakukan diperoleh dua macam tekstur kalus yaitu intermediet dan remah (tabel 4.7).







Tabel 4.7 Warna dan tekstur kalus porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) 70 HST

Perlakuan (mg/l)	Warna	Tekstur
 0 mg/l 2,4-D + 0 mg/l BA	-	-

 <p>0 mg/l 2,4-D + 0,5 mg/l BA</p>	Coklat kehitaman	Intermediet
 <p>0 mg/l 2,4-D + 1 mg/l BA</p>	Coklat kehitaman	Intermediet
 <p>0 mg/l 2,4-D + 1,5 mg/l BA</p>	Coklat kehitaman	Intermediet
 <p>0 mg/l 2,4-D + 2 mg/l BA</p>	Coklat kehitaman	Intermediet
 <p>0,5 mg/l 2,4-D + 0 mg/l BA</p>	Coklat kehitaman	Intermediet
 <p>0,5 mg/l 2,4-D + 0,5 mg/l BA</p>	Kuning kecoklatan	Remah

 <p>0,5 mg/l 2,4-D + 1 mg/l BA</p>	Kuning kecoklatan	Remah
 <p>0,5 mg/l 2,4-D + 1,5 mg/l BA</p>	Kuning kecoklatan	Intermediet
 <p>0,5 mg/l 2,4-D + 2 mg/l BA</p>	Coklat kehitaman	Intermediet
 <p>1 mg/l 2,4-D + 0 mg/l BA</p>	Coklat kehitaman	Intermediet
 <p>1 mg/l 2,4-D + 0,5 mg/l BA</p>	Kuning	Remah
 <p>1 mg/l 2,4-D + 1 mg/l BA</p>	Coklat kehitaman	Intermediet

 <p>1 mg/l 2,4-D + 1,5 mg/l BA</p>	Kuning	Remah
 <p>1 mg/l 2,4-D + 2 mg/l BA</p>	Coklat kehitaman	Intermediet
 <p>1,5 mg/l 2,4-D + 0 mg/l BA</p>	Kuning	Remah
 <p>1,5 mg/l 2,4-D + 0,5 mg/l BA</p>	Coklat kehitaman	Intermediet
 <p>1,5 mg/l 2,4-D + 1 mg/l BA</p>	Coklat kehitaman	Intermediet
 <p>1,5 mg/l 2,4-D + 1,5 mg/l BA</p>	Coklat kehitaman	Intermediet

 <p>1,5 mg/l 2,4-D + 2 mg/l BA</p>	Coklat kehitaman	Intermediet
 <p>2 mg/l 2,4-D + 0 mg/l BA</p>	Coklat kehitaman	Intermediet
 <p>2 mg/l 2,4-D + 0,5 mg/l BA</p>	Kuning	Remah
 <p>2 mg/l 2,4-D + 1 mg/l BA</p>	Coklat kehitaman	Intermediet
 <p>2 mg/l 2,4-D + 1,5 mg/l BA</p>	Kuning	Remah
 <p>2 mg/l 2,4-D + 2 mg/l BA</p>	Coklat kehitaman	Intermediet

Keterangan: (-) tidak terbentuk kalus

Hasil penelitian (tabel 4.7) menunjukkan sebanyak 5 dari 25 perlakuan yang diberikan menghasilkan kalus berwarna kuning, 3 perlakuan menghasilkan kalus berwarna kuning kecoklatan, dan 17 perlakuan menghasilkan kalus berwarna coklat kehitaman. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kombinasi 1 mg/l 2,4-D + 0,5 mg/l BA, 1 mg/l 2,4-D + 1,5 mg/l BA, 1,5 mg/l 2,4-D + 0 mg/l BA, 2 mg/l 2,4-D + 0,5 mg/l BA dan 2 mg/l 2,4-D + 1,5 mg/l BA menghasilkan kalus berwarna kuning. Pada penelitian ini diperoleh kalus dengan warna kuning, hal ini menunjukkan bahwa sel-sel kalus masih dalam kondisi baik dan aktif melakukan pembelahan. Hal ini sesuai dengan pendapat Indria dkk. (2016) dan Royani dkk. (2015), warna putih kekuningan menunjukkan sel aktif membelah dan menghasilkan jaringan muda, sedangkan warna kuning pada kalus memperlihatkan bahwa sel masih aktif beregenerasi di usia matang.

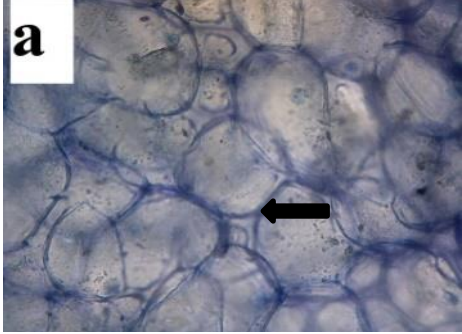
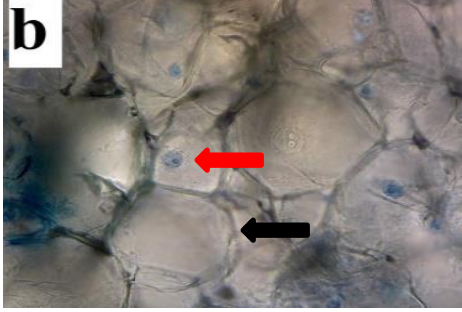
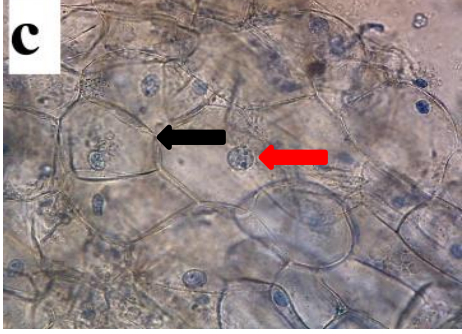
Adapun pada perlakuan 0,5 mg/l 2,4-D + 0,5 mg/l BA, 0,5 mg/l 2,4-D + 1 mg/l BA, dan 0,5 mg/l 2,4-D + 1,5 mg/l BA menghasilkan kalus berwarna kuning kecoklatan, dan 17 perlakuan menghasilkan kalus berwarna coklat kehitaman. Penurunan warna pada kalus bisa juga menunjukkan sel-sel yang sudah mulai mati/sudah pada tahap maksimum pertumbuhan atau bisa juga disebabkan karena adanya senyawa fenol yang terkumpul dalam yang mana mengalami oksidasi sehingga menimbulkan warna kecoklatan/kehitaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Hutami (2008), perlakuan yang dilakukan pada proses pemotongan eksplan menyebabkan enzim oksidase memproduksi senyawa fenol. Luka pada eksplan menyebabkan enzim dan substrat keluar dari sel, hal ini mengakibatkan terjadinya ikatan antara

protein dengan hidrogen yang membuat aktivitas fenilalanin amonia liase naik sehingga memproduksi fenilpropanoid (senyawa pemicu pencoklatan).

Hasil pengamatan diperoleh data, kalus yang membentuk tekstur remah diperoleh pada konsentrasi 0,5 mg/l 2,4-D + 0,5 mg/l BA, 0,5 mg/l 2,4-D + 1 mg/l BA, 1 mg/l 2,4-D + 0,5 mg/l BA, 1 mg/l 2,4-D + 1,5 mg/l BA, 1,5 mg/l 2,4-D + 0 mg/l BA, 2 mg/l 2,4-D + 0,5 mg/l BA dan 2 mg/l 2,4-D + 1,5 mg/l BA. Hal tersebut sesuai dengan Yelnitis (2012), pemberian 2,4-D dengan konsentrasi bertingkat pada media kalus maka kalus yang dihasilkan akan memiliki tekstur semakin remah. Ciri dari kalus dengan tekstur remah adalah sel-sel penyusun kalus mudah dipisahkan untuk menjadi unit-unit tunggal dan secara visual terlihat hubungan antar sel yang renggang, hal inilah yang menyebabkan kalus remah antara satu sama lain mudah dipisahkan.

Sedangkan 17 perlakuan lainnya membentuk kalus dengan tekstur intermediet. Kalus intermediet merupakan kalus yang bertekstur antara remah dan kompak, hal bisa disebabkan oleh keseimbangan antara hormon auksin dan sitokinin dalam sel. Menurut Melisa (2011), tekstur kalus yang cenderung kompak diasumsikan karena adanya kehadiran sitokinin dalam media. Struktur kompak disebabkan oleh mengerasnya dinding sel akibat proses transpot sitokinin dalam membawa zat hara dan air melewati pembuluh floem yang mana hal ini berpengaruh pada potensial osmotik di dalam sel.

Tabel 4.8 Pengamatan anatomi kalus porang pada berbagai perlakuan interaksi 2,4-D dan BA (perbesaran 400X)

Foto Pengamatan	Deskripsi
	<p>Foto mikroskopis eksplan kalus berwarna coklat kehitaman bertekstur intermediet, tidak terdapat inti sel.</p>
	<p>Foto mikroskopis eksplan kalus berwarna kuning kecoklatan bertekstur intermediet, terdapat inti sel akan tetapi dalam jumlah yang sedikit.</p>
	<p>Foto mikroskopis eksplan kalus berwarna kuning bertekstur remah, terdapat banyak ruang antar sel. Memiliki banyak inti sel.</p>

Keterangan: tanda panah merah = inti sel, panah warna hitam = dinding sel.

Hasil pengamatan mikroskopis (tabel 4.8) memperlihatkan bahwa bentuk sel dari semua kalus umumnya lonjong dan bulat dengan inti sel terlihat jelas serta dalam jumlah yang banyak. Kalus intermediet/kompak mempunyai sel yang rapat dan memiliki inti sel yang sedikit. Sedangkan pada kalus yang remah menghasilkan banyak inti sel yang jelas serta banyak ruang antar sel. Sebagaimana pendapat Wijawati dkk. (2019), kalus

bertekstur kompak memiliki unit-unit sel yang tersusun rapat dan padat, sedangkan kalus bertekstur remah mempunyai ruang antar sel yang banyak dan lunak.

Menurut Simbolon dkk. (2017), terbentuknya tekstur kalus yang remah dapat disebabkan oleh meningkatnya pembelahan sel pada kalus yang terjadi karena pemberian ZPT 2,4-D. Peran 2,4-D yang merangsang pembelahan pada sel menyebabkan sel mengalami pertumbuhan tanpa diikuti penebalan dinding sel sehingga mempertahankan tekstur pada kalus (Asmono dan Vega, 2016). Menurut Wahyuni (2020), terbentuknya kalus yang kompak dapat disebabkan karena sel-sel yang awalnya membelah mengalami penurunan pada aktivitas proliferasinya.

Tekstur kalus remah mengindikasikan bahwa sel masih aktif membelah dan melakukan pertumbuhan. Hal ini sesuai dengan pendapat Moztafiz dan Alina (2018), ciri kalus embriogenik yaitu bentuk sel yang bermacam-macam dan memiliki tingkat pembelahan sel yang tinggi. Selain itu, dari hasil penelitian ini juga diketahui bahwa kalus yang memiliki warna coklat kehitaman memiliki sedikit sel yang tidak mengandung inti sel, hal ini disebabkan oleh sel-sel kalus banyak yang mati. Sedangkan pada warna kalus kuning kecoklatan inti sel masih terdapat beberapa dan untuk kalus berwarna kuning inti sel ditemukan dalam jumlah banyak.

4.4 Kajian Penelitian Dalam Persektif Islam

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) merupakan sumber karbohidrat alternatif yang bernilai ekonomi tinggi, salah satu senyawa yang terkandung dalam umbi porang yang memiliki banyak manfaat adalah glukomanan.

Secara kimiawi, glukomanan termasuk senyawa polisakarida yang banyak digunakan dalam makanan, obat, maupun industri lainnya (Bo dkk., 2013). Dalam bidang pangan glukomanan dapat digunakan sebagai makanan berindeks glikemik rendah yang dapat membantu mengontrol kadar gula darah. Adapun dalam kesehatan glukomanan dapat digunakan untuk obat penyakit tumor, diabetes militus, obesitas, sembelit, dan menurunkan kolesterol dalam darah (Li dkk., 2006; Chua dkk., 2010; dan Chua dkk., 2012).

Obat dalam bahasa arab adalah Syifa'. Allah berfirman dalam Alquran surat An-Nahl ayat 69 yang berbunyi:

ثُمَّ كُلِي مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلُلًا يَخْرُجُ مِنْ بَطُونِهَا شَرَابٌ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ ۗ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ

Artinya: “Kemudian makanlah dari tiap-tiap (macam) buah-buahan dan tempuhlah jalan Tuhanmu yang telah dimudahkan (bagimu) dari perut lebah itu keluar minuman (madu) yang bermacam-macam warnanya, di dalamnya terdapat obat yang menyembuhkan bagi manusia. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar benar terdapat tanda (kebesaran Tuhan) bagi orang-orang yang memikirkan”(QS.An-Nahl: 69).

Disebutkan pula dalam hadits shahih riwayat Imam Bukhari, bahwa Rasulullah SAW bersabda:

مَا أَنْزَلَ اللَّهُ دَاءً إِلَّا أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً

“Tidaklah Allah menurunkan penyakit kecuali Dia juga menurunkan penawarnya.” (HR Bukhari).

Dalam Hadist Riwayat Bukhari dijelaskan bahwa setiap penyakit pasti ada penawarnya (obat), dan obat tersebut ada disekitar lingkungan hidup manusia. Bagaimana manusia memanfaatkan segala potensi yang telah ciptakan di muka bumi. Menurut Az-Zuhaili (2013) dalam Tafsir Al-Wasith kata (شِفَاءً)

memiliki arti obat, bahwa pada madu terdapat obat yang berkhasiat untuk menyembuhkan banyak penyakit pada manusia. Lebah membuat madu dari sari bunga tanamam-tanaman, menempuh jalan yang panjang untuk kembali ke sarang dan membuat madu. Dalam surat An-Nahl diisyaratkan bahwa tidak hanya madu, akan tetapi tumbuh-tumbuhan maupun buah-buahan yang ada di muka bumi memiliki potensi yang sama besarnya untuk digunakan sebagai obat berbagai penyakit.

Allah telah menciptakan bermacam-macam tumbuhan dengan segala kebaikannya, maka kita sebagai khalifah di muka bumi harus berfikir bagaimana dapat memanfaatkan potensi-potensi tersebut dengan sebaik mungkin dan dengan berbagai cara atau metode. Salah satu optimalisasi porang yakni melakukan perbanyakan dengan teknik kultur jaringan *in vitro* sehingga produksi porang dapat dilakukan secara masif. Allah berfirman dalam Alquran surat A'raf (7) ayat 58 yang berbunyi:

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي خَبثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًا كَذَلِكَ نُصَرِّفُ آيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُشْكُرُونَ

Artinya: *Dan tanah yang baik, tanam-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanam-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang yang bersyukur”* (Qs. Al-A'raf/7:58).

Menurut Shihab (2002), pada ayat ini menjelaskan bahwa bumi memiliki jenis tanah yang baik atau subur dan tanah yang tidak baik. Tanah yang baik apabila disirami oleh air hujan dan ditanami oleh tanaman akan subur. Sedangkan tanah yang gersang meskipun di siram oleh air hujan tanamannya akan merana dan tidak menghasilkan apapun. Penelitian kultur jaringan ini dapat dijadikan suatu sarana atau upaya dalam menjaga bumi yang telah Allah titipkan kepada manusia, tanah yang subur dapat dimodifikasi dengan media

lain yang dalam prosesnya mampu menghasilkan tanaman yang lebih baik dan banyak. Sehingga persediaan yang ada pada bumi ini dapat lestari hingga anak cucu kita berikutnya.

Hasil penelitian menunjukkan batang porang yang diinisiasi pada media yang cocok akan menghasilkan kalus, hal ini menunjukkan kebesaran dan kuasa Allah SWT yang mampu menumbuhkan kalus dengan segala proses biologisnya. Sesungguhnya pada proses-proses tersebut merupakan manifestasi kebesaran Allah bagi orang-orang yang mau berpikir. Dari penelitian ini diharapkan kita sebagai khalifah di muka bumi untuk selalu berpikir dan menelaah fenomena yang ada ataupun yang sedang terjadi di alam semesta dengan sebaik mungkin.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan:

1. Zat pengatur tumbuh 2,4-D berpengaruh terhadap induksi kalus porang. Konsentrasi 1 mg/l menghasilkan rata-rata hari muncul kalus 12,40 HST, persentase pembentukan kalus sebesar 53,40%, dan berat basah sebesar 0,851 mg.
2. Zat pengatur tumbuh BA berpengaruh terhadap induksi kalus porang. Konsentrasi 0,5 mg/l menghasilkan rata-rata persentase pembentukan kalus sebesar 62,20% dan berat basah sebesar 1,038 mg.
3. Kombinasi 2,4-D dan BA berpengaruh terhadap dalam induksi kalus porang. Konsentrasi terbaik pada kombinasi 1 mg/l 2,4-D dan 0,5 mg/l BA dengan persentase pembentukan kalus sebesar 100% dan berat basah sebesar 2,386667 mg. Kalus berwarna kuning, bertekstur remah, memiliki inti sel yang jelas dan memiliki banyak ruang antar sel.

5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan dari penelitian ini, yaitu:

1. Penggunaan eksplan harus dengan usia dan ukuran yang sama, gunakan proses yang jelas untuk memperoleh hasil yang maksimal.
2. Perlu dilakukan penelitian untuk regenerasi (peremajaan kalus), proliferasi hingga organogenesis pada kalus porang dengan penggunaan zat pengatur tumbuh lainnya.

3. Konsentrasi optimum dari penelitian ini yakni konsentrasi 1 mg/l 2,4-D dan 0,5 mg/l BA, sehingga bisa digunakan sebagai referensi dalam induksi kalus eksplan sejenis.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. 2004. *Tafsir Ibnu Katsir*. Jakarta: Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Abidin, Z. 1983. *Dasar-Dasar Pengetahuan Tentang Zat Pengatur Tumbuh*. Bandung: Penerbit Angkasa.
- Afifah E, Nugrahani MO, dan Setiono. 2014. Peluang Budidaya Iles-iles (*Amorphophallus* spp.) Ssebagai Tanaman Sela di Perkebunan Karet. *Warta Per karetan*. 33(1): 35-46.
- Anggraeni DA, Widjanarko SB, dan Ningtyas DW. 2014. Proporsi tepung porang (*Amorphophallus muelleri* Blume): tepung maizena terhadap karakteristik sosis ayam. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(3): 214-223.
- Anil SR, Siril EA, dan Beevy SS. 2012. In Vitro Propagation Strategies for Elephant Foot Yam (*Amorphophallus paeoniifolius* (Dennst.) Nicolson. *Journal of Root Crops*. 38(2): 97-108.
- Anwar SH, Ginting BM, Aisyah Y, dan Novi Safriani N. 2017. Pemanfaatan Tepung Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) Sebagai Penstabil Emulsi M/A dan Bahan Penyalut Pada Mikrokapsul Minyak Ikan. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 27(1): 76-88.
- Ardhian D dan Indriyani S. 2013. Kandungan Oksalat Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Hasil Penanaman dengan Perlakuan Pupuk P dan K. *Jurnal Biotropika*. Edisi 1 No. 2.
- Ariati, SN. 2012. Induksi Kalus Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) pada Media MS dengan Penambahan 2,4-D, BAP dan Air Kelapa. *Jurnal Natural Sciences*. 1(1): 74-84.
- Asmono Luri dan Vega Kartika Sari. 2016. Induksi Kalus dari Beberapa Kultivar Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L. Dataran Medium Secara In-Vitro. *Jurnal Ilmiah Inovasi*. Vol.16 (2).
- Aziz MM, Ratnasari E, dan Rahayu YS. 2014. Induksi Kalus Umbi Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri*) dengan Kombinasi Konsentrasi 2,4-D dan BAP Secara In Vitro. *LenteraBio*. 3(2): 109-114.

- Az-Zuhaili, W. 2013. *Tafsir Al-Wasith*. Jakarta: Gema Insani.
- Baday, S. J. S. 2018. Plant Tissue Culture. *International Journal of Agriculture and Enviromental Research*. 4(4).
- Bo S, Muschin T, Kanamoto T, Nakashima H, dan Yoshida T. 2013. Sulfation and biological activities of konjac glucomannan. *Carbohydr Polym*. 94: 899-903.
- Brouns F, Bjorck I, Frayn KN, Gibbs AL, Lang V, Slama G et al. 2005. Glycaemic index methodology. *Nutr Res Rev* 18, 145–171.
- Bustami, M. U. 2011. Penggunaan 2,4-D Untuk Induksi Kalus Kacang Tanah. *Media Litbang Sulteng*. 4(2) : 137-141.
- Chotigamas T, Sripaoraya S, Gateprasert M, Vanichsiratana W, dan Sirisansaneeyakul S. 2009. The Tissue Culture Optimization For *Amorphophallus Oncophyllus* Cell Suspension For Konjac Glucomannan Production.
- Chua M, Baldwin TC, Hocking TJ, dan Chan K. 2010. Review: Traditional uses and potential health benefits of *Amorphophallus konjac* K. Koch ex N.E.Br. *Journal of Ethnopharmacology*. 128: 268–278.
- Chua M, Chan K, Hocking TJ, Williams PA, Perry CJ, dan Baldwin TC. 2012. Methodologies for the extraction and analysis of konjac glucomannan from corms of *Amorphophallus konjac* K. Koch. *Carbohydr Polym*. 87: 2202-2210.
- Damayanti D, Sudarsono , Mariska I, dan Herman M. 2005. Regenerasi Pepaya melalui Kultur In Vitro. *Jurnal AgroBiogen*. 3(2):49-54.
- Dodds, J. dan Roberts. 1985. *Experiments in Plant Tissue Culture. Second Edition*. New York: Cambridge University Press.
- Dwiyono K, Saribanon N, Wiryanti I. 2019. Rekayasa Proses Pengeringan Umbi Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri*). *Seminar Nasional Dalam Rangka Dies Natalis UNS Ke 43*. 3(1): 2615-7721.

- Edi, Syahmi. 2015. Influence 2,4-D (*Diclorophenoxy Acetic Acid*) And Bap (Benzyl Aminopurine) To Callus Induction On Rice Plants FieldS. *Trends In Science And Science Education*.
- Elizabeth, Roosganda. 2011. Strategi Pencapaian Diversifikasi dan Kemandirian Pangan: Antara Harapan dan Kenyataan. *Iptek Tanaman Pangan*. 6(2).
- Faridah A dan Widjanarko SB. 2014. Penambahan tepung porang pada pembuatan mi dengan substitusi tepung MOCAF (Modified Cassava Flour). *J Teknol dan Industri Pangan*. 25(1): 1979-7788.
- Faridah A, Widjanarko SB, Sutrisno A, dan Susilo B. 2012. Optimasi Produksi Tepung Porang Dari Chips Porang Secara Mekanis Dengan Metode Permukaan Respons. *Jurnal Teknik Industri*.13(2): 158–166.
- Fauziyyah, D., Triani H., K. 2012. Upaya Memacu Pembentukan Kalus Eksplan Embrio Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) dengan Pemberian Kombinasi 2,4-D dan Sukrosa Secara Kultur *In-vitro*. *Jurnal Pembangunan Pedesaan*. 12(1).
- Gao S, Guo J, Wu L, dan Wang S. 2008. Gelation of Konjac glucomannan crosslinked by organic borate. *Carbohydr Polym*. 73: 498-505.
- George, E. F dan sherington, P. D. 1984. *Plant Propagation By Tissue Culture*. Exegetis Limited: England.
- George EF, Hall MA, dan Klerk G. 2007. *Plant Propagation by Tissue Culture*. Netherland: Springer.
- Harijati N, dan Mastuti R. 2014. Estimation of Diverse Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Age in Forest Are Based on Brancing Pattern of Leaf Petiolule. *Research Journal Of Life Science*. 1(1): 2355-9926.
- Hatmi RU, dan Djaafar TF. 2014. Keberagaman Umbi-umbian Sebagai Pangan Fungsional. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi*.
- Hutami, Sri. 2008. Ulasan: Masalah pencoklatan Pada Kultur Jaringan. *Jurnal AgroBiogen*. 4(2): 83-88.

- Imelda M, Wulansari A, dan Poerba YS. 2008. Regenerasi Tunas dari Kultur Tangkai Daun Iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume). *Biodiversitas*. 9(3): 173-176.
- Indah, N.P. dan D. Ernavitalini. 2013. Induksi Kalus Daun Nyamplung (*Calophylluminophyllum* Linn.) pada Beberapa Konsentrasi 6 Benzylaminopirune (BAP) dan 2,4-Dichlorophenoxyacetic. *Jurnal sains dan semi pomi*. 2(1).
- Indria W, Mansur dan Husni A. 2016. Pengaruh pemberian 2,4-D Terhadap Induksi Kalus dan Pemberian Zat Pengatur Tumbuh BA Terhadap Induksi Kalus Rumput Gajah Varietas Hawaii. *Fakultas peternakan Universitas Padjajaran*.
- Iwase A, Ikeuchi M, dan Sugimoto K. 2013. Plant Callus: Mechanisms of Induction and Repression. *The Plant Cell*. Vol. 25: 3159–3173.
- Jansen, P.C.M., van der Wilk, C. dan Hettterscheid, W.L.A., 1996. *Amorphophallus* Blume ex Decaisne[Internet]. Record from Proseabase. Flach, M. & Rumawas, F. (Editors). PROSEA (Plant Resources of South-East Asia) Foundation, Bogor, Indonesia.
- Khalida A, Suwirman, Aneloi Z. 2019. Induksi Kalus Anggrek Lilin (*Aerides odorata* Lour.) dengan Pemberian beberapa Konsentrasi 2,4 Diklorofenoksiasetat (2,4 D). *Jurnal Biologi Universitas Andalas (J. Bio. UA)*. 7(2).
- Kanlayanarat S, Szrednicki G, Borompichaichartkul C, Zhao J, Zhang D, dan Jianping Z. 2010. Morphological and Growth Characteristics of *Amorphophallus muelleri* Blume - a Commercially Important Konjac Species. *Acta Horticulturae*. 875
- Koswara, S. 2013. *Teknologi Pengolahan Umbi-umbian*. Bogor: IPB.
- Lastinawati, Endang. 2010. Diversifikasi Pangan dalam Mencapai Ketahanan Pangan. *AgronomiS*. 2(4): 1979 – 8245X.
- Lestari, Endang G. 2011. Peranan Zat Pengatur Tumbuh dalam Perbanyakan Tanaman melalui Kultur Jaringan. *Jurnal AgroBiogen*. 7(1):63-68.

- Lestari, S. 2013. Pengaruh Jenis Eksplan Dan Konsentrasi IBA Terhadap Pertumbuhan Dan Kadar Metabolit Sekunder (Stigmateron dan Sitosterol) Kalus Purwoceng (*Pimpinella alpine* Molk.) Pada Media MS. *Skripsi*. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang.
- Li B, Xie B, dan Keneedy JF. 2006. Studies on the molecular chain morphology of konjac glucomannan. *Carbohydr Polym*. 64: 510-515.
- Luo X, Pan He P, dan Lin X. 2013. The mechanism of sodium hydroxide solution promoting the gelation of Konjac glucomannan (KGM). *Food Hydrocolloids*. 30: 92e99.
- Maciel, S.A., P.C.P.F. Junior., R.A. Silva dan J.E. Scherwinski-Pereira. 2010. Morpho-anatomical characterization of embryogenic calluses from immature zygotic embryo of peach palm during somatic embryogenesis. *Acta Scientiarum. Agronomy Maringá*. 32(2): 263-267.
- Mahirdini S dan Afifah DN. 2016. Pengaruh substitusi tepung terigu dengan tepung porang (*Amorphophallus oncophyllus*) terhadap kadar protein, serat pangan, lemak, dan tingkat penerimaan biskuit. *Jurnal Gizi Indonesia*. 5(1): 42-49.
- Maulidia, Zaiyin Rizky Ageng dan Wahyu Indra Duwi Fanata. 2019. Pengaruh Jenis Auksin Terhadap Pembentukan Kalus dan Daya Regenerasi Tiga Varietas Padi Lokal. *Berkala Ilmiah Penelitian*. 2(2).
- Mariska, I. 2003. *Perbanyak Bibit Abaka Melalui Kultur Jaringan*. Bogor: Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian.
- Melisa. 2011. *Respon Asal Eksplan Tanaman Adenium (Adenium obesum) Terhadap Pemberian Benzil Amino Purin Secara In Vitro*. Tesis. Universitas Islam Riau.
- Moztafiz SB dan Wagiran A. 2018. Efficient callus Induction and Regeneration in Selected Indica Rice. *Agronomy*. 8(5).

- Poerba YS, Leksonowati A. dan Martanti D. 2009. Pengaruh Mutagen Etil Metan Sulfonat (EMS) Terhadap Pertumbuhan Kultur In Vitro Iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume). *Berita Biologi*. 9(4).
- Purnamaningsih, Ragapadmi. 2006. Induksi Kalus dan Optimasi Regenerasi Empat Var. Padi Melalui Kultur *In-vitro*. *Jurnal AgroBiogen*. 2(2): 74-80.
- Raharjo BA, Dewi NWS, dan Haryani K. 2012. Pemanfaatan tepung glukomanan dari umbi iles-iles (*Amorphophallus oncophyllus*) sebagai bahan baku pembuatan edible film. *J Teknologi Kimia dan Industril* (1) : 401-411.
- Rahayuningsih, Yunia. 2020. Berbagai Faktor Internal dan Eksternal Serta Strategi Untuk Pengembangan Porang (*Amorphophalus muelleri* Blume) di Provinsi Banten. *Jurnal Kebijakan Pembangunan Daerah*. 4(2): 2685-0079.
- Ramirez MDA dan Silva RFD. 2018. Morpho-anatomical characterization of secondary somatic embryogenesis in *Azadirachta indica* (Meliaceae). *Acta Botanica Mexicana*. 122:7-20.
- Riyadi, I. 2004. Pengaruh 2,4-D Terhadap Induksi Embrio Somatik Kopi Arabika. *Buletin Plasma Nutfah*. Vol.10, No.02.
- Rosidiani EP, Arumingtyas EL, dan Azrianingsih R. 2013. Analisis Variasi Genetik *Amorphophallus Muelleri* Blume dari Berbagai Populasi di Jawa Timur Berdasarkan Sekuen Intron trnL. *Floribunda*. 4:6.
- Royani, Ida., Zulkifli., Prapti Sedijani. 2015. Induksi Kalus Kacang Tanah (*Arachis hypogea*) Var. Kelinci Dengan perlakuan 2,4-D dan BAP. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. 1(2).
- Rusdianto dan Indrianto A. 2012. Induksi Kalus Embriogenik Pada Wortel (*Daucus carota* L.) Menggunakan 2,4 Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D). *Jurnal Bionature*. 13(2).
- Saleh N, Rahayuningsih A, Radjit BS, dan Harnowo D. 2015. *Tanaman Porang: Pengenalan, Budidaya, dan Pemanfaatannya*. Jakarta: Pusat Penelitian

dan Pengembangan Tanaman Pangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

Santosa, Edi. 2014. Pengembangan tanaman iles-iles tumpang sari untuk kesejahteraan petani dan kemandirian industri pangan nasional. *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan*. 1(2): 73-79.

Santosa E, Sugiyama N, Kurniawati A, Lontoh AP, Sari M, dan Krisantini. 2018. Variation in floral morphology of agamosporous (*Amorphophallus muelleri* Blume) in natural and gibberellin induced flowering. *Journal of Applied Horticulture*. 20(1): 15-23.

Sari YP, Kusumawati E, Saleh K, Kustiawan W, dan Sukartingsih. 2013. Effect of sucrose and plant growth regulators on callogenesis and preliminary secondary metabolic of different explant *Myrmecodia tuberosa*. *Nusantara Bioscience*. 10(3): 183-192.

Sari R dan Suhartati. 2015. Tumbuhan Porang: Prospek Budidaya Sebagai Salah Satu Sistem Agroforestry. *Info Teknis EBONI*. 12(2): 97 – 110.

Sartika D dan Djoko S. 2012. Pengaruh Kombinasi Zat Pengatur Tumbuh (2,4-D dan Kinetin) Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Metabolit Sekunder pada Kalus *Phaleria macrocarpa*. *Jurnal Litbang KemKes*. 5(1).

Shihab, Q. 2002. *Membumikan Al-Qur'an, Fungsi dan Peran Wahyu dalam Kehidupan Manusia*. Bandung: Mizan.

Shofiyani, A. dan N. Damajanti. 2015. Pengembangan Metode Sterilisasi Pada Berbagai Eksplan Guna Meningkatkan Keberhasilan Kultur Kalus Kencur (*Kaemferia galangal* L). *Agritech*. XVII(1): 55 – 64.

Sitinjak MA, Isda MN, dan Fatonah S. 2015. Induksi Kalus dari Eksplan Daun *In vitro* Keladi Tikus (*Typhonium* sp.) dengan Perlakuan 2,4-D dan Kinetin. *Al-Kaunyah Jurnal Biologi*. 8(1).

Simbolon, Dian., Revandy I M Damanik., Rosmayanti. 2017. Karakteristik kalus beberapa varietas Kedelai dengan pemberian 2,4D dan Kinetin Pada Kondisi Hipoxia secara In-vitro. *Agroekoteknologi*. 5 (4).

- Smith, Roberta H. 2013. *Plant Tissue Culture (Techniques and Experiments)*. Texas: Department of Horticulture Vegetable Crops Improvement Center Texas A&M University College Station.
- Suhartanto MR, Hidayah N, dan Santosa E. 2018. Pertumbuhan dan Produksi Benih Iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume) Asal Teknik Budi Daya yang Berbeda. *Bul. Agrohorti*. 6(3): 405–411.
- Sulistiyo RH, Soetopo L, dan Damanhuri. 2015. Eksplorasi dan Identifikasi kaeakter Morfologi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) di Jawa Timur. *Jurnal Produksi Tanaman*. 3(5): 353 – 361.
- Sumarwoto. 2005. Iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume): Deskripsi dan sifat-sifat lainnya. *J Biodiver*. 6(3): 185-190.
- Turhan, H. 2004. Callus Induction and Growth Intransgenic Potato Genotypes. *African Journal Of Biotechnology*. 3(38).
- Ulva M, Nurchayati Y, Prihastanti E, dan Setiari N. 2019. Pertumbuhan Kalus Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Varietas Permata F1 dari Jenis Eksplan dan Konsentrasi Sukrosa yang Berbeda secara In Vitro. *Life Science*. 8(2).
- Wahyuni KI, Rohmah MK, Ambari Y, dan Romadhon BK. 2020. Pemanfaatan Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Bl) Sebagai Bahan Baku Keripik. *Jurnal Karinov*. 3(1): 1 – 4.
- Wattimena, G. 1992. *Bioteknologi Tanaman*. Bogor: PAU IPB.
- Wijawati N, Habibah NA, Musafa F, Mukhtar K, Anggraito YU, dan Widiatningrum T. 2019. Pertumbuhan Kalus Rejasa dari Eksplan Tangkai Daun pada Kondisi Gelap. *Life Science*. 8 (1).
- Witarsa, Usep. 2018. *Umbi Porang/Iles-iles (Amorphophallus oncophyllus) Sebagai Deposito Tanaman dalam Tanah*. Banten: Penyuluh Kehutanan.
- Yasin M dan Suarni. 2011. Jagung sebagai Sumber Pangan Fungsional. *ptek Tanaman Pangan*. 6(1).

- Yelnititis. 2012. Pembentukan Kalus Remah dari Eksplan Daun Ramin (*Gonystylus bancanus* (Miq) Kurz). *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*. 6(3) : 181-194.
- Yusnita. 2003. *Kultur in vitro (Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien)*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Zulfitra R, Gustian, dan Satria B. 2018. Induksi Kalus Embriogenik Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) Secara *In Vitro*. Prosiding Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia (PERIPI) Komda Sumatera Barat “Kedaulatan Benih Menuju Lumbung Pangan Dunia 2045”.
- Zulkarnain, H. (2009). *Kultur Jaringan Tanaman Solusi Perbanyak Tanaman Budi Daya*. Bumi Aksara. Jakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Pengamatan

1. Hari Muncul Kalus (HMK)

No.	Perlakuan		Ulangan	HMK	Jumlah	Rata-rata	
	2,4-D	BA					
1.	0	0	1	0	0	0	
			2	0			
			3	0			
2.		0,5	0,5	1	61	122	40,67
				2	61		
				3	0		
3.		1	1	1	59	59	19,67
				2	0		
				3	0		
4.	1,5	1,5	1	57	171	57	
			2	57			
			3	57			
5.	2	2	1	55	55	18,33	
			2	0			
			3	0			
6.	0,5	0	1	32	32	10,67	
			2	0			
			3	0			
7.		0,5	0,5	1	48	96	32
				2	48		
				3	0		
8.		1	1	1	40	115	38,33
				2	40		
				3	35		
			1	56			

9.		1,5	2	0	56	18,67
			3	0		
10.		2	1	51	51	17
			2	0		
			3	0		
11.		0	1	16	16	5,33
			2	0		
			3	0		
12.		0,5	1	14	42	14
			2	14		
			3	14		
13.	1	1	1	22	22	7,33
			2	0		
			3	0		
14.		1,5	1	23	46	15,33
			2	23		
			3	0		
15.		2	1	24	49	16,33
			2	25		
			3	0		
16.		0	1	23	23	7,67
			2	0		
			3	0		
17.		0,5	1	36	71	23,67
			2	35		
			3	0		
18.	1,5	1	1	38	38	12,67
			2	0		
			3	0		
19.		1,5	1	39	39	13
			2	0		

			3	0		
20.		2	1	41	41	13,67
			2	0		
			3	0		
21.		0	1	30	30	10
			2	0		
			3	0		
22.		0,5	1	32	95	31,67
			2	32		
			3	31		
23.	2	1	1	41	41	13,67
			2	0		
			3	0		
24.		1,5	1	41	124	41,33
			2	41		
			3	42		
25.		2	1	43	43	14,33
			2	0		
			3	0		

2. Persentase Tumbuh Kalus

No	Perlakuan		Ulangan	Persentase	Jumlah	Rata-rata
	2,4-D	BA				
1.		0	1	0	0	0
			2	0		
			3	0		
2.		0,5	1	33	66	22
			2	33		
			3	0		
			1	33		

3.	0	1	2	0	33	11
			3	0		
4.	0	1,5	1	33	99	33
			2	33		
			3	33		
5.	0	2	1	33	33	11
			2	0		
			3	0		
6.	0,5	0	1	33	33	11
			2	0		
			3	0		
7.	0,5	0,5	1	100	200	66,67
			2	100		
			3	0		
8.	0,5	1	1	100	267	89
			2	100		
			3	67		
9.	0,5	1,5	1	33	33	11
			2	0		
			3	0		
10.	0,5	2	1	33	33	11
			2	0		
			3	0		
11.	1	0	1	67	67	22,33
			2	0		
			3	0		
12.	1	0,5	1	100	300	100
			2	100		
			3	100		
13.	1	1	1	67	67	22,33
			2	0		

			3	0		
14.	1,5		1	100	167	55,67
			2	67		
			3	0		
15.	2		1	100	200	66,67
			2	100		
			3	0		
16.	1,5	0	1	33	33	11
			2	0		
			3	0		
17.	0,5		1	67	100	33,33
			2	33		
			3	0		
18.	1,5	1	1	33	33	11
			2	0		
			3	0		
19.	1,5		1	33	33	11
			2	0		
			3	0		
20.	2		1	33	33	11
			2	0		
			3	0		
21.	1,5	0	1	33	33	11
			2	0		
			3	0		
22.	0,5		1	100	267	89
			2	100		
			3	67		
23.	2	1	1	33	33	11
			2	0		
			3	0		

24.	1,5	1	100	267	89
		2	100		
		3	67		
25.	2	1	67	67	22,33
		2	0		
		3	0		

3. Berat Basah Kalus

No	Perlakuan		Ulangan	Berat	Jumlah	Rata-rata
	2,4-D	BA				
1.	0	0	1	0	0	0
			2	0		
			3	0		
2.	0,5	0	1	0,07	0,12	0,04
			2	0,05		
			3	0		
3.	0	1	1	0,05	0,05	0,017
			2	0		
			3	0		
4.	1,5	0	1	0,74	1,23	0,41
			2	0,42		
			3	0,07		
5.	2	0	1	0,08	0,08	0,027
			2	0		
			3	0		
6.	0	0	1	0,24	0,24	0,08
			2	0		
			3	0		
7.	0,5	0	1	0,58	2,07	0,69
			2	1,49		

			3	0		
8.	0,5	1	1	1,97	5,31	1,77
			2	1,81		
			3	1,53		
9.	1,5		1	0,19	0,19	0,063
			2	0		
			3	0		
10.	2		1	0,31	0,31	0,103
			2	0		
			3	0		
11.	1	0	1	0,36	0,36	0,12
			2	0		
			3	0		
12.	0,5		1	2	7,16	2,39
			2	2,08		
			3	3,08		
13.	1	1	1	0,14	0,14	0,047
			2	0		
			3	0		
14.	1,5		1	4,49	4,70	1,57
			2	0,21		
			3	0		
15.	2		1	0,11	0,41	0,137
			2	0,3		
			3	0		
16.	1	0	1	0,07	0,07	0,023
			2	0		
			3	0		
17.	0,5		1	0,55	0,63	0,21
			2	0,08		
			3	0		

18.	1,5	1	1	0,26	0,26	0,087
			2	0		
			3	0		
19.	1,5	1,5	1	0,58	0,58	0,193
			2	0		
			3	0		
20.	1,5	2	1	0,32	0,32	0,107
			2	0		
			3	0		
21.	1,5	0	1	0,07	0,07	0,023
			2	0		
			3	0		
22.	1,5	0,5	1	1,3	3,59	1,197
			2	1,21		
			3	1,08		
23.	1,5	1	1	0,32	0,32	0,107
			2	0		
			3	0		
24.	1,5	1,5	1	2,36	6,75	2,25
			2	2,23		
			3	2,16		
25.	1,5	2	1	0,29	0,29	0,097
			2	0		
			3	0		

Lampiran 2. Hasil ANAVA dan Uji DMRT 5%

1. Hari Muncul Kalus (HMK)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:HMK

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	18720.747 ^a	24	780.031	1.825	.037
Intercept	37946.253	1	37946.253	88.784	.000
D	8030.213	4	2007.553	4.697	.003
B	2123.013	4	530.753	1.242	.305
D * B	8567.520	16	535.470	1.253	.264
Error	21370.000	50	427.400		
Total	78037.000	75			
Corrected Total	40090.747	74			

a. R Squared = ,867 (Adjusted R Squared = ,811)

HMK

Duncan 2,4-D

D	N	Subset	
		1	2
D2	15	11.6667	
D3	15	14.1333	
D4	15	22.2000	
D1	15	23.3333	
D0	15		41.1333
Sig.		.165	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 41,200.

2. Persentase Tumbuh Kalus

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Persentase

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	70652.880 ^a	24	2943.870	3.622	.000
Intercept	83133.453	1	83133.453	102.284	.000
D	17801.947	4	4450.487	5.476	.001
B	22085.947	4	5521.487	6.793	.000
D * B	30764.987	16	1922.812	2.366	.010
Error	40638.667	50	812.773		
Total	194425.000	75			
Corrected Total	111291.547	74			

a. R Squared = ,835 (Adjusted R Squared = ,860)

Persentase

Duncan 2,4-D

D	N	Subset	
		1	2
D0	15	15.4000	
D3	15	15.4667	
D1	15		37.7333
D4	15		44.4667
D2	15		53.4000
Sig.		.995	.162

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 26,273.

Persentase

Duncan
BA

B	N	Subset		
		1	2	3
B0	15	11.0667		
B4	15	24.4000	24.4000	
B2	15	28.8667	28.8667	
B3	15		39.9333	
B1	15			62.2000
Sig.		.112	.165	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 25,273.

3. Berat Basah Kalus

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent
Variable: Berat

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	39.503 ^a	24	1.646	3.536	.000
Intercept	21.579	1	21.579	46.362	.000
D	5.049	4	1.262	2.712	.040
B	10.162	4	2.540	5.458	.001
D * B	24.292	16	1.518	3.262	.001
Error	23.273	50	.465		
Total	84.356	75			
Corrected Total	62.776	74			

a. R Squared = ,929 (Adjusted R Squared = ,951)

Berat

Duncan 2,4-D

D	N	Subset	
		1	2
D0	15	.0987	
D3	15	.4560	.4560
D1	15	.5413	.5413
D4	15		.7347
D2	15		.8513
Sig.		.099	.154

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 24,465.

Berat

Duncan BA

B	N	Subset		
		1	2	3
B4	15	.0940		
B0	15	.2480		
B2	15	.4053	.4053	
B3	15		.8967	.8967
B1	15			1.0380
Sig.		.245	.054	.573

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.







The error term is Mean Square(Error) = 24,465.







4. Interaksi 2,4-D dan BA







Perlakuan	Rata-rata	DMRT + Rata-rata	Subset		
			1	2	3
D ₀ B ₀	0	1,119842106	a		
D ₀ B ₂	0,016666667		a		
D ₄ B ₀	0,023333333		a		
D ₀ B ₄	0,026666667		a		
D ₀ B ₁	0,04		a		
D ₂ B ₂	0,046666667		a		
D ₁ B ₃	0,063333333		a		
D ₁ B ₀	0,08		a		
D ₃ B ₂	0,086666667		a		
D ₄ B ₄	0,096666667		a		
D ₁ B ₄	0,103333333		a		
D ₃ B ₄	0,106666667		a		
D ₄ B ₂	0,106666667		a		
D ₂ B ₀	0,12		a		
D ₂ B ₄	0,136666667		a		
D ₃ B ₃	0,193333333		a		
D ₀ B ₃	0,41		a		
D ₁ B ₁	0,69		a		
D ₃ B ₁	0,876666667		a		
D ₃ B ₀	1,016666667	2,194805161	a	b	
D ₄ B ₁	1,196666667		a	b	
D ₂ B ₃	1,566666667		a	b	
D ₁ B ₂	1,77		a	b	
D ₄ B ₃	2,25	3,465952368			c
D ₂ B ₁	2,386666667				c





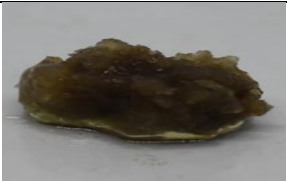


Lampiran 3. Foto Hasil Pengamatan

1. Morfologi Kalus


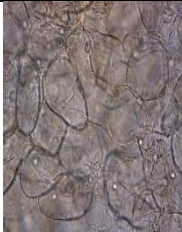
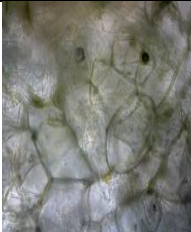
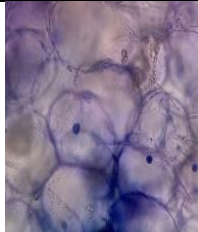


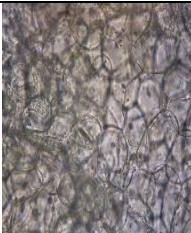
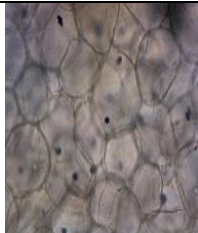



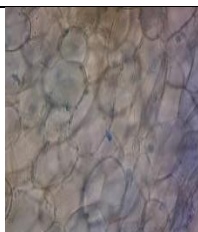
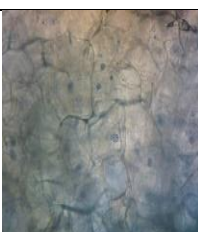


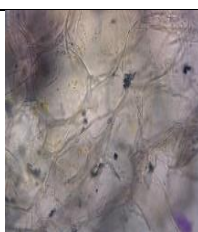
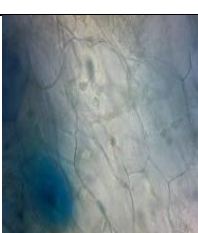


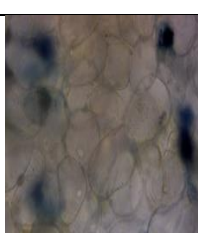
Perlakuan (mg/l)	Warna	Tekstur
 0 mg/l 2,4-D + 0 mg/l BA	-	-
 0 mg/l 2,4-D + 0,5 mg/l BA	Coklat kehitaman	Intermediet
 0 mg/l 2,4-D + 1 mg/l BA	Coklat kehitaman	Intermediet
 0 mg/l 2,4-D + 1,5 mg/l BA	Coklat kehitaman	Intermediet
 0 mg/l 2,4-D + 2 mg/l BA	Coklat kehitaman	Intermediet
 0,5 mg/l 2,4-D + 0 mg/l BA	Coklat kehitaman	Intermediet

 <p>0,5 mg/l 2,4-D + 0,5 mg/l BA</p>	<p>Kuning kecoklatan</p>	<p>Remah</p>
 <p>0,5 mg/l 2,4-D + 1 mg/l BA</p>	<p>Kuning kecoklatan</p>	<p>Remah</p>
 <p>0,5 mg/l 2,4-D + 1,5 mg/l BA</p>	<p>Kuning kecoklatan</p>	<p>Intermediet</p>
 <p>0,5 mg/l 2,4-D + 2 mg/l BA</p>	<p>Coklat kehitaman</p>	<p>Intermediet</p>
 <p>1 mg/l 2,4-D + 0 mg/l BA</p>	<p>Coklat kehitaman</p>	<p>Intermediet</p>
 <p>1 mg/l 2,4-D + 0,5 mg/l BA</p>	<p>Kuning</p>	<p>Remah</p>

 <p>1 mg/l 2,4-D + 1 mg/l BA</p>	Coklat kehitaman	Intermediet
 <p>1 mg/l 2,4-D + 1,5 mg/l BA</p>	Kuning	Remah
 <p>1 mg/l 2,4-D + 2 mg/l BA</p>	Coklat kehitaman	Intermediet
 <p>1,5 mg/l 2,4-D + 0 mg/l BA</p>	Kuning	Remah
 <p>1,5 mg/l 2,4-D + 0,5 mg/l BA</p>	Coklat kehitaman	Intermediet
 <p>1,5 mg/l 2,4-D + 1 mg/l BA</p>	Coklat kehitaman	Intermediet

 <p>1,5 mg/l 2,4-D + 1,5 mg/l BA</p>	Coklat kehitaman	Intermediet
 <p>1,5 mg/l 2,4-D + 2 mg/l BA</p>	Coklat kehitaman	Intermediet
 <p>2 mg/l 2,4-D + 0 mg/l BA</p>	Coklat kehitaman	Intermediet
 <p>2 mg/l 2,4-D + 0,5 mg/l BA</p>	Kuning	Remah
 <p>2 mg/l 2,4-D + 1 mg/l BA</p>	Coklat kehitaman	Intermediet
 <p>2 mg/l 2,4-D + 1,5 mg/l BA</p>	Kuning	Remah
 <p>2 mg/l 2,4-D + 2 mg/l BA</p>	Coklat kehitaman	Intermediet

2. Anatomi Kalus

D0B0				
D0B1				
D0B2				
D0B3				
D0B4				

Keterangan: struktur anatomi kalus hasil interaksi 2,4-D dan BA.

Lampiran 4. Perhitungan Konsentrasi

1. Perhitungan konsentrasi pemberian Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) 2,4-D dengan stok larutan 2,4-D 100 ppm.

a. Perhitungan konsentrasi ZPT 2,4-D 0 mg/L:

$$M1.V1 = M2.V2$$

$$100.V1 = 0 \text{ mg/L} \cdot 50 \text{ ml}$$

$$V1 = 0/100 = 0 \text{ ml}$$

b. Perhitungan konsentrasi ZPT 2,4-D 0,5 mg/L:

$$M1.V1 = M2.V2$$

$$100.V1 = 0,5 \text{ mg/L} \cdot 50 \text{ ml}$$

$$V1 = 25/100 = 0,25 \text{ ml}$$

c. Perhitungan konsentrasi ZPT 2,4-D 1 mg/L:

$$M1.V1 = M2.V2$$

$$100.V1 = 1 \text{ mg/L} \cdot 50 \text{ ml}$$

$$V1 = 50/100 = 0,5 \text{ ml}$$

d. Perhitungan konsentrasi ZPT 2,4-D 1,5 mg/L

$$M1.V1 = M2.V2$$

$$100.V1 = 1,5 \text{ mg/L} \cdot 50 \text{ ml}$$

$$V1 = 75/100 = 0,75 \text{ ml}$$

e. Perhitungan konsentrasi ZPT 2,4-D 2 mg/L

$$M1.V1 = M2.V2$$

$$100.V1 = 2 \text{ mg/L} \cdot 50 \text{ ml}$$

$$V1 = 100/100 = 1 \text{ ml}$$

2. Perhitungan konsentrasi pemberian Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) BA dengan stok larutan BA 100 ppm.

a. Perhitungan konsentrasi ZPT BA 0 mg/L:

$$M1.V1 = M2.V2$$

$$100.V1 = 0 \text{ mg/L} \cdot 50 \text{ ml}$$

$$V1 = 0/100 = 0 \text{ ml}$$

b. Perhitungan konsentrasi ZPT BA 0,5 mg/L:

$$M1.V1 = M2.V2$$

$$100.V1 = 0,5 \text{ mg/L} \cdot 50 \text{ ml}$$

$$V1 = 25/100 = 0,25 \text{ ml}$$

- c. Perhitungan konsentrasi ZPT BA 1 mg/L:

$$M1.V1 = M2.V2$$

$$100.V1 = 1 \text{ mg/L} \cdot 50 \text{ ml}$$

$$V1 = 50/100 = 0,5 \text{ ml}$$

- d. Perhitungan konsentrasi ZPT BA 1,5 mg/L

$$M1.V1 = M2.V2$$

$$100.V1 = 1,5 \text{ mg/L} \cdot 50 \text{ ml}$$

$$V1 = 75/100 = 0,75 \text{ ml}$$

- e. Perhitungan konsentrasi ZPT BA 2 mg/L

$$M1.V1 = M2.V2$$

$$100.V1 = 2 \text{ mg/L} \cdot 50 \text{ ml}$$

$$V1 = 100/100 = 1 \text{ ml}$$

3. Perhitungan konsentrasi gula yang digunakan dalam penelitian:

Penggunaan gula perliter adalah 30 gram, jadi perhitungan yang digunakan adalah $30/1000 \cdot 1250 = 37,5 \text{ g/l}$.

4. Perhitungan konsentrasi agar-agar yang digunakan dalam penelitian:

Penggunaan agar-agar perliter adalah 10 gram, jadi perhitungan yang digunakan adalah $10/1000 \cdot 1250 = 12,5 \text{ g/l}$.

5. Perhitungan konsentrasi media dasar MS yang digunakan dalam penelitian:

Penggunaan media dasar MS perliter adalah 4,43 gram, jadi perhitungan yang digunakan adalah $4,43/1000 \cdot 1250 = 5,5375 \text{ g/l}$.

6. Adapun untuk pembuatan larutan stok hormon dengan cara 10 mg hormon (auksin/sitokinin) dilarutkan dengan 100 ml aquades, maka akan diperoleh larutan stok 100 ppm.



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

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp. Faks (0341) 555933
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

Form Checklist Plagiasi

Nama : Munasiyah
NIM : 15620058
Judul Skripsi : Induksi Kalus Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Menggunakan 2,4-Dichlorophenoxy Acetic Acid (2,4-D) dan Benzyladenina (BA) Secara *In Vitro*

No.	Tim Checkplagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1.	Azizatur Rohmah, M.Sc		
2.	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3.	Bayu Agung Prahardika, M.Si	25%	





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

Jl. Gajayana No. 30 Malang 65144 Telp. Faks (0341) 551923

KARTU KONSULTASI AGAMA SKRIPSI

Nama : Munasiyah
NIM : 15620058
Program Studi : Biologi
Semester : Ganjil T.A 2021
Pembimbing : M. Mukhlis Fahrudin, M.SI
Judul Skripsi : Induksi Kalus Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Menggunakan 2,4-Dichlorophenoxy Acetic Acid (2,4-D) dan Benzyladenine (BA) Secara *In Vitro*

NO.	TANGGAL	URAIAN KONSULTASI	TTD PEMBIMBING
1.	7 Juli 2021	Konsultasi integrasi ayat BAB I	
2.	7 Juli 2021	Konsultasi integrasi ayat BAB II dan III	
3.	7 Juli 2021	Konsultasi integrasi ayat BAB IV	
4.	16 Juli 2021	Acc integrasi BAB I, II, III, dan IV	
5.			
6.			
7.			

Malang, 3 Agustus 2021

Pembimbing Skripsi,

M. Mukhlis Fahrudin, M.SI
NIPT 20142011409



Ketua Program Studi,

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



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

Jl. Gajawana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 556933

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Munasiyah
NIM : 15620058
Program Studi : Biologi
Semester : Ganjil T.A 2021
Pembimbing : Ruri Siti Resmisari, M.Si
Judul Skripsi : Induksi Kalus Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Menggunakan 2,4-Dichlorophenoxy Acetic Acid (2,4-D) dan Benzyladenine (BA) Secara *In Vitro*

NO.	TANGGAL	URAIAN KONSULTASI	TTD PEMBIMBING
1.	17 Juni 2021	Konsultasi BAB I	
2.	17 Juni 2021	Konsultasi BAB I	
3.	17 Juni 2021	Konsultasi BAB II	
4.	17 Juni 2021	Konsultasi BAB III	
5.	10 Juli 2021	Konsultasi BAB IV	
6.	30 Juli 2021	Konsultasi BAB IV dan V	
7.	2 Agustus 2021	ACC Skripsi	

Malang, 3 Agustus 2021

Pembimbing Skripsi,

Ruri Siti Resmisari, M.Si
NIP. 19790123 2016080 1 2063

Ketua Program Studi,



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